



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA



faud.unmdp

INFORME AUDITORIAS ENERGETICAS

VIVIENDA RURAL UNIFAMILIAR DE MAR DEL PLATA



ASENSI, MARIA BELEN

Universidad de la Republica | FAUD.UNMDP

Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo | Licenciatura en Diseño Integrado

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las siguientes personas, por su colaboración en la realización de este trabajo:

- Maria Esther Sasson - Propietaria de la Vivienda
- Luis Panczi-Dueño de Solar MDP

INDICE

1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
2.INTRODUCCION.....	2
3.CASO DE ESTUDIO.....	3
3.1 Generalidades.....	3
3.2 Estructura de la Vivienda.....	4
3.3 Espacios Exteriores.....	6
3.4 Edificios Aledaños.....	7
3.5 Descripcion de los Niveles.....	8
4.ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO TERMICO DE LA VIVIENDA.....	9
4.1 Generalidades.....	9
4.2 Iluminacion Natural.....	10
4.3 Sol.....	11
4.4 Energia Solar.....	12
4.5 Iluminacion Natural en el Interior de la vivienda.....	13
4.6 Iluminacion en el interior de las edificaciones.....	15
4.7 Sonido.....	17
5.ANALISIS DE USO ELECTRICO DE LA VIVIENDA.....	18
5.1 Tarifas del Suministro Electrico de Edea.....	18
5.2 Relevamiento Electrico del Edificio.....	20
5.3 Instalacion de laminas de control solar.....	22
5.4 Ubicacion de los paneles fotovoltaicos.....	23
6. RECOMENDACIONES GENERALES.....	24
6.1 Mantenimiento de marcos de ventanas de madera.....	24
6.2 Apague la iluminacion en habitaciones o zonas no utilizadas....	24
6.3 Apagar pantalla de monitor.....	24
6.4 Limpieza y mantenimineto de lamparas y luminarias regularmente.....	24
7. CONCLUSIONES.....	26

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Propuesta de Ahorro.....	1
Tabla 2.1 Datos Generales,elaboracion propia.....	2
Tabla 2.2 Datos de contacto.....	2
Tabla 5.1 Tarifa T4.....	18
Tabla 5.4.1 Analisis del Ahorro por instalacion de laminas de control solar	22
Table 7.1 Propuestas de ahorro.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.1 Vista panoramica.....	3
Figura3.1.2 Vista de la manzana.....	3
Figura 3.2.2 Fachada de Frente	4
Figura 3.2.3 Fachada trasera.....	4
Figura 3.2.4 Edificaciones.....	4
Figura 3.2.5 Fachada frente de las edificaciones.....	5
Figura 3.2.6 Fachada frente de la vivienda.....	5
Figura 3.2.7 Fachada contrafrente de la vivienda.....	5
Figura 3.2.8 Fachada contrafrente de la vivienda.....	5
Figura 3.2.9 Fachada perfil de las edificaciones.....	5
Figura 3.2.10 Fachada de perfil de la vivienda.....	5
Figura 3.2.11 Fachada perfil de la vivienda.....	5
Figura 3.2.12 Fachada contraperfil de la vivienda	5
Figura 3.3.1 Frente de las edificaciones y costado de la vivienda.....	6
Figura 3.3.2 Frente de la vivienda.....	6
Figura3.3.3 Detras de la vivienda,costado de las edificaciones.....	6
Figura 3.3.4 Detras de las edificaciones.....	6
Figura 3.4.1 Construccion al lado de las edificaciones.....	7
Figura 3.4.2 Construccion detras de las edificaciones.....	7
Figura 3.4.3 Pequeñas construcciones de madera al lado de la vivienda.....	7
Figura 3.5.1 Plano de la vivienda y de las Edificaciones.....	8
Figura 4.1 Grafico de temperatura en cada mes.....	9
Figura 4.2 Grafico de temperatura a maximas y minimas en cada mes.....	9
Figura 4.3 Nubosidad en Mar del Plata.....	10
Figura 4.3.1 Horas de sol natural y crepusculo en Mar del plata.....	11
Figura4.3.2 Salida del sol y puesta del sol con crepusculo en Mar del Plata.....	11
Figura 4.4.1 Energia solar de onda corta incidente diaria promedio de Mar del Plata.....	12
Figura 4.5.1 Iluminacion Natural en la cocina.....	13
Figura 4.5.2 Iluminacion natural en el comedor.....	13
Figura 4.5.3 Iluminacion natural en el living.....	13
Figura 4.5.4 Iluminacion natural del baño.....	13
Figura 4.5.5 Iluminacion natural habitacion 1.....	14
Figura 4.5.6 Iluminacion natural habitacion 2.....	14
Figura 4.5.7 Iluminacion natural habitacion 3.....	14



Figura 4.6.1 Iluminacion natural tinglado.....	15
Figura 4.6.2 Iluminacion natural tinglado.....	15
Figura 4.6.3 Iluminacion natural galpon.....	16
Figura 4.6.4 Iluminacion natural galpon	16
Figura 4.6.5 Iluminacion natural desde el exterior del galpon.....	16
Figura 4.6.6 Iluminacion natural galpon.....	16
Figura 4.6.7 Iluminacion natural galpon.....	16
Figura 4.6.8 Iluminacion natural desde el exterior del galpon.....	16
Figura 4.6.9 Iluminacion natural galpon.....	16
Figura 4.6.10 Iluminacion natural galpon.....	16
Figura 4.6.11 Iluminacion natural desde el exterior del galpon.....	16
Figura 4.7.1 Grafico de sonido.....	17
Figura 4.7.2 Grafico de concentracion de CO2 en Mar del Plata.....	17
Figura 5.1.1 Consumo de energia activa.....	19
Figura 5.1.2 Frecuencia media de interrupcion por usuario.....	19
Figura 5.2.1 Graico de consumo energetica.....	20
Figura 5.2.2 Diagrama de Pareto.....	21
Figura 5.4.1 Paneles Fotovoltaicos.....	22
Figura 5.5.1 Sombra arrojada a la mañana.....	23
Figura 5.5.2 Sombra arrojada al mediodia.....	23
Figura 5.5.3 Sombra arrojada a la tarde.....	23

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Presupuesto de paneles fotovoltaicos.....	27
Anexo2 Informacion sobre los paneles fotovoltaicos.....	29
Anexo 3 Planos	63
Anexo 4 Norma ISO 50002.....	66
Anexo 5 Cuadro Tarifario Edea S.A.....	99
Anexo 6 Informe Tecnico Paneles Fotovoltaticos.....	113
Anexo 7 Tabla de relevamiento electrico.....	128



1. RESUMEN EJECUTIVO

La presente Auditoria Energética a la Casa Rural Unifamiliar ubicada en la Ciudad de Mar del Plata, Calle Valle Verde 2138, Sierra de los Padres, Buenos Aires, Argentina, es la realización de un estudio integral de todos los aspectos técnicos y económicos que afectan directa o indirectamente al consumo de la energía en el Hogar y cuyo objeto es el establecimiento de una serie de medidas encaminadas a la mejora de la eficacia energética y a la reducción de los consumos.

Para lo anterior, se uso la metodología establecida de la norma UNIT-ISO 50.002:

2014 auditorías Energéticas- Requisito orientación para su uso (Anexo 1)

Se realiza un análisis del estado en el que se encuentran las instalaciones y el uso que se le da a la energía mediante:

- Análisis del comportamiento térmico del Hogar
- Análisis del uso de la Energía Eléctrica del Hogar

MEJORAS PROPUESTAS	INVERSION [ARS \$]	Ahorro Electrico [kwh/AÑO]	Ahorro Economico [\$ ARS/AÑO]	Ahorro [% ANUAL]	Pay-Back [meses/año]	CO2 Evitado [kg.CO2]	Status
Paneles fotovoltaicos	\$ 362.900	5624,07kw/año	\$ 32371	98%	10 años	2165,26 kg.CO2	RENTABLE

Tabla 1.1 Propuesta de Ahorro

2. INTRODUCCION

La auditoria procura estudiar el consumo energético del Hogar Rural y se desarrolla en el marco del curso de Auditorias Energéticas, de la Licenciatura en Diseño integrado, de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. El objetivo es usar el Hogar analizando las diferentes instalaciones existentes de una única planta y garaje a partir de la información técnica dada sobre las mismas.

Para ello se realizo un desglose del consumo de esta, para conocer que porcentaje representar el consumo total.

Los datos generales muestran la información relevante pre existente de la vivienda a auditar. La vivienda es habitada por 5 adultos, que se encuentran en constante movimiento durante todo el dia y en diversos horarios, por la noche se reunen todos los integrantes.

Datos generales del sitio auditado	
Nombre:	Vivienda rural Unifamiliar
Direccion:	Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
Direccion del sitio:	Valle Verde 2138
Descripcion:	Vivienda de unica planta con edificaciones anexas

Tabla 2.1 Datos Generales, elaboracion propia

Contacto	
Nombre:	Sasson, Maria Esther
Cargo:	Dueña de la Vivienda
Telefono:	2235677872
E-mail:	--

Tabla 2.2 Datos de contacto

3. CASO DE ESTUDIO

3.1 Generalidades

El estudio se desarrolla en una vivienda rural unifamiliar de unica planta con garaje y tinglado, ubicado en la ciudad de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina. Entre las calles Los Ciruelos y Los Olivares a 1800 m del Acceso principal, que se continua a unos 4km la ruta. El horario central de mayor consumo en la vivienda es por la noche ya que los 5 integrantes se juntan.



figura 3.1.1 vista panoramica

- Manzana de la vivienda
- Calle Principal Bordeu
- Acceso Principal



- Ubicacion de la vivienda

figura 3.1.2 vista de la manzana

3.2 Estructura de la Vivienda

La estructura de la vivienda se desarrolla en el eje norte-sur, segun el cuerpo rectangular de 7,59m de ancho por 7,27m de largo en construccion tradicional hormigon y reboque, en un solo nivel acompañado por dos construcciones en el sur, un galpon cerrado y un tinglado abierto. Se encuentran en un terreno de 21m de ancho por 62m de profundidad.



Figura 3.2.2 Fachada de Frente



Figura 3.2.3 Fachada Trasera



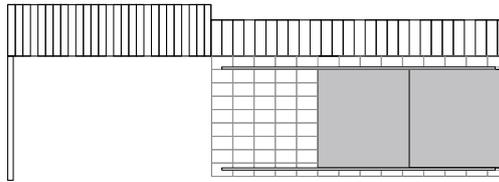


Figura 3.2.5 Fachada frente de las edificaciones

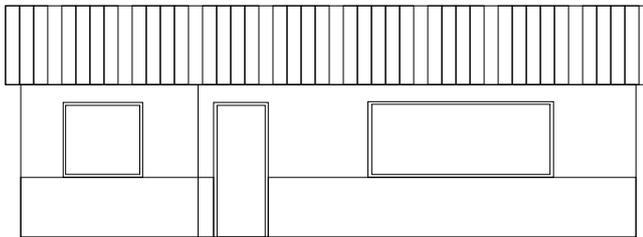


Figura 3.2.5 Fachada frente de la vivienda

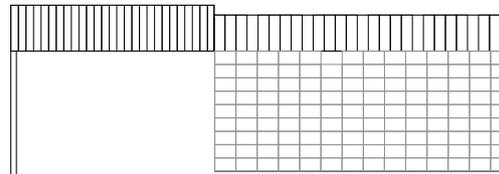


Figura 3.2.7 Fachada contrafrente de la Edificacion

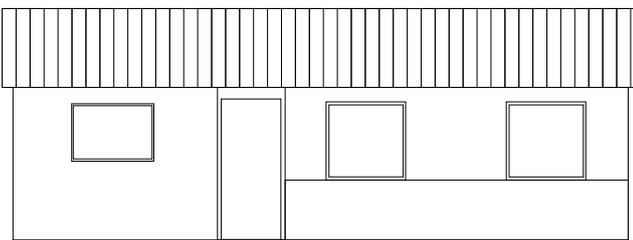


Figura 3.2.8 Fachada contrafrente de la vivienda

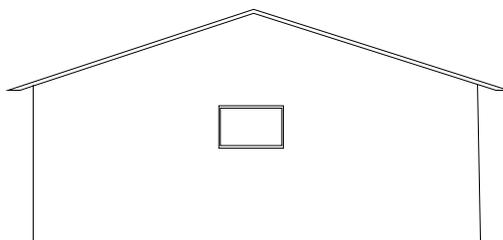


Figura 3.2.10 Fachada perfil de la vivienda

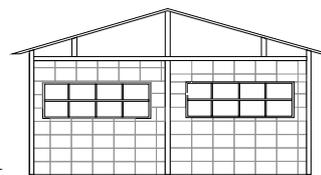


Figura 3.2.9 Fachada perfil de las edificacion

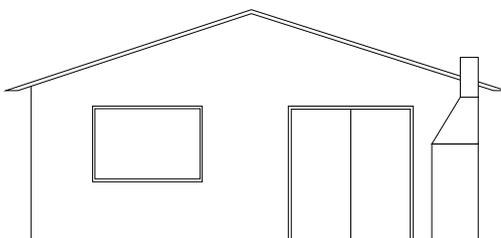


Figura 3.2.12 Fachada contraperfil de la vivienda

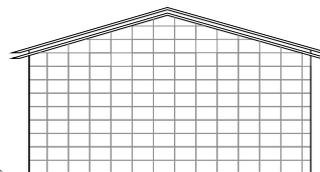


Figura 3.2.11 Fachada contraperfil de las edificaciones

3.3 Espacios Exteriores

El espacio exterior de la vivienda se caracteriza por no tener ningún tipo de obstrucción natural o de una edificación del entorno que sea de importancia y que obstruya la iluminación natural directa.



Figura 3.3.1 Frente de las edificaciones y costado de la vivienda

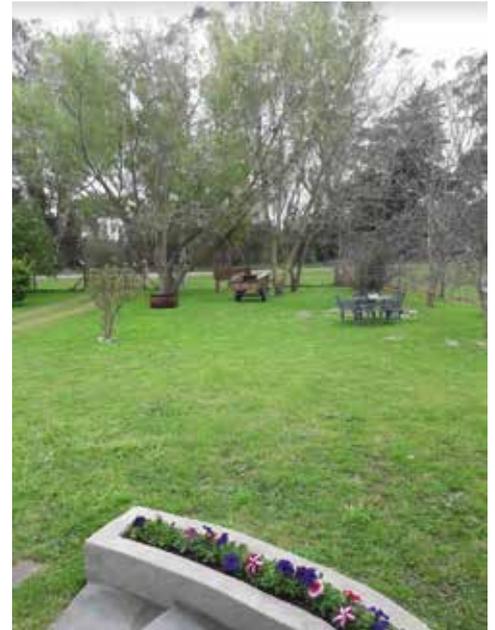


Figura 3.3.2 Frente de la vivienda



Figura 3.3.3 Detras de la vivienda costado de las edificaciones



Figura 3.3.4 Detras de las edificaciones

3.4 Edificios Aledaños

La vivienda tiene una edificacion privada alineada con el inicio del galpon, y otra al fondo del terreno, por lo que no genera ningun cambio de luz o sombra.



Figura 3.4.1 Construccion al lado de las edificaciones



Figura 3.4.2 Construccion detras de las edificaciones



Figura 3.4.3 Pequeñas Construccion de madera al lado de la vivienda

3.5 Descripcion de los Niveles

La vivienda se implanta en un solo nivel donde se encuentra un living-comedor y cocina abierto, un baño pequeño y tres habitaciones del mismo tamaño, una en el frente y dos en el contrafrente.

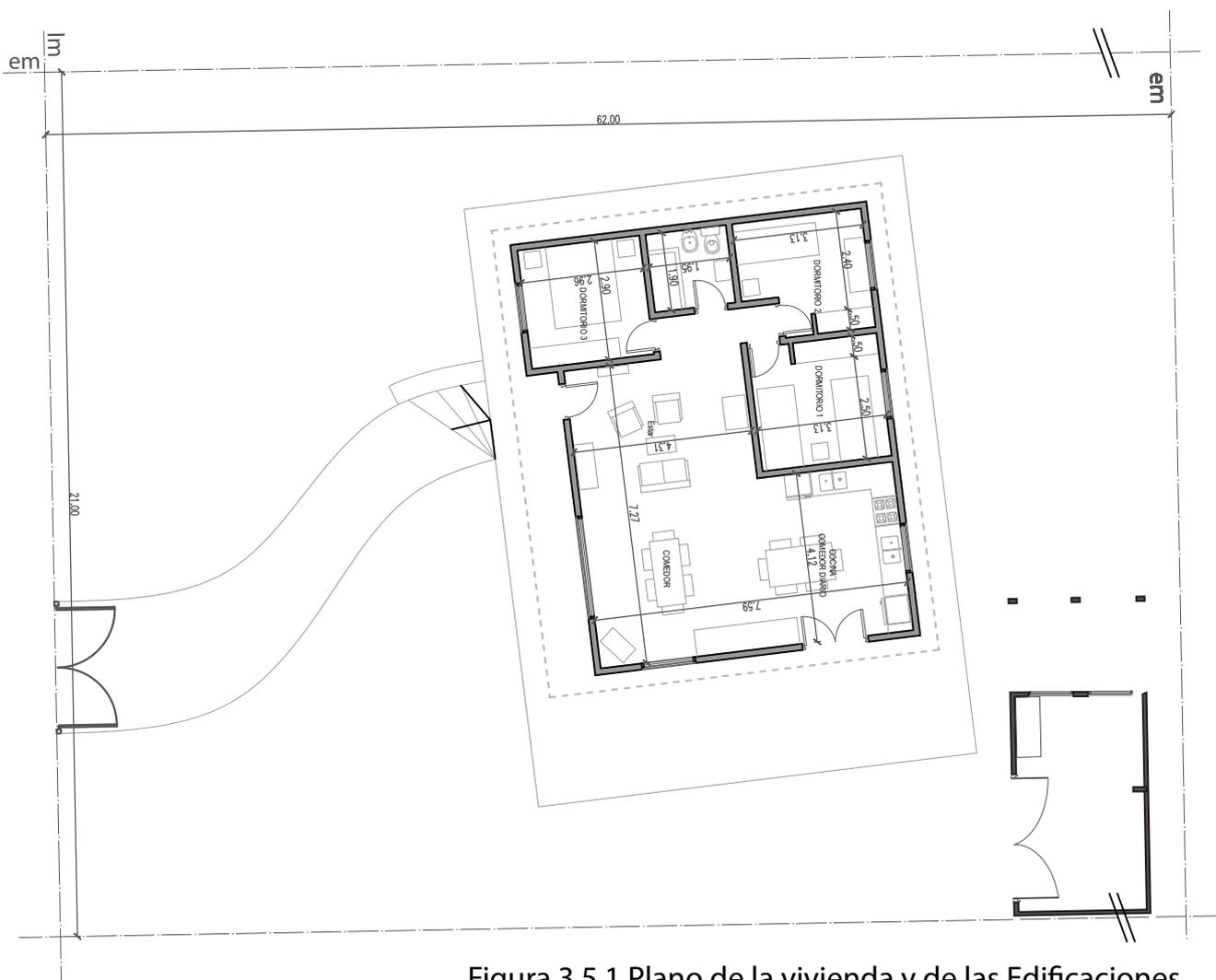


Figura 3.5.1 Plano de la vivienda y de las Edificaciones

4. Analisis del Comportamiento Termico

4.1 Generalidades

Clima y el tiempo promedio en todo el año en Mar del Plata

En Mar del Plata, los veranos son caliente y mojados, los inviernos son fríos y está ventoso y parcialmente nublado todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 4 °C a 25 °C y rara vez baja a menos de -1 °C o sube a más de 31°C.

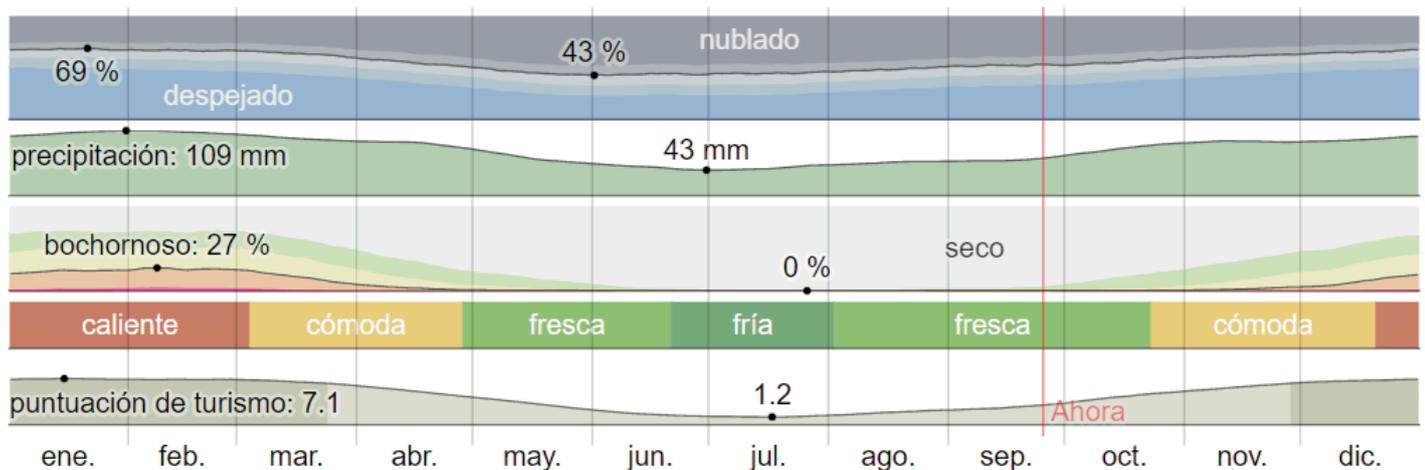


Figura 4.1 Grafico de temperatura en cada mes

La temporada templada dura 3,4 meses, del 7 de diciembre al 20 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 23 °C. El día más caluroso del año es el 14 de enero, con una temperatura máxima promedio de 25 °C y una temperatura mínima promedio de 16 °C.

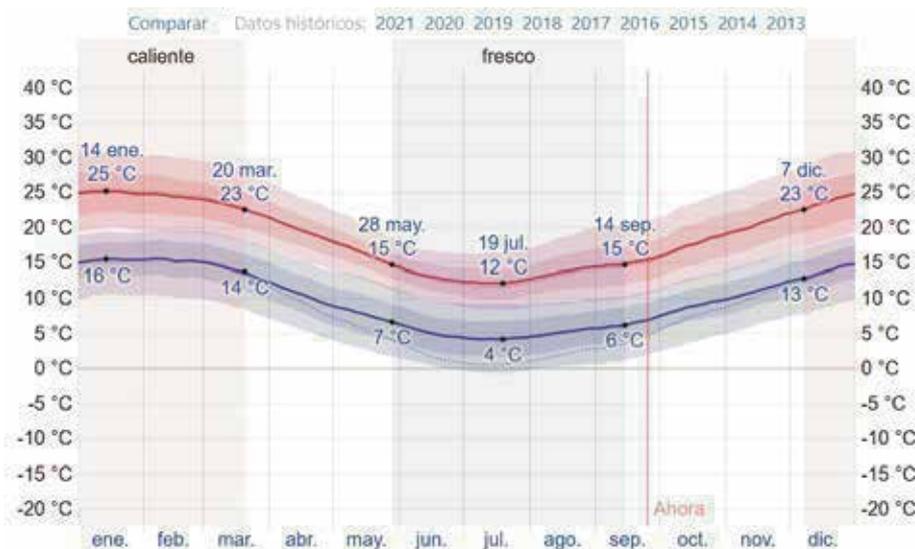


Figura 4.2 Grafico de temperatura s maximas y minimas en cada mes

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas.

4.2 Iluminacion Natural

Nubes

El promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en Mar del Plata comienza aproximadamente el 17 de octubre; dura 5,9 meses y se termina aproximadamente el 14 de abril. El 21 de enero, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 69 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 31 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 14 de abril; dura 6,1 meses y se termina aproximadamente el 17 de octubre. El 1 de junio, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 57 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 43 % del tiempo.

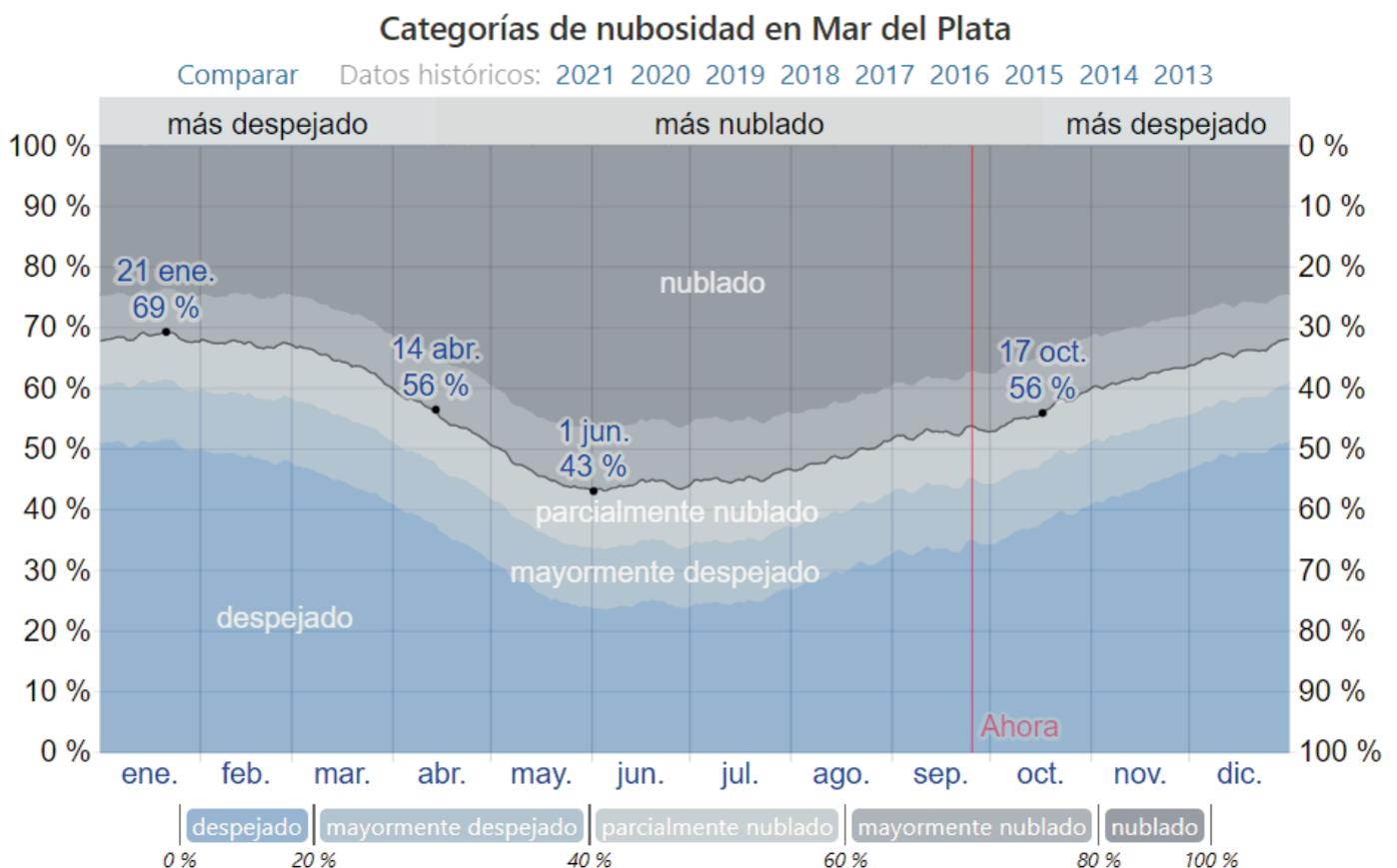


Figura 4.3 nubosidad en Mar del Plata

4.3 Sol

La duración del día en Mar del Plata varía considerablemente durante el año. En 2021, el día más corto es el 21 de junio, con 9 horas y 31 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de diciembre, con 14 horas y 49 minutos de luz natural.

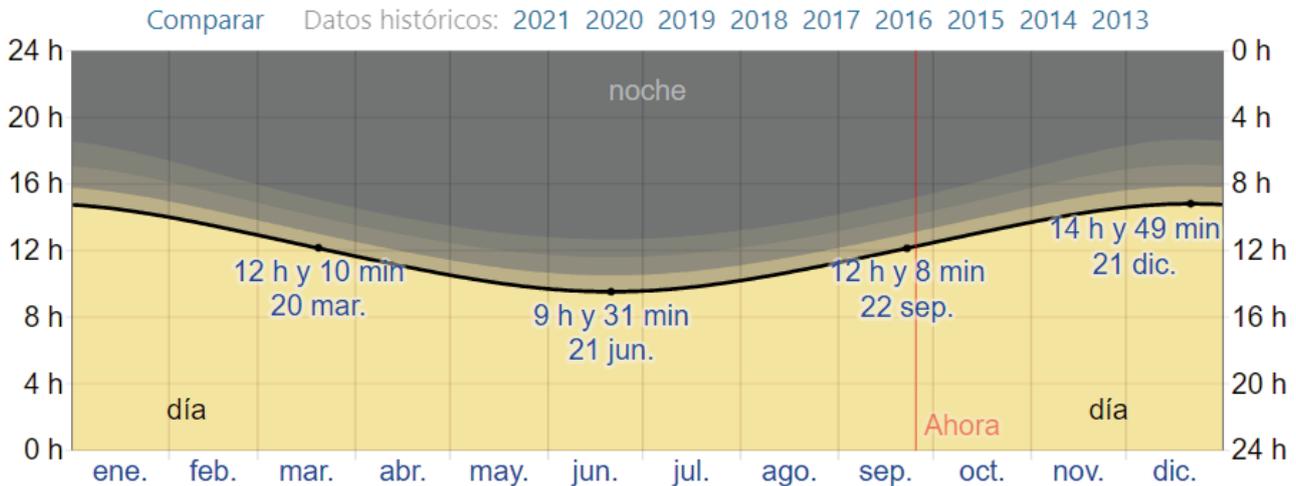


Figura 4.3.1 horas de sol natural y crepúsculo en Mar del Plata

La cantidad de horas durante las cuales el sol está visible (línea negra). De abajo (más amarillo) hacia arriba (más gris), las bandas de color indican: luz natural total, crepúsculo (civil, náutico y astronómico) y noche total.

La salida del sol más temprana es a las 05:20 el 7 de diciembre, y la salida del sol más tarde a las 08:07 el 28 de junio. La puesta del sol más temprana es a las 17:36 el 13 de junio, y la puesta del sol más tardía es 2 horas y 40 minutos más tarde a las 20:16 el 5 de enero.

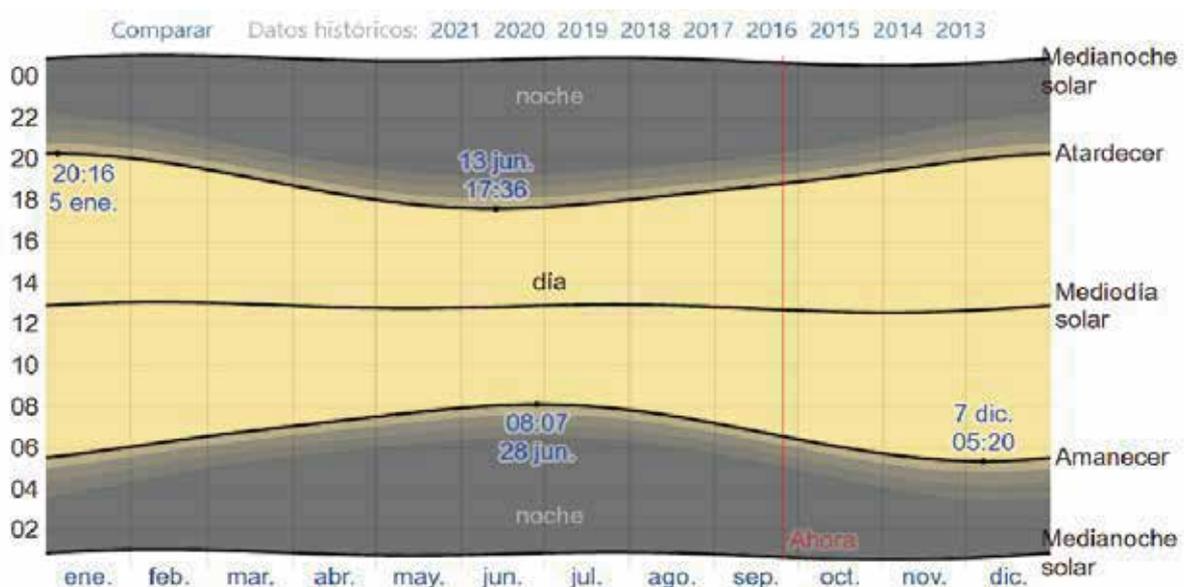


Figura 4.3.2 salida del sol y puesta del sol con crepúsculo en Mar del Plata

El día solar durante el año 2021. De abajo hacia arriba, las líneas negras son la medianoche solar anterior, la salida del sol, el mediodía solar, la puesta del sol y la siguiente medianoche solar. El día, los crepúsculos (civil, náutico y astronómico) y la noche se indican por el color de las bandas, de amarillo a gris.

4.4 Energia Solar

Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diaria total que llega a la superficie de la tierra en una área amplia, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta.

La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales extremas durante el año.

El período más resplandeciente del año dura 3,3 meses, del 5 de noviembre al 13 de febrero, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado superior a 6,8 kWh. El día más resplandeciente del año es el 30 de diciembre, con un promedio de 8,0 kWh.

El periodo más obscuro del año dura 3,7 meses, del 28 de abril al 19 de agosto, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado de menos de 3,2 kWh. El día más obscuro del año es el 27 de junio, con un promedio de 2,0 kWh.

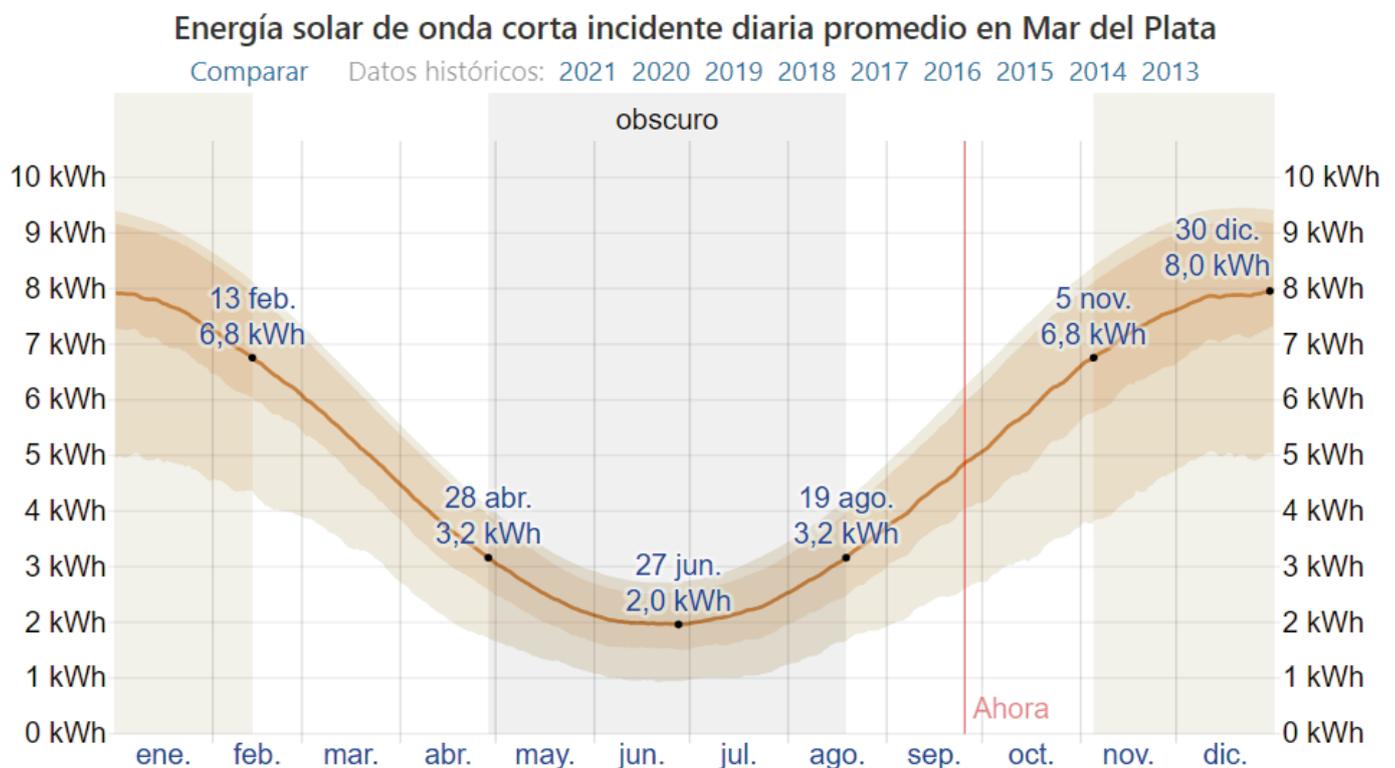


Figura 4.4.1 Energía solar de onda corta incidente diaria promedio en Mar del Plata

La energía solar de onda corta promedio diaria que llega a la tierra por metro cuadrado (línea anaranjada), con las bandas de percentiles 25º a 75º y 10º a 90º.

