


	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

## ESTANDAR TECNICO


## POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS

MARZO 2017

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

## CONTENIDO

1.	OBJETIVO .....	3
2.	GENERALIDADES.....	3
3.	NORMATIVA APLICABLE .....	6
4.	TERMINOLOGÍA.....	6
5.	CARACTERÍSTICA GENERALES DEL POSTE DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICO .....	7
6.	CALCULOS JUSTIFICATIVOS .....	12
7.	DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS Y SUS INSTALACIONES .....	12
8.	OTROS REQUERIMIENTOS .....	19
9.	TRANSPORTE Y MONTAJE DE PANELES Y EQUIPOS .....	19
10.	DOCUMENTOS A PRESENTAR .....	20
11.	CAPACITACIÓN .....	21
12.	MANTENCIÓN .....	21
13.	ANTECEDENTES .....	22
14.	ANEXOS.....	24


	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

## 1. OBJETIVO

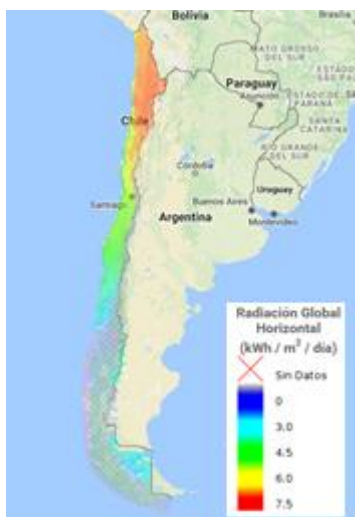
Las siguientes Especificaciones Técnicas tienen por objetivo definir los requerimientos mínimos para proyectar, suministrar e instalar un sistema de iluminación para espacios comunes abiertos en base a poste de alumbrado fotovoltaicos dentro de condominios sociales.

## 2. GENERALIDADES


- 2.1. Las presentes EETT consideran que el oferente deberá generar e implementar un proyecto de iluminación eléctrica a través de postes de alumbrado alimentado solo por paneles fotovoltaicos sin conexión a la red de distribución eléctrica pública.
- 2.2. Los lugares destinados para su instalación son plazas o áreas verdes, veredas interiores y aéreas públicas extensas sin alumbrado público, por donde solo circulen peatones.
- 2.3. No aplica su instalación en lugares tales como antejardines y aéreas a corta distancia de ventanas de departamentos que dificulten las horas de sueño de los ocupantes (ver punto 5.9.6).
- 2.4. El proyecto e implementación del sistema de iluminación de espacios comunes abiertos a través de postes de alumbrados fotovoltaicos en condominios sociales deben cumplir a cabalidad con lo establecido en la presente Especificación Técnica y con toda la normativa vigente aplicable.
- 2.5. Un poste de alumbrado fotovoltaico debe incluir necesariamente los siguientes componentes:
  - Luminaria led
  - Un poste
  - Brazo para luminaria
  - Estructura de montaje para los paneles fotovoltaicos
  - Paneles fotovoltaicos
  - Regulador de carga
  - Baterías
  - Cableado (conductores)
  - Gabinete metálico colgante, para contener la(s) batería(s) y el regulador de carga en compartimientos separados.
  - Fundación para montaje de poste.
- 2.6. Los paneles fotovoltaicos deberán proveer de toda la energía eléctrica necesaria para que el poste de alumbrado funcione desde el anochecer al amanecer.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 <b>Ministerio de Vivienda y Urbanismo</b>  Gobierno de Chile
<b>EETT-IFV-CS-PAF</b>	<b>POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS</b>	

- 2.7.** El sistema debe proveer de iluminación las horas que sean necesarias independientemente de la época del año o la región en donde se instale asegurando niveles de iluminancia seguros desde el anochecer hasta el amanecer.
- 2.8.** El poste de alumbrado fotovoltaico debe operar los 365 días del año durante toda la noche (desde el anochecer hasta el amanecer) en cualquiera de las zonas de radiación solar definidas por el Ministerio de Energía y debe estar previsto su funcionamiento normal en aquellas zonas complejas con alta nubosidad anual (zona costera) o baja radiación (zona austral).



- 2.9.** El sistema deberá funcionar en óptimas condiciones aun cuando pasen dos días nublados consecutivos sin la radiación suficiente para que el sistema recupere su carga (autonomía de 28 horas de operación, lo que corresponde a dos noches de operación).
- 2.10.** Los niveles de iluminancia horizontal mantenida deben cumplir lo establecido en el Decreto 51/2015, del Ministerio de Energía, Artículo 19 y 21.
- 2.11.** El oferente debe entregar entre otros lo siguiente ítems:
- 2.11.1 Memoria de cálculo del sistema fotovoltaico.
  - 2.11.2 Suministro e instalación de luminarias con lámparas de tecnología led de última generación.
  - 2.11.3 Suministro e instalación de paneles fotovoltaicos autorizados por la SEC.
  - 2.11.4 Suministro e instalación de regulador de carga de batería.
  - 2.11.5 Memoria de Cálculo, suministro, cableado e instalación del banco de baterías.
  - 2.11.6 Memoria de Cálculo, suministro e instalación de estructura de montaje de los paneles fotovoltaicos.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

- 2.11.7 Sistemas de anclaje anti robo para paneles fotovoltaicos (pernería y otros).
- 2.11.8 Suministro e instalación del gabinete colgante.
- 2.11.9 Memoria de Cálculo, suministro e instalación de poste y sistemas de anclaje.
- 2.11.10 Todo lo necesario para la implementación total del sistema de iluminación (incluida pernería, anclajes, tuercas, etc.).

**2.12.** Será responsabilidad del oferente verificar o levantar en terreno las distancias y superficies a iluminar.

**2.13.** Así mismo éste debe conocer las características físicas del terreno, teniendo la obligatoriedad de los oferentes a visitar él o los condominios involucrados, previo a la presentación de la propuesta.

**2.14.** Será responsabilidad del oferente entregar al término de la obra, los planos “corregidos” de acuerdo “a lo ejecutado” (“as built”). Estos deberán incluir plano de planta con la distribución de los postes, plano de detalle del poste, detalles de estructura de montaje de los paneles, detalle de gabinete metálico colgante, plano eléctrico del cableado interior del poste incluyendo detalles del regulador de carga, detalles de la luminaria y baterías instaladas.


**2.15.** El oferente deberá disponer para la ejecución de los trabajos de personal idóneo y en la cantidad que la obra lo requiera. La supervisión e inscripción del proyecto estará a cargo de un instalador autorizado por SEC clase A o B. Además, se deberá apoyar para el diseño en personal especializado en energías renovables no convencionales.

**2.16.** Junto con el presupuesto, se deberán presentar las especificaciones técnicas del proyecto, debidamente firmadas por el oferente.

**2.17.** El oferente, en conocimiento de las especificaciones y de su experiencia en este tipo de obras, deberá estar en condiciones de entregar el trabajo terminado en el plazo requerido por SERVIU, de acuerdo al "programa de avance de las obras" y en la calidad que corresponde, deberá gestionar oportuna y anticipadamente las solicitudes de trámites.

**2.18.** El oferente que se adjudique esta obra será responsable de realizar todas las coordinaciones necesarias con los residentes del o los condominios, a fin de que las obras se desarrollen oportunamente y de manera de no ocasionar inconvenientes que puedan afectar la seguridad de los residentes.

**2.19.** El oferente deberá reponer zonas de pasto, radières, veredas, etc. que resulten afectadas durante la ejecución de los trabajos. Además, deberá encargarse de retirar los escombros o tierra sobrante producto de la instalación de poste.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	


### 3. NORMATIVA APLICABLE

Las siguientes normas o decretos son aplicables dentro de la presente Especificación Técnica:

- 3.1 Decreto 43/2012, del Ministerio del Medio Ambiente: Establece norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica elaborada a partir de la revisión del Decreto Nº 686 de 1998 del ministerio de economía fomento y reconstrucción.
- 3.2 Decreto 51/2015 del Ministerio de Energía: Aprueba reglamento de alumbrado público de bienes nacionales de uso público destinados al tránsito peatonal.
- 3.3 NCh 2369.Of2003 Norma Chilena Oficial de Diseño Sísmico de Estructuras e Instalaciones Industriales.
- 3.3 NCh 431-2010 Norma Chilena Oficial de Diseño estructural – sobre carga de nieve.
- 3.4 NCh 432.Of1971 Norma Chilena Oficial de Cálculo de la acción del viento sobre las construcciones.
- 3.5 Norma EN ISO 4892-2 Plásticos. Métodos de exposición a fuentes luminosas de laboratorio.
- 3.6 NCh 433.Of1996 mod. 2009 Norma Chilena Oficial de Diseño sísmico de edificios.
- 3.7 NCh 3346:2013 Norma Chilena Oficial de Recubrimiento de Galvanización en Caliente sobre piezas de Hierro y Acero
- 3.8 NCh 1079, Of. 2008 Norma Chilena Oficial de Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico
- 3.9 Certificaciones internacionales para paneles fotovoltaicos: CE; TUV; IEC61215; IEC61730
- 3.10 Certificación de reciclaje PV CYCLE o similar.
- 3.11 DTO-51\_30-DIC-2015
- 3.12 Norma 4 SEC: NCh Elec. 4/2003. Electricidad Instalaciones de Consumo en Baja Tensión