4.5 Iluminacion Natural en el Interior de la vivienda

La vivienda tiene mucha luz natural durante todo el dia ya que sus ventales son amplios y no tienen arboles o edificaciones que tapen o generen sombra por lo tanto no se precisa la iluminacion hasta llegadas las 18:00hs donde comienza a caer la noche. Es importante destacar que los colores que se utilizan en algunos abitos de la casa son calidos por lo tanto generan mas claridad al espacio.



Figura 4.5.1 iluminacion natural en la cocina



Figura 4.5.2 iluminacion natural en el comedor



Figura 4.5.3 iluminacion natural en el living



Figura 4.5.4 iluminacion natural del baño



Figura 4.5.5 iluminacion natural habitacion 1



Figura 4.5.6 iluminacion natural habitacion 2



Figura 4.5.7 iluminacion natural habitacion 3

4.6 Iluminacion en el interior de las edificaciones

Las edificaciones poseen mucha luz debido a que son espacios abiertos, en el caso del galpon se realizo una secuencia de fotografias mostrando la iluminacion en distintas posiciones del porton y se puede observar que no se precisa iluminaria hasta el anoche-
cer.



Figura 4.6.1 iluminacion natural tinglado



Figura 4.6.2 iluminacion natural tinglado



Figura 4.6.3 iluminacion natural galpon



Figura 4.6.4 iluminacion natural galpon



Figura 4.6.5 iluminacion natural desde el exterior del galpon



Figura 4.6.6 iluminacion natural galpon



Figura 4.6.7 iluminacion natural galpon



Figura 4.6.8 iluminacion natural desde el exterior del galpon



Figura 4.6.9 iluminacion natural galpon



Figura 4.6.10 iluminacion natural galpon



Figura 4.6.11 iluminacion natural desde el exterior del galpon

4.7 SONIDO

El nivel sonoro, en el ambiente interior, en ningún caso se alcanzaron valores superiores a 60 dB, a partir del cual ya se considera que un ambiente es ruidoso. Los ruidos mas destacados pertenecen al taller de averturas que se encuentra cercano a la vivienda y los sonidos que generan los animales.

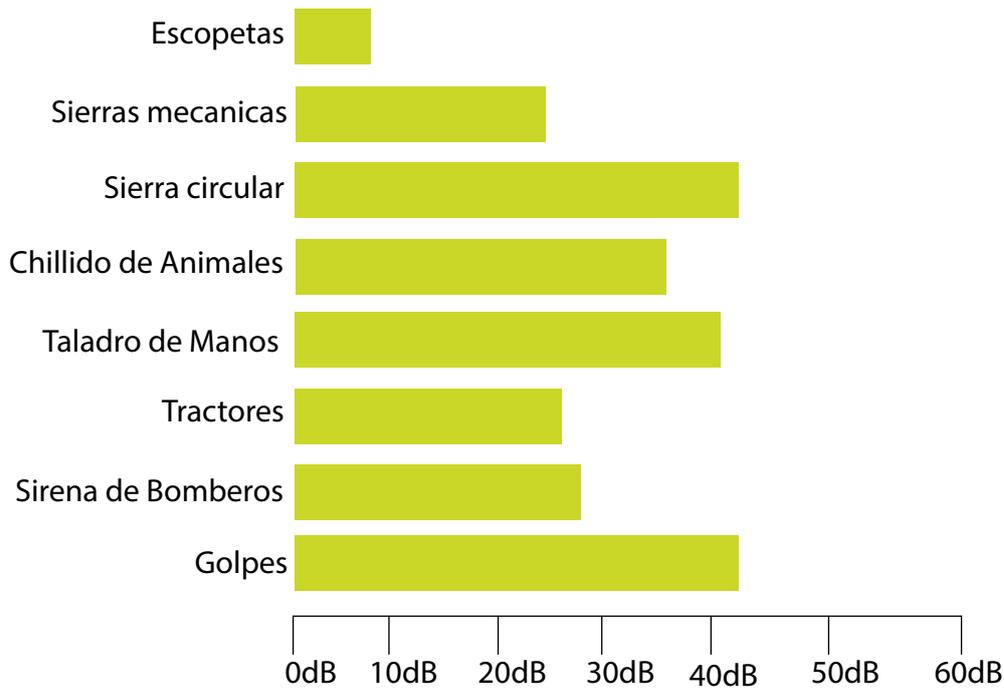
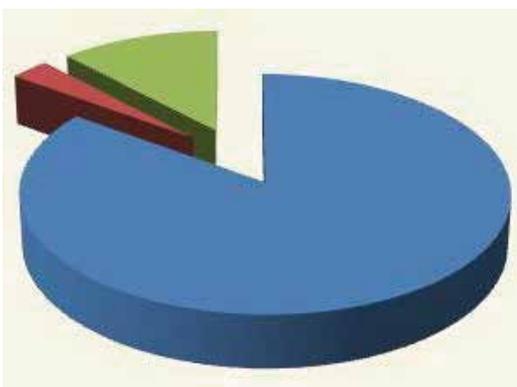


Figura 4.7.1 grafico de sonido

CONCENTRACION DE CO2

Para el año base 2010 se estimaron emisiones de 2.745.714 toneladas de CO2 equivalente a nivel local, con una contribución del 85% proveniente del sector Energía (uso de la energía en fuentes estacionarias y en fuentes móviles, generación de electricidad), un 3% de los sectores de Agricultura, Ganadería, Silvicultura y otros Usos de la Tierra y 12% del sector Residuos Sólidos. El informe incluyó también una proyección de las emisiones sobre la base 2019 al año 2030, de cada una de las subcategorías consideradas sin la aplicación de escenarios de mitigación.



Estimación de Emisiones de GEI -2019 /Emisiones de 2.745.714 toneladas de CO2 equivalente distribuidas en:

- 85% Energía (uso de la energía en fuentes estacionarias y en fuentes móviles, generación de electricidad)
- 12% Residuos Sólidos
- 3% Agricultura, Ganadería, Silvicultura y otros Usos de la Tierra

Figura 4.7.2 Grafico de concentracion de CO2 en Mar del Plata

5. ANÁLISIS DEL USO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA

5.1 Tarifas del Suministro Eléctrico de EDEA

La Tarifa T4 se aplicará a todos los suministros de energía eléctrica prestados a usuarios que cumplan los siguientes requisitos:

Su demanda máxima no exceda los diez kilovatios (10 KW) de potencia. Se encuentren servidos a través de una línea de media tensión, en forma directa o a través de puestos de transformación de media tensión a baja tensión individuales o compartidos.

Nivel Tensión [KV]	Precio de la Energía [ARS\$/KWh]		Potencia Máxima Medida [ARS\$/KW]	Cargo Fijo Mensual [ARS\$]	Perdida por Transformacion Rural
	1er escalon	2do escalon	Punta - Llano		
230	3,6882	3,8463	10kw	389,04	12

Tabla 5.1 Tarifa T4

La instalaciones cuentan con un suministro monofasico en media tensión de 230 [KV] y una potencia contratada menor a 10 [KW]

El cargo por energía se distribuye en tres períodos horarios durante todos los días, que integran la factura mensual de acuerdo al siguiente detalle.

- horas Punta: de 18:00 hr. a 00:00 hr.
- horas Resto: de 07:00 hr. a 18:00 hr. y de 22:00 hr. a 24:00 hr.
- horas Valle: de 00:00 hr. a 09:00 hr.

El consumo anual en el período de los últimos 12 meses es de una total de 5.623 KW/año, a un costo de ARS \$ 32.371

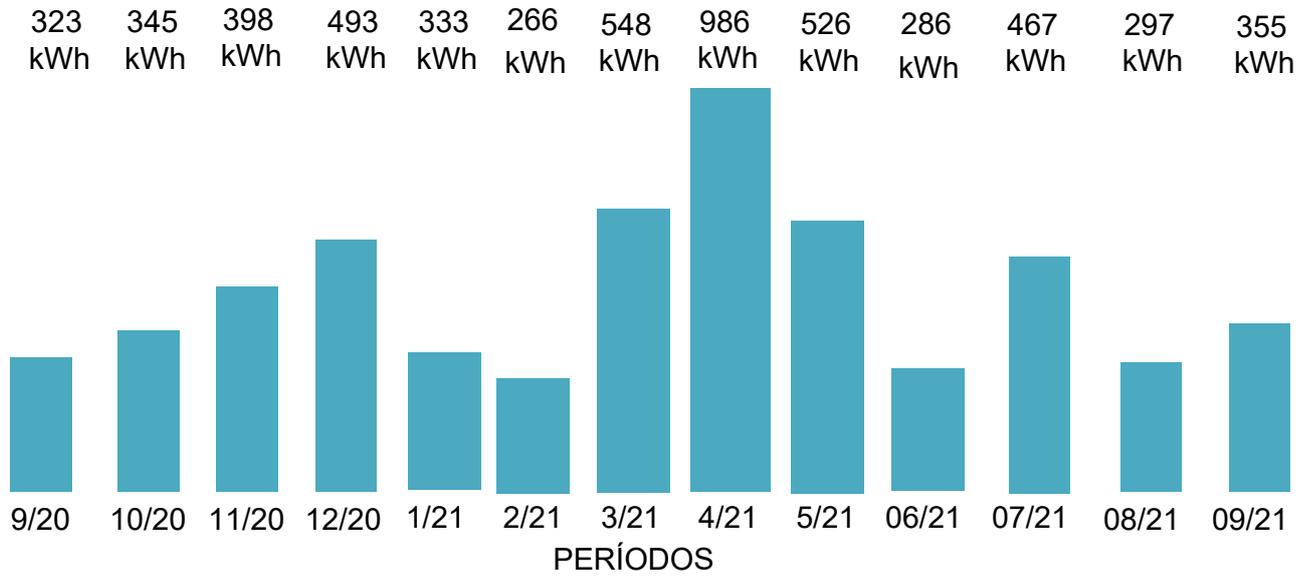


Figura 5.1.1 Consumo de energia activa

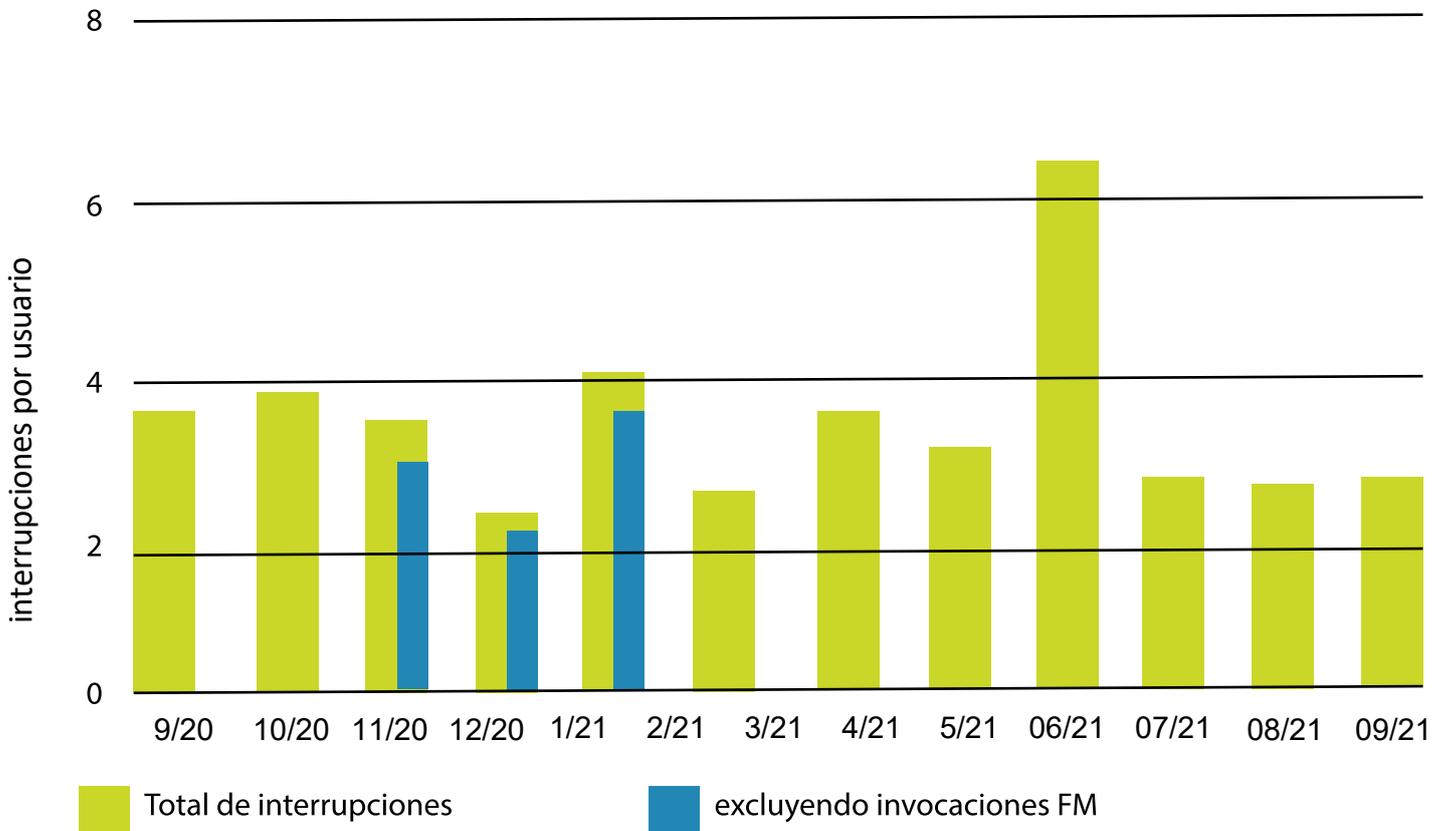


Figura 5.1.2 Frecuencia media de interrupcion por usuario

“Invocaciones FM” refiere a hechos de fuerza mayor, es decir, cortes derivados de tormentas severas, incendios, fallas en líneas de transmisión y de generación en usinas.

5.2 Relevamiento Eléctrico del Edificio

Se realizó el Relevamiento Energético de la vivienda en función del consumo de cada uno de los equipos y las horas de uso de los mismos (dichas horas de uso, fueron indicadas por los usuarios de los equipos auditados).

Principales Usos de la Energía:

Iluminación: Se refiere a todas las luces que se encuentran en la vivienda y en las edificaciones, bombillas led y bombillas de bajo consumo. Suman un total de 225,57 kw/año

Electrodomesticos: Licuadora,cafetera,multiprocesadora,radio,ruter de wifi,tostadora,lavarropas.Suman un total de 1551,25kw/año

Motores: Hace referencia a heladera-bomba de agua.Suman un total de 2591,5kw/año

Calefactores suman un total de 175.2kw/año

Ofimatica:cargador de celular,impresora,computadora,TV,Ruter de wifi,telefono,radio.Suman un total 1080,55kw/año

Estos productos alcanzan un total de consumo : 5624,07kw/año

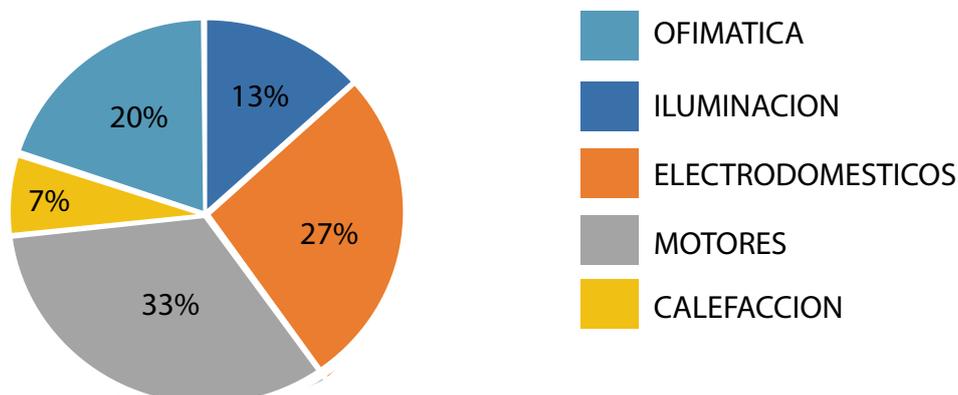


Figura 5.2.1 Grafico de consumo energetico

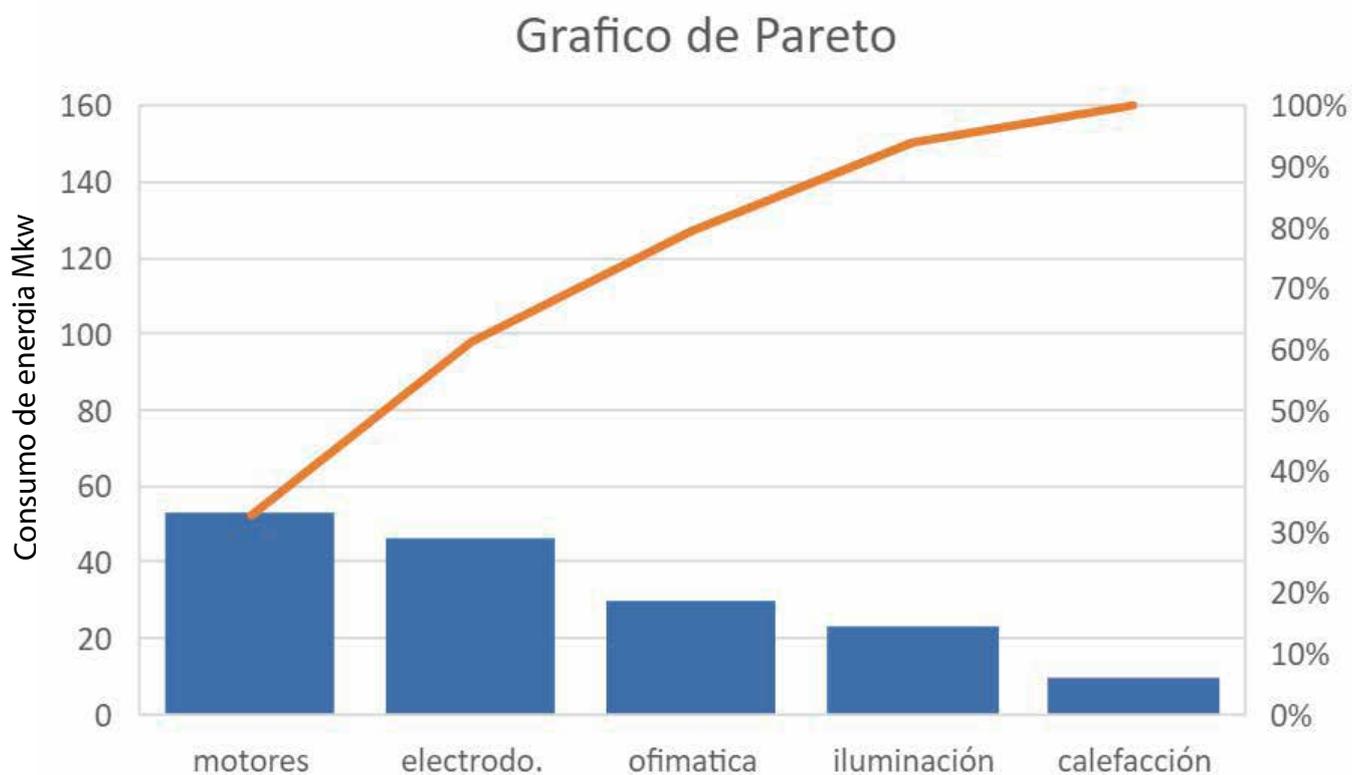


Tabla 5.2.2 Diagrama de Pareto

Con el analisis electrico realizado se llego a la conclusion de que los motores y electrodomesticos son aquellos que consumen gran parte de la energia en la vivienda.

5.3 Instalación de láminas de control solar

Se utilizara un Kit de paneles solares residenciales

Un kit solar es el conjunto de equipos necesarios para captar la luz solar, convertirla en energía eléctrica y distribuirla a un uso específico, en este caso para reducir el consumo de energía en los motores y electrodomesticos encontrados en la vivienda.

En el caso de la energía solar residencial, un kit solar, que podríamos llamar kit de paneles solares residenciales, es el conjunto de equipos, dispositivos, cables y todos los demás componentes de un sistema fotovoltaico para la vivienda.

Se estima que la vida de un módulo es de unos 30 años, y su rendimiento después de 25 años de uso está por encima del 80%.



Figura 5.4.1 Paneles Fotovoltaicos

	Total Anual [ARS \$]
Total en Factura de Edea	ARS\$ 32.371
Inversion en compra las láminas (incluye instalacion)	ARS\$ 362.900
Ahorro Total en Factura de Edea	ARS \$ 32.371
% de ahorro respecto a la factura actual	98%
Pay-Back	10 años

Tabla 5.4.1 Analisis del ahorro por instalacion de laminas de control solar

5.4 Ubicacion de los paneles Fotovoltaicos

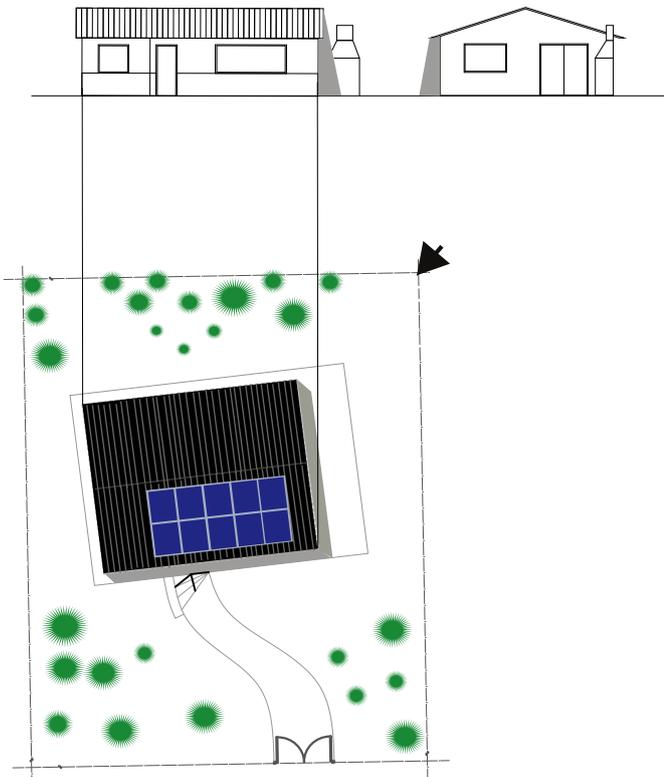


Figura5.5.1 Sombra arrojada a la mañana

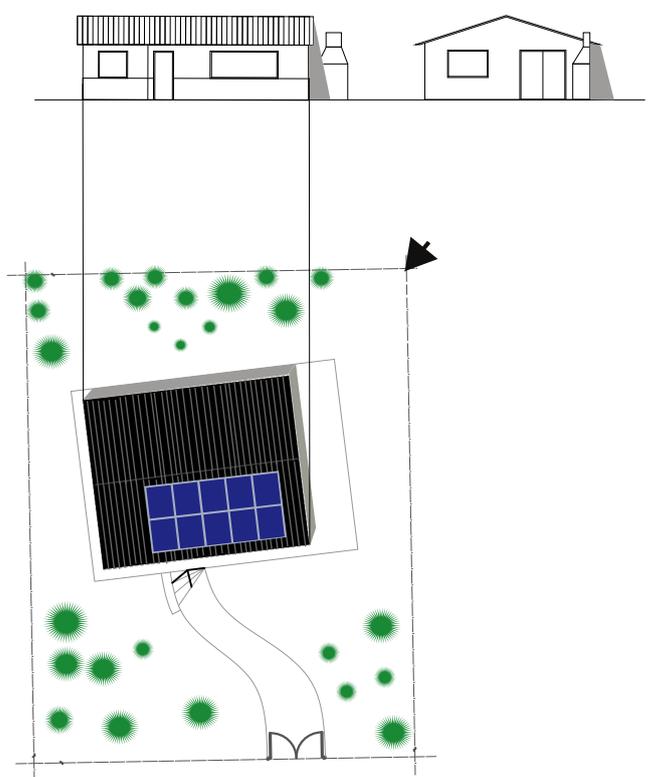


Figura5.5.2 Sombra arrojada a la mediodia

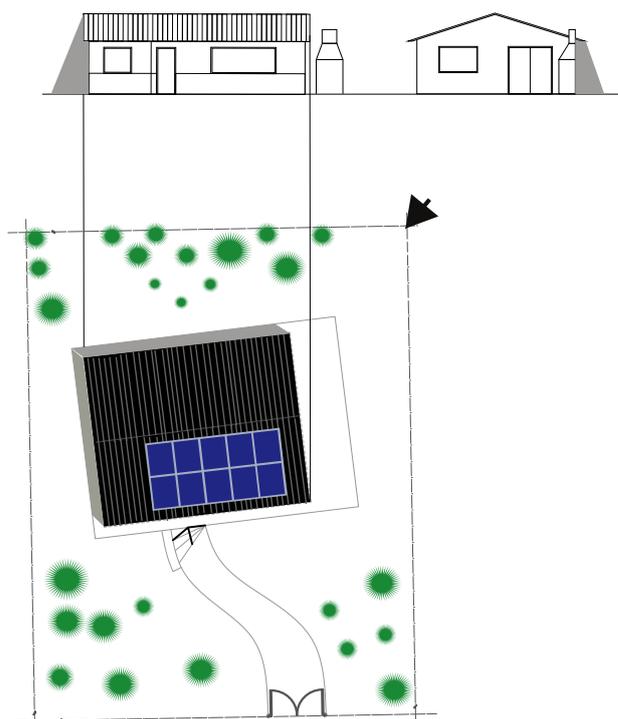


Figura5.5.3 Sombra arrojada a la tarde

6.Recomendaciones generales

6.1 Mantenimiento de marcos de ventanas de madera

Descripción:

Inspeccionar regularmente el marco de ventanas y repetir la acción si hay grietas que puedan exponer la madera o aluminio a la humedad que causan descomposición de madera. Lubricar y limpiar los componentes para evitar un cierre defectuoso. Mal mantenidas las ventanas causan infiltración de agua y aire por lo tanto una demanda mayor de energía.

Beneficios:

- Reduce la infiltración de aire.
- Se ahorra energía de calefacción y refrigeración.
- Extienda la vida útil de la ventana.

Costo económico:

Baja inversión. Depende del intervalo de tiempo para cada acción de mantenimiento.

6.2Apague la iluminación en habitaciones o zonas no utilizadas

Descripción:

Si no hay detectores de presencia, la luz debe apagarse cuando no se utiliza una habitación. Esta medida tiene que ser especialmente considerada en aquellos espacios generalmente no se utilizan con frecuencia como las edificaciones.

Beneficios:

Es una medida gratuita que implica ahorros relevantes.

Limitaciones:

Esta medida está estrechamente relacionada con la colaboración de los ocupantes o usuarios, por lo que se debe proporcionar educación y medidas de capacitación debe considerarse.

Costo económico:

Inversión cero. Las señales que podrían colocarse para educar a los usuarios tienen costos reducidos.

6.3Apagar la pantalla del monitor

Descripción:

Al hacer paradas cortas, de aproximadamente 10 minutos, apague la pantalla del monitor, es parte de la computadora que consume más energía (entre 70-80%). Para paradas de más de uno hora se recomienda apagar completamente la computadora.

Beneficios:

Se puede lograr un ahorro de energía entre 10 y 20% con una capacitación adecuada. Evita las ganancias internas de calor. Extiende la vida útil del monitor.

Limitantes:

Aceptación de los ocupantes.

Limitantes: Aceptación de los ocupantes.

Costo económico:

El costo es cero, aunque es conveniente capacitar e informar adecuadamente a los usuarios sobre estas cuestiones.

Desenchufe los cargadores de batería cuando su uso no sea necesario

Descripción:

Los teléfonos móviles, computadoras portátiles, y otros dispositivos generalmente se dejan conectados a su batería cargador, aunque ya estén completamente cargados o estén en modo de suspensión. Esto genera consumo imperceptible que se puede evitar fácilmente.

Se puede lograr un ahorro de energía de hasta el 5%. Se preservará la vida útil de la batería.

Limitaciones:

Aceptación del ocupante

El potencial de ahorro de energía depende de la eficiencia y el número de cargadores, de los dispositivos conectados y sobre el uso que se hace de ellos.

Costo económico:

El costo es cero, aunque es conveniente capacitar e informar adecuadamente a los usuarios sobre estos temas.

6.4 Limpieza y mantenimiento de lámparas y luminarias regularmente

Descripción:

Limpieza y mantenimiento La medida consiste en limpiar lámparas y luminarias cada año con un paño de algodón suave y húmedo, cepillo antiestático de cerdas suaves o aspiradora de baja potencia, así como reemplazar la lámpara de la bombilla en el final de su vida útil o lentes si aparecen amarillos de lámparas y luminarias regularmente.

Beneficios:

- El ahorro de energía en electricidad puede representar hasta el 50% del consumo eléctrico en iluminación.
- Aumentar la comodidad visual de los usuarios.
- Evita pérdidas de luz debido a la ineficiencia de lámparas y luminarias

Limitaciones:

El potencial energético de esta medida depende de las condiciones previas de los sistemas. En el caso de luminarias LED, se debe considerar el riesgo de daños a los LED. Se recomienda retirar los difusores / cubiertas y reflectores, así como las lámparas

Costo económico:

Inversión inicial: baja. El costo total depende de la cantidad de luminarias y lámparas que debe limpiarse. Reduce costos asociados a la energía de iluminación.



7 CONCLUSIONES

La siguiente Tabla y Figura resumen las mejoras propuestas como resultado de la presente Auditoría Energética.

MEJORAS PROPUESTAS	INVERSION [ARS\$]	Ahorro Electrico [kwh/AÑO]	Ahorro Economico [ARS\$/AÑO]	Ahorro [% ANUAL]	Pay-Back [meses/año]	CO2 Evitado [kg.CO2]	Status
Paneles fotovoltaicos	\$ 362.900	5624,07kw/año	\$ 32371	98%	10 años	2165,26 kg.CO2	RENTABLE

Tabla 7.1 Propuestas de Ahorro



ANEXO 1: PRESUPUESTO DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Paneles Fotovoltaicos

Empresa independiente encargada de instalar y generar calculos personalizados de paneles fotovoltaicos en la ciudad de Mar del Plata:



Energía Solar - Electricidad Industrial - Tratamiento de Agua

Mar del Plata, 4 de Noviembre del 2021

COTIZACION: "Sistema Solar Fotovoltaico para ahorro"

At Belén Asensi
2235677872
Sierra de los Padres

Ref: Kit Fotovoltaico para vivienda tipo ahorro de entre 250 a 450 Kwh mensuales, sin baterías

Características de la instalación

La instalación detallada en este presupuesto genera 5624.07kW al año, representa un ahorro importante del consumo de un hogar tipo.

Para alimentar una carga de este tamaño se necesita una instalación que se compone de los elementos detallados en este presupuesto.

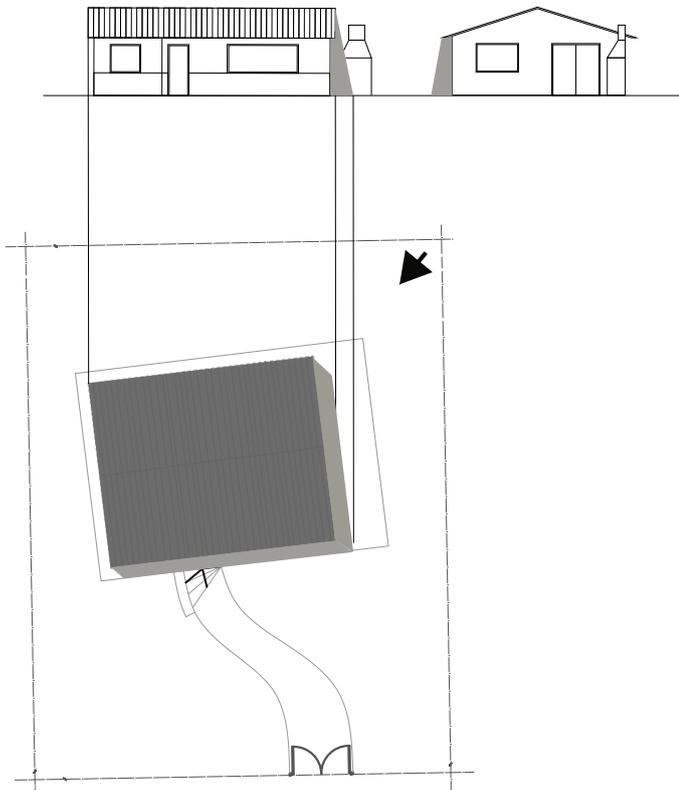
Detalle

PRESUPUESTO			
UNIDADES	ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO FINAL (ARS \$)
1	Estructuras Soporte	Estructura Soporte para techo de chapa	22.000
1	Inversor	Inversor 2 kw	74.000
10	Paneles Fotovoltaicos	As285Wp	180.000
25 m	Cable Solar.	Cable Sintenax 2x6mm	7.000
10 m	Cable Unipolar	Cable 4mm	300
1	Termomagnética DC	Termomagnética DC550V 40A 2P	3.000
1	Termomagnética AC	Termomagnética AC415V 16A 2P	600
1	Interruptor Diferencial	Interruptor Diferencial 30mA 25A 2P	2.000
1	Tablero 8 bocas	Tablero para protecciones	1.000
1	Varios + Instalación	Terminales, caño eléctrico, tarugos...	35.000

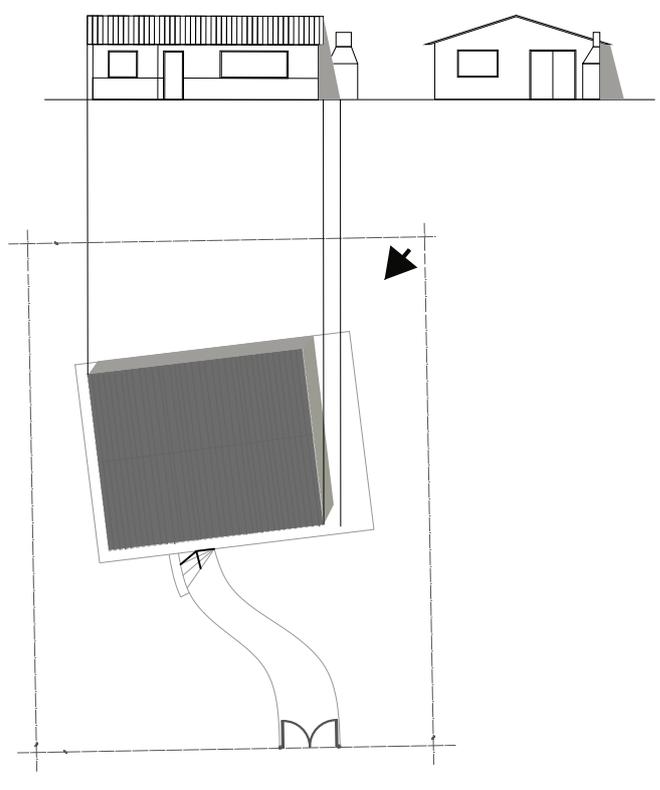
Valor total del Kit + Instalación : ARS \$362.900



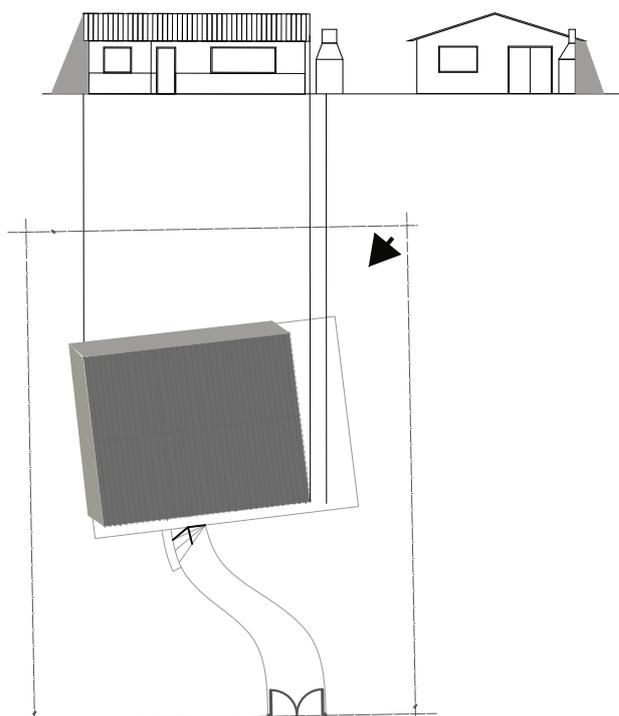
ANEXO 2: INFORMACION SOBRE LOS PANELES SOLARES



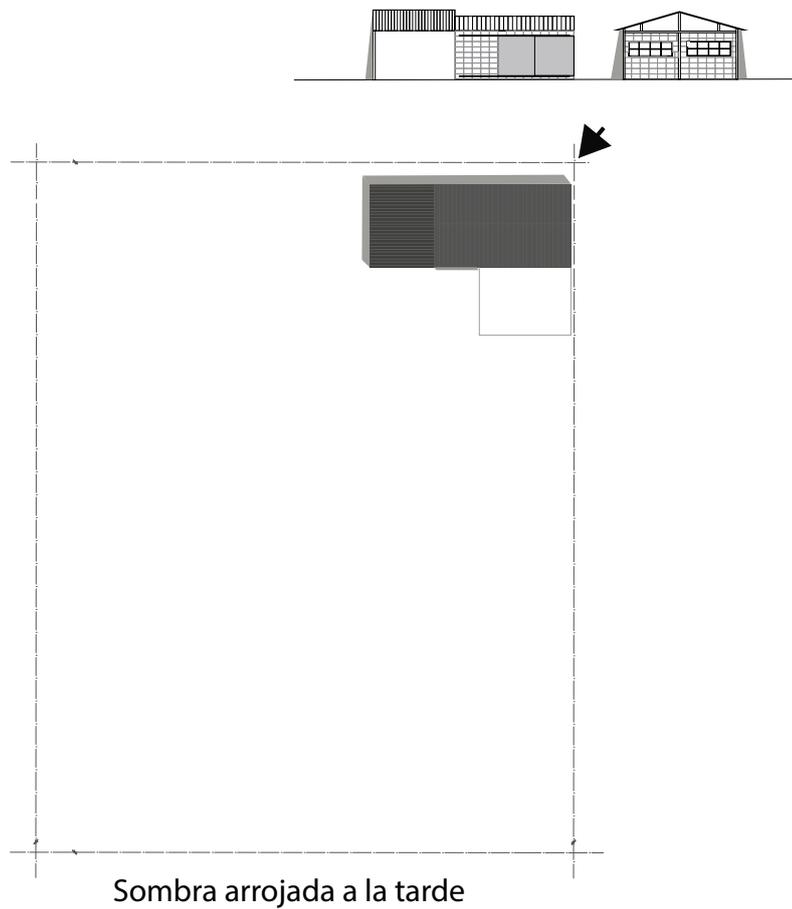
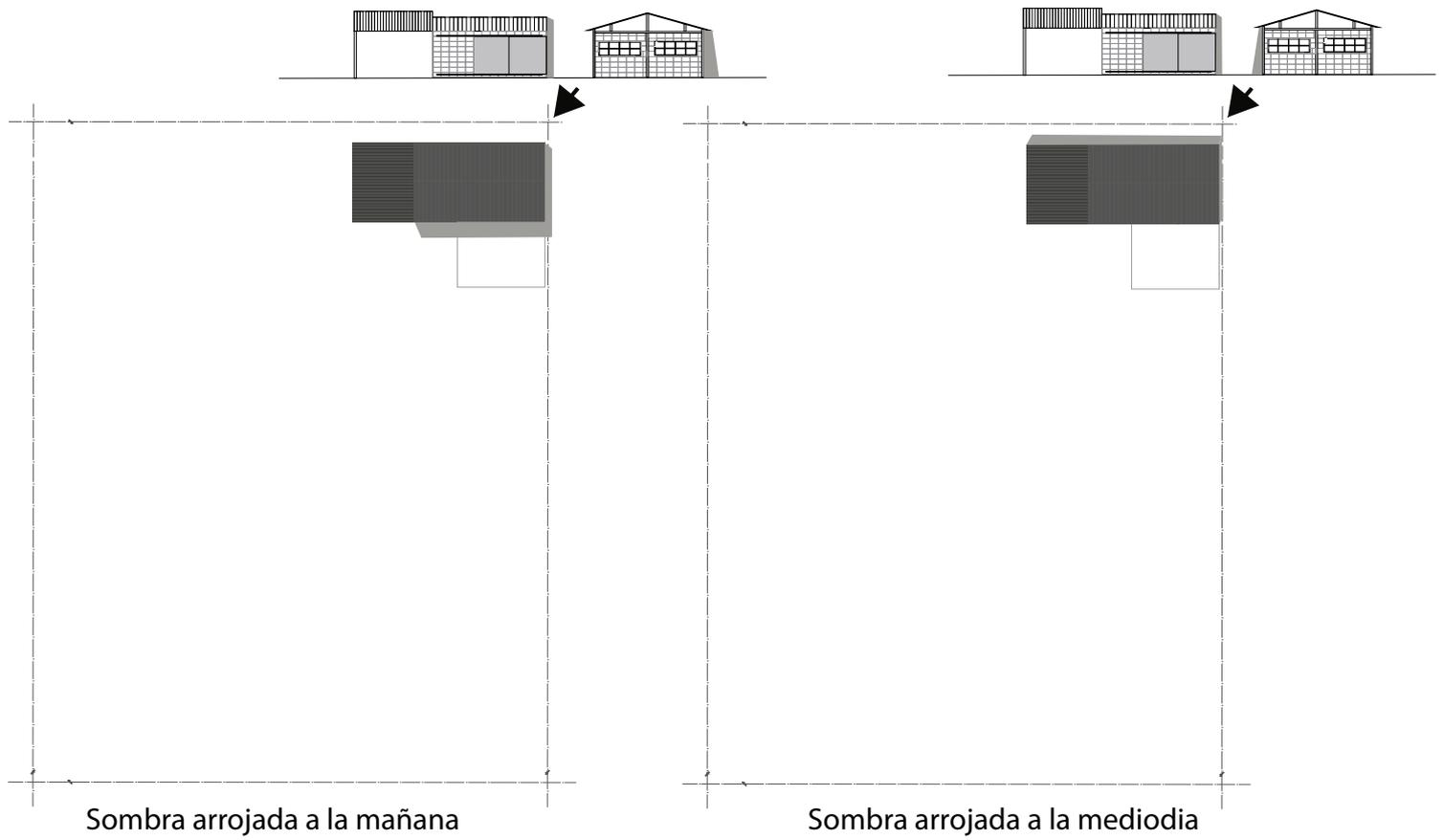
Sombra arrojada a la mañana



Sombra arrojada a la mediodia



Sombra arrojada a la tarde





2.1.3 POSICIÓN RELATIVA SOL- SUPERFICIE HORIZONTAL

Para calcular la radiación solar que llega a una superficie horizontal en la tierra, es necesario conocer las relaciones trigonométricas entre la posición del sol y esta superficie. Para conocer la posición del sol en el cielo en cualquier momento se utilizan dos ángulos, conocidos como acimut y altura solar. [11]

La altura solar se define como el ángulo, en un plano vertical, entre los rayos del sol y la proyección de éstos sobre un plano horizontal (α). Esta, mide la altura del sol respecto a un plano horizontal, podemos decir que es "cuánto ha subido el sol desde el horizonte".

En función de la latitud, el sol subirá más o menos. En verano el sol sube más (lo vemos más perpendicular a nosotros) y en invierno menos (se eleva menos en el horizonte). Cuando sale el sol (o se pone) la altura solar es cero. [12]

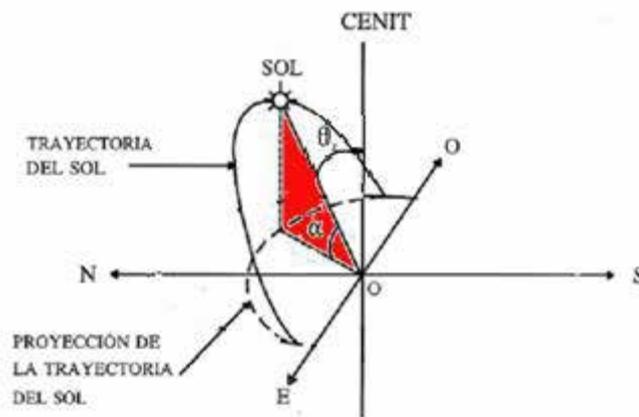


Figura 15: Altura solar α

Otros ángulos que también se utilizan, y que están relacionados con estos son: El ángulo cenital, θ_z , es el ángulo entre los rayos del sol y una línea perpendicular al plano horizontal [12]. Se cumple que:

$$z = \overline{2} \quad (2.2)$$

Siendo:

α : Altura Solar

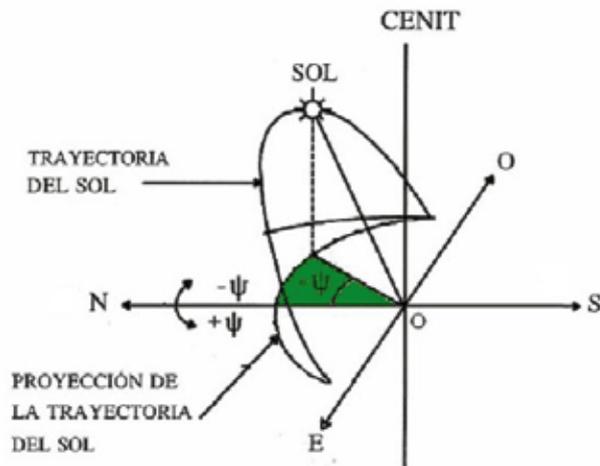


Figura 16: Ángulo Acimutal ψ

En las latitudes de Argentina, en verano el sol sale más alejado del Norte (en el cuadrante SE) y en invierno el sol sale más cercano al Norte (cuadrante NE) Justo cuando sale, o se pone, el sol está en el plano del observador, plano horizontal.

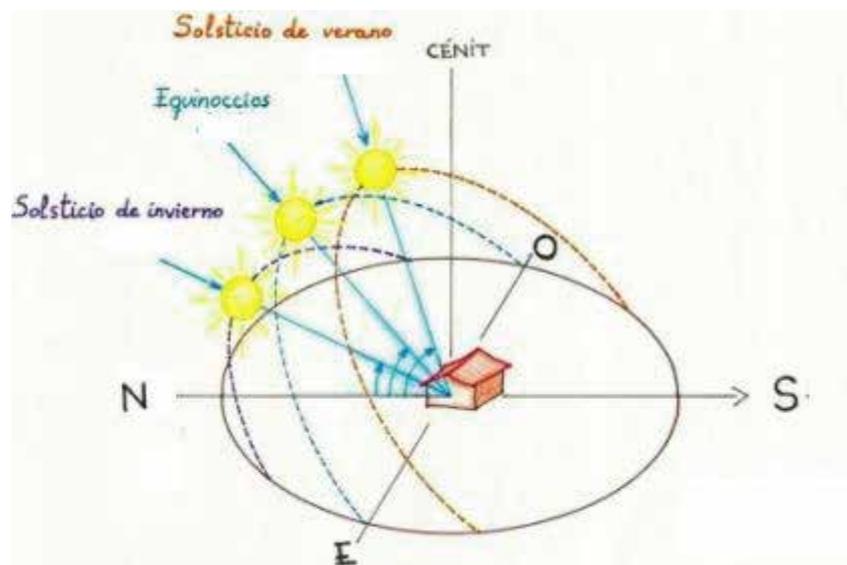


Figura 17: Variación de la Altura Solar y del Ángulo Acimutal en función de las Estaciones

El ángulo horario, ω , es el ángulo medido en la bóveda del cielo, entre el meridiano del observador y el meridiano solar. Cambia 15 grados cada hora (es cero al mediodía y positivo por la mañana). En la figura 18 se muestra el recorrido del sol en un día (trayectoria solar), dentro de esa trayectoria, y tomando como cero el mediodía solar, se pueden "ver" los distintos ángulos horarios. [12]

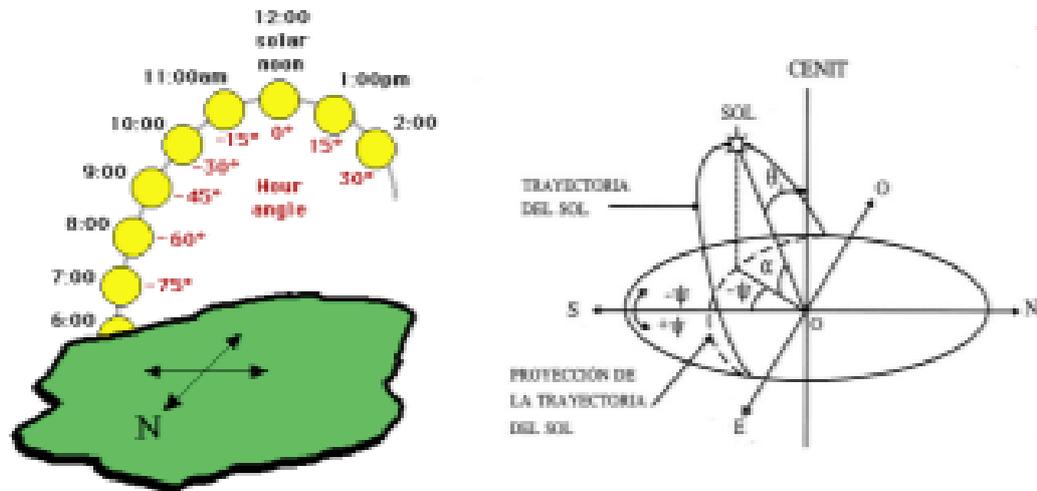


Figura 18: Ángulos Horarios y Trayectoria del Sol

Para especificar la posición de un punto en la superficie de la tierra, es necesario conocer su latitud, ϕ , y longitud, L .

La altura solar y el acimut dependen del lugar y del instante en que se miden. La dependencia del lugar se recoge mediante la latitud, la dependencia temporal se recoge en la declinación y el ángulo horario.

Para una posición geográfica determinada, las relaciones trigonométricas entre el sol y una superficie horizontal son las siguientes:

$$\cos \theta_z = \text{sen} \delta \cdot \text{sen} \phi + \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos \omega = \text{sen} \alpha$$

$$\cos \psi = \frac{\text{sen} \alpha \cdot \text{sen} \phi - \text{sen} \delta}{\cos \alpha \cdot \cos \phi}$$

$$0^\circ \leq \psi \leq 90^\circ, \cos \psi \geq 0$$

$$90^\circ \leq \psi \leq 180^\circ, \cos \psi \leq 0 \quad (2.3)$$

Siendo:

Φ : Latitud del Lugar

Ψ : Ángulo Acimutal

ω : Ángulo Horario

α : Declinación Solar

A la salida del sol la altura solar es cero (todavía el sol no se "ha elevado" nada en el horizonte), y, por tanto, el ángulo cenital 90° . Así si ω_s es el ángulo de salida del sol, utilizando la ecuación anterior y estos valores, se cumple que:

$$\cos \omega_s = \frac{-\text{sen}\phi \cdot \text{sen}\delta}{\cos \delta \cdot \cos \phi}$$

$$\omega_s = \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (2.4)$$

Siendo:

ω_s : Ángulo de Salida del Sol

El ángulo de salida del sol es igual al ángulo de puesta del sol, excepto en el signo. La duración del día será igual a dos veces el ángulo de salida del sol, $2\omega_s$, que expresada en horas quedará (teniendo en cuenta que un día son 360 grados y 24 horas):

$$N_d = \left(\frac{2}{15}\right) \cdot \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (2.5)$$

Siendo:

N_d : Duración del Día (horas)

2.1.4 POSICIÓN RELATIVA SOL- SUPERFICIE INCLINADA

Las definiciones de ángulos vistas para superficies horizontales, son equivalentes para una superficie inclinada β grados respecto al Ecuador, si se considera que la latitud de la superficie, ϕ , pasa a ser $\phi - \beta$. Este hecho se puede observar en la siguiente figura:

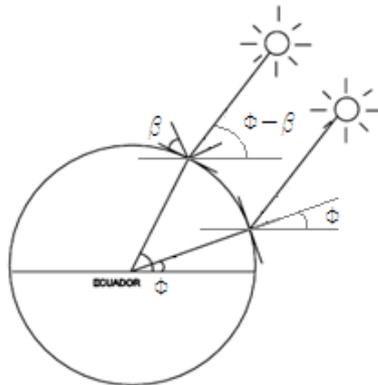


Figura 19: Posición Relativa Sol- Superficie Inclinada

Para el ángulo de la salida del sol habrá que tener en cuenta, que al estar inclinada la superficie, ésta no empezará a ver el sol hasta que su altura sea mayor que la inclinación de la superficie, es decir:

$$\omega'_s = \min[\omega_s, \arccos(-\tan \delta \cdot \tan(\phi - \beta))] \quad (2.6)$$

Siendo:

ω'_s : Ángulo de Salida del Sol (Visto desde la Superficie Inclinada)

β : Inclinación de la Superficie Respecto a la Horizontal

2.2 RADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE. RADIACIÓN SOLAR EN UNA SUPERFICIE HORIZONTAL

2.2.1 LA CONSTANTE SOLAR. COMPOSICIÓN ESPECTRAL

La constante solar, I_{sc} , se define como la cantidad de energía procedente del sol que llega, por unidad de tiempo y área, a una superficie perpendicular a los rayos del sol, situada fuera de la atmósfera, para la distancia media sol-tierra (1 UA). El valor de esta constante varía entre 1338 y 1386 W/m^2 . El valor que proponen Fröhlich y col es 1367 W/m^2 . El error estimado en este valor es de 1,6 W/m^2 . Este valor es el adoptado por el World Radiation Center (WRC). Este valor se obtiene teniendo en cuenta la potencia irradiada por el sol, de acuerdo con:

$$I_{sc} = \frac{P}{S} = \frac{4 \times 10^{26}}{4\pi \cdot (1,5 \times 10^{11})^2} \approx 1,4 kWm^{-2} \quad (2.7)$$

Suponiendo una distancia media sol-tierra de $1,5 \times 10^{11}$ m. Esta cantidad varía a lo largo del año, debido a la variación en la distancia sol-tierra, al ser la órbita terrestre alrededor del sol, elíptica.

La distribución espectral de la radiación procedente del sol que llega a una superficie situada fuera de la atmósfera, propuesta por el WRC, es similar a la que se obtendría si se supone que el sol es un cuerpo negro a una temperatura de 5777 K. [12] En la siguiente figura se puede ver una comparación entre ambas:

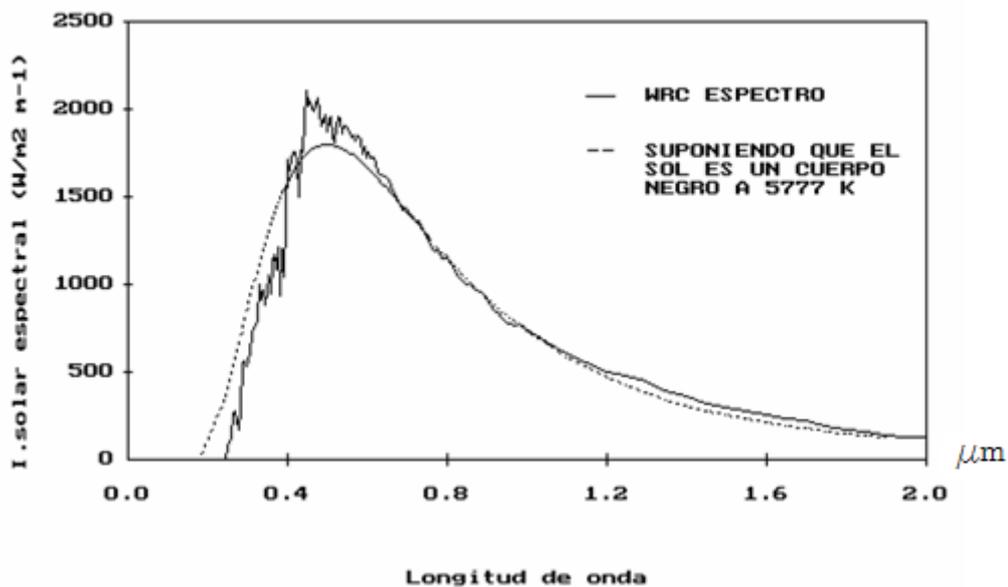


Figura 20: Distribución Espectral del Sol



2.2.1 RADIACIÓN EXTRATERRESTRE SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL

La radiación solar extraterrestre se define como la cantidad de energía recibida en la parte exterior de la atmósfera, por unidad de superficie.

Como se ha visto será función, en cada momento, de la distancia sol tierra, de la declinación, de la latitud del lugar considerado y del ángulo horario.

La irradiancia extraterrestre diaria, integrando entre el ángulo de salida y el ángulo de puesta de sol, será en una superficie horizontal:

$$I_0^d = \frac{24}{\pi} \cdot I_{sc} \cdot E_0 \cdot (\omega_s \cdot \text{sen} \delta \cdot \text{sen} \phi + \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \text{sen} \omega_s) \quad (2.7)$$

Siendo:

I_{0d} : Irradiación Extraterrestre Diaria

I_{sc} : Constante Solar

E_0 : Distancia Sol Tierra

2.2.2 RADIACIÓN EXTRATERRESTRE SOBRE SUPERFICIE INCLINADA

Teniendo en cuenta las consideraciones hechas para calcular los ángulos en una superficie inclinada, las expresiones que permiten calcular el valor de radiación extraterrestre diaria sobre superficie inclinada quedará:

$$I_{\beta\gamma}^d = \frac{24}{\pi} \cdot I_{sc} \cdot E_0 \cdot (\omega'_s \cdot \text{sen} \delta \cdot \text{sen}(\phi - \beta) + \cos \delta \cdot \cos(\phi - \beta) \cdot \text{sen} \omega'_s)$$
$$\omega'_s = \min[\omega_s, \arccos(-\tan \delta \cdot \tan(\phi - \beta))] \quad (2.8)$$

Siendo:

$I_{\beta\gamma}^d$: Radiación Extraterrestre Sobre una Superficie Inclinada

El hecho de inclinar una superficie hace que se igualen los niveles de radiación que se reciben en las distintas épocas del año.



2.2.3 RADIACIÓN SOLAR EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA: RADIACIÓN DIRECTA, DIFUSA Y REFLEJADA.

La radiación solar que llega a la superficie de la tierra está condicionada, como ya se ha comentado, por dos fenómenos de distinta naturaleza [12]:

- **Factores astronómicos**: son aquellos que dependen de la geometría tierra-sol. Son función de la posición relativa sol-tierra y de las coordenadas geográficas del lugar considerado, latitud y longitud. Condicionan básicamente el recorrido de la radiación a través de la atmósfera y el ángulo de incidencia de los rayos solares. Son función, pues, de la altura solar en cada instante.
- **Factores climáticos**: no toda la radiación máxima esperable para cada altura solar y cada localidad será siempre observable en la superficie de la tierra. Los factores llamados climáticos atenuarán la misma. Las nubes, la cantidad de vapor de agua, ozono, aerosoles, etc. contenidos en la atmósfera son los responsables de esta atenuación, que ocurre fundamentalmente por absorción, reflexión y difusión de la radiación.

El total de radiación procedente del sol que incide en una superficie en la tierra estará compuesto por:

- **Radiación directa**: la que llega a la tierra directamente en línea con el disco solar.
- **Radiación difusa**: originada por los efectos de dispersión de los componentes de la atmósfera, incluidas las nubes.
- **Radiación reflejada**: radiación incidente en la superficie que procede de la reflejada por el suelo. Al cociente entre la radiación reflejada y la radiación incidente en la superficie de la tierra se le llama albedo.

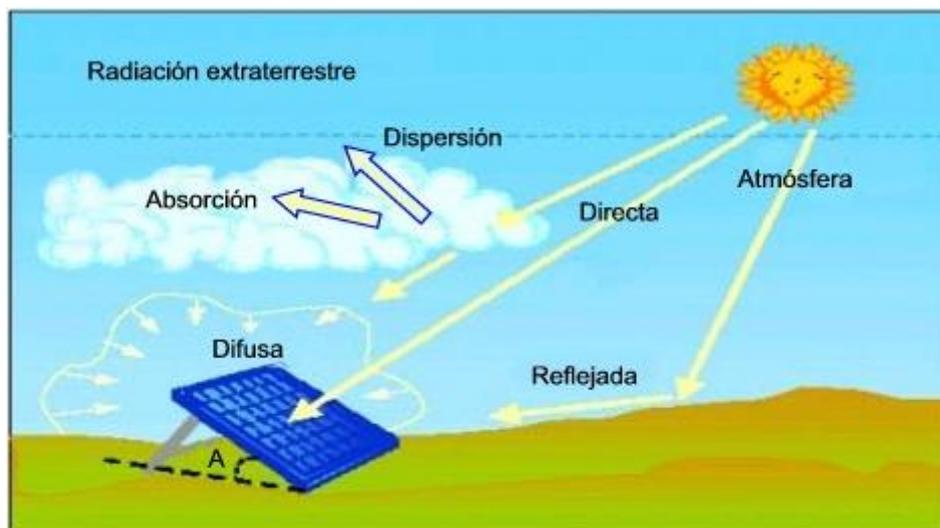


Figura 21: Clasificación de Radiaciones Solares



La radiación global o total que llega a una superficie (horizontal o inclinada) se puede expresar como la suma de estas tres componentes:

$$\underline{G = B + D + R} \quad (2.9)$$

Siendo:

G: Radiación Global

B: Radiación Directa

D: Radiación Difusa

R: Radiación Reflejada

2.2.4 RADIACIÓN SOLAR INTEGRADA EN EL TIEMPO

La integración sobre un período de una hora de las expresiones de los distintos tipos de radiación es lo que se conoce como exposición horaria de radiación.

Por ejemplo, para radiación directa, la exposición horaria de radiación directa sobre una superficie horizontal será:

$$B_0^h = \int^{hora} B_0 \cdot \cos \theta_z \quad (2.10)$$

Siendo:

B_0^h : Radiación Directa Horaria

B_0 : Radiación Directa

Si la integración se hace sobre períodos de un día se obtendrá la exposición diaria de radiación.

2.2.5 INDICE DE TRANSPARENCIA ATMOSFÉRICO

El índice de transparencia atmosférico es una medida de lo “transparente” que es la atmósfera a la radiación solar. Fundamentalmente, nos da información de cuanta radiación alcanza la superficie de la tierra en función de la radiación extraterrestre (o radiación que hay antes de iniciar su paso a través de la atmósfera). En días claros, los valores de este índice serán elevados (por encima de 0,8) y en días nublados pueden llegar a ser muy bajos (incluso por debajo de 0,1). Un valor alto, por ejemplo 0,8, nos indica que el 80% de la radiación que había en el exterior de la atmósfera ha alcanzado la superficie de la tierra. [12]

La expresión que permite calcular el índice de transparencia horario es:

$$K_h = \frac{G_0^h}{I_0^h} \quad (2.11)$$

Siendo:

K_h : Índice de Transparencia Horario

G_0^h : Radiación Global Horaria

I_0^h : Radiación Extraterreste Horaria

El índice de transparencia diario, se calcula utilizando la expresión:

$$K_d = \frac{G_0^d}{I_0^d} \quad (2.12)$$

Siendo:

K_d : Índice de Transparencia Diario

G_0^d : Radiación Global Diaria

I_0^d : Radiación Extraterreste Diaria

2.2.6 ALBEDO TERRESTRE

Cuando una energía radiante incide en una superficie, puede ser parcialmente absorbida, parcialmente reflejada y parcialmente transmitida. Estas propiedades se llaman absorptividad, reflectividad y transmisividad de una superficie. La fracción, respecto al total de energía incidente, asociada con estas propiedades se llama absorptancia, reflectancia y transmitancia. Cuando la fuente de radiación es el sol, se utiliza el término albedo en lugar de reflectancia. El albedo se puede expresar tanto en porcentaje como en fracciones de uno. [12]

Determinar un valor exacto de albedo puede ser muy importante cuando se evalúa el total de radiación que incide en un edificio o en un colector de energía solar.

De manera general el albedo se puede definir como:

$$\rho = \frac{R_{\beta\gamma}}{B_{\beta\gamma}} \quad (2.13)$$

Siendo:

$R_{\beta\gamma}$: Radiación Reflejada por la Superficie Inclineda un Ángulo β

$B_{\beta\gamma}$: Radiación Directa sobre la Superficie Inclineda un Ángulo β

La radiación incidente puede incluir tanto radiación directa como difusa, mientras que la radiación reflejada dependerá de las propiedades de la superficie. Con respecto a éstas, se pueden citar dos tipos límites de características:

- Difusa: Una superficie es perfectamente difusa si la radiación que refleja la superficie es uniforme en todas las direcciones. Tal superficie se llama reflector isotrópico. Cuando la reflexión no es la misma en todas las direcciones, entonces se llama reflector anisotrópico.
- Especular: Una superficie refleja especularmente cuando es prácticamente lisa con respecto a la longitud de onda de la radiación incidente (espejo).



Respecto a la radiación reflejada por superficies terrestres, hay que tener en cuenta el tipo de cobertura de la superficie.

A continuación se presentan algunos valores orientativos.

	Intervalo	Valor medio típico
Tierras sin vegetación	0.04 - 0.25	0.12
Arena	0.20 - 0.40	0.30
Tierras cultivadas	0.10 - 0.30	0.20
Nieve fresca	0.70 - 0.90	0.80
Nieve vieja	0.30 - 0.70	0.55
Agua, sol en el cenit	0.03 - 0.07	0.05
Agua, sol bajo	0.15 - 0.65	0.20
Nubes	0.30 - 0.85	0.60
Planeta tierra (medio)		0.32

Tabla 1: Variación de Albedos Terrestres Según Terreno

2.3 MOLDELOS PARA ESTIMAR LA RADIACIÓN SOLAR

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Entre los métodos de estimación de la radiación solar más utilizados podemos destacar [13]:

- Utilizar datos de estaciones cercanas. Esta opción, únicamente es válida si se trata de un terreno llano y la distancia entre estaciones es menor a 10 km.
- Interpolación de valores a partir de medidas de la radiación solar en otras estaciones. Esta solución, es aplicable cuando la red de estaciones de radiación solar tiene una densidad considerable y dependiendo del tipo de terreno, puede precisarse una densidad de entre 50 y 20 km de distancia entre estaciones.
- Modelos de interpolación que tienen en cuenta la topografía. Estos modelos, aún teniendo en cuenta la topografía como dato de entrada, precisan una densidad de estaciones de medida en el orden de los 100 km.
- Modelos de tratamiento de imágenes de satélite. Se basa en el tratamiento de imágenes de satélite geoestacionarios. Estas imágenes son el resultado de la reflexión de los rayos solares en la superficie de la Tierra, por lo que ya han sufrido y llevan implícitas los posibles efectos de la topografía así como de los principales fenómenos atmosféricos que se producen cuando los rayos solares atraviesan la atmósfera.

Una vez que dispongamos de 'alguna información' de radiación solar en el lugar deseado, el paso a seguir dependerá de dos cosas:



- De las características del sistema a estudiar (que tenga o no seguimiento, que tenga o no concentración...).
- De los datos que haya conseguido recopilar. (de la variable estimada, de la frecuencia de medida, de la continuidad de la serie, de la calidad de la serie).

Así, dependiendo de la información disponible y de la variable precisa para el estudio concreto, habrá que aplicar unos u otros de los modelos de cálculo (de generación y/o de variables relacionadas) que se describen en este tema.

2.3.2 VALORES DE RADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL

2.3.2.1 DISPONIBILIDAD DE DATOS ENERGÉTICOS

En el dimensionado de sistemas de aprovechamiento de energía solar es necesario conocer la disponibilidad energética del emplazamiento de la instalación, tanto cuantitativa como cualitativamente. En concreto, en sistemas fotovoltaicos es preciso determinar la cantidad de radiación directa, difusa y reflejada que recibirá el sistema; en el caso de los sistemas fotovoltaicos aislados, para poder calcular bien cuál es el tamaño adecuado de la instalación para cubrir las necesidades o demandas energéticas; en el caso de los sistemas conectados a red para poder estimar el periodo de amortización previsto de la misma.

Para el dimensionado de instalaciones fotovoltaicas se utilizan valores de radiación históricos, de periodos anteriores. Sin embargo, en la actualidad para muchas localidades no se disponen de datos históricos de las dos componentes de la radiación, a saber: radiación directa y difusa, y a veces, ni siquiera de radiación global.

En Argentina, el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad de Luján ha realizado un Atlas de Energía Solar de la República Argentina. En el mismo se presenta un conjunto de cartas con la distribución mensual de los promedios diarios de la irradiación solar global y de las horas de brillo solar (heliofanía efectiva).

El sitio web SSE, Surface meteorology and Solar Energy (Meteorología de Superficie y Energía Solar), patrocinado por la NASA así como también el NREL, National Renewable Energy Laboratory (Laboratorio Nacional de Energías Renovables), brindan abundante información de energía solar, parámetros climáticos y geográficos.

En las localidades donde no existen datos de radiación es necesario estimarlos a partir de correlaciones con otros tipos de parámetros.

Para calcular la energía que se recibe en un plano inclinado (normalmente en las instalaciones fotovoltaicas la superficie de los paneles está inclinada) es necesario conocer cuanta del total de radiación recibida en superficie horizontal corresponde a radiación directa y cuánta a radiación difusa.



2.3.2.2 MÉTODOS PARA OBTENER VALORES DE RADIACIÓN GLOBAL SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL

Debido a que en nuestro caso se cuenta con los valores de radiación global diarios sobre una superficie horizontal, solo mencionaremos las distintas correlaciones que permiten, en función de los datos de partida de que se disponga, obtener los valores de radiación global en sus intervalos diarios y horarios.

- Valor medio mensual de radiación global diaria a partir del valor de horas de sol.
- Valor medio mensual de radiación global horaria a partir del valor medio mensual de radiación global diaria.

2.3.2.3 MÉTODOS PARA OBTENER VALORES DE RADIACIÓN DIFUSA SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL

Los valores de radiación difusa se registran de manera sistemática en muy pocas localidades. Sin embargo, para el diseño de muchos sistemas de aprovechamiento de la energía solar, estos valores son necesarios.

Existen varios métodos que permiten estimar los valores de radiación difusa partiendo de los valores de radiación global:

Estimación de los valores medios mensuales de radiación difusa

Método de Liu y Jordan: Propusieron la siguiente relación:

$$\frac{D_0^d}{G_0^d} = 1,39 - 4,027 \cdot K_d + 5,531 \cdot K_d^2 - 3,108 \cdot K_d^3$$
$$0,3 \leq K_d \leq 0,7 \quad (2.14)$$

Siendo:

K_d : Índice de Transparencia Diario

G_0^d : Radiación Global Diaria

D_0^d : Radiación Difusa Diaria

Klein y Duffie analizaron la generalidad de este método y llegaron a la conclusión de que la expresión propuesta sólo sirve para localidades con datos climatológicos similares.

Método de Page: Page propone realizar un análisis de regresión de los datos. Utilizando datos de diez localidades situadas entre las latitudes 40N y 40S, propone la siguiente ecuación lineal:

$$\frac{D_0^d}{G_0^d} = 1 - 1,13 \cdot K_d$$

$$0,3 \leq K_d \leq 0,6 \quad (2.15)$$

Iqbal, haciendo también una regresión de los datos, propone la expresión:

$$\frac{D_0^d}{G_0^d} = 0,958 - 0,982 \cdot K_d$$

$$0,3 \leq K_d \leq 0,6 \quad (2.16)$$

Estimación de los valores de radiación difusa diaria:

En un día nublado, la radiación recibida es un indicador de la cantidad de nubes que hay en el cielo, y puede ser, por tanto, un indicador de la cantidad de radiación difusa que se ha recibido. El índice de transparencia atmosférico es un indicador de la claridad de un día; es decir, es un indicador de la cantidad de radiación difusa. El objetivo es poder predecir el valor de D_d partiendo del valor de G_d , para un día concreto.

La primera correlación entre estos valores fue desarrollada por Liu y Jordan. Ellos utilizaron datos de radiación difusa que no estaban corregidos por el efecto de la banda de sombreo. Por tanto, los resultados que obtuvieron han sido revisados después por varios autores, y se ha comprobado que se subestimaba el valor de radiación difusa.

De las correlaciones que se han propuesto después, las dos más utilizadas son:

Correlación de Ruth y Chant:

$$\frac{D_0^d}{G_0^d} = \left\{ \begin{array}{l} 0,98 \rightarrow K_d \leq 0,1 \\ 0,91 + 1,154 \cdot K_d - 4,936 \cdot K_d^2 + 2,848 \cdot K_d^3 \rightarrow 0,1 \leq K_d \leq 0,7 \end{array} \right\} \quad (2.17)$$

Siendo:

K_d : Índice de Transparencia Diario

G_0^d : Radiación Global Diaria

D_0^d : Radiación Difusa Diaria

Correlación de Collares-Pereira y Rabl:

$$\frac{D_0^d}{G_0^d} = \left\{ \begin{array}{l} 0,99 \rightarrow K_d \leq 0,17 \\ 1,188 - 2,272 \cdot K_d + 9,473 \cdot K_d^2 - 21,856 \cdot K_d^3 + 14,648 \cdot K_d^4 \rightarrow 0,17 \leq K_d \leq 0,75 \end{array} \right\} \quad (2.18)$$



Estimación de los valores medios mensuales de radiación difusa horaria

La caracterización de muchos de los procesos en aplicaciones de energía solar se puede realizar, de manera aproximada, mediante la utilización de valores medios a largo plazo de la radiación horaria (global, directa y/o difusa). Ya se ha visto cómo estimar la radiación horaria a partir de los valores diarios. Se estudiará un método de estimar la radiación difusa horaria, en valor medio mensual.

Método de Liu y Jordan: Este método sigue la misma aproximación que la propuesta por Willier para estimar la radiación global horaria. Se basa en la relación observada entre la curva horaria de radiación difusa para un día y la curva horaria de radiación extraterrestre para un día. A partir de estas gráficas, se puede proponer que:

$$\frac{I_0^h}{D_0^h} = \frac{\pi}{24} \cdot \frac{\cos \omega_i - \cos \omega_s}{\text{sen} \omega_s - (\pi/180) \cdot \omega_s \cdot \cos \omega_s} \quad (2.19)$$

Estimación de los valores de radiación difusa horaria

Para la investigación y para realizar simulaciones numéricas de procesos de energía solar, son necesarios valores horarios de radiación difusa (no sólo medias mensuales). Una forma de obtener estos valores es partiendo de los valores horarios de radiación global horaria.