### 4. TERMINOLOGÍA

Condominios Sociales	Soluciones habitacionales tales como edificios de hasta 4 pisos que comparten áreas comunes tales como pasillos y escaleras y áreas públicas exteriores.
Sistema Fotovoltaico	Sistema de generación eléctrica conformado por los paneles fotovoltaicos, regulador de carga de batería, baterías.
Panel Fotovoltaico	Conjunto de celdas fotovoltaicas que producen electricidad cuando sobre ellas incide la radiación solar.
Regulador De Carga De Batería	Equipo electrónico encargado de regular la carga y descarga de las baterías.
Conector MC4	Conector asociado a la interconexión entre panel fotovoltaico.
Batería de ciclo profundo	Dispositivo de una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en electricidad y viceversa, aptas para sistemas fotovoltaicos.
Ángulo de Acimut (A)	Es el ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la perpendicular a la superficie del generador y la dirección Norte. Vale 0° si coincide con la orientación Norte, es positivo hacia el Este y negativo hacia el Oeste. Si coincide con el Este su valor es +90° y si coincide con el Oeste su valor es -90°.
Ángulo de Inclinación (B)	Ángulo que forma la superficie del generador con el plano horizontal. Su valor es 0° si el panel se coloca horizontal y 90° si se coloca vertical.
CC	Corriente continua
CA	Corriente alterna

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

Luminaria	Equipo de iluminación constituido por carcasa, lámpara, circuitería interna y pantalla.
Lámpara	Bombilla o unidad led emisora de luz.
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustible

## 5. CARACTERÍSTICA GENERALES DEL POSTE DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICO

### 5.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA

El suministro de energía estará dado por el sistema fotovoltaico, siendo esta la única fuente de alimentación del poste de alumbrado fotovoltaico. La energía recolectada durante el día deberá ser almacenada en baterías para ser utilizadas durante la noche.

### 5.2. ALIMENTADORES

El oferente suministrará y montará los alimentadores entre:

- Entre las baterías y la salida de las baterías al regulador
- Entre los paneles fotovoltaicos y la entrada al regulador
- Entre la luminaria y la salida del regulador

Todos los tramos deberán ser dimensionados para cumplir con la caída de tensión máxima de 1,5 %, exigido en el punto 6 de la presente Especificación Técnica.

### 5.3. DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

La distribución de la energía se realizará en corriente continua no superior a 24 VCC (nominales).

### 5.4. LUMINARIAS

Definición de Luminaria

*Son aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una lámpara y que contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación eléctrica, desempeñando por tanto una triple función fotométrica, mecánica y eléctrica. A nivel fotométrico, estos aparatos son responsables del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara.*

*En el caso de los proyectores podemos encontrar diferentes configuraciones que van desde fotometrías muy concentradas hasta aquellas que, con un desplazamiento de la lámpara, se consigue llegar a largas distancias sin inclinar los proyectores (proyector asimétrico).*

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

5.4.1. El oferente debe incluir en su propuesta el suministro y montaje de todas las luminarias del proyecto.

5.4.2. El proyecto solo debe considerar luminarias con lámparas de tecnología led de última generación y máxima eficiencia.

5.4.3. Las lámparas deben ser de tecnología led con una eficiencia mínima de 90 lúmenes/W o la que establezca la autoridad competente y un ángulo de apertura de al menos 160°.

5.4.4. La potencia máxima de consumo total de la luminaria no podrá ser superior a 35 watt, incluido el dispositivo interno de regulación de voltaje.

**5.5.** La clasificación del Tipo de Alumbrado para Vías de tránsito peatonal o aceras debe realizarse según Tabla I. “Clase de alumbrado de las Vías para el tránsito peatonal” del mencionado Decreto 51/2015, Artículo 19. Para el alcance de estas EETT, la clase de alumbrado será de los tipos: P4, P5, P6 según corresponda.

**5.6.** Espacios públicos destinados a facilitar la reunión de personas tales como plazas, parques, jardines, áreas abiertas peatonales, zonas de juegos y máquinas de ejercicios: Deben cumplir con una Iluminancia horizontal mantenida, media de 25 Lux y mínima de 5 Lux en toda la superficie iluminada de los mismos.

5.6.1. La temperatura de color de la lámpara deberá cumplir con el rango de los 4000 a 6500°K excepto en regiones de interés astronómico, que debe cumplir con el D.S. 43/2012, mencionado precedentemente.