La cantidad de radiación difusa depende tanto de la altura solar como de la fracción de cielo cubierto. El parámetro que se utiliza normalmente como variable independiente, es el índice de transparencia atmosférico horario que es un indicativo de la claridad del cielo.

Correlación de Orgill y Hollands: Los parámetros de esta correlación se han obtenido utilizando cuatro años de datos de Toronto (Canadá). Esta correlación divide la cobertura del cielo en tres partes:

$$\frac{D_0^h}{G_0^h} = \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,249 \cdot K_h \rightarrow 0 \leq K_h \leq 0,35 \\ 1,777 - 1,84 \cdot K_h \rightarrow 0,35 \leq K_h \leq 0,75 \\ 0,177 \rightarrow K_h > 0,57 \end{array} \right\} \quad (2.20)$$

Correlación de Erbs et al: Utilizan la misma metodología de Orgill y Hollands, pero con datos de más estaciones. La correlación que proponen es:

$$\frac{D_0^h}{G_0^h} = \left\{ \begin{array}{l} 1 - 0,09 \cdot K_h \rightarrow 0 \leq K_h \leq 0,22 \\ 0,9511 - 0,160 \cdot K_h + 4,388 \cdot K_h^2 - 16,638 \cdot K_h^3 + 12,336 \cdot K_h^4 \rightarrow 0,22 \leq K_h \leq 0,80 \\ 0,165 \rightarrow K_h > 0,80 \end{array} \right\} \quad (2.21)$$



2.3.3 RADIACIÓN SOLAR SOBRE SUPERFICIES INCLINADAS

Para la determinación de la radiación solar sobre superficies inclinadas, si bien, sería deseable partir del conocimiento de las componentes de la radiación solar, esto no es frecuente y hemos de partir al menos del conocimiento de la radiación global sobre superficie horizontal. En la tabla 2 siguiente se muestra como, a partir de la radiación global y dependiendo de que se trata de datos diarios u horarios, han de aplicarse unos u otros modelos [14].

RADIACIÓN GLOBAL DIARIA HORIZONTAL ($G_0^d = D_0^d + B_0^d$)			RADIACIÓN GLOBAL HORARIA HORIZONTAL ($G_0^h = D_0^h + B_0^h$)		
	DIFUSA DIARIA HORIZONTAL (D_0^d)	DIRECTA DIARIA HORIZONTAL (B_0^d)		DIFUSA HORARIA HORIZONTAL D_0^h	DIRECTA HORARIA HORIZONTAL B_0^h
REFLEJADA DIARIA INCLINADA ($R_{\beta\gamma}^d$)	DIFUSA DIARIA INCLINADA ($D_{\beta\gamma}^d$)	DIRECTA DIARIA INCLINADA ($B_{\beta\gamma}^d$)	REFLEJADA HORARIA INCLINADA ($R_{\beta\gamma}^h$)	DIFUSA HORARIA INCLINADA ($D_{\beta\gamma}^h$)	DIRECTA HORARIA INCLINADA ($B_{\beta\gamma}^h$)
RADIACIÓN GLOBAL DIARIA INCLINADA ($G_{\beta\gamma}^d = R_{\beta\gamma}^d + D_{\beta\gamma}^d + B_{\beta\gamma}^d$)			RADIACIÓN GLOBAL HORARIA INCLINADA ($G_{\beta\gamma}^h = R_{\beta\gamma}^h + D_{\beta\gamma}^h + B_{\beta\gamma}^h$)		

Tabla 2: Resumen de Fórmulas Para el Cálculo de Radiaciones Solares

Partiendo de la radiación global sobre superficie horizontal, el primer paso lo constituye la determinación de la radiación difusa sobre superficie horizontal, y por diferencia de la radiación global, se estima la radiación directa sobre superficie horizontal. Se observa cómo en la estimación sobre superficie inclinada, aparece además de las dos componentes mencionadas, la radiación reflejada, como una nueva aportación a la radiación recibida por la superficie, y que dependerá de la reflectividad de las superficies del entorno al sistema de aprovechamiento (ρ). En caso de desconocer este valor se utiliza un valor medio de $\rho = 0,2$.

2.3.3.1 CÁLCULO DE LA RADIACIÓN REFLEJADA SOBRE SUPERFICIE INCLINADA

A partir de datos de radiación global diaria:

$$R_{\beta\gamma}^d = G_0^d \cdot \rho \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (2.22)$$



A partir de datos de radiación global horaria:

$$R_{\beta\gamma}^h = G_0^h \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (2.23)$$

2.3.3.2 CÁLCULO DE LA RADIACIÓN DIRECTA SOBRE SUPERFICIE INCLINADA

El cálculo de la radiación directa sobre superficies inclinadas se basa en la determinación de un factor geométrico de corrección R_b : [15]

$$R_b = \frac{\cos(\phi - \beta) \cdot \cos \delta \cdot \text{sen} \omega'_s + (\pi/180) \cdot \omega'_s \cdot \text{sen}(\phi - \beta) \cdot \text{sen} \delta}{\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \text{sen} \omega_s + (\pi/180) \cdot \omega_s \cdot \text{sen} \phi \cdot \text{sen} \delta} \quad (2.24)$$

Recordando que ω_s y ω'_s son:

$$\omega_s = \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta)$$
$$\omega'_s = \min[\omega_s, \arccos(-\tan \delta \cdot \tan(\phi - \beta))]$$

Finalmente:

$$B_{\beta\gamma}^h = B_0^d \cdot R_b \quad (2.25)$$

2.3.3.3 CÁLCULO DE LA RADIACIÓN DIFUSA SOBRE SUPERFICIE INCLINADA

A partir de datos de radiación global diaria (método isotrópico de Liu Jordan):

$$D_{\beta\gamma}^d = D_0^d \cdot \frac{1 - \cos \beta}{2} \quad (2.26)$$

2.3.3 MEDIDA DE LA RADIACIÓN SOLAR

2.3.3.1 INTRODUCCIÓN

Es importante hacer las siguientes consideraciones en cuanto a la medida de las variables de la radiación solar en la superficie terrestre [16]:

- ***Radiación solar directa***: es la radiación que proviene directamente del disco solar, y por lo tanto *ha de medirse utilizando sistemas de seguimiento* del movimiento del sol en su trayectoria.
- ***Radiación solar difusa***: es la radiación solar que proviene de las reflexiones en la atmósfera, y *ha de medirse utilizando sistemas de sombreado* del disco solar.



- **Radiación solar reflejada**: es la radiación solar que, tras ser reflejada por el entorno de la superficie receptora, incide en una superficie inclinada. *No suele medirse* y su valor medio es el 20% de la radiación global incidente sobre superficie horizontal.
- **Radiación solar global**: es la radiación solar que se recibe por unidad de superficie. Supone la suma de las aportaciones de la radiación directa, difusa y reflejada (también llamadas *componentes de la radiación solar*). Esta superficie, puede tener una disposición cualquiera, y dependiendo de la misma, variará la contribución de las componentes. *Suele medirse sobre superficie horizontal*, y posteriormente calcular la radiación global incidente en la superficie receptora, pero hay veces que se mide en la misma disposición en la que irán la superficie de aprovechamiento (los paneles): en superficie inclinada o con el seguimiento seleccionado para la instalación.

Es importante destacar que todas estas variables, tienen una distribución espectral en el mismo rango de la distribución espectral de la radiación solar extraterrestre (que en un 97% se encuentra entre 0,29 y 3 μ m), ya que es ésta la fuente de todas ellas.

Por otro lado, hay otra serie de variables relacionadas con la radiación, pero que son de origen terrestre. Así, la Tierra emite una radiación térmica en el rango de 3 a 100 μ m.

2.3.3.2 MAGNITUDES METEOROLÓGICAS DE LA RADIACIÓN

Las magnitudes meteorológicas de la radiación pueden clasificarse en dos grupos, según su origen, a saber: la radiación solar y la radiación terrestre.

La radiación solar es la radiación electromagnética procedente del Sol. La radiación solar incidente en el límite de la atmósfera terrestre se denomina radiación solar extraterrestre; el 97 % de la misma está contenida dentro del intervalo espectral comprendido entre 0,29 μ m y 3,00 μ m y se denomina radiación de onda corta.

La radiación terrestre es la radiación de onda larga emitida por la superficie de la Tierra y por los gases, los aerosoles y las nubes de la atmósfera, y es también parcialmente absorbida dentro de la atmósfera. Para una temperatura de 300 K, el 99,99 % de la energía de la radiación terrestre posee una longitud de onda superior a 3 μ m, y alrededor del 99 % una longitud de onda que supera los 5 μ m.

En meteorología, la suma de las dos clases de radiaciones se denomina "radiación total".

La luz es la radiación que resulta visible al ojo humano. El 99 por ciento de la radiación visible está comprendido entre 400 nm y 730 nm. La radiación cuya longitud de onda es inferior a 400 nm se denomina ultravioleta, y la de longitud de onda superior a 730 nm, infrarroja. El intervalo de la radiación ultravioleta se divide a veces en tres: UV-A (315 a 400 nm); UV-B (280 a 315 nm); UV-C (100 a 280 nm).

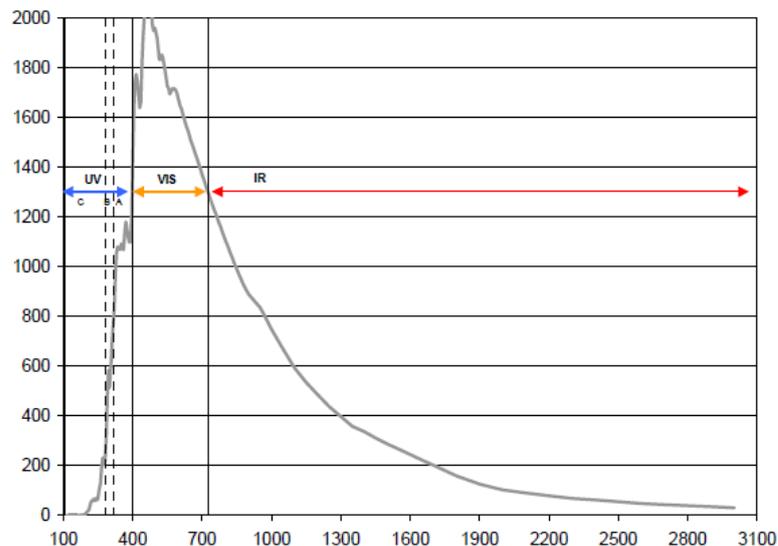


Figura 22: Espectros UV, Visible e Infrarrojo en Función de la Longitud de Onda

2.3.3.3 TERMINOLOGÍA Y UNIDADES

Para las variables meteorológicas de la radiación se recomiendan las siguientes unidades:

Magnitudes totales (integradas sobre el intervalo completo de longitudes de onda):

- Irradiancia (potencia): vatios por metro cuadrado (W/m^2).
- Exposición radiante (energía): julios por metro cuadrado (J/m^2).

Magnitudes espectrales:

- Irradiancia espectral: vatios por metro cuadrado por nanómetro ($W/m^2.nm$).
- Exposición radiante: julios por metro cuadrado por nanómetro ($J/m^2.nm$).

2.3.3.4 MEDIDA DE LA RADIACIÓN SOLAR DÍRECTA

El instrumento que mide la radiación solar directa es el pirheliómetro y cuya superficie receptora se dispone *normalmente* a los rayos solares incidentes. Dispone de un obturador para medir solamente la radiación procedente del sol y de una región anular del cielo muy próxima al astro.

En los instrumentos modernos, esta última abarca un semiángulo de $2,5^\circ$ aproximadamente a partir del centro del Sol, mientras que en los modelos más antiguos era de unos 8° .

2.3.3.5 TIPOS DE PIRHELIÓMETROS

Existen varios tipos de pirheliómetros y dependiendo de los recursos disponibles para los instrumentos de medida, de los objetivos de precisión y de otros condicionamientos relacionados, se seleccionará la utilización de unos u otros en una campaña de medida.

3.3 CONVERSIÓN DE LUZ SOLAR EN ENERGÍA ELÉCTRICA

3.3.1 LA CÉLULA FOTOVOLTAICA

La conversión directa de la luz solar en energía eléctrica se consigue mediante las celdas solares, por un proceso llamado *efecto fotovoltaico*.

La celda solar posee una estructura similar a la de un diodo, y como tal, los principales componentes que conforman su estructura interna son los materiales semiconductores. Están compuestas básicamente por una capa de semiconductor tipo N y otra capa de semiconductor tipo P.

Los materiales en general pueden clasificarse en conductores, aislantes y semiconductores, de acuerdo con su conductividad eléctrica. La conductividad eléctrica indica el grado de movilidad que presentan los electrones dentro de una sustancia específica.

Los electrones que pueden generar una corriente eléctrica en un material son los que se encuentran en las órbitas exteriores o banda de valencia de los átomos, que tienen menor fuerza de atracción por parte del núcleo y pueden ser liberados de la misma al aplicar una diferencia de potencial al material. Para ser liberado de la fuerza de atracción del núcleo del átomo, la energía suministrada al electrón por el campo eléctrico generado por una diferencia de potencial, deberá ser suficiente para que este salte de la banda de valencia sobre la llamada banda prohibida, hacia la banda de conducción. La siguiente figura muestra la disposición de estas bandas en materiales conductores, aislantes y semiconductores.

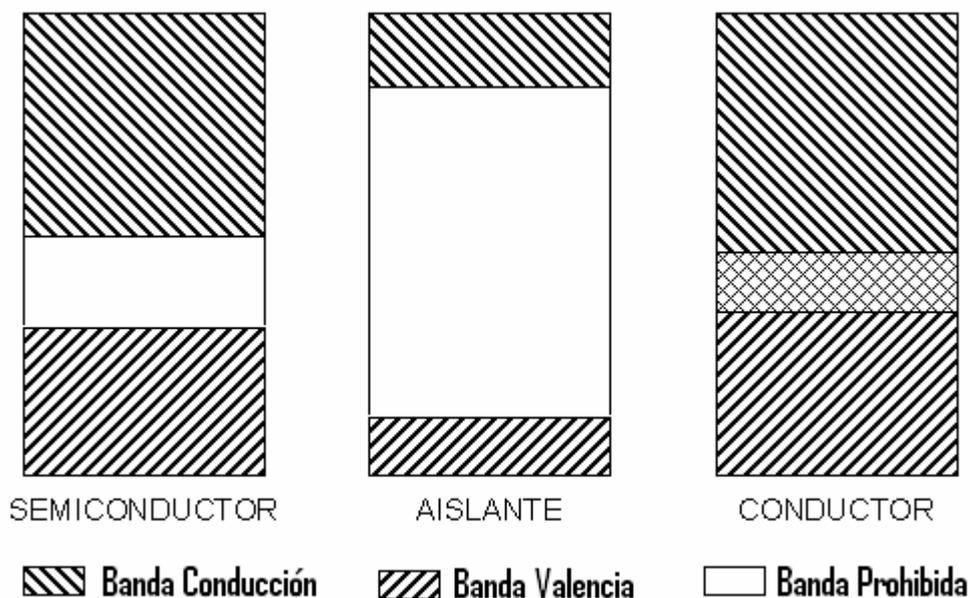


Figura 31: Bandas de Energía en Materiales Semiconductores, Conductores y Aislantes



En materiales conductores las bandas de valencia y de conducción se traslapan por lo que los electrones de la banda externa de valencia tienen mucha movilidad, y pueden saltar de átomo a átomo, aún a la temperatura ambiente. El valor de la conductividad (inversa de la resistividad) es elevado en estos materiales.

En materiales aislantes, aún cuando se apliquen voltajes elevados a la estructura del material, la fuerza que se ejerce sobre los electrones de la órbita externa no es suficiente para permitir que estos atraviesen la banda prohibida y puedan establecer una corriente.

Los materiales semiconductores presentan características intermedias entre conductores y aislantes, el nivel de energía necesario para que los electrones crucen la banda prohibida en estas sustancias es mayor que el necesario en un conductor pero no tan elevado como en el caso de un aislante. El salto de energía entre una banda y otra en un semiconductor es pequeño, por lo que suministrando energía pueden conducir la electricidad y su conductividad puede regularse, puesto que basta disminuir la energía aportada para que sea menor el número de electrones que salte a la banda de conducción; cosa que no puede hacerse con los metales, cuya conductividad es constante o poco variable con la temperatura.

Se puede conseguir un efecto de conversión fotovoltaica en todos los semiconductores; aunque los semiconductores más aptos para la conversión de luz solar son los más sensibles, es decir, aquellos que dan el mayor producto de corriente-voltaje para luz visible (la mayor cantidad de energía transmitida por los rayos solares está en las partes visibles del espectro).

El silicio es el más importante material semiconductor para la conversión fotovoltaica de energía solar. En su forma cristalina pura, este material presenta pocas cargas libres en su interior y una resistividad alta. Mediante un proceso llamado *difusión* se puede introducir pequeñas cantidades de otros elementos químicos, que permiten decrecer el valor inicial de resistividad y crear simultáneamente una región tipo p y una región tipo n, de modo de que se produce una unión p-n.

Un átomo del silicio tiene 4 electrones de valencia, que enlazan a los átomos adyacentes. Sustituyendo un átomo del silicio por un átomo que tenga 3 o 5 electrones de la valencia producirá un espacio sin un electrón (un agujero), o un electrón extra que pueda moverse más libremente que los otros. La creación de agujeros, es alcanzada mediante la incorporación en el silicio de átomos con 3 electrones de valencia, generalmente se utiliza boro. La creación de electrones adicionales es alcanzada incorporando un átomo con 5 electrones de valencia, generalmente fósforo. Este proceso de dopado puede visualizarse en la figura siguiente:

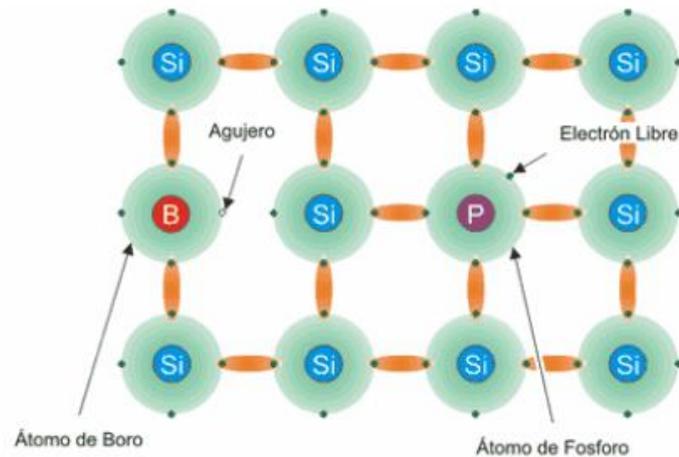


Figura 32: Dopado del Silicio

Los principales componentes de la celda FV son las capas adyacentes de materiales semiconductores tipo P y tipo N que se unen en una zona denominada juntura.

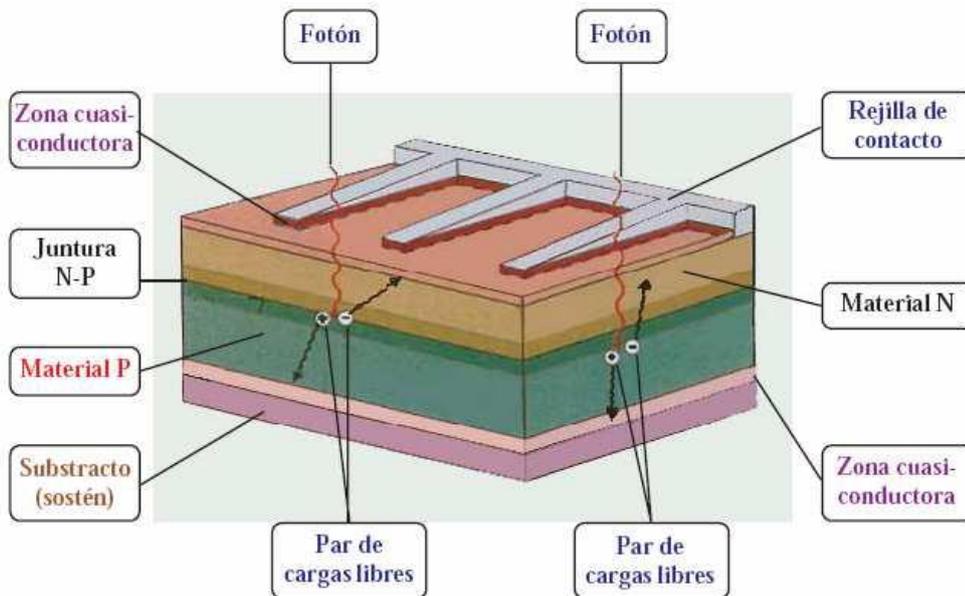


Figura 33: Construcción de la Celda Solar Fotovoltaica

Las cargas mayoritarias en cada semiconductor (electrones de un lado y hoyos del otro) no permanecen inmóviles al realizar la juntura, sino que se desplazan hacia la zona adyacente, donde la concentración es baja. Este desplazamiento de cargas acumula cargas positivas en la zona N y negativas en la zona P, creando una diferencia de potencial en la juntura, la que establece a su vez un campo eléctrico en esta zona.

El proceso migratorio de las cargas continúa hasta que se alcanza un estado de equilibrio, tal como se muestra en la figura:

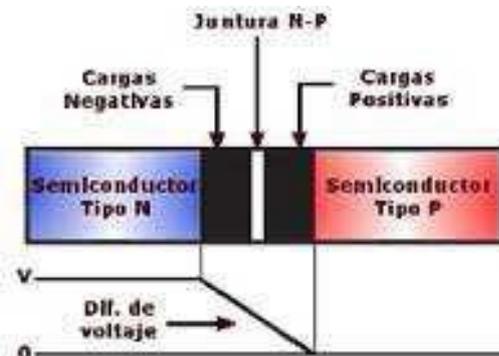


Figura 34: Juntura N-P en Equilibrio

Cuando la luz solar que incide sobre la zona adyacente a la juntura tiene el espectro y nivel de energía requerido por el material, las cargas eléctricas creadas por la luz mediante el efecto fotoconductor serán separadas por la barrera en cargas positivas en un lado y cargas negativas en el otro, creando una diferencia de potencial entre ambas. Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo que permite producir trabajo útil.

El voltaje generado en la juntura depende del semiconductor empleado. Para las células de silicio este valor es de alrededor de 0,5 V. Como en la unión p-n se genera un campo eléctrico fijo, el voltaje de una celda FV es de corriente continua. La potencia eléctrica generada por la celda FV en un determinado instante, está dado por los valores instantáneos del voltaje y la corriente de salida. El valor de la corriente dependerá del valor de la carga, la irradiación solar, la superficie de la celda y el valor de su resistencia interna.

La superficie del material semiconductor expuesta a la luz tiende a reflejar hasta el 30% de la luz incidente, lo que reduce la eficiencia de conversión de la celda. Para disminuir esta reflectancia, sobre la superficie de la celda se coloca una película de material antireflectante.

3.3.2 EL EFECTO FOTOELÉCTRICO

El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones por un metal o fibra de carbono cuando se hace incidir sobre él una radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta, en general). A veces se incluyen en el término otros tipos de interacción entre la luz y la materia:

- **Fotoconductividad:** es el aumento de la conductividad eléctrica de la materia o en diodos provocada por la luz. Descubierta por Willoughby Smith en el selenio hacia la mitad del siglo XIX.



- Efecto fotovoltaico: transformación parcial de la energía luminosa en energía eléctrica. La primera célula solar fue fabricada por Charles Fritts en 1884. Estaba formada por selenio recubierto de una fina capa de oro.

El efecto fotoeléctrico fue descubierto y descrito por Heinrich Hertz en 1887, al observar que el arco que salta entre dos electrodos conectados a alta tensión alcanza distancias mayores cuando se ilumina con luz ultravioleta que cuando se deja en la oscuridad. La explicación teórica fue hecha por Albert Einstein, quien publicó en 1905 el revolucionario artículo "Heurística de la generación y conversión de la luz", basando su formulación de la fotoelectricidad en una extensión del trabajo sobre los cuantos de Max Planck. Más tarde Robert Andrews Millikan pasó diez años experimentando para demostrar que la teoría de Einstein no era correcta, para finalmente concluir que sí lo era. Eso permitió que Einstein y Millikan fueran condecorados con premios Nobel en 1921 y 1923, respectivamente. [19]

Se podría decir que el efecto fotoeléctrico es lo opuesto a los rayos X, ya que el efecto fotoeléctrico indica que los fotones luminosos pueden transferir energía a los electrones. Los rayos X (no se sabía la naturaleza de su radiación, de ahí la incógnita "X") son la transformación en un fotón de toda o parte de la energía cinética de un electrón en movimiento. Esto se descubrió casualmente antes de que se dieran a conocer los trabajos de Planck y Einstein (aunque no se comprendió entonces).

3.3.3 TIPOS DE CELDAS FOTOVOLTAICAS

Las celdas solares de silicio se elaboran utilizando planchas monocristalinas, planchas policristalinas o láminas delgadas. Se unen capas de silicio tipo p y silicio tipo n, a través de una capa de barrera, que es esencial para el efecto fotovoltaico.

Las planchas monocristalinas (estructura cristalina uniforme) se cortan de un lingote monocristalino que se desarrolla a aproximadamente 1400°C, lo que resulta en un proceso muy costoso. .

Las células de silicio monocristalino se obtienen a partir de silicio muy puro, que se funde en un crisol junto con una pequeña proporción de boro. Una vez que el material se encuentra en estado líquido se le introduce una varilla con un "cristal germen" de silicio, que se va haciendo recrecer con nuevos átomos procedentes del líquido, que quedan ordenados siguiendo la estructura del cristal. De esta forma se obtiene una monocristal dopado, que luego se corta en obleas de aproximadamente 3 décimas de milímetro de grosor. Estas obleas se introducen después en hornos especiales, dentro de los cuales se difunden átomos de fósforo que se depositan sobre una cara y alcanzan una cierta profundidad en su superficie. Posteriormente, y antes de realizar la serigrafía para las interconexiones superficiales, se recubren con un tratamiento antirreflexivo de bióxido de titanio o zirconio.

Las planchas policristalinas (estructura cristalina no uniforme) se realizan por un proceso de moldeo en el cual el silicio fundido es vertido en un molde y se lo deja asentar. Entonces se rebana en planchas.



Como las planchas policristalinas son hechas por moldeo implican menores costos de producción, pero no son tan eficientes como las celdas monocristalinas. El rendimiento más bajo se debe a las imperfecciones en la estructura cristalina, resultado del proceso de moldeo.

El otro tipo corresponde a las células amorfas. Como su nombre lo indica, estas células no poseen una estructura cristalina. Precisamente esa simplificación en la estructura conduce a un abaratamiento drástico de las mismas.

Es un hecho que cuando más se aleja la técnica de fabricación de una célula fotovoltaica de la estructura cristalina pura, más defectos estructurales aparecerán en la sustancia semiconductor, los que aumentan la cantidad de cargas libres que son atrapadas, disminuyendo la eficiencia de conversión.

Otro tipo de celda existente en el mercado considera el hecho de que en el semiconductor empleado en la construcción de la misma, se generan cargas libres a partir de solo una parte del espectro luminoso (aquella cuya frecuencia y energía es igual o mayor a la energía de *función de trabajo* del material de la celda). Es por esto que algunas celdas solares se diseñan con multijunturas. Es decir, un conjunto de celdas individuales de distintos materiales, con una sola junta, que se apilan de forma que la primera celda captura los fotones de alta energía y deja pasar el resto, para que sean absorbidos por las demás células que requieren niveles de energía más bajos. Esto permite aumentar la eficiencia de conversión pero aumenta los costos de producción.

Los dos principales tipos de estructura cristalina disponibles en el mercado pueden ser identificados a simple vista, ya que la estructura cristalina provee una superficie de brillo uniforme, mientras que la policristalina muestra zonas de brillo diferente:

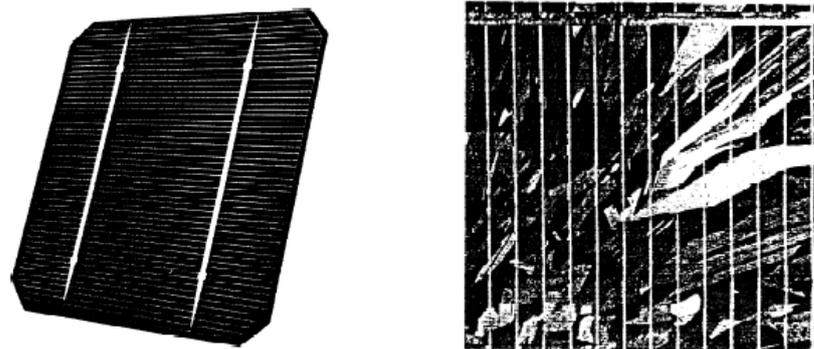


Figura 35: Material Monocristalino y Policristalino

3.4 PANELES SOLARES

3.4.1 ASPECTOS GENERALES

Los *módulos o paneles solares fotovoltaicos* están conformados por un grupo de celdas solares interconectadas entre sí y protegidas contra la intemperie, impactos y corrosión. En la figura se muestra el aspecto físico de un grupo de paneles solares y sus partes principales. [20]

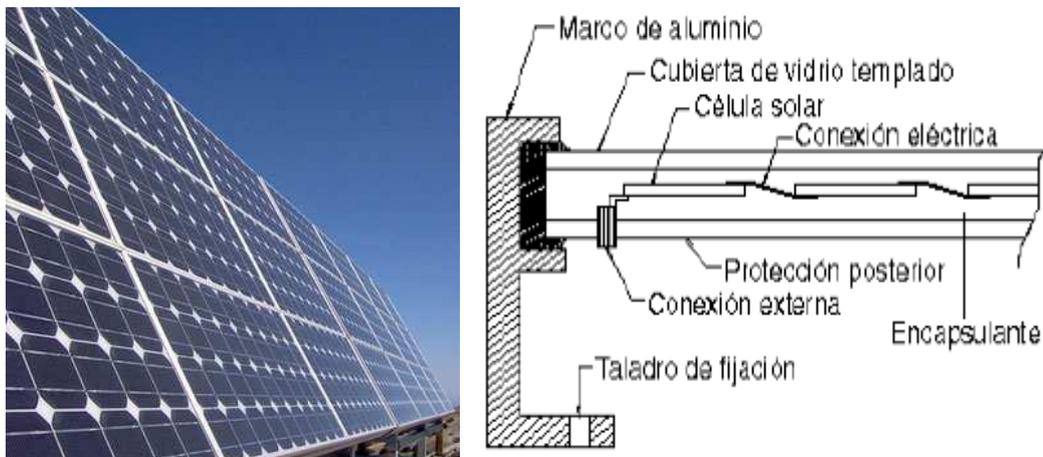


Figura 36: Aspecto Físico y Principales Partes de un Panel Fotovoltaico

Se observa, el conjunto de células está cubierto por elementos que le confieren protección frente a los agentes externos y rigidez para acoplarse a las estructuras que los soportan. Los principales elementos que lo conforman son los siguientes:

- **Encapsulante:** Material que protege las celdas dentro del panel, debe presentar un índice elevado de transmisión de la radiación y baja degradación por efecto de los rayos solares.
- **Cubierta exterior de vidrio templado:** Permite que el panel resista condiciones climatológicas adversas y maximiza la transmisión luminosa, debe soportar cambios bruscos de temperatura.
- **Cubierta posterior:** Constituida normalmente por varias capas opacas que reflejan la luz que ha pasado entre las células, haciendo que vuelva a incidir otra vez sobre éstas.
- **Marco de metal:** Se construye generalmente de aluminio lo que asegura rigidez y estanqueidad al conjunto. En él se encuentran mecanismos que permiten el montaje del panel sobre la estructura de soporte.
- **Caja de terminales:** Incorpora los bornes para la conexión del módulo.
- **Diodo de protección:** Impide daños por sombras parciales en la superficie del panel.



3.4.2 TENSIÓN DE SALIDA

El voltaje de los paneles depende del número de celdas solares que se conecten en serie y de la estructura cristalina del semiconductor usado. El fabricante, teniendo en cuenta este factor, así como el comportamiento anticipado para el caso más desfavorable, decide en el número mínimo de celdas que garantiza la carga efectiva del banco de baterías. Los voltajes nominales son en general 12 o 24 V de corriente continua.

3.4.3 VIDA ÚTIL Y EFICIENCIA

La vida útil de un panel solar fotovoltaico se considera que es entre 25-30 años y la eficiencia de dichos módulos se encuentra generalmente entre 8 y 16%.

Tipo de Panel	Eficiencia (%)	
	Máxima	Comercial
Monocristalino	25	16
Policristalino	20	14
Amorfo	13	8

Tabla 4: Eficiencia de las distintas Tecnologías de Paneles Fotovoltaicos

3.4.4 CURVAS I-V

Si los valores de potencia luminosa y la orientación del panel *permanecen constantes*, la corriente de salida de un panel fotovoltaico *varía con el valor del voltaje en la carga y su temperatura de trabajo*. Esto se debe a las características intrínsecas de los materiales semiconductores.

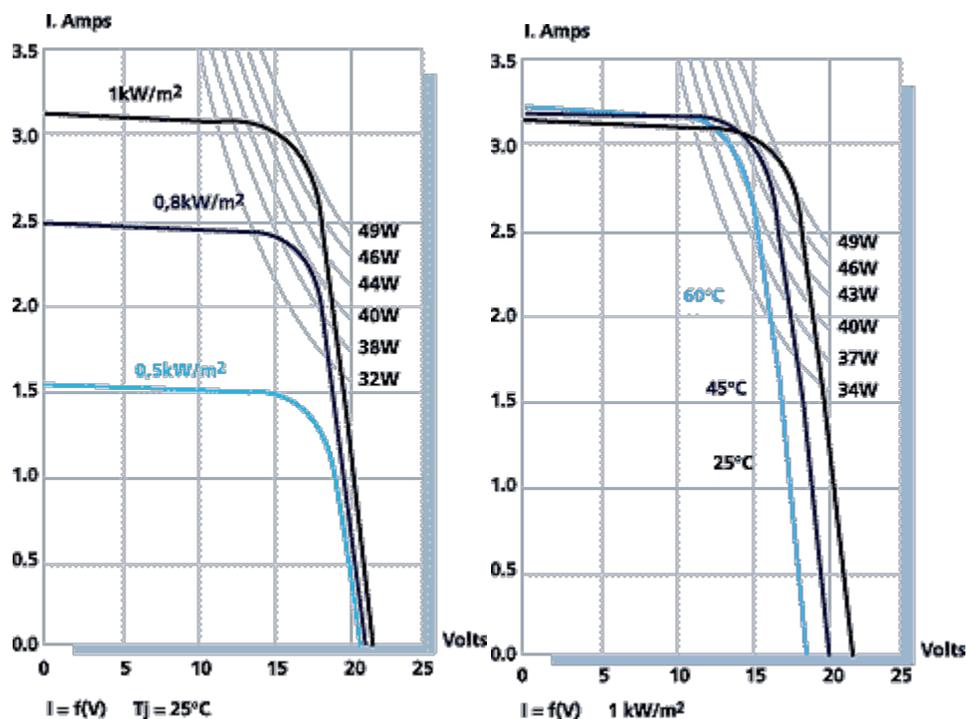


Figura 37: Curvas I-V Características de los Paneles Solares

Si bien se ha seleccionado un panel en particular para esta ilustración, los restantes tienen un comportamiento similar, ya que utilizan celdas de silicio. Puede observarse que el valor máximo para el voltaje de salida corresponde a un valor de corriente nulo (voltaje a circuito abierto), mientras que el valor máximo para la corriente corresponde a un voltaje de salida nulo (salida cortocircuitada). Todas las curvas tienen una zona donde el valor de la corriente permanece *prácticamente constante* para valores crecientes del voltaje de salida, hasta que alcanzan una zona de transición.

A partir de esta zona, pequeños aumentos en el voltaje de salida ocasionan bruscas disminuciones en el valor de la corriente de salida. El comienzo de la zona de transición se alcanza para menores valores del voltaje de salida cuando la temperatura de trabajo se incrementa.

3.4.5 MÁXIMA POTENCIA O POTENCIA PICO

Para cada condición de trabajo se puede calcular la potencia de salida del panel multiplicando los valores correspondientes al voltaje y la corriente para ese punto de la curva I-V. En particular, la potencia de salida es *nula* para dos puntos de trabajo: circuito abierto y cortocircuito, ya que la corriente o el voltaje de salida es nulo. Esto significa que si la salida de un panel es cortocircuitada, éste no sufre daño alguno. Entre estos dos valores nulos, la potencia de salida alcanza un valor máximo que varía con la temperatura. El valor máximo que corresponde a una temperatura de



trabajo de 25°C se denomina “*valor pico*” (W_p) del panel. Es decir, un modulo de 80 W de potencia pico produce 80 Wh si durante una hora recibe la cantidad de radiación para la que fue diseñado.

Para determinar la potencia pico, se usan los valores estandarizados: potencia luminosa de 1 Sol; espectro luminoso correspondiente a M 1,5. Los valores de voltaje y corriente asociados con este máximo (V_p e I_p) son los dados en la hoja de especificaciones para el panel. Estos están ubicados al comienzo de la zona de transición de la curva I-V para la temperatura en consideración.

3.4.6 FACTOR DE DEGRADACIÓN

Para la mayoría de los paneles fotovoltaicos, cuando la temperatura de trabajo *aumenta*, el valor de la potencia de salida *disminuye*. En la práctica, debido a la disipación de calor dentro de las celdas del panel, salvo en climas muy fríos, la temperatura de trabajo excede los 25°C. Cuando ello ocurre, la potencia de salida nunca alcanza el valor pico especificado por el fabricante. El diseño de un sistema FV debe tener en cuenta esta degradación del panel, a fin de asegurar que los requerimientos eléctricos del sistema pueden ser satisfechos durante los días más calurosos del verano. Para el período invernal, si el mínimo para la temperatura promedio es menor a los 25°C, no se considera ninguna degradación para la potencia de salida pico. La degradación puede ser calculada usando los valores dados por las curvas I-V a alta temperatura, pero este proceso es tedioso e impreciso, dada la pobre resolución de las curvas publicadas por los fabricantes. Por ello es mucho más conveniente usar factores de degradación dados en forma porcentual con relación a la potencia pico.

La mayoría de los paneles, independientemente del tipo de celda, ofrecen un coeficiente de degradación que oscila entre 0,7 y 0,86%.

3.4.7 EFECTO DE LA TEMPERATURA

Tanto la corriente de cortocircuito como el voltaje a circuito abierto, se ven afectados por la temperatura de trabajo, pero el tipo de variación, así como su magnitud porcentual, son distintos para estos dos parámetros. Si tomamos como referencia los valores a 25°C de la curva I-V, la corriente de cortocircuito *aumenta moderadamente* (+ 1,6% a 50°C; + 3,3% a 75°C), mientras que el voltaje a circuito abierto *disminuye sensiblemente* (- 9,5% a 50°C; - 16,7% a 75°C).

Es por ello que los fabricantes tratan de ofrecer un voltaje de circuito abierto elevado a 25°C, de manera que el incremento en la temperatura de trabajo no impida el proceso de carga de las baterías. Cuando la temperatura de trabajo es menor que 25°C, el voltaje de circuito abierto crece, y la corriente de cortocircuito disminuye.

La temperatura de trabajo que alcanza un panel fotovoltaico obedece una relación lineal dada por la expresión:

$$T_i = T_a + k \cdot R \quad (3.4)$$



Siendo:

T_t : Temperatura de trabajo del panel

T_a : Máxima temperatura ambiente

R: Valor de la radiación solar en mW/cm^2

K: Coeficiente que varía entre 0,2 y 0,4 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}^2/\text{mW}$.

Donde k varía dependiendo de la velocidad promedio del viento. Cuando ésta es muy baja, o inexistente, el enfriamiento del panel es pobre o nulo, y k toma valores cercanos o iguales al máximo (0,4). Si la velocidad promedio del viento produce un enfriamiento efectivo del panel, el valor de k será el mínimo (0,2). El valor de R varía entre 80 y $100\text{mW}/\text{cm}^2$. Para locaciones con alto valor de insolación diaria se usa el valor máximo. Si existen nubes pasajeras que reducen el valor de irradiación, el valor de R se reduce a $80\text{mW}/\text{cm}^2$.

El producto kR representa el incremento de temperatura que sufre el panel sobre la máxima temperatura ambiente.

El primer paso en el cálculo de la potencia de salida de un panel fotovoltaico trabajando a una temperatura mayor que los 25°C , es determinar los valores de radiación solar y los parámetros ambientales de viento y temperatura ambiente para la zona en que éste será usado. Una vez conocido este valor, se determina el incremento en la temperatura de trabajo respecto a la de prueba (25°C).

La potencia de salida de un panel trabajando a una temperatura T_t , la calculamos con la siguiente expresión:

$$P_t = P_p - (P_p \cdot \delta \cdot \Delta T) \quad (3.5)$$

Siendo:

P_t : Potencia de salida del Panel a la temperatura de trabajo T_t

P_p : Potencia pico del panel a 25°C

δ : Coeficiente de degradación

ΔT : Incremento de temperatura por sobre los 25°C

3.4.8 FORMA GEOMÉTRICA

El método de fabricación de las celdas solares determina, en gran parte, la forma geométrica de las mismas. La forma geométrica de las celdas, es cuadrada, la superficie del panel será la mínima para un número dado de celdas, ya que el espacio entre ellas es prácticamente nulo. Esto permite la realización de un panel de menor tamaño, lo que abarata algo el costo del mismo y el de su transporte. Un panel de menor tamaño minimiza la superficie requerida para satisfacer la carga del sistema, reduciendo la superficie expuesta al viento. Los paneles modernos tienen celdas cuadradas (o con esquinas redondeadas), los más antiguos tienen celdas circulares.



3.4.9 ENSAMBLE MECÁNICO

Los detalles del ensamblado mecánico de un panel varían con cada fabricante. A pesar de ello existen puntos comunes para todas las realizaciones. Para proteger las celdas, éstas son firmemente adheridas a una superficie de sostén. Esta a su vez, pasa a formar una estructura “sándwich”, con dos capas plásticas de protección, una en la parte superior (translúcida y con protección a los rayos ultra-violetas) y otra en la parte inferior. El frente del panel (zona expuesta a la luz solar), tiene un vidrio templado (resistente al impacto) que protege a las celdas de los agentes meteorológicos (lluvia, granizo, nieve, polvo) y los golpes. El vidrio usado tiene un bajo contenido de plomo, para no reducir la transmitividad de la luz a través del mismo. La parte posterior tiene una capa dieléctrica (aisladora) y una cubierta de protección. Un marco de aluminio sirve para dar rigidez mecánica al conjunto, facilitando a su vez el montaje del panel al soporte. El marco exterior es de aluminio para evitar su deterioro por oxidación. Varios agujeros, ubicados en distintas partes de su perímetro, hacen innecesario el uso de máquinas de perforar, evitando el riesgo de dañar, accidentalmente, el panel FV.

En la parte trasera del panel se encuentran los contactos eléctricos. Las versiones más modernas tienen una caja de plástico, con tapa removible y agujeros laterales para la entrada y salida de los cables de conexión. Tanto la tapa como los agujeros laterales están diseñados para brindar protección ambiental y permitir un mejor anclado mecánico para los cables de conexión. Dentro de la caja se hallan dos bornes de salida. El terminal positivo tiene el símbolo (+), o una marca de color rojo; el negativo tiene el símbolo (-), o una marca de color negro.

3.4.10 DIODOS

Los diodos son componentes electrónicos que permiten el flujo de corriente en una única dirección. En los sistemas fotovoltaicos generalmente se utilizan de dos formas: como diodos de bloqueo y como diodos de bypass.

Los diodos de bloqueo impiden que la batería se descargue a través de los paneles fotovoltaicos en ausencia de luz solar. Evitan también que el flujo de corriente se invierta entre bloques de paneles conectados en paralelo, cuando en uno o más de ellos se produce una sombra.

Los diodos de bypass protegen individualmente a cada panel de posibles daños ocasionados por sombras parciales. Deben ser utilizados en disposiciones en las que los módulos están conectados en serie. Generalmente no son necesarios en sistemas que funcionan a 24 V o menos.

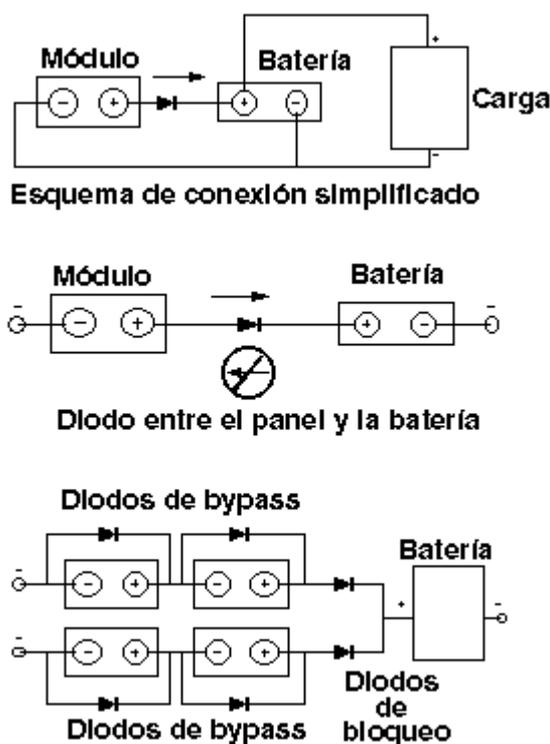


Figura 38: Esquema de Conexión de Diodos

Mientras que los diodos de bloqueo evitan que un grupo de paneles en serie absorba flujo de corriente de otro grupo conectado a él en paralelo, los diodos de bypass impiden que cada módulo individualmente absorba corriente de otro de los módulos del grupo, si en uno o más módulos del mismo se produce una sombra. [21]

3.5 ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Un aspecto fundamental es cerciorarse de que ningún objeto proyecte su sombra sobre los módulos, al menos en las horas centrales del día.

La orientación de los módulos se define a partir de dos ángulos principales:

- Ángulo azimutal de la superficie (δ): ángulo entre la proyección de la normal a la superficie en el punto horizontal y la dirección sur-norte (para localizaciones en el hemisferio norte) o norte-sur (para localizaciones en el hemisferio sur).
- Inclinación (β): ángulo entre el plano de la superficie a considerar y la horizontal.

La máxima captación en los colectores solares con estructura y orientación fija, se logra colocando los módulos dirigidos hacia el Sur en el caso de una región en el hemisferio Norte, y hacia el Norte en el caso de ubicaciones en el hemisferio Sur ($\delta = 0^\circ$). Esta configuración permite balancear las posibilidades de captación entre la mañana y la tarde si se suponen características similares de irradiación. Aunque una variación de hasta 30° en el azimutal puede provocar variaciones mínimas de alrededor de 1%. Con dicha orientación ($\delta = 0^\circ$), la máxima captación en promedio



anual se obtiene inclinando los paneles un ángulo igual a la latitud de la región en que se instalan. Las variaciones en la inclinación de $\pm 15^\circ$ respecto al ángulo óptimo produce una reducción aproximada del 2,5% en la capacidad de captación del panel.

Si se desea maximizar la captación de energía en las mañanas, el panel deberá orientarse al Este ($\delta \approx -75^\circ$) con una inclinación mayor de la acostumbrada (mayor que la latitud). En lugares en que existe asimetría de radiación solar en las mañanas y en las tardes, por ejemplo por el aumento de nubosidad en las tardes, provocan que el máximo de captación, no se logre con azimutal = 0° , sino con una orientación ligeramente hacia este.

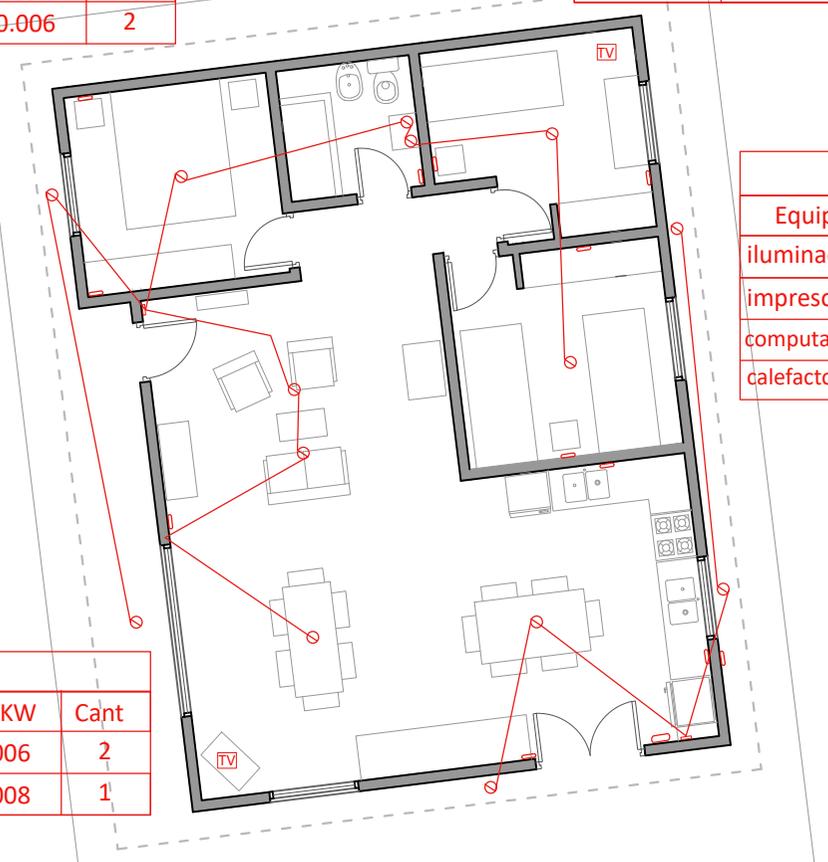
En cualquier caso es recomendable una inclinación mayor de 10° , para que el agua de lluvia pueda circular adecuadamente sobre el panel. Si se asumen algunas pérdidas, en muchos casos pequeñas, se tiene un abanico más amplio de posibilidades de orientación, lo que puede facilitar la instalación y mantenimiento de los módulos.



ANEXO 3 : PLANOS

simbolos

-  luces
-  cajas termicas
-  enchufes
-  Televisor



Habitacion 3			
Equipo	Modelo	Pot KW	Cant
iluminacion Led		0.006	2

Habitacion 2			
Equipo	Modelo	Pot KW	Cant
iluminacion		0.075	1
Televisor	RCA	0.15	1

Habitacion 1			
Equipo	Modelo	Pot KW	Cant
iluminacion		0.075	1
impresora	hp deskjet gt 5810	0.072	1
computadora	asus gamers	0.15	1
calefactor	Liliana	2.0	1

Living			
Equipo	Modelo	Pot KW	Cant
iluminacion Led		0.006	2
Foco de Lampara	osram	0.008	1

Cocina			
Equipo	Modelo	Pot KW	Cant
iluminacion		0.075	1
lavarropas	IG	2.2	1
cafetera	Atma	1.5	1
Tostadora	Mondial	2.2	1
cocina a gas			1
termotanque a gas	Saiar		1
Heladera	koh-i-noor	0.35	1
licuadora	philips	0.4	1

Comedor			
Equipo	Modelo	Pot KW	Cant
iluminacion		0.075	1
televisor	sony	0.10	1
radio	watson	0.144	1
ruter de wifi	Liliana	0.0046	1
telefono		0.005	1

Auditoria Energetica	Vivienda Rural Unifamiliar
	propietario: Esther Sasson
	Ubicacion : Valle verde 2138-Sierra de los Padres
	Instalaciones y Equipos

simbolos



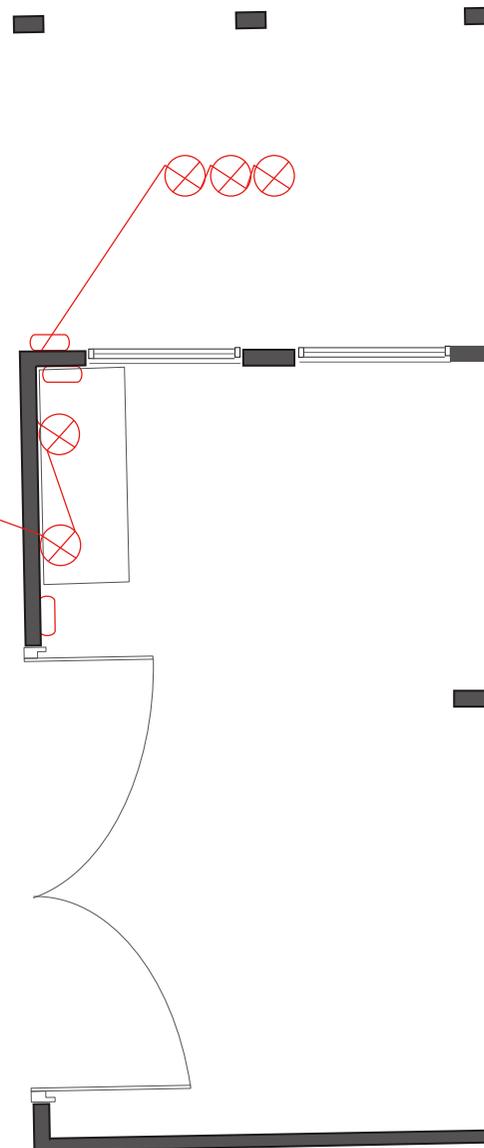
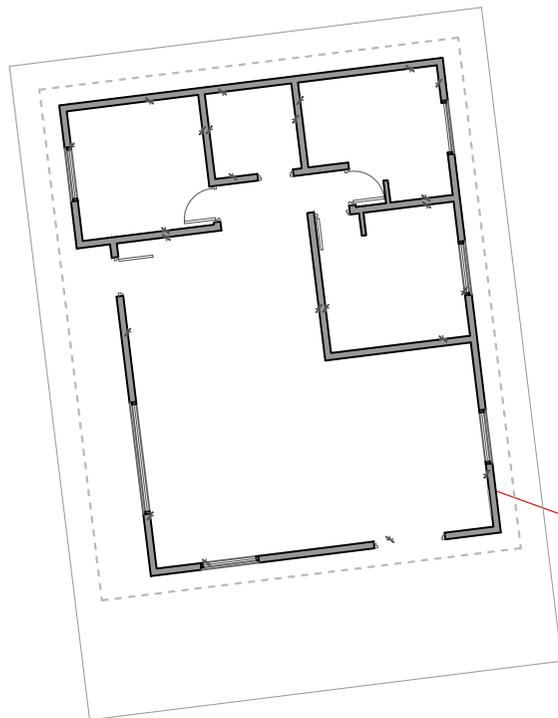
luces



cajas termicas



enchufes





ANEXO 4 : NORMA ISO 50002

Auditorías energéticas - Requisitos con orientación para su uso

(ISO 50002:2014, IDT)

Energy audits — Requirements with guidance for use

*Audits énergétiques — Exigences et recommandations de mise en
oeuvre*



El INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS
ha adoptado en Octubre de 2015
la Norma Internacional ISO 50002:2014

como Norma:

UNIT-ISO 50002:2014; Auditorías energéticas - Requisitos con orientación para su uso.

El texto de esta norma UNIT-ISO corresponde a la traducción idéntica de la Norma Internacional la que ha sido adoptada por UNIT sin modificaciones.

En la siguiente tabla se indica la correspondencia entre la Bibliografía de la norma ISO y documentos editados por UNIT.

Bibliografía ISO	Documentos UNIT
ISO 19011:2011	UNIT-ISO 19011:2011
ISO 50001:2011	UNIT-ISO 50001:2011

Los restantes documentos normativos citados en la bibliografía se pueden obtener en UNIT en sus idiomas originales.



**DOCUMENTO PROTEGIDO POR DERECHOS DE AUTOR
(COPYRIGHT)**

© ISO 2014

© UNIT 2015

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida o utilizada en cualquier forma o por medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopias, microfilm, etc., sin el permiso escrito del Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, en su calidad de representante exclusivo de la ISO en Uruguay, o por la propia ISO.

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS
TECNICAS

Plaza Independencia 812 piso 2
C.P. 11.100, Montevideo, Uruguay
Tel. + 598 2 901 20 48
Fax + 598 2 902 16 81
E-mail: unit-iso@unit.org.uy
Web: www.unit.org.uy

ISO copyright office

Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

INDICE

	Pág.
Prólogo	iv
Introducción	v
1 Objeto	1
2 Referencias normativas.....	1
3 Terminos y definiciones.....	1
4 Principios	4
4.1 Generalidades	4
4.2 Auditor de energía	4
4.3 Auditoría energética	5
4.4 Comunicación	6
4.5 Roles, responsabilidades y autoridad	6
5 Realización de una auditoría energética	6
5.1 Generalidades	6
5.2 Planificación de la auditoría energética	7
5.3 Reunión de apertura	8
5.4 Recolección de datos	9
5.5 Plan de medición.....	10
5.6 Realización de la visita al emplazamiento.....	11
5.7 Análisis	12
5.8 Informe de la auditoría energética	14
5.9 Reunión de cierre.....	16
Anexo A (informativo) Orientación sobre el uso de esta norma	17
Bibliografía	27
Informe correspondiente a la Norma UNIT-ISO 50002:2014.....	28

FACULTAD de ARQUITECTURA, DISEÑO y URBANISMO
AREA TECNOLOGICA
DPTO. REGIONAL NORTE de ARQUITECTURA
CENUR LITORAL NORTE - UDELAR
Salto - Uruguay

Prólogo

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las Normas Internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, gubernamentales y no gubernamentales, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electrotécnica.

Los procedimientos utilizados para desarrollar este documento y los destinados a su posterior mantenimiento se describen en las Directivas ISO / IEC, Parte 1. En particular, deben tenerse en cuenta los diferentes criterios de aprobación necesarios para los diferentes tipos de documentos de la ISO. Este documento fue elaborado de conformidad con las normas editoriales de las Directivas ISO / IEC, Parte 2 (ver www.iso.org/directives).

Se llama la atención la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento podrán estar sujetos a derechos de patente. ISO no se hace responsable por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente. Los detalles de los derechos de patente identificados durante la elaboración del documento estarán en la introducción y / o en la lista ISO de las declaraciones de patentes recibidas (ver www.iso.org/patents).

Cualquier nombre comercial utilizado en el presente documento se da como información para la comodidad de los usuarios y no constituye un aval.

Para obtener una explicación sobre el significado de términos y expresiones relacionadas con la evaluación de la conformidad específicos de ISO, así como información sobre el cumplimiento de la ISO a los principios de la OMC en los Obstáculos Técnicos al Comercio (OTC) ver la siguiente URL: Prólogo - Información complementaria. <http://goo.gl/QCcVx6>

El comité responsable de este documento es el Comité Técnico ISO / TC 242, Gestión de la energía.



Introducción

El propósito de esta Norma Internacional es definir los requisitos mínimos que conduzcan a identificar las oportunidades de mejora del desempeño energético.

Una auditoría energética comprende un análisis detallado del desempeño energético de una organización, equipo, sistema(s) o proceso(s). Está basada en mediciones y observaciones apropiadas del uso de la energía, eficiencia energética y consumo. Las auditorías energéticas son planificadas y conducidas como parte de la identificación y priorización de las oportunidades de mejora del desempeño energético, reducir el desperdicio de energía y obtener los beneficios medioambientales relacionados. Los resultados de la auditoría incluyen información sobre el uso y desempeño energético actual y proveen recomendaciones jerarquizadas para la mejora en términos de desempeño energético y beneficios financieros.

Una auditoría energética puede apoyar una revisión energética y facilitar el seguimiento, medición y análisis como se describe en ISO 50001, o se puede utilizar independientemente.

Esta norma permite diferencias en el enfoque y en términos de alcance, límites y objetivos de la auditoría y busca armonizar los aspectos comunes de las auditorías energéticas, con el fin de mejorar la claridad y transparencia.

El proceso de auditoría energética se presenta como una secuencia cronológica simple, pero esto no excluye iteraciones repetidas de algunos pasos.

La parte principal de esta norma cubre los requisitos generales y el marco común para todas las auditorías energéticas que puede ser complementado por las normas de auditoría nacionales equivalentes. Para auditorías en tipos específicos de instalaciones, procesos o equipos, consultar la Norma Internacional pertinente, nacional y/o normas y directrices locales pertinentes, algunas de las cuales están referenciadas en la Bibliografía.

En esta Norma Internacional, se utilizan las siguientes formas verbales:

- "debe" indica un requisito;
- "debería" indica una recomendación;
- "podrá" indica un permiso;
- "puede" indica una posibilidad o una capacidad.



AUDITORÍAS ENERGÉTICAS - REQUISITOS CON ORIENTACIÓN PARA SU USO

1- OBJETO

Esta Norma Internacional especifica los requisitos del proceso para llevar a cabo una auditoría energética en relación con el desempeño energético. Es aplicable a todo tipo de establecimiento y organizaciones, y a todas las formas y usos de la energía.

Esta Norma Internacional especifica los principios para llevar a cabo auditorías energéticas, los requisitos para los procesos comunes durante las auditorías energéticas y los documentos a entregar para las auditorías energéticas.

Esta Norma Internacional no aborda los requisitos para la selección y evaluación de la competencia de los organismos que prestan servicios de auditoría energética, y no cubre la auditoría del sistema de gestión de energía de la organización, tal como son descritos en la ISO 50003.

Esta Norma Internacional también entrega orientación informativa sobre su uso (ver Anexo A).

2- REFERENCIAS NORMATIVAS

No se citan referencias normativas. Esta cláusula se incluye con el fin de mantener idéntica la numeración de las cláusulas con otras normas.

3- TERMINOS Y DEFINICIONES

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

3.1

objetivo de la auditoría

propósito de una *auditoría energética* (ver 3.3) acordada entre la organización (ver 3.13) y el auditor de energía (ver 3.5)

3.2

límites

límites físicos o de emplazamiento y / o límites organizacionales tal y como los define la organización (ver 3.13)

NOTA 1 a la entrada: El límite de un sistema de gestión de energía puede ser diferente del límite de una auditoría energética (ver 3.3).

NOTA 2 a la entrada: La auditoría energética puede incluir uno o más límites.

EJEMPLO: El emplazamiento completo y todos los sistemas que utilizan energía; la planta de calderas; la flota de vehículos.

3.3

auditoría energética

análisis sistemático del uso de la energía (ver 3.12) y del consumo de energía (ver 3.7) dentro del alcance definido para la auditoría energética (ver 3.4), con el fin de identificar, cuantificar y reportar sobre las oportunidades para mejorar el desempeño energético (ver 3.10)

NOTA a la entrada: Auditoría energética es la traducción de *Energy audit* que es la expresión normal en inglés. Existen otras expresiones para el mismo concepto, por ejemplo, *diagnóstico* (en italiano *diagnosi* o en francés *diagnostic*).

3.4

alcance de la auditoría energética

extensión de los usos de la energía (ver 3.2) y actividades relacionadas a ser incluidas en la auditoría energética (ver 3.3), definida por la organización (ver 3.13) en consulta con el auditor de energía (ver 3.5), la cual puede incluir varios límites

EJEMPLO: Organización, instalación/instalaciones, equipo(s), sistema(s), y proceso(s).

NOTA a la entrada: El alcance de la auditoría energética puede incluir la energía relacionada con el transporte.

3.5

auditor de energía

individuo o equipo de personas, que realiza una auditoría energética (ver 3.3)

NOTA 1 a la entrada: Las auditorías energéticas se pueden realizar por la organización (ver 3.13) utilizando recursos internos o externos, tales como consultores de energía y empresas de servicios energéticos.

NOTA 2 a la entrada: Un auditor de energía, ya sea interno o externo, necesita trabajar con el personal interno pertinente para el alcance de la auditoría energética (ver 3.4).

[FUENTE: EN 16247-1:2012, 3.2 modificada – La expresión *grupo o cuerpo de personas* ha sido eliminada y sustituida por *o equipo de personas*].

3.6

balance energético

contabilidad de entradas y/o generación del suministro de energía versus las salidas de energía, basada en el consumo de energía (ver 3.7) por el uso de la energía (ver 3.12)

NOTA 1 a la entrada: El almacenamiento de energía es considerado dentro del suministro o uso de la energía. Si se incluye dentro del alcance de la auditoría energética (ver 3.4) un balance de energía necesita incluir el almacenamiento de la energía, y la variación de las materias primas o combustibles, así como las pérdidas de energía o la energía contenida en los flujos de materiales.

NOTA 2 a la entrada: Un balance energético reúne toda la energía, bienes y productos que entran en el límite del sistema (ver 3.2), en contraposición de la energía, bienes y productos que salen del límite del sistema.

3.7

consumo de energía

cantidad de energía utilizada

[FUENTE: ISO 50001:2011, 3.7]

3.14

variable relevante

factor cuantificable que afecta el desempeño energético y cambia de forma rutinaria (ver 3.7)

EJEMPLO: Indicadores del clima ambiental; parámetros operativos (temperatura ambiente interior, nivel de luminosidad); horas de trabajo; rendimiento productivo.

4- PRINCIPIOS

4.1 Generalidades

Una auditoría energética se caracteriza por basarse en una serie de principios. Estos principios ayudan a hacer de la auditoría energética una herramienta efectiva y confiable de soporte para las decisiones de gestión y control, proveyendo información sobre la cual una organización puede actuar con el fin de mejorar su desempeño energético.

La adhesión a estos principios provee un enfoque consistente para una auditoría energética efectiva que permitiría a los auditores, trabajando independientemente uno del otro, obtener conclusiones similares en circunstancias similares.

Es esencial que el (los) auditor(es) de energía esté(n) familiarizado(s) con los requisitos de salud y seguridad aplicables a través del proceso de auditoría.

La organización selecciona el (los) auditor(es) basada en el alcance esperado de la auditoría energética, los límites, los objetivos de la auditoría y sus competencias.

4.2 Auditor de energía

4.2.1 Competencia

La aplicación de los siguientes principios por el auditor de energía es fundamental para el éxito de la auditoría energética.

El auditor de energía debe tener el conocimiento y las habilidades necesarias para completar el alcance definido en la auditoría energética. La competencia se puede demostrar a través de:

- a) educación apropiada, habilidades, experiencia, y/o entrenamiento considerando los lineamientos y recomendaciones locales o nacionales;
- b) habilidades técnicas específicas pertinentes para los usos de la energía, el alcance, los límites y el objetivo de la auditoría;
- c) conocimiento de los requisitos legales y otros que sean apropiados;
- d) conocimiento de los usos de la energía que están siendo auditados;
- e) conocimiento de los requisitos de esta Norma Internacional, y de las normas de auditoría energética locales y nacionales;
- f) (para el miembro del equipo designado como auditor líder) tener las habilidades para manejar y proporcionar liderazgo al equipo de la auditoría energética: un auditor líder debería tener habilidades gerenciales, profesionales y de liderazgo con el fin de gestionar un equipo.

NOTA 1: Cuando hay un solo auditor, él/ella es considerado/a auditor líder.

NOTA 2: Cuando esté disponible un esquema local o nacional de certificación de auditor de energía, o equivalente, se pueden considerar auditores de energía certificados. Algunos esquemas pueden ser para tecnologías específicas.

NOTA 3: El auditor es alentado a demostrar un desarrollo profesional continuo para mantener y mejorar el conocimiento en auditorías, las habilidades técnicas y atributos personales. El desarrollo profesional continuo se puede alcanzar a través de medios tales como asistencia a reuniones, seminarios, conferencias, entrenamiento técnico, experiencia de trabajo, auto-estudio, entrenamiento, y otras actividades pertinentes.

4.2.2 Confidencialidad

La confidencialidad de los documentos a entregar de la auditoría se debe acordar entre la organización y el auditor, antes de empezar la auditoría energética. La información de la auditoría energética no se debe usar inapropiadamente por el auditor de energía para ganancia personal, o en una forma que vaya en detrimento de los intereses legítimos de la organización.

NOTA: Este concepto incluye el apropiado manejo de información delicada o confidencial.

4.2.3 Objetividad

El auditor de energía debe actuar en forma independiente y de manera imparcial. Los conflictos de intereses (personales, financieros u otros) se deben identificar y revelar a la organización de manera oportuna.

Si la organización intenta llevar a cabo una auditoría energética utilizando personal interno, debería hacer todo lo posible para eliminar los sesgos y alentar la objetividad.

4.2.4 Acceso a los equipos, recursos e información

Para completar la auditoría energética basada en el alcance y límites definidos de la auditoría, se requiere acceso a:

- a) la organización, instalación(es), equipos, sistema(s), y proceso(s);
- b) personal (de ingeniería, operaciones, mantenimiento, otros), sus proveedores de equipos, contratistas y otros para recolectar la información pertinente y útil para la auditoría energética y el análisis de los datos;
- c) otras fuentes de información, tales como diagramas, manuales, informes de ensayos, información histórica de cuentas de servicios públicos, datos de seguimiento y control, tableros de equipos eléctricos y registros de calibración.

4.3 Auditoría energética

La auditoría energética se debe realizar de acuerdo con los siguientes principios:

- a) la auditoría es consistente con el alcance, límites y objetivo(s) de la auditoría acordados;
- b) las mediciones y observaciones son apropiadas para los usos y consumo de energía;
- c) los datos recolectados del desempeño energético son representativos de las actividades, procesos, equipos y sistemas;
- d) los datos utilizados para cuantificar el desempeño energético e identificar las oportunidades de mejora son consistentes y únicos;

5.2 Planificación de la auditoría energética

Las actividades de planificación de la auditoría energética son esenciales para definir el alcance de ésta y su(s) objetivo(s), así como para reunir la información preliminar desde la organización.

Con el fin de desarrollar el alcance de la auditoría energética y asegurar que se lleva a cabo una auditoría energética efectiva, se debe aplicar lo siguiente:

- a) El auditor de energía y la organización deben acordar lo siguiente:
 - 1) el alcance de la auditoría energética, los límites y el (los) objetivo(s);
 - 2) las necesidades y expectativas para alcanzar los objetivos de la auditoría;
 - 3) el nivel de detalle requerido;

NOTA 1: El Anexo A proporciona orientación que puede ser de utilidad para la etapa de planificación, incluyendo tipos indicativos de auditoría.

- 4) el período de tiempo para completar la auditoría energética;
- 5) el criterio de evaluación y ranking de las oportunidades para mejorar el desempeño energético;

EJEMPLO 1: Retorno de la inversión; potencial de ahorro de energía en el tiempo, costo del ciclo de vida; análisis del costo incremental para el reemplazo con equipos más eficientes energéticamente.

NOTA 2: Las oportunidades para mejorar el desempeño energético pueden incluir beneficios no energéticos.

- 6) los compromisos de tiempo y otros recursos desde la organización;
- 7) los datos pertinentes para ser puestos a disposición antes del inicio de la auditoría energética;

EJEMPLO 2: Diagramas; layout; consumo histórico de energía; cuentas de energía apropiadamente verificadas; manuales de equipos y otra documentación técnica, incluyendo mediciones planificadas y/o inspecciones a realizar durante la auditoría energética.

- 8) los documentos a entregar esperados y formato de informe;
- 9) si es necesario la presentación de un borrador del informe final para comentarios;
- 10) el representante de la organización responsable del proceso de auditoría energética;
- 11) el proceso para acordar cualquier cambio en el alcance de la auditoría energética;
- b) El auditor de energía debe requerir información para establecer el contexto de la auditoría energética, incluyendo, según corresponda:
 - 1) los requisitos regulatorios u otras variables que afectan la auditoría energética;
 - 2) las regulaciones u otras restricciones que afectan el alcance u otros aspectos de la auditoría energética propuesta;
 - 3) los planes estratégicos que podrán afectar el desempeño energético de la organización;

EJEMPLO 3: Planes de gestión de activos; cambios en el mix de productos; planes de expansión; proyectos planificados; externalización de gestión de las instalaciones o de mantenimiento de equipos.

- 4) los sistemas de gestión, tales como medioambientales, de calidad, de gestión de energía u otros;
 - 5) los factores o consideraciones especiales que podrán cambiar el alcance de la auditoría energética, su procesos y sus conclusiones;
 - 6) cualquier otra consideración, aún las subjetivas, incluyendo opiniones existentes, las ideas y restricciones con relación a potenciales medidas de mejora de desempeño energético.
- c) El auditor de energía debe informar a la organización de:
- 1) las instalaciones, equipos y servicios requeridos para permitir que la auditoría energética se lleve a cabo;
 - 2) los intereses comerciales u otros que pueden influenciar sus conclusiones o recomendaciones;
 - 3) cualquier otro asunto de conflicto de interés.

5.3 Reunión de apertura

El propósito de la reunión de apertura es para que el auditor de energía informe a las partes interesadas en relación con los objetivos de la auditoría energética, el alcance definido, los límites y métodos, y para revisar las disposiciones para la auditoría energética (por ejemplo, inducciones de protección del emplazamiento, acceso, seguridad de acceso, otros).

NOTA 1: Una reunión puede incluir llamadas telefónicas, teleconferencia y otros métodos electrónicos.

- a) El auditor de energía debe requerir a la organización:
- 1) asignar el personal que apoye al auditor o las personas apropiadas constituidos como un equipo para el propósito; estas personas deben tener las competencias y la autoridad necesarias para requerir o llevar a cabo operaciones directas en procesos y equipos, apoyar el alcance y objetivos definidos de la auditoría energética;
 - 2) informar al personal apropiado y otras partes interesadas acerca de la auditoría energética, sus roles, responsabilidades, cooperación y cualquier requisito de ellos;
 - 3) asegurar la cooperación de las partes afectadas;
 - 4) confirmar cualquier condición inusual que podrá afectar la auditoría energética o el desempeño energético, por ejemplo, trabajo de mantenimiento, visitas especiales (clientes, reguladores, otros), cambios significativos en los volúmenes de producción y otras.

Cuando el auditor de energía no es una única persona, se debe nombrar a un miembro del equipo de auditoría energética como auditor líder.

NOTA 2: Algunos de estos requisitos pueden ya haber sido abordados en etapas anteriores.

- b) El auditor de energía debe acordar con la organización en lo referente a:

- 1) los acuerdos de acceso para el auditor de energía, como es requerido por el alcance definido de la auditoría energética;
- 2) los requisitos y procedimientos de salud, protección, seguridad y emergencias;
- 3) la disponibilidad de recursos, incluyendo datos energéticos y la necesidad de medición adicional;
- 4) los acuerdos aplicables de no divulgación (por ejemplo, ocupantes en un edificio);
- 5) los requisitos para cualquier medición especial, si se requiere;
- 6) los procedimientos a seguir para la instalación de los equipos de medición, si se requiere.

El auditor de energía debe revisar con la organización los detalles del plan de auditoría energética, incluyendo horarios, procesos, la posible necesidad de equipos de medición adicionales, las entrevistas con el personal de la organización, las reuniones, visitas al emplazamiento, otros.