5.6.2. La luminaria deberá asegurar una Vida útil >30.000 horas, lo cual deberá ser debidamente certificado por el oferente.

5.6.3. Las luminarias deberán cumplir con requisitos de seguridad referentes al aislamiento eléctrico, grado de protección contra el polvo y el agua de al menos IP65. El oferente deberá informar el grado de seguridad mecánica (IK).


5.6.4. El material del cuerpo de la luminaria deberá ser de aluminio con tratamiento anticorrosivo.

5.6.5. El material transparente que protege la lámpara y reflector de la luminaria deberá ser de vidrio templado.

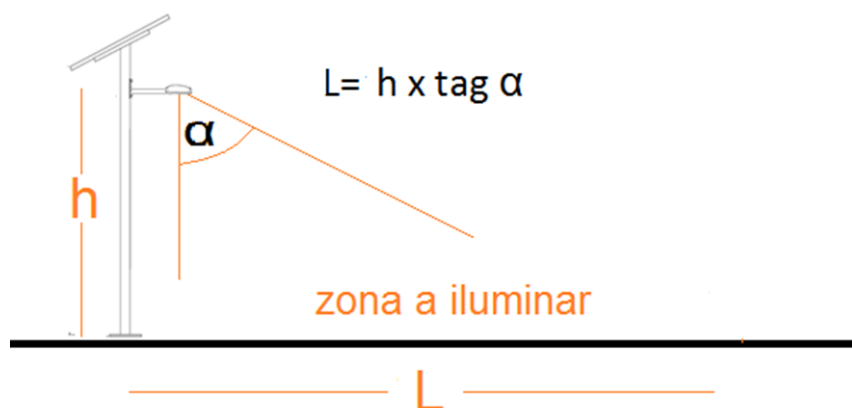
5.6.6. El diámetro del brazo deberá ajustarse perfectamente al diámetro de la fijación previsto por la luminaria.

5.6.7. La luminaria deberá incluir un proyector cuyo haz principal vertical es asimétrico, es decir, la intensidad máxima de la luz es enviada hacia delante con un ángulo de asimetría  $\alpha$  estando el proyector sin inclinación (vidrio paralelo al suelo) y la proyección del ángulo deberá pasar por debajo de cualquier ventana de fachada. (requisito valido para las regiones no mencionadas en el D.S. 43/2012)



	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

5.6.8. La asimetría y la altura (h) del proyector deberá estar acorde con la longitud (L) del área a iluminar frente a cada proyector de forma que  $h \times \tan \alpha \approx L$ .



5.7. Existe un límite técnico y práctico para el ángulo  $\alpha$  que es de  $70^\circ$  (por encima de este valor es imposible controlar la luz sobre el horizonte y el efecto deslumbramiento a vecinos y usuarios de la instalación).

## 5.8. LUMINARIAS EN SECTORES DE INTERÉS ASTRONÓMICO

Los proyectos ejecutados en las Regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo deben cumplir con lo dispuesto en el D.S. 43 /2012, mencionado precedentemente, a fin de prevenir la contaminación lumínica de los cielos nocturnos, se espera conservar su calidad actual, mejorar su condición y evitar su detrimento futuro.

### REQUISITOS PARA LAS LUMINARIAS EN REGIONES DE INTERÉS ASTRONÓMICO

5.8.1. Las luminarias deberán cumplir las exigencias dispuestas en el D.S. 43/2012, y deberán adjuntar el certificado de aprobación correspondiente al protocolo de análisis y ensayo de producto eléctrico para la determinación del cumplimiento de protección de la contaminación lumínica D.S. N° 43 DE 2012 MMA (PLC N°2).

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

## 5.9. OBRAS CIVILES

El oferente ejecutará todas las obras civiles que se requieran para la instalación de los postes de alumbrado fotovoltaicos. Esto implica estructura de montaje de paneles fotovoltaicos en el extremo superior del poste, suministro e instalación de poste, anclaje e instalación de gabinete colgante de baterías.


### 5.9.1. Sobre la Estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos

- La estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos deberá estar construida en perfiles de acero galvanizado en caliente o aluminio anodizado.
- El oferente deberá entregar memoria de cálculo para la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos que será adosada en el extremo del poste, la cual deberá cumplir con todas las normas de referencias descritas en punto 3 de la presente EETT y ser ajustable en azimut en terreno.
- Las cargas proporcionadas por factores climáticos deben estar considerada y ajustadas a la zona en donde se instale el poste con su estructura de paneles.
- Junto con la o las memorias de cálculo, el oferente deberá entregar los planos del proyecto y los planos "as-built".