5.4 Recolección de datos

Cuando esté disponible, el auditor de energía debe recolectar, cotejar y registrar los datos energéticos apropiados que sustentan los objetivos de la auditoría. Eso incluye la información siguiente:

- a) una lista de los sistemas, procesos y equipos que consumen energía;
- b) características detalladas de los usos de la energía dentro del alcance definido de la auditoría energética, incluyendo las variables relevantes y cómo la organización cree que ellas pueden influenciar el desempeño energético;
- c) datos históricos y actuales del desempeño energético, incluyendo:
 - 1) consumo de energía;
 - 2) variables relevantes;
 - 3) mediciones pertinentes relacionadas;

EJEMPLO 1: Las mediciones del factor de potencia, resultados de un estudio termográfico o de aire comprimido.

- 4) históricos operacionales y eventos pasados que pueden haber afectado el consumo de energía en el período cubierto por los datos recolectados;
- d) equipos de seguimiento, configuración y análisis de la información;

EJEMPLO 2: Sensores locales, sistemas de control distribuidos, tipos de instrumentación.

NOTA: Los datos medidos se pueden cotejar con los datos recolectados de una parte externa por ejemplo una empresa de servicio público.

- e) planes futuros que podrán afectar el desempeño energético;

EJEMPLO 3: Expansiones planificadas, reducciones o cambios en el volumen de producción.

EJEMPLO 4: Cambios planeados, o reemplazo de equipos o sistemas que tienen una implicancia energética significativa.

EJEMPLO 5: Remoción o externalización de instalaciones, equipos o sistemas.

- f) Documentos de diseño, operación y mantenimiento;

EJEMPLO 6: Diagrama de obra (AS-Built), hojas de especificación de equipos, planos, datos del sistema de control.

- g) auditorías energéticas o estudios previos relacionados con el desempeño energético;
- h) tarifas de energía vigentes, o tarifa de referencia a usar para el análisis financiero;
- i) otros datos económicos pertinentes;
- j) conocimiento de cómo la organización gestiona su uso y consumo de energía;
- k) el sistema de distribución energética y su gestión.

5.5 Plan de medición

Para cualquier medición o recolección de datos en el emplazamiento, el auditor de energía y la organización deben llegar a un acuerdo sobre el plan de medición. El plan se podrá revisar en base a los hallazgos del auditor durante la auditoría energética. Los principales ítems que se deben incluir en el plan de medición son:

- a) una lista de los puntos de medición pertinentes y sus procesos y equipos de medición asociados;
- b) la identificación de cualquier punto de medición adicional, equipos de medida adecuados, sus procesos asociados y factibilidad de instalación;
- c) la exactitud y repetibilidad requeridas para las mediciones y su incertidumbre de medición asociada;
- d) la duración y frecuencia de cada medición; por ejemplo, datos puntuales o seguimiento continuo;
- e) la frecuencia de adquisición para cada medición;
- f) un período de tiempo adecuado durante el cual las actividades son representativas;
- g) las variables relevantes proporcionadas por la organización, por ejemplo, parámetros operativos y datos de producción;
- h) las responsabilidades para llevar a cabo las mediciones, incluyendo el personal que trabaja para, o en nombre de, la organización;

NOTA 1: Las personas responsables pueden ser de la organización, el auditor de energía, un organismo externo tal como un subcontratista.

- i) (si es posible o practicable) la calibración y trazabilidad del equipo de medición.

NOTA 2: Es importante que algunos datos requeridos, tales como la producción mensual histórica y las facturas de servicios públicos, sean proporcionados por la organización: la organización aclara la exactitud de sus propios datos energéticos, de producción y otros datos; el auditor confirma si el análisis está basado en datos medidos con exactitud y

especifica cómo han sido obtenidos, por ejemplo, leídos a partir de un medidor, estimados o calculados de otro modo; el análisis también verifica que los conjuntos de datos sean comparables.

Pueden requerirse procedimientos de muestreo cuando no es práctico o económico examinar toda la información disponible durante una auditoría energética. El muestreo está descrito en la ISO 19011:2011, cláusula B.3. Los procedimientos y métodos se deberían seleccionar sobre la base de su adecuación al alcance de la auditoría energética.

NOTA 3: El Anexo A provee orientación adicional sobre el plan de medición de datos.

5.6 Realización de la visita al emplazamiento

5.6.1 Gestión del trabajo de campo

El (los) auditor(es) de energía debe(n):

- a) observar los usos de la energía dentro de la organización y comparar con la información provista en 5.4;
- b) evaluar el uso y consumo de la energía de acuerdo con el alcance, límite, objetivo(s) y métodos acordados de la auditoría energética;
- c) comprender el impacto de las rutinas de operación y el comportamiento de los usuarios en el desempeño energético;
- d) generar ideas preliminares, oportunidades, cambios operacionales o de tecnologías que puedan conducir a la mejora del desempeño energético;
- e) listar las áreas y procesos para los cuales se necesitan datos adicionales para posterior análisis;
- f) asegurar que las mediciones, observaciones y los datos anteriores son representativos de las prácticas operacionales;

NOTA 1: Las instalaciones pueden tener dos o más modos de operación, por ejemplo, día, noche, tarde o fin de semana. Puede haber también diferencias estacionales de operación, por ejemplo, para una instalación procesadora de alimentos.

NOTA 2: Puede ser beneficioso hacer observaciones y mediciones fuera de las horas laborales, durante periodos de detención, o cuando no se esperan cargas asociadas a eventos climáticos.

- g) asegurar que los datos históricos provistos son representativos de la operación normal;
- h) informar de inmediato a la organización de cualquier dificultad inesperada encontrada durante la auditoría energética, incluyendo el acceso a los datos y documentación.

5.6.2 Visita a las instalaciones

El auditor de energía debe acordar con la organización para:

- a) identificar a una o más personas para proveer acceso y actuar como guía y escolta para el auditor de energía durante sus visitas al emplazamiento, cuando sea requerido: estas personas deben tener las competencias y autoridad necesarias para requerir o llevar a cabo operaciones directas sobre procesos y equipos, si es requerido;

- b) identificar cuando haya sido acordado durante la planificación de la auditoría energética, una o más personas para instalar registradores de datos y equipos de seguimiento de energía durante las visitas al emplazamiento. Estas personas deberían tener la autoridad necesaria para pedir al personal autorizado de operación o mantenimiento llevar a cabo operaciones directas en procesos y equipos, si es requerido;
- c) dar acceso al auditor de energía a documentos pertinentes (ver 5.4);

EJEMPLO: Diagramas, manuales y otra documentación técnica.

- d) permitir la instalación de equipos de seguimiento de energía y registradores de datos según lo acordado durante la planificación de la auditoría energética.

Si la organización es incapaz de cumplir estos requisitos, podrá necesitar revisar el alcance de la auditoría energética.

5.7 Análisis

5.7.1 Generalidades

Con el fin de facilitar una auditoría energética efectiva, el (los) auditor(es) de energía debe(n) evaluar la validez y disponibilidad de los datos provistos y destacar cualquier asunto que pudiera impedir que la auditoría continúe. Si es necesario, el auditor de energía podrá proponer un método diferente para recolectar o complementar los datos.

El auditor de energía debe:

- a) utilizar métodos de cálculo transparentes y técnicamente apropiados;
- b) documentar los métodos utilizados y cualquier suposición o estimación realizada;
- c) asegurar que las variables que afectan la incertidumbre de la medición y su contribución a los resultados han sido tenidas en cuenta;
- d) considerar cualquier esquema regulatorio o acordado voluntariamente u otras restricciones que pudieran impactar en las oportunidades de mejora del desempeño energético.

5.7.2 Análisis del desempeño energético actual

Durante esta fase, el auditor de energía debe establecer y evaluar el desempeño energético actual de los usos de la energía dentro del alcance definido de la auditoría energética.

El desempeño energético actual establece la base para evaluar las mejoras y debe incluir:

- a) el desglose del consumo de energía por uso y fuente;
- b) usos de la energía que representan consumos importantes de energía;
- c) comparaciones con valores de referencia de procesos similares cuando esté disponible y sea comparable
- d) un patrón histórico del desempeño energético;

- e) mejoras esperadas del desempeño energético;
- f) relaciones entre el desempeño energético y variables relevantes donde sea apropiado;
- g) una evaluación del (de los) indicador(es) de desempeño energético existente(s) y, si es necesario, propuestas para nuevo(s) indicador(es) de desempeño energético.

NOTA: La verificación de los datos se refiere a un método documentado que es utilizado para verificar si el conjunto de datos es preciso, consistente y único. El método de verificación de datos es apto para corregir conjuntos de datos en bruto de manera que el conjunto de datos verificado sea preciso, consistente y único.

5.7.3 Identificación de las oportunidades de mejora

El auditor de energía debe identificar las oportunidades de mejora del desempeño energético basado en el análisis y en lo siguiente:

- a) su propia competencia y experiencia;
- b) la evaluación del diseño y las opciones de configuración para abordar las necesidades del sistema;

NOTA 1: El mínimo de energía consumida por un sistema para entregar un producto o servicio.

- c) la vida útil operacional, condición, operación y nivel de mantenimiento de los objetos auditados;
- d) las tecnologías de los usos de la energía existentes en comparación con las más eficiente del mercado;
- e) las mejores prácticas, incluyendo controles operacionales y comportamientos;
- f) usos de la energía en el futuro y cambios en la operación.

NOTA 2: Oportunidades para mejorar el desempeño energético también se pueden complementar con sugerencias de fuentes de energía alternativas, sustitución de combustible, cogeneración, fuentes de energía renovable, otros.

5.7.4 Evaluación de las oportunidades de mejora

El auditor de energía debe evaluar el impacto de cada oportunidad en el desempeño energético actual, basado en lo siguiente:

- a) ahorros de energía sobre un período de tiempo acordado o la vida útil operacional esperada;

EJEMPLO: Ahorros energéticos, mejoras en consumos de energía específicos, otros;

- b) ahorros financieros anticipados de cada oportunidad de mejora;
- c) inversiones necesarias;
- d) criterios económicos y otros criterios acordados identificados en el plan de la auditoría energética;
- e) otras ganancias no energéticas (tales como productividad o mantenimiento);

- f) el ranking de oportunidades de mejora del desempeño energético;
- g) interacciones potenciales entre varias oportunidades.

NOTA 1: La organización puede necesitar desarrollar un trabajo adicional para identificar completamente y cuantificar los impactos de las oportunidades.

NOTA 2: En la medida de lo posible, las oportunidades son evaluadas sobre la vida útil operacional planificada o esperada.

Cuando sea apropiado para el alcance, límite y objetivo acordados de la auditoría energética, el auditor de energía debería complementar estos resultados con requisitos de datos adicionales y definir su análisis posterior.

5.8 Informe de la auditoría energética

5.8.1 Generalidades

De acuerdo con 5.2, el auditor debería acordar un calendario de informes. Cuando se informen los resultados de la auditoría energética, el auditor debe:

- a) asegurar que los requisitos de la auditoría energética acordados con la organización han sido cumplidos, incluyendo los métodos acordados y formatos de informe;
- b) identificar las mediciones pertinentes realizadas durante la auditoría energética, incluyendo los detalles siguientes:
 - 1) frecuencia, consistencia, exactitud, repetibilidad y representatividad de los datos;
 - 2) justificación de las mediciones y cómo contribuyeron al análisis;
 - 3) dificultades encontradas en la recolección de los datos, visita al emplazamiento y análisis;
 - 4) incertidumbre de las mediciones y del muestreo, y los efectos en los datos informados;
- c) establecer si la base para el análisis son cálculos, simulaciones o estimaciones;
- d) resumir el análisis detallando estimaciones, suposiciones e incertidumbres;
- e) si es aplicable, establecer los límites de exactitud para ahorros y costos;
- f) proveer una lista priorizada de las oportunidades de mejora del desempeño energético;
- g) sugerir recomendaciones para la implementación de las oportunidades.

NOTA: Dependiendo del nivel de detalle acordado para la auditoría energética, esto puede incluir factibilidad de implementación, pasos de la acción, otros.

5.8.2 Contenido del informe de la auditoría energética

El contenido del informe debe ser apropiado para el alcance, límites y objetivo(s) definidos para la auditoría energética.

El informe de la auditoría energética debe incluir los temas siguientes:

- a) resumen ejecutivo:
 - 1) resumen del uso y consumo de la energía;
 - 2) ranking de las oportunidades para mejorar el desempeño energético;
 - 3) programa de implementación sugerido;
- b) antecedentes:
 - 1) información general sobre la organización, el auditor de energía y los métodos de la auditoría energética;
 - 2) requisitos legales y otros aplicables a la auditoría energética;
 - 3) declaración de confidencialidad;
 - 4) contexto de la auditoría energética;
 - 5) descripción de la auditoría energética, alcance y límite definido, objetivo(s) de la auditoría y marco de tiempo;
- c) detalles de la auditoría energética:
 - 1) información de la recolección de datos:
 - i. plan de medición (ver 5.5);
 - ii. tipo de datos utilizados (frecuencia de adquisición, período de medición, cuál es medido y cuál es estimado);
 - iii. copia o referencia de los datos clave utilizados, incluyendo informes de ensayos, certificados de calibración, registro de los equipos de acuerdo con 5.2 (planificación de la auditoría energética);
 - 2) análisis del desempeño energético y del (de los) indicador(es) de desempeño energético;
 - 3) base para los cálculos, estimaciones y supuestos y la exactitud resultante;
 - 4) criterio para la categorización de las oportunidades para mejorar el desempeño energético.
- d) oportunidades para mejorar el desempeño energético:
 - 1) recomendaciones y programa de implementación sugerido;
 - 2) supuestos y métodos usados en el cálculo de los ahorros energéticos, y, la exactitud resultante de los ahorros energéticos y beneficios calculados;
 - 3) supuestos usados en el cálculo de los costos de implementación, y la exactitud resultante;
 - 4) análisis económico apropiado, incluyendo incentivos financieros conocidos y las ganancias no energéticas;

ANEXO A
(informativo)

ORIENTACIÓN SOBRE EL USO DE ESTA NORMA

A.1 Aplicabilidad de esta Norma Internacional

Esta Norma Internacional está basada en buenas prácticas de gestión de energía y auditoría energética. Incluye un conjunto mínimo de requisitos para mejorar la especificación, ejecución, aceptación y cierre de una auditoría energética. Puesto que las innovaciones y la diferenciación contribuyen de manera importante al valor añadido de las auditorías energéticas, esta Norma Internacional se centra sólo en los procesos genéricos y resultados esperados de una auditoría energética. Las organizaciones y auditores externos de energía deberían usar métodos, enfoques, tecnologías y software adicionales.

La aplicabilidad y uso de esta Norma Internacional y requisitos específicos, dependerán de un conjunto de factores tales como el consumo de energía de la organización y el objeto auditado, el tipo de auditor, y el propósito de la auditoría. En algunas circunstancias, no todos los requisitos de la norma serán necesariamente aplicables. Algunos de los requisitos podrán ser muy costosos y no pertinentes para el propósito de la auditoría. Cuando los costos de la energía y las oportunidades de reducción para el objeto auditado son proporcionalmente pequeños, el costo de la auditoría energética debería ser apropiado para la aplicación.

Con el fin de obtener beneficios de la auditoría energética, las organizaciones deberían proveer recursos para la evaluación de las recomendaciones después de la auditoría para permitir que se tomen decisiones sobre si implementar las oportunidades de mejora del desempeño energético y las acciones de gestión de la energía recomendadas.

A.2 Aplicabilidad de esta Norma Internacional a una revisión energética de ISO 50001

La norma ISO 50001 requiere que una revisión energética sea llevada a cabo y que el desempeño energético sea mejorado con el tiempo. Una revisión energética llevada a cabo de acuerdo con ISO 50001 debe consistir en el análisis del uso y consumo de la energía presente y pasado basada en la medición y en otros datos, en identificar las áreas de uso significativo de la energía, en identificar, priorizar y registrar las oportunidades de mejora del desempeño energético y en estimar el uso y consumo futuro de energía.

El uso de una auditoría energética no es un requisito de ISO 50001 y se podrán utilizar otros procedimientos para completar la revisión energética o demostrar la mejora del desempeño energético, por ejemplo, procedimientos internos por gestores energéticos de la organización utilizando métodos de ISO 50004, análisis de flujo energético de la organización seguidos del análisis de potenciales mejoras, u otras herramientas. Sin embargo, una organización podrá desear llevar a cabo una auditoría energética para proveer información para una revisión energética ISO 50001, o demostrar mejora del desempeño energético en determinados momentos, para los objetos auditados.

Si una organización decide completar una auditoría energética para facilitar una revisión energética ISO 50001, o demostrar una mejora del desempeño energético, la auditoría energética no requiere estar de acuerdo con esta Norma Internacional, a menos que sea específicamente estipulado por la organización.

- 5) potenciales interacciones con otras recomendaciones propuestas;
 - 6) métodos de medición y verificación recomendados para su uso en la evaluación post-
implementación de las oportunidades recomendadas.
- e) conclusiones y recomendaciones.

5.9 Reunión de cierre

Antes de la reunión de cierre, se debe entregar el informe de la auditoría energética a la organización.

En la reunión de cierre el auditor de energía debe:

- a) presentar los resultados de la auditoría energética de manera que facilite la toma de decisiones por la organización;
- b) ser capaz de explicar los resultados y abordar las preguntas;
- c) si es aplicable, identificar los asuntos que requieren un mayor análisis o seguimiento por el auditor de energía

Mientras que ISO 50001 no requiere auditorías en Norma Internacional, si una organización lo ha comparables entre diferentes emplazamientos, flacciones de mejora del desempeño energético. A energética sin la intención de proveer información p

A.3 Evaluación de los tipos de auditoría

A.3.1 Generalidades

Dependiendo de las necesidades de la organizac siguientes tipos de evaluaciones (como se resume del alcance y nivel de detalle de la auditoría.

Los tipos de auditoría indicados en la Tabla A.1 no podrán ajustar el nivel de detalle de la auditoría e adapten a las necesidades de la organización. El ti se puede referir apropiadamente como una auditorí

El nivel de detalle apropiado requerido para una a usos y consumo de la energía y los recursos dis preliminar, la organización y el auditor de energía para la auditoría energética y determinar si éstos auditoría más detallada. Si se requieren medicione deberían poner de acuerdo sobre la extensión de la auditoría. Para auditorías en, o por encima del auditor acordar una tarifa actual o una tarifa de refe

Podrá haber algunas partes de esta Norma Intern internos, basado en el nivel de detalle requerido p área (por ejemplo, una reunión de inicio). Basada elegir un auditor externo para cumplir los requisitos

Podrá haber algunos casos donde la organización combinación de auditores externos e internos.

Estudios de energía de alto nivel, tales como un bre análisis simple de cuentas mensuales de energía, emprender previo a una auditoría, pero no se deb tales casos, las organizaciones se podrán referir prácticas, pero no necesariamente cumplir con los r

A.3.2 Consideraciones de la auditoría energética

Las organizaciones necesitan estar conscientes de c los requisitos para el análisis pueden tener un marca factores que pueden afectar los costos de la auditorí

- a) el nivel de incertidumbre/exactitud;
- b) la medida en la cual las oportunidades con ar
- c) el alcance/límites de la auditoría;

d) la disponibilidad de datos, tant equipos;

e) la disponibilidad de informes/est del emplazamiento y si los proce

Las organizaciones deberían discutir energética para asegurar que ésta equi

Tabla A.1 – Detalles indica

Tipo	1
Aplicación típica	Instalaciones/procesos o flotas. Adecuado para: - auditoría energética de organizaciones o instalaciones más pequeñas, o - auditoría preliminar para organizaciones o instalaciones mayores.
Dirigida a la necesidad del negocio	Indicación de ahorros y beneficios potenciales que pueden resultar de realizar investigaciones más detalladas, tales como auditorías energéticas del tipo 2 o tipo 3. Identificación de las áreas de enfoque para la gestión de recursos energéticos. Mayor conciencia de los costos de la energía y de los beneficios potenciales de la gestión de la energía.

de desempeño energético como relacionados con los

de auditorías energéticas previas; la complejidad y equipos son inusuales o diseñados a la medida.

el auditor de energía el alcance de la auditoría el rigor analítico y el costo de la auditoría.

Tipos de los tipos de auditoría energética

2	3
emplazamiento/proceso o flota.	Todo el emplazamiento, proceso, sistema o flota.
auditoría energética detallada.	Auditoría energética completa con aportes significativos de la organización.
por lo general no rentable para organizaciones con presupuestos bajos de energía.	Por lo general sólo rentable para organizaciones con alto gasto de energía o instituciones con ayudas dirigidas a la inversión de capital.
	También aplicables al nivel de sistemas (por ejemplo, aire comprimido).
identificación y evaluación de un rango de oportunidades coherentes y específicas con costos y beneficios cuantificados.	Identificación y evaluación de un rango coherente y específico de oportunidades de mejora del desempeño energético con costos y beneficios identificados, incluyendo la cuantificación de ganancias no energéticas.
identificación de oportunidades para investigaciones mayores o detalladas.	Los auditores deberían tener experiencia y habilidades técnicas, de gestión y profesionales, y familiaridad con los usos específicos de la energía que se audita, con el fin de analizar los datos detallados energéticos y de procesos para identificar y evaluar las oportunidades.
auditores deberían tener apropiada experiencia técnica, profesional y familiaridad con los usos de la energía que están siendo auditados.	Investigación más detallada de oportunidades.
auditores con habilidades profesionales y experiencia apropiadas, analizan los datos energéticos y datos de procesos para identificar y evaluar las oportunidades.	Consideración de estrategias de negocio en la auditoría.

Tabla A.

Recolección de datos	Entrenamiento básico de ingeniería o técnica con una comprensión general de las fuentes y sistemas energéticos.	Datos generales incluyendo los diarios.
	Datos energéticos de la instalación, incluyendo submedidores y perfiles de carga diaria (donde estén disponibles).	Datos apropiados (producción, establecer los desempeño general para la energía.
	Datos apropiados sobre las variables relevantes (por ejemplo, datos de producción, datos de ocupación) para establecer los indicadores de desempeño energético (IDEn) a nivel general.	Datos de los Uso completo disponibles necesario para mediciones a la auditoría, requieran para alcance de la
	Listas de equipos del emplazamiento para incluir datos energéticos de la placa de identificación, descripción de equipos, esquemas de operación, factores de ocupación y estimación de los factores de carga.	Los datos y a ser recolectados pueden incluir - datos detallados de energía de los equipos, incluyendo los relevantes con - configuración de seguimiento de información; - documentación de mantenimiento; - auditorías previas relacionadas con el desempeño; - planes futuros de la energía; - datos de la evaluación

(continuación)

de energía, perfiles de carga	Perfil operativo o de carga del emplazamiento o la flota.
sobre variables (por ejemplo, datos de producción, datos de ocupación), para establecer los indicadores de desempeño energético (IDEn) a nivel general para los usos de la energía significativos de	Variables relevantes apropiadas (por ejemplo, datos de producción, datos de ocupación) para establecer los indicadores de desempeño energético (IDEn) a nivel general para los usos de la energía significativos.
medidores.	Datos de submedidores, evaluados por el nivel de perfil de carga para medidores significativos.
los datos de emplazamiento. No es necesario que el auditor tome datos personales como parte de la auditoría, pero éstos se deben cumplir requisitos del estándar.	Datos de consumo de energía para procesos de emplazamientos, sistemas equipamiento clave.
Formación de energía en una auditoría	Se deberían considerar datos del consumo de energía para procesos emplazamiento- específicos, incluyendo datos del intervalo medido; instalación de submedidores adicionales para seguimiento o conducir ejercicios de registro específicos.
sobre consumo de energía en plantas, procesos y edificios; incluyendo variables relevantes	Los datos se deberían recolectar para un período de tiempo suficiente para dar cuenta del rango de valores esperado para las variables relevantes y las demandas del sistema.
de los equipos de análisis de la energía	Los datos energéticos e información para ser analizada en la auditoría, pueden incluir:
diseño, operación y mantenimiento	- datos detallados sobre los sistemas, procesos y equipos que consumen energía, incluyendo las variables relevantes conocidas;
energéticas o estudios relacionados con la energía y el desempeño energético;	- configuración de los equipos de seguimiento y análisis de la información; documentos de diseño,
que afectan el uso de la energía	- operación y mantenimiento; auditorías energéticas o estudios previos realizados, relacionados con el desempeño energético; planes futuros que afecten el uso de la energía; información sobre cómo gestiona la organización su desempeño energético;
acción y proceso para mejorar el desempeño.	

Tabla A.1 - (continuación)

Análisis	<p>Los datos del consumo de energía de los equipos para organizar por equipos, sistemas y/o procesos.</p> <p>Uso de la energía, datos de equipos para preparar el balance preliminar de energía e identificar los usos significativos de la energía (USEs).</p> <p>Revisión de alto nivel de los perfiles de consumo para identificar anomalías en los patrones diarios, semanales, mensuales o estacionales.</p> <p>Comparación con puntos de referencia disponibles para identificar altos consumidores de energía o ineficiencias.</p>	<p>Análisis actual e histórico de los datos energéticos.</p> <p>Indicadores globales de desempeño energético a nivel de planta, flota, sistema, proceso o nivel de equipamiento para análisis de oportunidades específicas, donde sea aplicable.</p> <p>Balance detallado de energía, conciliado con los datos de submedición anuales y nivel de perfil, Incluidas las variaciones estacionales o de producción, según corresponda.</p> <p>Balance de masa para equipos, sistemas y/o procesos que incluyen importantes flujos de productos que influyen en el consumo de energía, o análisis equivalente de energía y flujos de materiales.</p> <p>Balances utilizados para establecer el desempeño actual e incremento potencial.</p> <p>Evaluación del diseño y configuración de opciones para atender las necesidades del sistema.</p> <p>Evaluación de las mejoras del desempeño energético asociadas con equipos, sistemas o cambios de procesos.</p>	<p>Análisis actual e histórico de los datos energéticos.</p> <p>Indicadores globales de energía a nivel de planta o nivel de flota, y para usos significativos de energía.</p> <p>Balance energético detallado conciliado con datos de submediciones, usando datos con una frecuencia suficiente para capturar variaciones en el rendimiento.</p> <p>Balance de masa para procesos que incluyen flujos significativos de producto que influyen en el consumo de energía (o equivalente análisis de energía y flujos de masa).</p> <p>Evaluación del diseño y configuración de opciones para atender las necesidades del sistema.</p> <p>Aplicación de un rango de métodos de análisis para explorar las relaciones entre el consumo de energía y las variables relevantes.</p> <p>Recomendaciones para datos/ investigación adicionales para mejorar la exactitud de los datos.</p>
----------	---	---	---

Tabla A.1 - (continuación)

<p>Evaluación de oportunidades</p>	<p>Ahorros indicativos o típicos calculados, usando reglas comunes conciliadas para la línea de base energética.</p> <p>Nominación de períodos típicos de retorno de la inversión.</p> <p>Señalar las etapas requeridas para generar IDEn específicos que se pueden implementar.</p>	<p>Ahorros calculados utilizando las oportunidades de mejora de desempeño energético específicas de tecnología reconciliadas al balance energético detallado.</p> <p>Costos basados en la composición del capital y elementos de trabajo usando estimaciones generales, costos estandarizados o información del proveedor fácilmente disponible.</p> <p>No se requieren cotizaciones del proveedor.</p> <p>Presentación de análisis de los acuerdos económicos, típicamente incluyen retorno simple de la inversión, pero podrán incluir métodos tales como tasa interna de retorno (TIR) o valor actualizado neto (AN).</p> <p>desempeño energético donde se pudieran requerir datos/investigación adicionales para mejorar o clarificar las mediciones</p> <p>La organización podrá proveer de una lista en borrador de las oportunidades a revisar, en orden a confirmar la factibilidad o idoneidad de las oportunidades propuestas antes del análisis/investigación detallada.</p> <p>Comparación contra puntos de referencia.</p>	<p>Ahorros calculados usando tecnología de oportunidades de mejora del desempeño de energía específica conciliadas con el balance energético detallado y teniendo en cuenta las interacciones del sistema.</p> <p>Costos basados en la composición del capital y elementos de trabajo. Al nivel de exactitud requerido por el gasto de capital existentes de la compañía.</p> <p>NOTA La organización puede necesitar ayudar al auditor con los datos de costo.</p> <p>Todas las oportunidades de mejora del desempeño energético provistas con costos y beneficios, incluyendo las ganancias no-energéticas.</p> <p>Presentación del análisis de acuerdos económicos, por lo general incluye TIR o VAN con simple pago de retornos al mínimo, para proveer entradas al proceso de gastos de capital de la organización.</p> <p>encuestas ultrasónicas o imágenes termográficas) se podrán usar para comprender plenamente el consumo de energía.</p> <p>Discusión con vendedores para identificar o verificar las últimas tecnologías para mejorar el desempeño energético.</p>
------------------------------------	--	---	--

Tabla A.1 - (continuación)

Salidas	Identificación y evaluación básica de oportunidades de bajo costo que se pueden implementar fácilmente.	Comprensión detallada del consumo y uso de la energía.	Comprensión detallada del consumo y del uso de la energía.
	Comprensión del consumo energético del nivel de emplazamiento, sistema, proceso o flota.	Comprensión de la contribución relativa de la fuente de energía de cada emplazamiento, costos unitarios promedio y marginales por cada fuente.	Identificación y análisis de las oportunidades de ahorro energético, incluyendo aquellas sin costo, de bajo costo y medidas de inversión de capital para incluir beneficios energéticos y no energéticos, diseño de equipo preliminar o procesos de mejora y requisitos de costo detallados.
	Conciencia mejorada de la contribución relativa de cada fuente de energía del emplazamiento, promedio de costos unitarios para cada fuente y los beneficios potenciales de la gestión de la energía.	Identificación de la evaluación básica de las oportunidades de bajo costo que se pueden implementar fácilmente.	Datos para la revisión energética.
	Determinación de la extensión de más oportunidades de capital intensiva.	Determinación y análisis, incluyendo el cálculo de los ahorros integrales y el cálculo del costo de la inversión preliminar, para las medidas de capital.	Estudio de los sistemas de medición y recomendaciones para enfrentar la falta de datos.
		Recopilación de los datos para la revisión energética o propósitos de seguimiento.	
	Perfil operacional y balance detallado de la energía.		

NOTA: La Tabla A.1 presenta un resumen detallado de los requisitos para los tres tipos de auditoría. Cada uno de los requisitos mencionados es un mínimo para cada tipo. En algunos casos, puede ser apropiado ir más allá del nivel de detalle indicados en la tabla, según lo acordado entre la organización y el auditor de energía.

A.4 Principios del auditor de energía

A.4.1 Competencia

El auditor de energía debería tener un conocimiento adecuado del tipo de trabajo que está emprendiendo, del alcance acordado de la auditoría energética y de los límites y objetivo(s) de la auditoría. Una educación y entrenamiento apropiados podrá involucrar calificaciones profesionales en campos técnicos o cuantitativos pertinentes.

El grado de experiencia gerencial y habilidades técnicas y de gestión requeridas se incrementarán para las auditorías del tipo 2 y tipo 3 debido a la necesidad de conocimiento específico del proceso y la de identificar las oportunidades de mejora del desempeño energético que se pueden implementar dentro de la organización que está siendo auditada.

EJEMPLO: Un ingeniero mecánico con experiencia en auditoría y optimización de calderas en edificios comerciales puede no tener el conocimiento necesario para auditar la caldera de una gran central térmica.

A.4.2 Plan de medición de datos

Los datos del desempeño energético podrán ser considerados representativos cuando cuentan con el rango de variación típico para las variables relevantes. El período de tiempo requerido para la adquisición de datos variará de acuerdo con los usos de la energía y la naturaleza de los procesos involucrados.

A.5 Comunicación

Para facilitar la finalización oportuna de la auditoría energética, el auditor de energía y la organización se deberían poner de acuerdo sobre las líneas de comunicación, incluyendo:

- a) identificar claramente las responsabilidades de los auditores de energía y del personal de la organización;
- b) asignar las responsabilidades de clasificación y análisis de los datos e información requerida;
- c) establecer los canales y métodos de comunicación entre los auditores de energía y otro personal de la organización y externo involucrado en la auditoría energética;
- d) asignar responsabilidades para la supervisión, informes y soporte de emplazamiento;
- e) resumir cuáles personas están autorizadas para negociar cambios en el (los) objetivo(s) de la auditoría, su alcance o sus límites.

A.6 Roles y responsabilidades organizacionales y autoridad para las tareas de planificación de la auditoría

A.6.1 Los roles, responsabilidades y autoridad de la organización en la planificación de la auditoría deberían:

- a) en consulta con la organización auditada:
 - 1) determinar la necesidad de la auditoría energética y definir sus objetivos;
 - 2) determinar el alcance de la auditoría energética y el criterio de la auditoría;
 - 3) definir cuáles tareas de la auditoría energética se realizarán por el auditor de energía y cuáles serán de responsabilidad de la organización.
- b) seleccionar al (a los) auditor(es) de energía.
- c) obtener el respaldo de la organización para la auditoría y la aprobación de los objetivos de la auditoría:
 - 1) comprometer el financiamiento necesario, personal y recursos para planificar y conducir la auditoría energética incluyendo el personal del emplazamiento, según se requiera;
 - 2) comunicar al personal del emplazamiento la importancia de la auditoría para la organización.
- d) establecer las líneas de comunicación requeridas para la auditoría (ver cláusula A.5).

e) proveer acceso apropiado para:

- 1) áreas de la auditoría, usos de la energía y otras instalaciones o servicios requeridos para llevar a cabo la auditoría;
- 2) personal, sistemas y equipamiento pertinente (ingeniería, operaciones, mantenimiento, otros) para los propósitos de la auditoría energética;
- 3) otras fuentes de información tales como diagramas, manuales, informes de ensayos; información histórica de cuentas de servicios públicos;
- 4) seguimiento y control de los datos, tableros de equipamiento eléctrico y registros de calibración necesarios para conducir la auditoría.

A.6.2 Los roles, responsabilidades y autoridad de los auditores de energía en la planificación de las actividades de la auditoría energética deberían:

a) en consulta con la organización auditada:

- 1) definir los objetivos de la auditoría;
- 2) definir cuáles tareas de la auditoría serán conducidas por el auditor de energía y confirmar cuál será la responsabilidad de la organización;
- 3) determinar el alcance y criterio de la auditoría energética, si es apropiado, en consulta con la organización.

b) cuando se requiere más de un auditor de energía, formar el equipo de auditoría basado en las competencias requeridas para conducir la auditoría y en el alcance y objetivos definidos.

c) asegurar la gestión del apoyo y recursos para la auditoría energética.

d) establecer las líneas de comunicación requeridas para la auditoría energética (ver cláusula A.5):

- 1) dentro del equipo de auditoría cuando se requiere más de un auditor;
- 2) entre el (los) auditor(es) de energía y la organización.

e) definir los requisitos y asegurar acceso apropiado a:

- 1) áreas de la auditoría, usos de la energía y otras instalaciones o servicios requeridos para conducir la auditoría;
- 2) personal pertinente, sistemas y equipos (ingeniería, operaciones, mantenimiento, otro) para los propósitos de la auditoría;
- 3) otras fuentes de información, tales como diagramas, manuales, informes de ensayos, información histórica de cuentas de servicios públicos;
- 4) seguimiento computacional y control de datos, tableros de equipos eléctricos y registro de calibración necesarias para realizar la auditoría.

- f) Definir los requisitos de medición y el plan de medición.

A.7 Plan de medición de datos

Hay tres pasos importantes durante la implementación del plan de medición, que son los siguientes:

- a) Etapa 1: Uso de instrumentos de medición.

El auditor de energía debería:

- 1) definir la metodología de las mediciones y su nivel de exactitud;
- 2) ser responsable por las mediciones que se tomen en el emplazamiento;

NOTA 1: En este contexto, *responsable* no implica necesariamente la efectiva instalación de los medidores, ya que esto puede requerir habilidades especializadas y certificaciones.

- 3) comprobar la instalación y funcionamiento apropiados del equipo de medición;
- 4) comprobar que las mediciones tomadas por el equipo de medición sean precisas y repetibles.

El tipo de aparato de medición a utilizar es especificado en consonancia con la naturaleza de la variable que está siendo medida, su magnitud, rango de operación, la exactitud requerida y las condiciones de uso.

- b) Etapa 2: Medición de datos

Los datos deberían ser medidos sobre un período e intervalos de medición que sean representativos. Durante la etapa de medición de datos, la organización provee las correspondientes variables relevantes, esto es, parámetros de funcionamiento, datos de la producción.

- c) Etapa 3: Tratamiento preliminar de los datos

Esta etapa es para organizar la gran cantidad de mediciones recolectadas en datos utilizables para análisis. Esto incluye:

- 1) el principio de cada medición, el nivel de incertidumbre y los elementos que permiten que su nivel de exactitud sea evaluado:

NOTA 2: Guardando un registro de cómo fue hecha la medición, la precisión establecida por el fabricante, el certificado de calibración, otros.

- 2) los métodos usados y cualquier suposición hecha, incluyendo el rango de aplicabilidad de los cálculos;
- 3) la calidad apropiada y comprobaciones de la validez de los resultados;

EJEMPLO: Balance de masa, balance energético, otros.

- 4) los cálculos y su rango de aplicabilidad.