### 5.9.2. Sobre los postes.

- Los postes de alumbrado fotovoltaico deberán ser de acero galvanizado en caliente con una extensión de brazo dependiendo del lugar de uso.
- La altura de los postes fotovoltaicos al interior de los condominios deberá ser de 4m desde la base hasta la luminaria.



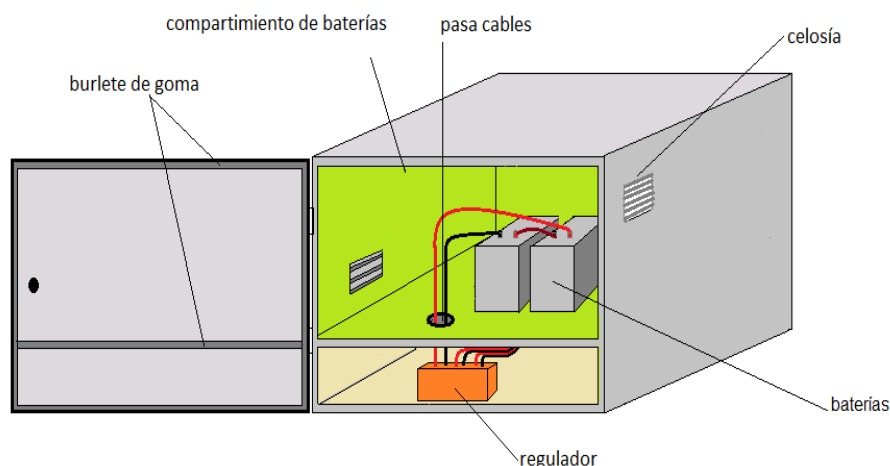
	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	


- c. El espesor podrá ser de 3 mm con un diámetro de 5 pulgadas o espesor de 5mm con un diámetro de 4 pulgadas, el cual deberá ser validado por un cálculo estructural, firmado por un profesional competente.
- d. El sistema de anclaje podrá ser flanche con pernos de anclaje o empotrado en hormigón. Las dimensiones y secciones del anclaje, y la resistencia mecánica del hormigón deberán ser indicadas y validadas por un cálculo estructural, firmado por un profesional competente mencionado en la memoria de cálculo.
- e. El poste deberá llevar una placa metálica apernada al poste a una altura que permita identificarla fácilmente, la placa deberá ser actualizada cuando se realice un cambio de baterías o de luminaria, en la cual se indique lo siguiente:

Potencia de luminaria	--- [W]	Fecha de puesta en servicio de la luminaria	DD-MM-AAAA
Vida útil esperada de la batería	--- [años]	Fecha de puesta de servicio de la batería	DD-MM-AAAA
Número de poste	---	Identificación de la empresa de post venta	
Potencia fotovoltaica	--- [W]	Tipo de luminaria	

#### 5.10. GABINETE PARA INSTALAR LAS BATERIAS.

- a. Este gabinete deberá tener el volumen necesario para contener las baterías del proyecto.
- b. El regulador se deberá instalar dentro del gabinete colgante, dentro de un compartimento perfectamente aislado del área de las baterías con el objetivo de evitar el ingreso de gases emanados por el funcionamiento de las baterías.



	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 <b>Ministerio de Vivienda y Urbanismo</b>  Gobierno de Chile
<b>EETT-IFV-CS-PAF</b>	<b>POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS</b>	

- c. El gabinete colgante debe presentar como mínimo IP55.
- d. Deberá contar con aislación térmica por todas sus caras interiores (laterales, superior e inferior), de poliestireno expandido de 50 mm de espesor y densidad de 15 a 20 kg/m³.
- e. El gabinete debe incluir ventilación natural cruzada a través de celosías con filtros anti-polvo.
- f. El gabinete colgante de baterías deberá ser de acero de 2 mm de espesor, electro galvanizado en caliente y con cerradura en la puerta.
- g. Este gabinete debe estar soldado al poste con los refuerzos que admita el peso de las baterías a instalar, según cálculo estructural, firmado por un profesional competente.

## 6. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

### 6.1. PÉRDIDAS DE VOLTAJE

$$V_p = \frac{0,018 \times I_d \text{ máx} \times 2 \times L}{S}$$


- Vp : Voltaje de pérdida en volts.
- Id máx : Corriente de carga en Amperes.
- L : Longitud del conductor.
- S : Sección del conductor.