Los resultados de la medición se pueden presentar en gráficos, o resumidos en una tabla.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ISO 11011, *Compressed air - Energy efficiency - Assessment.*
- [2] ISO/ASME 14414, *Pump system energy assessment.*
- [3] ISO 19011:2011, *Guidelines for auditing management systems.*
- [4] ISO 50001:2011, *Energy management systems - Requirements with guidance for use.*
- [5] ISO 50003, *Energy management systems - Requirements for bodies providing audit and certification of energy management systems.*
- [6] ISO 50004, *Energy management systems - Guidance for the implementation, maintenance and improvement of an energy management system.*
- [7] ISO 50006, *Energy management systems - Measuring energy performance using energy baselines (EnB) and energy performance indicators (EnPI) - General principles and guidance.*
- [8] ISO 50015, *Energy management systems - Measurement and verification of organizational energy performance - General principles and guidance.*
- [9] ISO 80000-1, *Quantities and units - Part 1: General.*
- [10] IEC 60027 (todas las partes), *Letter symbols to be used in electrical technology.*
- [11] EN 16247-1:2012, *Energy audits - Part 1: General requirements.*
- [12] EN 16247 (todas las partes), *Energy audits.*





INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS

75 años dedicados a la promoción y el mejoramiento de la calidad en beneficio de la comunidad.

NORMALIZACIÓN

Realizada a nivel nacional mediante comités especializados, integrados por representantes de todos los sectores involucrados, que dan respuesta a solicitudes formuladas por instituciones oficiales y/o empresas privadas, referentes a los requisitos técnicos que deben cumplir determinados productos, a los métodos de ensayo que se deben utilizar en su medición, elementos de seguridad, etc.

Las normas UNIT encaran temas tan diversos como: Gestión de la Calidad, Gestión Ambiental, Materiales de Construcción, Electrotecnia, Seguridad y Salud Ocupacional, Productos Alimenticios, Textiles, Dibujos, Fertilizantes, Cueros, Metales, Sanitaria, Pinturas, Material de Lucha contra Incendios, Recipientes para Gases, Maderas, Papeles, etc. Muchas de ellas han sido declaradas de cumplimiento obligatorio por el Poder Ejecutivo y diversas Intendencias. A nivel internacional se participa en la elaboración de normas ISO, IEC, COPANT y MERCOSUR.

CAPACITACIÓN

Fue UNIT quien inició en Uruguay la capacitación en Calidad (1971), así como en otras áreas de gestión.

Los más de 170 cursos diferentes en áreas relacionadas que dicta pueden ser realizados en forma independiente, aún cuando han sido estructurados en forma de los siguientes Diplomas:

Especialista y Técnico en Gestión de la Calidad UNIT-ISO 9000;

Especialista en Gestión Ambiental UNIT-ISO 14000;

Especialista en Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional UNIT-OHSAS 18000 y

Especialista UNIT en Recursos Humanos para Sistemas de Gestión.

A quienes obtengan estos 4 Diplomas de Especialista se les otorga además el Diploma Superior en Sistemas UNIT de Gestión. Otros diplomas que integran el Programa de Capacitación UNIT son:

Especialista en Gestión de la Energía UNIT-ISO 50001;

Especialista en Gestión de la Seguridad Vial UNIT-ISO 39001;

Especialista en Gestión de la Seguridad de la Información UNIT-ISO/IEC 27000;

Especialista en Gestión de los Servicios de Tecnología de la Información UNIT-ISO/IEC 20000;

Especialista en Inocuidad Alimentaria UNIT-ISO 22000;

Especialista en Gestión de la Calidad en los Laboratorios de Análisis y Ensayo UNIT-ISO/IEC 17025;

Especialista en Gestión de la Calidad en los Laboratorios de Análisis Clínicos UNIT-ISO 15189;

Especialista UNIT en Gestión de la Calidad en Servicios de Salud;

Especialista UNIT en Logística Empresarial e Internacional;

Especialista UNIT en Gestión Forestal Sostenible;

Técnico UNIT en Accesibilidad Web;

Asistente en Gestión de la Calidad UNIT-ISO 9000;

Asistente en Gestión de la Seguridad y la Salud Ocupacional UNIT-OHSAS 18000 y

Formación en Protección contra Incendios DNB-UNIT.

Quienes obtengan el título de «Especialista o Técnico», estarán en condiciones de conducir la implantación de los respectivos sistemas, en tanto los que reciban el título de «Asistente» estarán en condiciones de cooperar con los Especialistas en esa tarea.

Se dictan, además, cursos para la Formación de Auditores de Calidad, Ambiental y SYSO, así como Cursos Complementarios, Talleres y Cursos en las más diversas áreas.

Se destaca que cualquiera de éstos pueden dictarse en la modalidad «in company».

A través de UNIT se tiene la posibilidad de participar en diversos seminarios y simposios en el exterior.

CERTIFICACIÓN DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

Mediante la Marca de Conformidad con Norma y Certificación de Productos y Servicios, los que UNIT evalúa durante la elaboración en fábrica o en su realización y durante su comercialización, certificando cuando corresponde que un producto o servicio cumple en forma permanente con una norma UNIT.

Se otorga a extintores, recarga de extintores, calentadores de agua, envases para gases, equipos de protección personal, material sanitario, material eléctrico, materiales de construcción, etc.

CERTIFICACIÓN DE SISTEMAS DE GESTIÓN

Realizada por expertos calificados por la Asociación de Normalización y Certificación (AENOR). UNIT fue quien puso en funcionamiento en Uruguay los primeros esquemas para la Certificación de Sistemas de la Calidad, Sistemas de Gestión Ambiental y Sistemas de Gestión de la Seguridad y la Salud Ocupacional, desarrollados según las normas UNIT-ISO 9000, UNIT-ISO 14000 y UNIT-OHSAS 18000, siendo también quien certificó a las primeras empresas uruguayas en cumplir las respectivas normas.

INFORMACIÓN ESPECIALIZADA

A través de la biblioteca de UNIT se tiene acceso a más de 2 millones de normas y especificaciones internacionales y extranjeras, que el exportador debe conocer cuando desea vender sus productos en diferentes mercados y que son indispensables como antecedentes para la elaboración de las normas nacionales.



3.8**eficiencia energética**

proporción u otra relación cuantitativa entre el resultado en términos de desempeño, de servicios, de bienes o de energía y la entrada de energía

EJEMPLO: Eficiencia de conversión; energía requerida / energía utilizada; salida / entrada; valor teórico de la energía utilizada / energía real utilizada.

NOTA 1 a la entrada: Es necesario que, tanto la entrada como la salida, se especifiquen claramente en cantidad y calidad y sean medibles.

[FUENTE: ISO 50001:2011, 3.8]

3.9**flujo energético**

descripción o mapeo de procesos para la transferencia o conversión de la energía dentro del alcance definido en la auditoría energética (ver 3.4)

3.10**desempeño energético**

resultados medibles relacionados con la eficiencia energética (ver 3.8), el uso de la energía (ver 3.12) y el consumo de energía (ver 3.7)

[FUENTE: ISO 50001:2011, 3.12 modificado – las Notas 1 y 2 han sido eliminadas por cuanto son específicas a la gestión de la energía]

3.11**indicador de desempeño energético****IDEn**

valor cuantitativo o medida del desempeño energético (ver 3.10), tal como lo defina la organización (ver 3.13)

NOTA 1 a la entrada: Los IDEns pueden expresarse como una simple medición, un cociente o un modelo más complejo.

3.12**uso de la energía**

forma o tipo de aplicación de la energía

EJEMPLO: Ventilación; iluminación; calefacción; refrigeración; transporte; procesos; líneas de producción.

[FUENTE: ISO 50001:2011, 3.18]

3.13**organización**

compañía, corporación, firma, empresa, autoridad o institución, o parte o combinación de ellas, sean o no sociedades, pública o privada, que tiene sus propias funciones y administración y que tiene autoridad para controlar su uso y su consumo de la energía (ver 3.12)

NOTA 1 a la entrada: Una organización puede ser una persona o un grupo de personas.

[FUENTE: ISO 50001:2011, 3.22]



ANEXO 5 : CUADRO TARIFARIO DE EDEA S.A

TARIFA PLENA

T1 - PEQUEÑAS DEMANDAS (menos de 10 kW de demanda)

T1R - RESIDENCIAL

CARGO FIJO R1	93,38 \$/mes
CARGO VARIABLE R1 (consumo en kWh-Mes ≤ 100)	3,7806 \$/kWh
CARGO FIJO R2	142,90 \$/mes
CARGO VARIABLE R2 (100 < consumo en kWh-Mes ≤ 200)	4,0272 \$/kWh
CARGO FIJO R3	194,89 \$/mes
CARGO VARIABLE R3 (200 < consumo en kWh-Mes ≤ 400)	4,2130 \$/kWh
CARGO FIJO R4	241,92 \$/mes
CARGO VARIABLE R4 (400 < consumo en kWh-Mes ≤ 500)	4,3602 \$/kWh
CARGO FIJO R5	387,98 \$/mes
CARGO VARIABLE R5 (500 < consumo en kWh-Mes ≤ 700)	4,5928 \$/kWh
CARGO FIJO R6	628,10 \$/mes
CARGO VARIABLE R6 (700 < consumo en kWh-Mes ≤ 1400)	4,8388 \$/kWh
CARGO FIJO R7	766,73 \$/mes
CARGO VARIABLE R7 (consumo en kWh-Mes > 1400)	5,2414 \$/kWh

T1RE - RESIDENCIAL ESTACIONAL

CARGO FIJO RE1	331,61 \$/mes
CARGO VARIABLE RE1 (consumo en kWh-Mes ≤ 500)	3,9688 \$/kWh
CARGO FIJO RE2	381,12 \$/mes
CARGO VARIABLE RE2 (500 < consumo en kWh-Mes ≤ 700)	4,1834 \$/kWh
CARGO FIJO RE3	433,11 \$/mes
CARGO VARIABLE RE3 (700 < consumo en kWh-Mes ≤ 1400)	4,3000 \$/kWh
CARGO FIJO RE4	480,13 \$/mes
CARGO VARIABLE RE4 (consumo en kWh-Mes > 1400)	4,8739 \$/kWh

T1G - SERVICIO GENERAL BAJOS CONSUMOS

CARGO FIJO GBC	339,71 \$/mes
CARGO VARIABLE GBC (consumo en kWh-Mes ≤ 1000)	5,7145 \$/kWh

T1G - SERVICIO GENERAL ALTOS CONSUMOS

CARGO FIJO GAC1	1.586,91 \$/mes
CARGO VARIABLE (1000 < consumo en kWh-Mes < 2000)	4,9066 \$/kWh
CARGO FIJO GAC2	2.116,68 \$/mes
CARGO VARIABLE (consumo en kWh-Mes ≥ 2000)	4,9202 \$/kWh

T1GE - SERVICIO GENERAL ESTACIONAL

CARGO FIJO GE1	574,18 \$/mes
CARGO VARIABLE GE1 (0 < consumo en kWh-Mes < 2000)	5,0509 \$/kWh
CARGO FIJO GE2	1.351,51 \$/mes
CARGO VARIABLE GE2 (consumo en kWh-Mes ≥ 2000)	5,0662 \$/kWh

T1AP - ALUMBRADO PÚBLICO

CARGO FIJO	165,75 \$/factura
CARGO VARIABLE	4,6397 \$/kWh

T2 - MEDIANAS DEMANDAS (de 10 kW a menos de 50 kW de demanda)

T2BT - SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN

CARGO FIJO	992,85 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	270,64 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	195,34 \$/kW-mes
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,9387 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA FUERA DE PICO	2,8143 \$/kWh

T2MT - SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN

CARGO FIJO	1.504,32 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	198,70 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	164,56 \$/kW-mes
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,8754 \$/kWh

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA FUERA DE PICO 2,7873 \$/kWh

T3 - GRANDES DEMANDAS

T3BT - SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Usuarios Finales)

CARGO FIJO 962,99 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO 365,18 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO 235,89 \$/kW-mes

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO 813,64 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO 157,37 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO 67,44 \$/kW-mes

CARGOS VARIABLES

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4R.)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 2,3648 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 2,2707 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 2,1765 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4NR.)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 2,6538 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 2,5500 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 2,4462 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.Residenciales)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 2,3648 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 2,2707 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 2,1765 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.No Res)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 2,6538 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 2,5500 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 2,4462 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Alumbrado Público)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 2,6538 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 2,5500 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 2,4462 \$/kWh

DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros entre 10 y 300kW de Demanda)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 2,6538 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 2,5500 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 2,4462 \$/kWh

DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros Mayor o igual a 300 kW de Demanda)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 8,0030 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 7,6744 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 7,3448 \$/kWh

USUARIOS FINALES Suministros entre 50 y 300kW de Demanda

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 2,8435 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 2,7398 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 2,6360 \$/kWh

USUARIOS FINALES Suministros Mayor a 300 kW de Demanda

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO 8,2119 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO 7,8733 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE 7,5437 \$/kWh

T3MT - SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Usuarios Finales)

CARGO FIJO 1.402,96 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO 282,72 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO 200,60 \$/kW-mes

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO 1.232,79 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO 115,23 \$/kW-mes

CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	49,39 \$/kW-mes
CARGOS VARIABLES	
DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4R.)	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,3082 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,2163 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,1244 \$/kWh
DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4NR.)	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,5901 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,4888 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,3875 \$/kWh
DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.Residenciales)	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,3082 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,2163 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,1244 \$/kWh
DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.No Res)	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,5901 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,4888 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,3875 \$/kWh
DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Alumbrado Público)	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,5901 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,4888 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,3875 \$/kWh
DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros entre 10 y 300kW de Demanda)	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,5901 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,4888 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,3875 \$/kWh
DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros Mayor o igual a 300 kW de Demanda)	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	7,8088 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	7,4883 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	7,1667 \$/kWh
USUARIOS FINALES Suministros entre 50 y 300kW de Demanda	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,7768 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,6753 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,5742 \$/kWh
USUARIOS FINALES Suministros Mayor a 300 kW de Demanda	
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	8,0085 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	7,6893 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	7,3677 \$/kWh
T3AT - SUMINISTROS EN ALTA TENSIÓN	
CARGO FIJO	1.653,16 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	51,68 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	37,43 \$/kW-mes
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	7,6222 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	7,3141 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	7,0232 \$/kWh
T4 - PEQUEÑAS DEMANDAS RURALES (menos de 10 kW de potencia)	
T4R- PEQUEÑAS DEMANDAS RURALES RESIDENCIALES	
CARGO FIJO T4R1	389,04 \$/mes
CARGO VARIABLE T4R1 (consumo en kWh-Mes ≤ 500)	3,6882 \$/kWh
CARGO FIJO T4R2	520,23 \$/mes
CARGO VARIABLE T4R2 (500 < consumo en kWh-Mes ≤ 700)	3,8463 \$/kWh
CARGO FIJO T4R3	649,93 \$/mes
CARGO VARIABLE T4R3 (700 < consumo en kWh-Mes ≤ 1400)	4,0019 \$/kWh
CARGO FIJO T4R4	743,04 \$/mes
CARGO VARIABLE T4R4 (consumo en kWh-Mes > 1400)	4,2283 \$/kWh
T4NR- PEQUEÑAS DEMANDAS RURALES NO RESIDENCIALES	

CARGO FIJO T4NR1	389,04 \$/mes
CARGO VARIABLE T4NR1 (consumo en kWh-Mes ≤ 500)	4,1059 \$/kWh
CARGO FIJO T4NR2	520,23 \$/mes
CARGO VARIABLE T4NR2 (500 < consumo en kWh-Mes ≤ 700)	4,2966 \$/kWh
CARGO FIJO T4NR3	649,93 \$/mes
CARGO VARIABLE T4NR3 (700 < consumo en kWh-Mes ≤ 1400)	4,4836 \$/kWh
CARGO FIJO T4NR4	743,04 \$/mes
CARGO VARIABLE T4NR4 (consumo en kWh-Mes > 1400)	4,7674 \$/kWh

TABLA DE PERDIDAS DE TRANSFORMACION CLIENTES RURALES

5 KVA monofásico	27 kWh/mes
10 KVA monofásico	43 kWh/mes
15 KVA monofásico	52 kWh/mes
16 KVA monofásico	57 kWh/mes
10 KVA trifásico	70 kWh/mes
15 KVA trifásico	86 kWh/mes
16 KVA trifásico	91 kWh/mes
20 KVA trifásico	108 kWh/mes
25 KVA trifásico	124 kWh/mes
30 KVA trifásico	136 kWh/mes
40 KVA trifásico	166 kWh/mes
50 KVA trifásico	186 kWh/mes
63 KVA trifásico	216 kWh/mes
100 KVA trifásico	251 kWh/mes

T5 - SERVICIO DE PEAJE(para Distribuidores Municipales)

T5BT - SUMINISTROS EN BAJA TENSION

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Usuarios Finales)

CARGO FIJO	204,72 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	321,11 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	137,62 \$/kW-mes

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO	162,77 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	103,11 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	44,19 \$/kW-mes

CARGOS VARIABLES

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4R.)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1525 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1463 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1402 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4NR.)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1715 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1647 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1579 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.Residenciales)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1525 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1463 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1402 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.No Res)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1715 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1647 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1579 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Alumbrado Público)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1715 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1647 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1579 \$/kWh

DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros entre 10 y 300kW de Demanda)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1715	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1647	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1579	\$/kWh
<i>DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros Mayor o igual a 300 kW de Demanda)</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,5227	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,5011	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,4795	\$/kWh
<i>USUARIOS FINALES Suministros entre 50 y 300kW de Demanda</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1715	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1647	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1579	\$/kWh
<i>USUARIOS FINALES Suministros Mayor a 300 kW de Demanda</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,5227	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,5011	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,4795	\$/kWh
T5MT - SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN		
<i>SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Usuarios Finales)</i>		
CARGO FIJO	308,46	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	212,91	\$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	91,27	\$/kW-mes
<i>SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)</i>		
CARGO FIJO	246,56	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	64,73	\$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	27,74	\$/kW-mes
CARGOS VARIABLES		
<i>DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4R.)</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0959	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0920	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0881	\$/kWh
<i>DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4NR.)</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1078	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1035	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0992	\$/kWh
<i>DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.Residenciales)</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0959	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0920	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0881	\$/kWh
<i>DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.No Res)</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1078	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1035	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0992	\$/kWh
<i>DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Alumbrado Público)</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1078	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1035	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0992	\$/kWh
<i>DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros entre 10 y 300kW de Demanda)</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1078	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1035	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0992	\$/kWh
<i>DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros Mayor o igual a 300 kW de Demanda)</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,3285	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,3149	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,3013	\$/kWh
<i>USUARIOS FINALES Suministros entre 50 y 300kW de Demanda</i>		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1078	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1035	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0992	\$/kWh

USUARIOS FINALES Suministros Mayor a 300 kW de Demanda

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,3285	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,3149	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,3013	\$/kWh

T5AT - SUMINISTROS EN ALTA TENSIÓN

CARGO FIJO	505,77	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	6,54	\$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	4,75	\$/kW-mes
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0298	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0285	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0273	\$/kWh

T6 - SERVICIO DE PEAJE A USUARIOS DE MEDIANAS DEMANDAS**T6BT - SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN**

CARGO FIJO	521,62	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	131,81	\$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	56,49	\$/kW-mes
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,2584	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA FUERA DE PICO	0,2507	\$/kWh

T6MT - SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN

CARGO FIJO	1.033,36	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	81,20	\$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	34,80	\$/kW-mes
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1950	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA FUERA DE PICO	0,1900	\$/kWh

RECARGOS POR BAJO COSENO DE FI

SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN	0,6774	\$/kvarh
SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN	0,6774	\$/kvarh
SUMINISTROS EN ALTA TENSIÓN	0,6774	\$/kvarh

SERVICIO DE REHABILITACION**PARA SERVICIO INTERRUMPIDO POR FALTA DE PAGO**

TARIFA T1R	125,09	\$
TARIFA T1RE	187,46	\$
TARIFA T1G BC y AC	738,15	\$
TARIFA T1GE	738,15	\$
TARIFA 1AP	738,15	\$
TARIFAS 2	1.814,36	\$
TARIFAS 3	2.267,83	\$
TARIFA 4	738,15	\$

CARGO POR SERVICIO DE CONEXION**CONEXIONES AEREAS****MONOFASICAS**

TARIFA T1R	995,36	\$
TARIFA T1RE	1.058,74	\$
TARIFA T1G BC	1.197,46	\$
TARIFA T1G AC	1.197,46	\$
TARIFA T1GE	1.697,55	\$

TATIFA 1AP	1.197,46	\$
TARIFAS 2	-	\$
TARIFAS 3	-	\$
TARIFA 4	1.323,34	\$

TRIFASICAS

TARIFA T1R	2.272,58	\$
TARIFA T1RE	2.865,78	\$
TARIFA T1G BC	3.645,20	\$
TARIFA T1G AC	3.645,20	\$
TARIFA T1GE	4.596,23	\$
TATIFA 1AP	3.645,20	\$
TARIFAS 2	5.475,98	\$
TARIFAS 3	8.213,98	\$
TARIFA 4	3.581,31	\$

CONEXIONES SUBTERRANEAS

MONOFASICAS

TARIFA T1R	2.272,58	\$
TARIFA T1RE	2.865,78	\$
TARIFA T1G BC	3.645,20	\$
TARIFA T1G AC	3.645,20	\$
TARIFA T1GE	4.596,23	\$
TATIFA 1AP	3.645,20	\$
TARIFAS 2	-	\$
TARIFAS 3	-	\$
TARIFA 4	3.581,31	\$

TRIFASICAS

TARIFA T1R	3.011,85	\$
TARIFA T1RE	3.468,11	\$
TARIFA T1G BC	4.829,82	\$
TARIFA T1G AC	4.829,82	\$
TARIFA T1GE	5.561,72	\$
TATIFA 1AP	4.829,82	\$
TARIFAS 2	7.757,69	\$
TARIFAS 3	11.682,10	\$
TARIFA 4	4.335,19	\$

CARGOS POR CONTRASTE DE MEDIDORES DE ENERGIA

MONOFASICO		
Pequeñas in situ	152,43	\$
Pequeñas en Laboratorio	190,54	\$
TRIFASICO		
Pequeñas in situ	228,63	\$
Pequeñas en Laboratorio	342,96	\$
Medianas y grandes demandas in situ	846,81	\$
Medianas y grandes demandas en Laboratorio	1.143,22	\$

COSTO DE LA ENERGIA NO SUMINISTRADA

CENS T1	37,81	\$/kWh
CENS T2 y T3	130,98	\$/kWh

ANEXO 5
CUADRO TARIFARIO DE EDEA S.A.
TARIFA SOCIAL para Usuarios Uso Residencial

T1 - PEQUEÑAS DEMANDAS (menos de 10 kW de demanda)

T1R - RESIDENCIAL

CARGO FIJO R1 (consumo en kWh-Mes hasta 100)	46,42 \$/mes
CARGO VARIABLE R1 (consumo en kWh-Mes hasta 100)	1,2199 \$/kWh
CARGO FIJO R2 (100 < consumo en kWh-Mes ≤ 150)	72,09 \$/mes
CARGO VARIABLE R2 (100 < consumo en kWh-Mes ≤ 150 o primeros 150)	1,3404 \$/kWh
CARGO FIJO R2 (150 < consumo en kWh-Mes ≤ 200)	142,90 \$/mes
CARGO VARIABLE R2 (150 < consumo en kWh-Mes ≤ 200)	2,9667 \$/kWh
CARGO FIJO R3 (200 < consumo en kWh-Mes ≤ 300)	194,89 \$/mes
CARGO VARIABLE R3 (200 < consumo en kWh-Mes ≤ 300 o siguientes 150)	3,1524 \$/kWh
CARGO FIJO R3 (300 < consumo en kWh-Mes ≤ 400)	194,89 \$/mes
CARGO VARIABLE R3 (300 < consumo en kWh-Mes ≤ 400)	4,2130 \$/kWh
CARGO FIJO R4 (400 < consumo en kWh-Mes ≤ 500)	241,92 \$/mes
CARGO VARIABLE R4 (400 < consumo en kWh-Mes ≤ 500)	4,3602 \$/kWh
CARGO FIJO R5	387,98 \$/mes
CARGO VARIABLE R5 (500 < consumo en kWh-Mes ≤ 700)	4,5928 \$/kWh
CARGO FIJO R6	628,10 \$/mes
CARGO VARIABLE R6 (700 < consumo en kWh-Mes ≤ 1400)	4,8388 \$/kWh
CARGO FIJO R7	766,73 \$/mes
CARGO VARIABLE R7 (consumo en kWh-Mes > 1400)	5,2414 \$/kWh

T3 - GRANDES DEMANDAS

T3BT - SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO	813,64 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	157,37 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	67,44 \$/kW-mes

CARGOS VARIABLES

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4R.)

Consumo en kWh-Mes primeros 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,3827 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,3827 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,3827 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes siguientes 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	1,3738 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	1,3267 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	1,2796 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes excedente a 300

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,3648 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,2707 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,1765 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.Residenciales)

Consumo en kWh-Mes primeros 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,3827 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,3827 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,3827 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes siguientes 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	1,3738 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	1,3267 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	1,2796 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes excedente a 300

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,3648 \$/kWh
--	---------------

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,2707	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,1765	\$/kWh
T3MT - SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN		
SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)		
CARGO FIJO	1.232,79	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	115,23	\$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	49,39	\$/kW-mes
CARGOS VARIABLES		
DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4R.)		
Consumo en kWh-Mes primeros 150		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,3744	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,3744	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,3744	\$/kWh
Consumo en kWh-Mes siguientes 150		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	1,3413	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	1,2953	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	1,2494	\$/kWh
Consumo en kWh-Mes excedente a 300		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,3082	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,2163	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,1244	\$/kWh
DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.Residenciales)		
Consumo en kWh-Mes primeros 150		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,3744	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,3744	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,3744	\$/kWh
Consumo en kWh-Mes siguientes 150		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	1,3413	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	1,2953	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	1,2494	\$/kWh
Consumo en kWh-Mes excedente a 300		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	2,3082	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	2,2163	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	2,1244	\$/kWh
T4 - PEQUEÑAS DEMANDAS RURALES (menos de 10 kW de potencia)		
T4R- PEQUEÑAS DEMANDAS RURALES RESIDENCIALES		
CARGO FIJO T4R1	186,23	\$/mes
CARGO VARIABLE T4R1 (consumo en kWh-Mes primeros 150)	1,3369	\$/kWh
CARGO FIJO T4R1	389,04	\$/mes
CARGO VARIABLE T4R1 (150 < consumo en kWh-Mes ≤ 300)	2,7397	\$/kWh
CARGO FIJO T4R1	389,04	\$/mes
CARGO VARIABLE T4R1 (300 < consumo en kWh-Mes ≤ 500)	3,6882	\$/kWh
CARGO FIJO T4R2	520,23	\$/mes
CARGO VARIABLE T4R2 (500 < consumo en kWh-Mes ≤ 700)	3,8463	\$/kWh
CARGO FIJO T4R3	649,93	\$/mes
CARGO VARIABLE T4R3 (700 < consumo en kWh-Mes ≤ 1400)	4,0019	\$/kWh
CARGO FIJO T4R4	743,04	\$/mes
CARGO VARIABLE T4R4 (consumo en kWh-Mes > 1400)	4,2283	\$/kWh
TABLA DE PERDIDAS DE TRANSFORMACION CLIENTES RURALES		
5 KVA monofásico	27	kWh/mes
10 KVA monofásico	43	kWh/mes
15 KVA monofásico	52	kWh/mes
16 KVA monofásico	57	kWh/mes
10 KVA trifásico	70	kWh/mes
15 KVA trifásico	86	kWh/mes

16 KVA trifásico	91 kWh/mes
20 KVA trifásico	108 kWh/mes
25 KVA trifásico	124 kWh/mes
30 KVA trifásico	136 kWh/mes
40 KVA trifásico	166 kWh/mes
50 KVA trifásico	186 kWh/mes
63 KVA trifásico	216 kWh/mes
100 KVA trifásico	251 kWh/mes

T5 - SERVICIO DE PEAJE(para Distribuidores Municipales)

T5BT - SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO	162,77 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	103,11 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	44,19 \$/kW-mes

CARGOS VARIABLES

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4R.)

Consumo en kWh-Mes primeros 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0224 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0224 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0224 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes siguientes 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0875 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0844 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0813 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes excedente a 300

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1525 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1463 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1402 \$/kWh

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.Residenciales)

Consumo en kWh-Mes primeros 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0224 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0224 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0224 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes siguientes 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0875 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0844 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0813 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes excedente a 300

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1525 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1463 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1402 \$/kWh

T5MT - SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO	246,56 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	64,73 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	27,74 \$/kW-mes

CARGOS VARIABLES

DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW T4R.)

Consumo en kWh-Mes primeros 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0141 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0141 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0141 \$/kWh

Consumo en kWh-Mes siguientes 150

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0550 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0530 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0511 \$/kWh

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0959	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0920	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0881	\$/kWh
DISTRIBUIDORES MUNICIPALES(Usuarios finales < a 10 kW.Residenciales)		
Consumo en kWh-Mes primeros 150		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0141	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0141	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0141	\$/kWh
Consumo en kWh-Mes siguientes 150		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0550	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0530	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0511	\$/kWh
Consumo en kWh-Mes excedente a 300		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,0959	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,0920	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,0881	\$/kWh

ANEXO 6
CUADRO TARIFARIO DE EDEA S.A.

Para Usuarios Grandes Demandas >300kW Org. Púb.(SALUD/EDUCACIÓN)

T3 - GRANDES DEMANDAS

T3BT - SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Usuarios Finales)

CARGO FIJO	962,99 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	365,18 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	235,89 \$/kW-mes

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO	813,64 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	157,37 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	67,44 \$/kW-mes

CARGOS VARIABLES

DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros Mayor o igual a 300 kW de Demanda)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	3,6385 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	3,4983 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	3,3570 \$/kWh

USUARIOS FINALES Suministros Mayor a 300 kW de Demanda

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	3,8474 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	3,6971 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	3,5559 \$/kWh

T3MT - SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Usuarios Finales)

CARGO FIJO	1.402,96 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	282,72 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	200,60 \$/kW-mes

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO	1.232,79 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	115,23 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	49,39 \$/kW-mes

CARGOS VARIABLES

DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros Mayor o igual a 300 kW de Demanda)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	3,5507 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	3,4139 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	3,2761 \$/kWh

USUARIOS FINALES Suministros Mayor a 300 kW de Demanda

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	3,7504 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	3,6150 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	3,4772 \$/kWh

T5 - SERVICIO DE PEAJE(para Distribuidores Municipales)

T5BT - SUMINISTROS EN BAJA TENSIÓN

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Usuarios Finales)

CARGO FIJO	204,72 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	321,11 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	137,62 \$/kW-mes

SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)

CARGO FIJO	162,77 \$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	103,11 \$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	44,19 \$/kW-mes

CARGOS VARIABLES

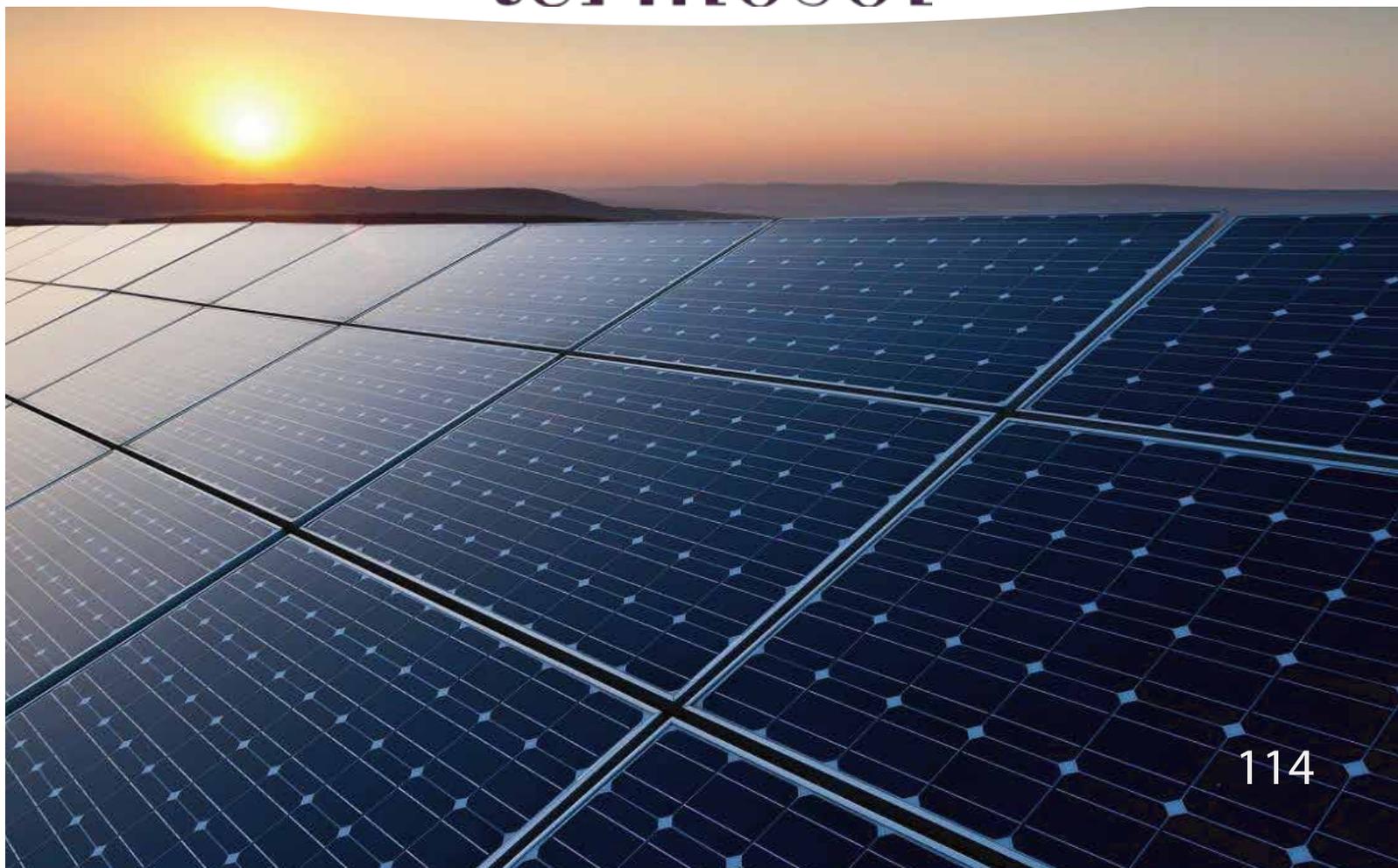
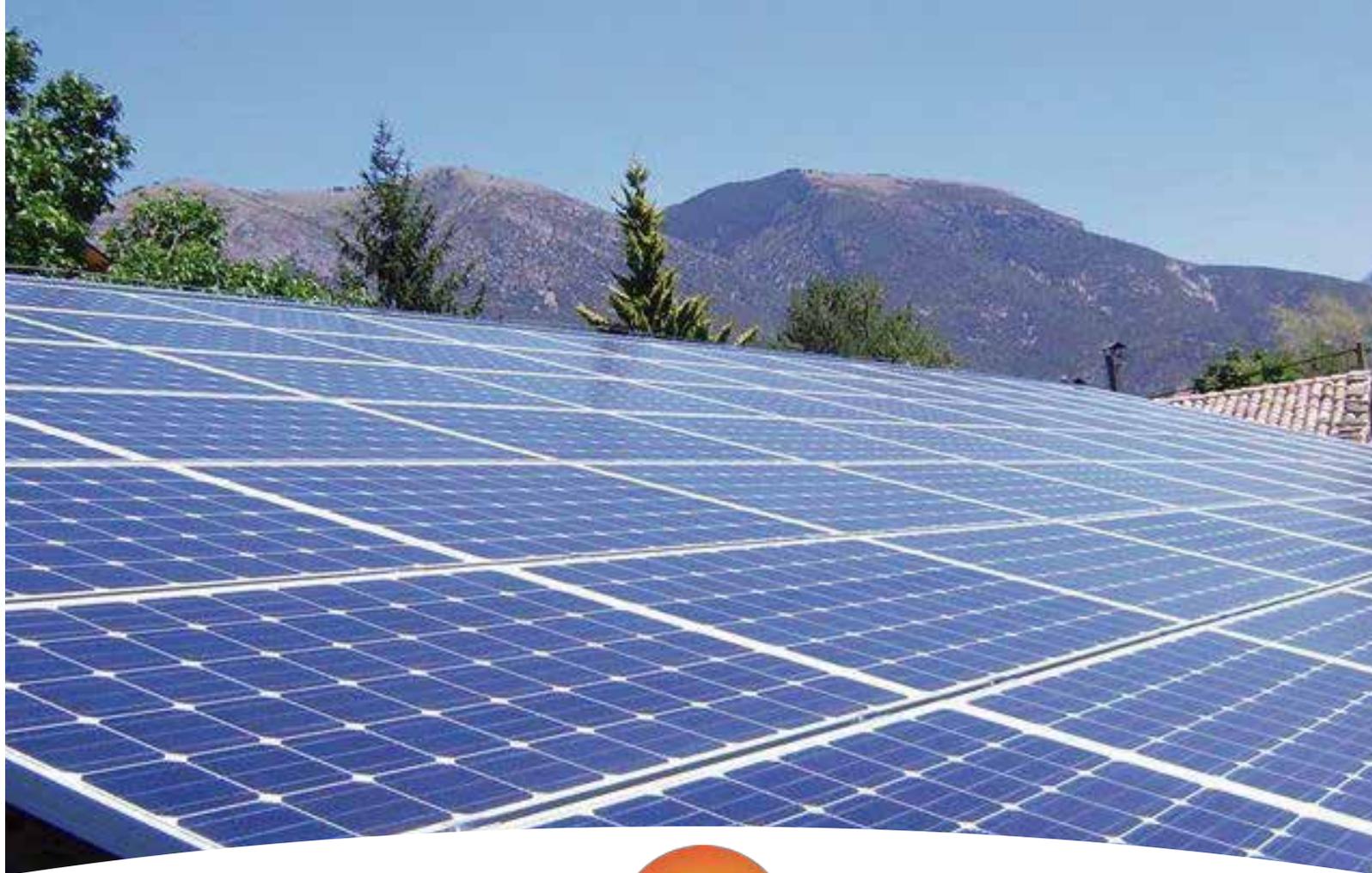
DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros Mayor o igual a 300 kW de Demanda)

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,2361 \$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,2269 \$/kWh

CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,2177	\$/kWh
USUARIOS FINALES Suministros Mayor a 300 kW de Demanda		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,2361	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,2269	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,2177	\$/kWh
T5MT - SUMINISTROS EN MEDIA TENSIÓN		
SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Usuarios Finales)		
CARGO FIJO	308,46	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	212,91	\$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	91,27	\$/kW-mes
SUMINISTROS >= a 50 kW de demanda (Distribuidores Municipales)		
CARGO FIJO	246,56	\$/mes
CARGO POR POTENCIA EN PICO	64,73	\$/kW-mes
CARGO POR POTENCIA FUERA PICO	27,74	\$/kW-mes
CARGOS VARIABLES		
DIST. MUNICIPALES (Usuarios finales Suministros Mayor o igual a 300 kW de Demanda)		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1484	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1426	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1368	\$/kWh
USUARIOS FINALES Suministros Mayor a 300 kW de Demanda		
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN PICO	0,1484	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN RESTO	0,1426	\$/kWh
CARGO VARIABLE POR ENERGÍA DEMANDADA EN VALLE	0,1368	\$/kWh



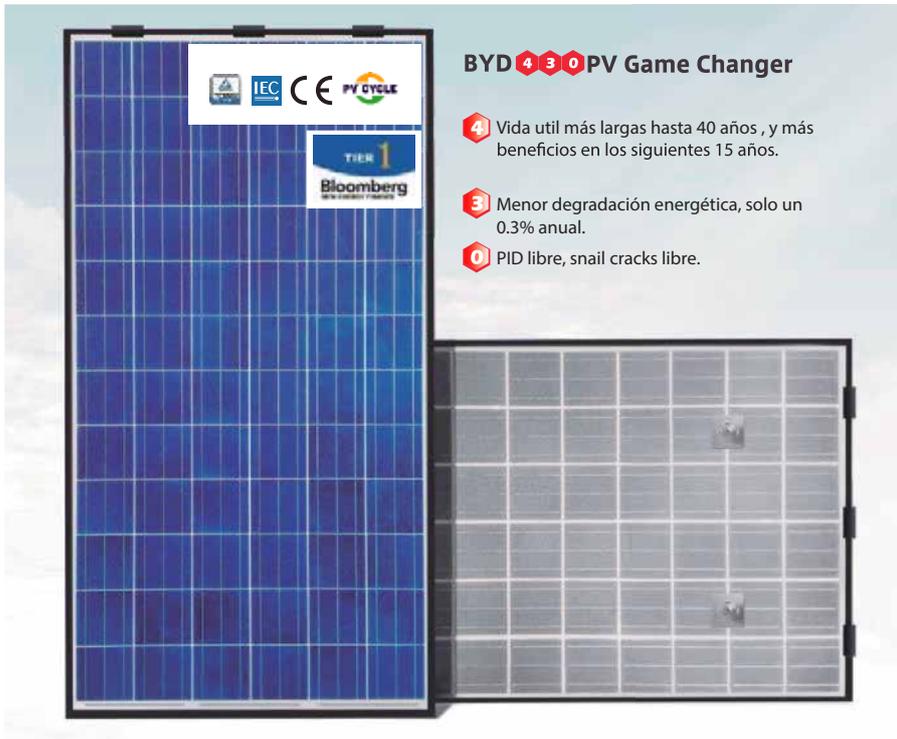
ANEXO 6 : INFORME TECNICO PANELES FOTOVOLTAICOS



BYD P6C-36-DG Series-3BB



295W 300W 305W 310W



BYD 430 PV Game Changer

- 4** Vida útil más largas hasta 40 años , y más beneficios en los siguientes 15 años.
- 3** Menor degradación energética, solo un 0.3% anual.
- 0** PID libre, snail cracks libre.