*Nota: Las pérdidas de tensión no deben superar el 1,5%.*

## 7. DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS Y SUS INSTALACIONES

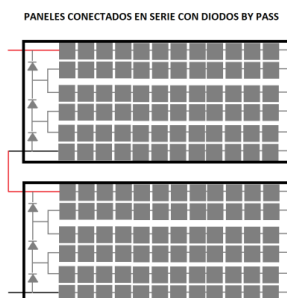
### 7.1. SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

- 7.1.1. Se entiende como sistema fotovoltaico al conjunto conformado por paneles fotovoltaicos, regulador de carga, baterías, luminaria y cableado eléctrico en corriente continua.
- 7.1.2. El sistema fotovoltaico deberá proveer de toda la energía necesaria para alimentar los postes de alumbrado, los 365 días del año, indistintamente del nivel de radiación mínimo esperado para la ubicación geográfica donde se instale.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 <b>Ministerio de Vivienda y Urbanismo</b>  Gobierno de Chile
<b>EETT-IFV-CS-PAF</b>	<b>POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS</b>	


## 7.2. SOBRE LOS PANELES

- 7.2.1. Los paneles a instalar deben ser celdas monocristalinas y policristalinas, descartándose el uso de panel de inferior eficiencia.
- 7.2.2. Cuando el controlador de carga sea del tipo PWM, se debe utilizar Para 12 Volt nominales del banco de baterías, paneles solares de 36 celdas y Para 24 Volt nominales del banco de baterías, paneles solares de 72 celdas, (2 de 36 celdas en serie).
- 7.2.3. Los paneles deberán contar con certificaciones internacionales CE; TUV; IEC61215; IEC61730; PV CYCLE o similar.
- 7.2.4. Todos los paneles fotovoltaicos deben ser nuevos del mismo tipo y modelo.
- 7.2.5. Los paneles deberán estar autorizados por la SEC, para ser utilizado en instalaciones de generación eléctrica, lo cual deberá ser acreditado por la Resolución Exenta correspondiente que acredite su cumplimiento.
- 7.2.6. Los paneles fotovoltaicos deben incorporar diodos de bloqueo para aislar unidades sombreadas. El montaje de los módulos debe ser en horizontal privilegiando de esta manera el correcto funcionamiento de los diodos.



- 7.2.7. La conexión entre paneles deberá hacerse a través de conectores tipo MC4 y MC4 paralelo.



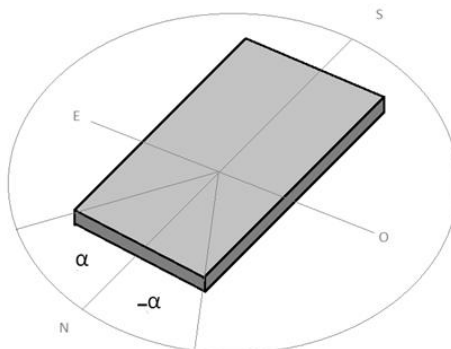
	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

7.2.8. Para proyectos que se emplacen en las zonas norte litoral (NL), central litoral (CL) y sur litoral (SL) (según NCh 1079, Of. 2008), los paneles fotovoltaicos deberán tener la certificación IEC 61701 "Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules, de resistencia del panel fotovoltaico al ambiente salino. El poste de acero galvanizado en caliente debe incluir una pintura de poliuretano y contar con varillas de protección anti aves en la parte superior del marco de estructura de los paneles, en el brazo de la luminaria, en la luminaria, y en todo perfil o ángulo que pueda servir para que se posen aves, sin que este elemento pueda provocar sombras sobre los paneles u obstruir la iluminación de la luminaria.


7.2.9. Los paneles fotovoltaicos deberán ser instalados sobre la estructura de montaje, en el extremo del poste.

### 7.3. SOBRE EL AZIMUT, LA INCLINACIÓN Y ESTRUCTURA DE MONTAJE

7.3.1. Los paneles fotovoltaicos deberán instalarse en el extremo superior del poste orientado hacia el norte, admitiéndose desviaciones de  $\pm 5^\circ$  desde este punto cardinal.



7.3.2. La estructura de montaje de los paneles debe ser ajustable en azimut en terreno para así poder orientar la luminaria en la posición que se desee sin que su posición dependa de la orientación de los paneles.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 <b>Ministerio de Vivienda y Urbanismo</b>  Gobierno de Chile
<b>EETT-IFV-CS-PAF</b>	<b>POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS</b>	



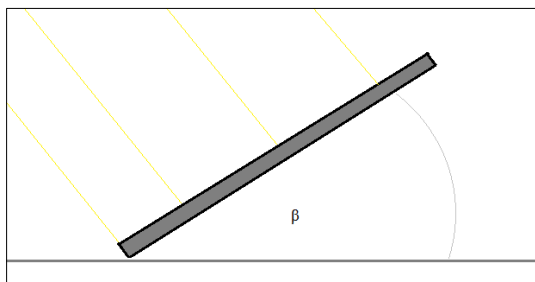
Paneles solares (1) montados sobre estructura de montaje (2) la cual deberá ser regulable en azimut en terreno e inclinación fija (ver punto 7.3.4). La luminaria (3) se montará al poste a través de un brazo (4) soldado o apernado al poste, poste de acero galvanizado en caliente (5).