Game Changer BYD segunda generación de doble vidrio



Más rentable

- Menor degradación energética, 0.3 % por año.
- Mayor vida útil, hasta 40 años de funcionamiento, y mayores beneficios después de los siguientes 15 años.
- Fácil instalación.
- Bajo balance en el costo de sistemas.



Más durables

- Diseño de módulos de doble vidrio para minimizar las microscopadas.
- Vida útil más larga, hasta 40 años.



Más eficientes

- Sin resistencia alguna a rayos UV.
- Salida de energía con más potencias.



Más confiables

- PID libre.
- Senderos de caracoles libres.
- Materiales encapsulados estables.



promedio de eficiencia en las celdas de hasta un 17.8% excelente rendimiento óptico



tolerancia positiva 0-5w, confiabilidad en el desempeño de conexiones de salida



12 años por productos. 25 años de garantía lineal.



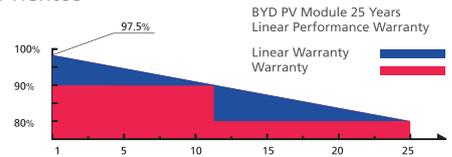
sistemas para techos residenciales. on/off cuadrículas de sistemas comerciales. on/off cuadrículas para sistemas utilitarios



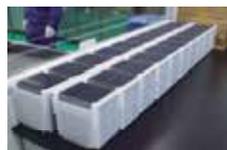
5400Pa en pruebas de cargas de nieve. 2400Pa en pruebas de cargas de vientos



IEC 61215(Edition 2005), IEC 61730, UL1703, ISO9001:2008, ISO14001:2004



Procesos de producción



producción de obleas



producción de celdas



producción de módulos



módulos

Sobre BYD

BYD (HK:1211), una de las empresas puntas fabricantes de PV, produciendo desde obleas hasta módulos. Comprometido con una alta calidad en equipos sustentables y su continua evolución. La integración de vehículos y tecnología en acumulación de energía en baterías hace a BYD el líder mundial en producción de generadores energéticos hasta su consumo y acumulación.

Termosol Representante Oficial de BYD Company

Termosol Casa Central
Av. Colón 4726 • Córdoba, Argentina
Tel. +54 (351) 4850201
www.termosol.com.ar • info@termosol.com.ar

iMars BG Series Inversor Solar Trifásico de red

BG4KTR
BG5KTR
BG6KTR
BG8KTR
BG10KTR



El inversor trifásico de la serie BG es una nueva generación de inversores de cadena PV que ha sido desarrollada por INVT para clientes residenciales y pequeños clientes comerciales. Esta serie adopta las últimas tecnologías y la combinación de topología de tres niveles con SVPWM.

Esta serie también tiene muchas ventajas excepcionales tales como tamaño compacto, peso ligero, instalación y mantenimiento fáciles, y sobre todo, precios competitivos.

También ofrece soluciones flexibles de configuración y monitoreo de sistemas domésticos y comerciales.

Características

- Las tecnologías principales son de Alemania.
- Optimización de software para la red eléctrica con una adaptabilidad mucho más amplia.
- Global de monitoreo integrado y la gestión, el apoyo a todo tipo de dispositivos móviles portátiles, HMI es opcional.
- Amplio rango de voltaje, menor voltaje de arranque y mayor eficiencia de conversión.
- Diseñado con la última tecnología de simulación térmica para una vida útil más larga.

Especificaciones

	BG4KTR	BG5KTR	BG6KTR	BG8KTR	BG10KTR
Entrada (DC)					
Max. Voltaje DC (V)	900				
Tensión de arranque / mín. tensión de funcionamiento (V)	220/180				
Potencia de arranque (W)	150				
MPPT rango de voltaje de funcionamiento / Tensión nominal	200-800/580				
Rango de voltaje de pot.nominal (V)	210-800	260-800	300-800	400-800	450 - 800
Número de MPPT / Cadena por MPPT	2/2				
Max. Potencia CC(W)	4200	5200	6200	8300	10400
Max. Corriente continua (A) por MPPT x Número de MPPT	10x2	10x2	10x2	12x2	12x2
DC Interruptor	Integrado				
Salida (AC)					
Potencia máxima (W)	4000	5000	6000	8000	10000
Max. Corriente de salida AC (A)	7	8.5	10	13	15
Rango de voltaje AC	3/PE, 230/400V (320~460V) ;3/PE,220/380V (320~460V). De acuerdo a VDE0126-1-1, VDE-AR-N4105, CQC, G83/2,C10/11, AS4777/3100.				
Frecuencia de cuadrícula	50Hz (47~51.5Hz) / 60Hz (57~61.5Hz) De acuerdo a VDE0126-1-1, VDE-AR-N4105, CQC, G83/2,C10/11, AS4777/3100.				
Factor de potencia	-0.8~+0.8 (Ajustable)				
THD	< 3% (A potencia nominal)				
Conexión de CA	Trifásico (L1, L2, L3, PE) o (L1, L2, L3, N, PE)				
Sistema	Método de enfriamiento natural				
método de enfriamiento	98.10%	98.10%	98.20%	98.20%	98.20%
Max efficiency	97.50%	97.60%	97.70%	97.70%	97.70%
Euro-efficiency	99.9%				
MPPT efficiency	IP65				
Grado de protección	<0.5W				
Autoconsumo (por la noche)					
Topología	Sin transformador				
Rango de temp. de funcionamiento	-25 °C ~ + 60 °C(derate después de 45 °C)				
Humedad relativa	0~95%, Sin condensación				
Protección	Control de aislamiento de CC, control de falla de puesta a tierra, protección de isla, protección contra sobretensión y cortocircuito, etc.				
Ruido	< 30dB		< 50dB		
Pantalla y comunicación					
Monitor	Pantalla LCD de 2,1 pulgadas, pantalla retroiluminada de apoyo				
Idioma del sistema	Inglés, chino, alemán, holandés				
Interfaces de comunicación:	RS485 (Standard), WiFi, Ethernet (Opcional)				
Parámetros mecánicos					
Dimensiones (H x W x D mm)	530x360x150			575x360x150	
Peso (kg)	20			23	
Instalación	Montaje de pared				
Otros					
Terminal de CC	BC03A, BC03B (PV-FT-CF-C-4-300-BU (-); PV-FT-CM-C-4-300-RD (+), Helios H4 4mm ²)				
Certificaciones	VDE0126-1-1, VDE-AR-N4105, G59/3, C10/11, AS4777/3100, CQC EN61000-6-1:4, EN61000-11:12, IEC62109-1:2010, PEA, LVRT				
Garantía de fábrica (años)	5 (standard) / 10, 15, 20 (opcional)				

iMars BG Series Inversor Solar Trifásico de red

BG12KTR
BG15KTR
BG17KTR
BG20KTR-M



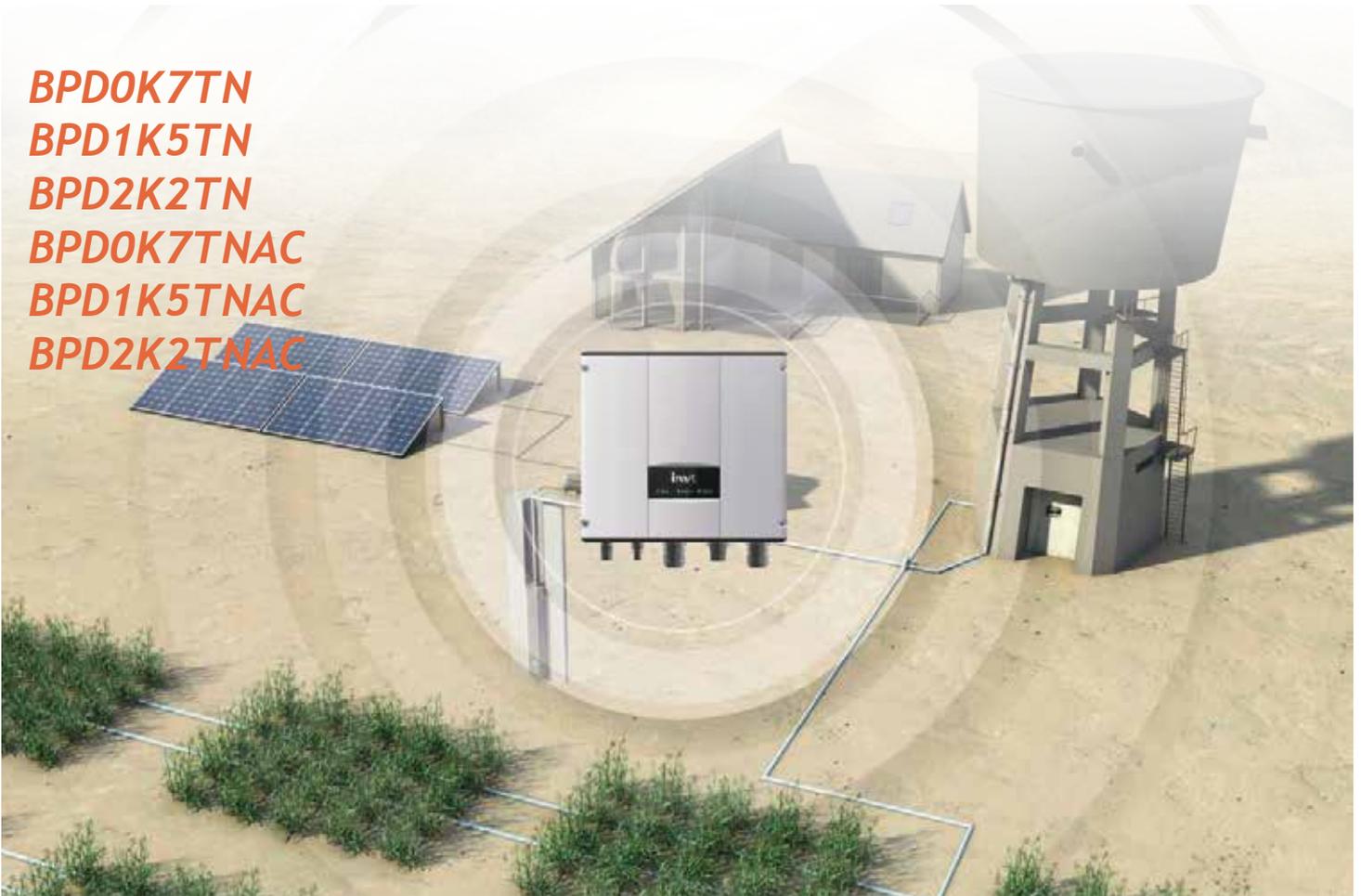
Los inversores solares trifásicos con conexión a red de la serie iMars BG adoptan la última tecnología combinada de Topología T de tres niveles y SVPWM, proporcionan soluciones flexibles de configuración y monitoreo de sistemas domésticos, comerciales y de plantas de energía.

Características

- Los MPPT duales funcionan independientemente y permiten una alimentación de entrada desequilibrada. Una entrada máxima de MPPT es hasta un 60% de la potencia de Max.DC.
- Alta eficiencia y rendimiento estable en todo el voltaje de entrada y rango de potencia de salida.
- La eficiencia máxima es de hasta 98,3%.
- Amplio rango de voltaje de entrada ofrece más posibilidades de aceptar diferentes configuraciones de cuerdas y diferentes topologías de módulos fotovoltaicos.
- Los condensadores de bus consisten en condensadores avanzados de película, diseñados con la última tecnología de simulación térmica para una vida útil más larga.
- El combinador DC inteligente integrado y la protección contra sobretensiones mejoran la flexibilidad del sistema y reducen el coste.
- El interfaz auxiliar de la energía de la CC 5V 200mA es opcional para la extensión del sistema.
- La potencia de salida de CA es ajustable entre 1-100%.
- Control de potencia reactiva y factor de potencia ajustable: 0,8 ~ ~ 0,8 retraso.
- RS485, Ethernet, WiFi, GPRS Los modos de comunicación son opcionales para realizar múltiples soluciones de monitoreo vía local o internet por PC, teléfono inteligente, etc.

Especificaciones

	BG12KTR	BG15KTR	BG17KTR	BG20KTR-M
Entrada (DC)				
Max. Tensión de CC (V)			1000	
Tensión de arranque / mín. Tensión de funcionamiento (V)		200/180		300/200
Potencia de arranque (W)			150	
MPPT Rango de voltaje de funcionamiento (V) / Tensión nominal		180- 800/610V		280- 800/610V
Rango de voltaje de potencia nominal (V)	350 - 800	400 - 800	400 - 800	450-800
Número de MPPT / String por MPPT			2/2	
Max. Potencia de CC (W)	12500	15600	17500	20800
Max. Corriente CC (A) Por MPPT x Número de MPPT	19x2	21x2	23x2	25x2
DC Interruptor			Integrado	
Salida (AC)				
Potencia nominal (W)	12000	15000	17000	20000
Corriente CA máxima (A)	20	24	28	32
Voltaje y rango de CA nominales / Frecuencia y rango de frecuencia asignados		3/PE, 230/400V, (320~460V), 3/PE,220/380V, (320~460V) 50Hz (47~51.5Hz) / 60Hz (57~61.5Hz) De acuerdo a VDE0126-1-1, VDE-AR-N4105, CQC, G59/3, C10/11, AS4777/3100.		
Factor de potencia		-0.8~+0.8 (Ajustable)		
THD		< 3% (A potencia nominal)		
AC conexión		trifásico (L1, L2, L3, PE) or (L1, L2, L3, N, PE)		
Sistema				
Método de enfriamiento		Método de refrigeración inteligente		
Max eficiencia	98.20%	98.30%	98.30%	98.40%
Euro-eficiencia	97.60%	97.80%	97.80%	98.00%
MPPT eficiencia		99.90%		
Grado de protección		IP65		
Autoconsumo (por la noche)		<0.5W		
Topología		Sin transformador		
Rango de temperatura de funcionamiento		-25°C~+60°C (disminuir después45°C)		
Humedad relativa		0~95%, sin conensación		
Funciones de protección		Control de aislamiento de CC, monitoreo de CC, monitoreo de fallas a tierra, monitoreo de red, protección de isla, protección de sobretensión y cortocircuito, etc.		
Ruido		< 50dB		
Display y comunicación				
Display		Pantalla LCD de 3,5 pulgadas, pantalla retroiluminada de apoyo		
Idioma del sistema		Inglés, chino, alemán, holandés		
Llave		Integrado		
Interfaces de comunicación		RS485 (Standard) WiFi, Ethernet (Optional)		
Parámetros mecánicos				
Dimensiones (H x W x D mm)		610x480x204		
Peso (kg)		38		
Instalación		montaje en la pared		
Otros				
DC terminal		BC03A, BC03B (PV-FT-CF-C-4-300-BU (-); PV-FT-CM-C-4-300-RD (+), Helios H4 4mm ²)		
Certificaciones		VDE0126-1-1, VDE-AR-N4105, CQC, G59/3, C10/11, AS4777/3100. EN61000-6-1:4, EN61000-11:12, IEC62109-1:2010, PEA, LVRT		
Garantía de fábrica (años)		5 (standard) / 10, 15, 20 (opcional)		



BPD0K7TN
BPD1K5TN
BPD2K2TN
BPD0K7TNAC
BPD1K5TNAC
BPD2K2TNAC

Inversor de bombeo solar

El inversor solar de la bomba de agua de la serie de BPD adopta la tecnología dinámica de VI MPPT y la tecnología del control del motor, y es conveniente para las bombas de agua de la CA con respuesta inmediata, eficacia alta y funcionamiento estable.

Características

- Ayuda que conduce el motor monofásico y el motor trifásico de 220V.
- Un inversor de la bomba se puede conectar con las bombas múltiples, control del vector de la ayuda.
- Clase de protección IP65 y diseño de sistema sin ventilador, con instalación conveniente, sin mantenimiento.
- Función de bypass opcional, entrada de la energía de 220V Utility de la ayuda y entrada del motor diesel; Módulo opcional de detección de nivel de agua y módulo de arranque / parada del motor diesel.
- El bajo voltaje de arranque y el amplio rango de voltaje de entrada brindan más posibilidades de aceptar múltiples configuraciones de cadenas fotovoltaicas y diferentes topologías de módulos fotovoltaicos.
- El control inteligente digital puede ajustar de forma flexible y establecer el rango de velocidad de la bomba. Además de la función suave del comienzo puede también proporcionar la protección del relámpago, la sobretensión, sobre la corriente, la función etc. de la protección de la sobrecarga.

Especificaciones

	BPD0K7TN	BPD1K5TN	BPD2K2TN	BPD0K7TNAC	BPD1K5TNAC	BPD2K2TNAC
Entrada (DC)						
Max. Tensión de CC (V)	450	450	450	450	450	450
Tensión de arranque (V)	80	100	80	80	100	100
Tensión mínima de trabajo (V)	60	80	60	60	80	80
MPPT Voltaje de funcionamiento Rango (V)	80-400	100-400	80-400	80-400	100-400	100-400
Número de MPPT	1					
Max. Corriente CC (A)	9	12	12	9	12	12
Entrada de derivación (AC)						
Tensión de entrada (VAC)	N/A		220/230/240(1PH)-15%+10%			
Frecuencia de entrada (Hz)	N/A		47-63			
Método de conexión de entrada (AC)	N/A		1P2L			
Salida (CA)						
Potencia nominal (W)	750	1500	2200	750	1500	2200
Corriente nominal (A)	5.1 (1PH)	10.2 (1PH)	14 (1PH)	5.1 (1PH)	10.2 (1PH)	14 (1PH)
	4.2 (3PH)	7.5 (3PH)	10 (3PH)	4.2 (3PH)	7.5 (3PH)	10 (3PH)
Método de conexión de salida	1P2L / 3P3L					
Frecuencia de salida (Hz)	1-400					
Actuación						
Modo de control	Tecnología de control de motores					
Topología del motor	Máquina asíncrona					
Otro parámetro						
Dimensiones (H x W x D mm)	280x300x130					
Peso (kg)	≤10.5					
Grado de protección	IP65					
Método de enfriamiento	Método de enfriamiento natural					
HMI	La pantalla del LED extiende (no apoya la pantalla del LCD)					
Comunicación						
Comunicación externa	Entradas digitales RS485 / 3					
Certificación						
Certificación	CE: IEC61800-3 C3					
Ambiente de trabajo						
Temperatura ambiente	-25 °C ~ 60 °C (Disminuir después de 45 °C)					
Altitud de trabajo	3000m (Más de 2000m de reducción de capacidad)					
Vida de diseño	5 años (garantía 18 meses)					
Configuración de la matriz solar recomendada						
250Wp (circuito abierto Tensión 38V ± 3V)	4*1	8*1	11*1	4*1	8*1	11*1
300Wp (circuito abierto Voltaje 45V ± 3V)	3*1	6*1	9*1	3*1	6*1	9*1

Termosol® Representante Oficial de INVT en Argentina

YC500 Microinversor

Introducción

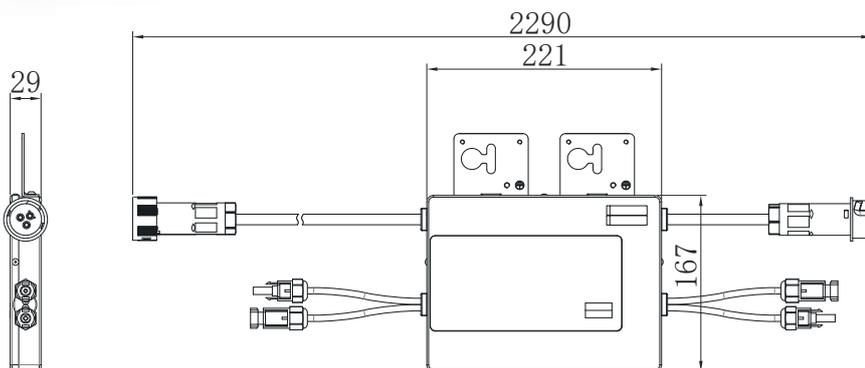
- Conexión de dos módulos
Máxima potencia de producción de hasta 500W
- Aprovechamiento de MPPT por cada módulo solar
- Eficiencia pico del 95.5%



Ventajas

-  Seguridad No altos voltajes DC, no riesgos personales y/o de incendio
-  Flexible De fácil instalación, con un cable único de conexión
-  Confiable Diseño para una vida de funcionamiento por 25 años
-  Ahorro en Costos Diseño simple, sin elementos DC, reduce personal
-  Inteligente MLPM, sistema mundial para localización de averías
-  Productividad Produce hasta 25% más energía

Dimensiones



Tipo
YC500I-EU*
Datos de Entrada (DC)

Potencia de entrada recomendada (STC)	180~310Wp
Rango de voltaje MPPT	22~45V
Rango de voltaje de operación	16~52V
Voltaje máximo de entrada	55V
Corriente máxima de entrada	10.5Ax 2
Corriente máxima de cortocircuito DC	15A

Datos de Salida (AC)

Potencia de salida pico	530W
Corriente nominal de salida	2.17A
Voltaje/campo nominal	230V
Frecuencia/campo nominal	50Hz
Factor de potencia	>0.99
Distorsión total armónica	<3%
Máximo número de inversores por circuito derivado	7/14 MODULOS

Rendimiento

Máxima eficiencia del inversor	95.5%
Consumo	120mW

Datos Mecánicos

Rango de temperatura ambiente en funcionamiento	-40 ~ +65°C
Intervalo de temperatura en almacenamiento	-40 ~ +85°C
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundidad)	221mm X 167mm X 29mm
Peso (kg)	2.5
Corriente máxima del cable CA	20A
Tipo de conector	MC4
Grado de protección	Enclosure Rating IP67
Refrigeración	Convección natural - Sin ventiladores

Características y Conformidad

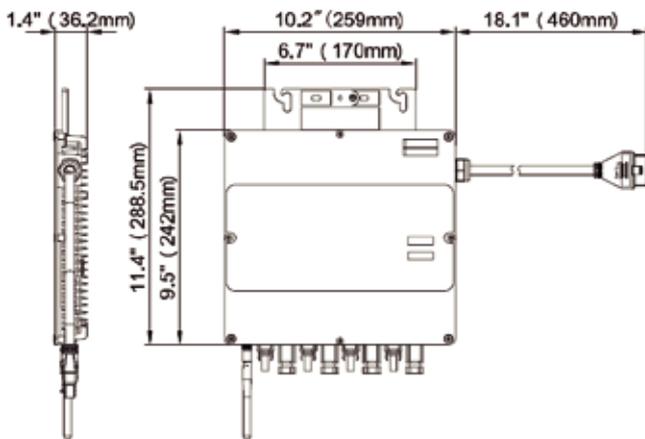
Comunicación	PLC
Diseño del transformador	Transformadores de alta frecuencia aislados galvánicamente
Garantía	10 años standard ; 20 años opcional
Compatibilidad electromagnética (EMC)	EN 62109-1; EN 62109-2; EN61000-6-1; EN61000-6-2; EN61000-6-3; EN61000-6-4;
Monitoreo	Via EMA**software
Compatibilidad con la red de electricidad	EN50438 ; VDE126-1-1/A1 ; VDE-AR-N 4105 ; G83 issue 2

¹1 Programable a través de ECU para satisfacer diferentes requerimientos de los clientes.

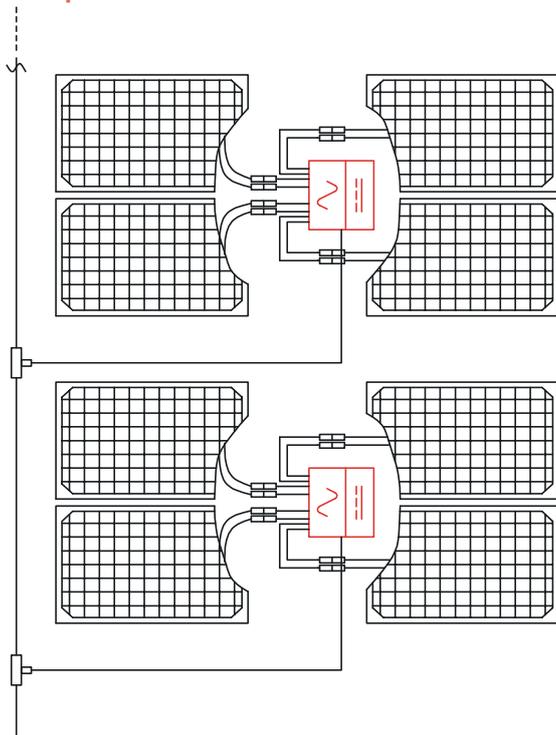
YC1000-3 Microinversor

- El Primer Microinversor con **Salida AC Trifásica** del mundo
- La mejor opción para **Comercios con Centrales Eléctricas**

Diagrama



Esquema de Cableado



Introducción del YC1000-3

Salida AC trifásica balanceada

No cuenta con capacitor electrolítico

Hasta 4 paneles solares interconectados

Monitoreo individual por panel solar

Comunicación vía banda ancha

Tipo **YC1000**

Datos de Entrada (DC)

Potencia de entrada recomendada	Hasta 310 Wp (configuración de 4 módulos) Hasta 360 Wp (configuración de 3 módulos)
Rango de voltaje MPPT	16~55VDC
Rango de voltaje de operación	16~55VDC
Voltaje máximo de entrada DC	60VDC
Corriente máxima de entrada DC	14.8A×4

Datos de Salida (AC)

Potencia de salida pico	900W
Voltaje nominal de salida	3 fases 230/400V- 50Hz
Corriente nominal de salida	1.3A x 3
Frecuencia nominal de salida	50Hz
Factor de potencia	>0.99
Distorsión total armónica	<3%
Unidades máximas por rama (20 A)	12 para 20A X 3 Breaker / 48 Módulos

Rendimiento

Máxima eficiencia del inversor	95%
Eficiencia ponderada por CEC	94.5%
Máxima eficiencia MPPT	99.9%
Consumo de potencia nocturno	300mW

Datos Mecánicos

Intervalo de temperatura ambiente	-40 ~ +65°C
Intervalo de temperatura en almacenamiento	-40 ~ +85°C
Dimensiones (Ancho x Alto x Profundidad)	259mm × 242mm × 36mm
Peso (kg)	3.8
Corriente máxima del cable CA	20A x 3
Tipo de conector	MC4
Grado de protección	IP67
Refrigeración	Convección natural - sin ventilador

Características

Comunicación	Zigbee
Monitoreo	EMA***software
Diseño del transformador	Transformadores de alta frecuencia aislados galvánicamente
Cumplimiento de EMC y seguridad	EN 62109-1; EN 62109-2; EN61000-6-1; EN61000-6-2; EN61000-6-3; EN61000-6-4;
Diseño del transformador	EN50438 ; VDE126-1-1/A1
Compatibilidad con la red de electricidad	EN50438 ; VDE126-1-1/A1
Garantía	10 años standard ; 20 años opcional

Programable a través de ECU para satisfacer diferentes requerimientos de los clientes.

ECU: Unidad de Monitoreo de Energía

La unidad ECO recopila la información de cada microinversor de forma individual a través de la comunicación PLC en tiempo real, ofreciendo un monitoreo integral al tiempo que optimiza el rendimiento y el poder. Entre los datos recopilados se incluyen la corriente y tensión de alimentación en la sección DC, así como los valores de potencia, tensión, frecuencia y temperatura interna para la sección de salida AC.

Las funciones inalámbricas agregan comodidad a la instalación, eliminando la necesidad de utilizar cable Ethernet y permitir a los instaladores conectarse al ECU utilizando cualquier dispositivo inalámbrico para ver la producción y ajustar la configuración del mismo.



EMA: Sistema de Monitoreo y Análisis

El sistema EMA cuenta con los atributos para almacenar y presentar el desempeño de cualquier microinversor APS interconectado a la red local de electricidad. El usuario final puede iniciar sesión y acceder al propio sistema mediante el navegador de internet para observar a detalle la operación en tiempo real. Este sistema sirve como soporte “en línea” para solucionar problemas, incrementando aún más la confiabilidad del sistema de forma significativa.



Sistema de Monitoreo Inalámbrico



Características Técnicas

ECU-3

Interface de Comunicación

PLC	Propiedad APS
Ethernet	10/100M
Interfase USB	Estándar
Puerto serial RS232 (Módem GPRS)	Opcional

Requerimientos de Potencia

Salida corriente alterna (AC)	110-240VAC, 50-60Hz
Consumo de potencia	2.5W

Datos Mecánicos

Dimensiones (Ancho x Alto x Profundidad)	182mm x 113mm x 42mm
Peso	380 grs
Intervalo de temperatura ambiente	-40°C hasta +65°C
Refrigeración	Convección natural
Clasificación ambiental de la carcasa	Aplicaciones Internas - NEMA 1 (IP30)

Características

Período de garantía estándar	1 año
Estándares	IEC 60950, GB/T17799

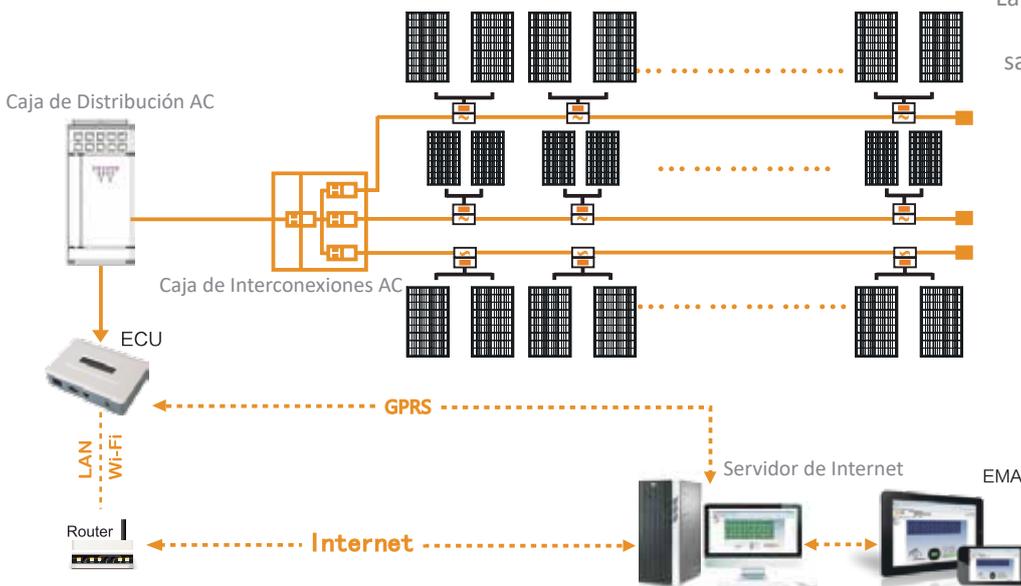


Toda la electricidad generada por el sistema solar fotovoltaico (FV) será enviada a la red local de electricidad.



La electricidad generada por el sistema solar fotovoltaico (FV) se consume como prioridad para satisfacer las necesidades de auto consumo en primer plano, mientras que los excedentes disponibles serán canalizados hacia la propia red local.

Sistema de Microinversor



Termosol® Representante Oficial de APS en Argentina

ANEXO 7 : TABLA DE RELEVAMIENTO ELECTRICO

EQUIPO	N°	CONSUMO	Horas de uso diario	Horas de uso Anual	Consumo Anual
Cafetera	1	0,5kwh	1	365	182,5kwh
TV	2	0,1kwh	6	2190	438kwh
Telefono	1	0,005kwh	12	4380	21,9kwh
Ruter wifi	1	0,0046kwh	24	8760	40,30kwh
Radio	1	0,144kwh	1	365	52,56kwh
Licuadaora	1	0,4kwh	1	365	146kwh
Calefactor	2	0,09kwh	3	1095	175,2kwh
Bomba de Agua	1	0,5kwh	10	3650	1825kwh
Computadora	2	0,15kwh	4	1460	438kwh
Multiprocesadora	1	0,75kwh	1	365	273,75kwh
Tostadora	1	0,5kwh	1	365	182,5kwh
Impresora	1	0,072kwh	3	1095	78,84kwh
Cargador de celular	2	0,005kwh	3	1095	10,95kwh
Bombilla led	8	0,006kwh	6	2190	105,12kwh
Heladera	1	0,35kwh	6	2190	766,5kwh
Bombilla bajo consumo	11	0,005kwh	6	2190	120,45kwh
Lavarropas	1	2,1kwh	1	365	766,5kwh
Total de consumo Anual = 5624,07KW					



BIBLIOGRAFIA

<https://es.weatherspark.com/y/29078/Clima-promedio-en-Mar-del-Plata-Argentina-durante-todo-el-a%C3%B1o>

<https://www.ufasta.edu.ar/noticias/2016/12/14/mapa-de-ruido-contaminacion-sonora-en-mar-del-plata/>

<https://www.mardelplata.gob.ar/Contenido/cambio-clim%C3%A1tico-en-nuestra-ciudad>

<https://www.utpl.edu.ec/jorgeluisjaramillo/wp-content/uploads/2010/06/renlux-paneles-fv.pdf>

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_esia_proyectos_energias_renovables_0.pdf

<https://www.edeaweb.com.ar/>

http://www.termosol.com.ar/?fbclid=IwAR0P1mSOUKbplKwITUSYmVmRlwK90Aa1UiktRKdJUwLTmt7f_C6d82rEY