7.3.3. La ubicación seleccionada del poste deberá estar sin proyección de sombras dentro de las horas de mayor radiación solar, cualquier día del año. Debe evitarse la sombra parcial o total de la superficie de los paneles fotovoltaico, ya que esto reduce de manera importante su generación. Además la ubicación más apropiada dentro del espacio debe ser seleccionada y justificada con software de radiación solar “Explorador Solar 3” disponible en <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Solar3/>. Adicionalmente se debe incluir set fotográfico con capturas a distintas horas del día (mañana, medio día, tarde) para demostrar que no existen elementos constructivos o árboles que den sombra a los paneles.

7.3.4. La inclinación de los paneles con respecto al plano horizontal para las diferentes regiones del país son las siguientes:

REGIÓN	CIUDADES	LATITUD	LATITUD	INCLINACIÓN
Arica y Parinacota	Arica	-18.504°	-70.2576°	40°
Tarapacá	Iquique	-20.2549°	-70.1051°	40°
Antofagasta	Calama	-22.445°	-68.9063°	30°
Antofagasta	Antofagasta	-23.7285°	-70.3345°	40°
Atacama	Copiapó	-27.4044°	-70.3235°	45°
Coquimbo	Coquimbo	-30.0184°	-71.3287°	50°
Valparaíso	Valparaíso	-33.0671°	-71.5759°	45°
Metropolitana	Santiago	-33.4529°	-70.6201°	45°
O’Higgins	Rancagua	-34.2104°	-70.708°	45°
Maule	Talca	-35.41°	-71.6089°	45°
Biobío	Concepción	-36.8475°	-73.0371°	45°
Araucanía	Temuco	-38.7656°	-72.5427°	45°
Los Ríos	Valdivia	-39.803°	-73.2458°	60°
Los Lagos	Puerto Montt	-41.4606°	-73.0042°	60°
Aysén	Coyhaique	-45.609°	-71.9275°	60°
Magallanes	Punta Arenas	-53.0193°	-70.9277°	60°

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 <b>Ministerio de Vivienda y Urbanismo</b>  Gobierno de Chile
<b>EETT-IFV-CS-PAF</b>	<b>POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS</b>	



7.3.5. La inclinación de los paneles fotovoltaicos, no admite tolerancia dentro de su instalación.

7.3.6. El proyecto deberá incluir el cálculo estructural que valide la instalación de la estructura y el peso de los paneles a instalar en cualquiera de los escenarios posibles (ej. Escenarios de nieve y/o viento y en condiciones estándares).

7.3.7. Las estructuras utilizadas para soportar los paneles fotovoltaicos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Las estructuras deberán ser de aluminio anodizado o acero galvanizado en caliente.
- b. Para la sujeción de los paneles a la estructura de soporte, se deberá emplear pernería de acero inoxidable A2 DIN/ISO en aplicaciones comunes y A4 DIN/ISO en las zonas norte litoral (NL), central litoral (CL) y sur litoral (SL), según NCh 1079, Of. 2008.
- c. La estructura de soporte deberá ser fija en inclinación, favoreciendo siempre la mayor producción de energía en el mes de menor radiación, pero ajustable en azimut. Una vez orientado los paneles en azimut la estructura deberá ser asegurada con pernos de sujeción de tal modo de impedir su rotación por la acción del viento.
- d. Las estructuras deberán contar con un sistema que dificulte el robo o desmonte de paneles. Para estos fines se podrán utilizar, por ejemplo, pernos antirrobo. No se permiten estructuras del tipo sobrepuestas o ajustadas por gravedad.
- e. Para la instalación de la estructura se debe seguir en todo momento las instrucciones del fabricante.

#### **7.4. SOBRE LOS REGULADORES DE CARGA DE BATERÍA**

7.4.1. El regulador deberá detectar automáticamente la tensión del conjunto de baterías.

7.4.2. La tensión del conjunto de paneles deberá ser suficiente para cargar el banco de baterías, en cualquier punto del estado de carga de la batería.



	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

7.4.3. La capacidad de corriente en la entrada del regulador debe ser al menos 1,25 veces la intensidad de corriente máxima generada por el conjunto de paneles fotovoltaicos.

7.4.4. La corriente nominal de salida del regulador debe ser la suficiente para asegurar el correcto funcionamiento de los consumos.

7.4.5. El regulador de carga debe disponer de control de carga con compensación de temperatura.

7.4.6. El regulador permitirá seleccionar el nivel de descarga máximo de las baterías según el tipo de baterías y de ciclos de vida.

7.4.7. El regulador debe advertir rápidamente la entrada en el régimen de descarga por debajo del valor admitido y debe desconectar el consumo del regulador al traspasar este umbral.

7.4.8. El regulador debe incluir al menos las siguientes protecciones:

- Contra sobrecarga.
- Contra descarga de baterías.
- Contra polaridad inversa de los paneles.
- Contra polaridad inversa de las baterías.
- Contra cortocircuitos de salida.

7.4.9. Las siguientes indicaciones de estado deben incluirse:


- Indicador de tensión de batería.
- Indicador de tensión de panel.
- Indicador de fase de carga.
- Indicador de carga activa.
- Indicador de carga apagada.
- Indicadores de sobrecarga/ cortocircuito.

7.4.10. El regulador de carga debe contar con la función de encendido crepuscular para así controlar el encendido y apagado de la luminaria automáticamente.

7.4.11. Se deberá utilizar terminales de puntillas en todos los conductores que ingresen o salgan del regulador de carga.

7.4.12. El regulador de carga a instalar debe contar con una garantía de fábrica de al menos 5 años.

7.4.13. El regulador de carga a instalar debe tener Servicio Técnico en Chile.


	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

## 7.5. SOBRE LAS BATERÍAS

- 7.5.1. Las baterías deben ser del tipo ciclo profundo y de libre mantenimiento.
- 7.5.2. Las baterías pueden ser de GEL selladas, (OPZ) o superior.
- 7.5.3. No se deben utilizarse baterías para automóviles o camiones dentro de las instalaciones del sistema fotovoltaico.
- 7.5.4. Todas las baterías deben ser nuevas del mismo modelo, marca y capacidad.
- 7.5.5. El sistema de respaldo (banco de baterías) debe tener una vida útil mínima de 1.800 ciclos de carga trabajando a un régimen de descarga del 30% como máximo, la vida útil de la batería en estado de flotación debe ser desde 10 años a 20° C.
- 7.5.6. Las baterías deben instalarse en un compartimento a prueba de agua y temperaturas extremas en su interior.
- 7.5.7. El compartimento donde se instalen las baterías debe permitir la aireación interna sin que esto implique la posibilidad de que entre agua o polvo a su interior.
- 7.5.8. El regulador de carga deberá estar instalado en el mismo gabinete que las baterías, pero en un compartimento separado como se indica en la figura del punto 5.7 b de la presente EETT.
- 7.5.9. Para el cableado entre baterías se deberá utilizar cable de cobre blando, extra flexible, de aislación en base a polietileno reticulado (XLPE) y chaqueta de PVC de preferencia colores rojo (+) y negro (-). Se acepta el marcado de cables (rojo/negro) sino se dispone de cables de colores, no siendo inferior a 25 mm<sup>2</sup>.
- 7.5.10. Deben usarse conectores compatibles con los bornes de la batería y su apriete debe estar ajustado al torque definido por el fabricante.
- 7.5.11. Las baterías deben cumplir las normativas CE y UL, los recipientes deben ser resistentes al fuego.
- 7.5.12. Garantía mínima de 2 años.

## 7.6. SOBRE EL CABLEADO Y CANALIZACIONES.

- 7.6.1. Los conductores positivos y negativos deberán ser canalizados por el interior del poste y para su ingreso a este deberá utilizarse pasa cable de sección acorde con la sección de los conductores.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

7.6.2. Solo se admitirán conductores mono polares.

7.6.3. Los conductores positivos y negativos se conectarán a los paneles con conectores tipo MC4 y de al menos grado IP 67.

7.6.4. Al conectarse paneles en paralelo deberán utilizar conectores MC4 tipo paralelo cuya capacidad es 50A, no se aceptan conectores tipo MC4 paralelos que soporten menos amperaje.

7.6.5. El cableado deberá tener un aislamiento del tipo HO7BQ-F o equivalente y adicionalmente resistir la exposición a los rayos Uv, de acuerdo a la norma EN ISO 4892-2.

7.6.6. El cableado debe tener una sección tal que soporte al menos 1,25 veces la corriente máxima generada por el arreglo fotovoltaico.

7.6.7. Los conductores de la unidad de generación deberán tener una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5 %, no siendo su sección inferior a 4 mm<sup>2</sup>.

7.6.8. Todos los tramos entre el controlador y la luminaria, entre el controlador y las baterías y entre el controlador y los paneles fotovoltaicos no podrá ser menor a 6 mm<sup>2</sup>.

7.6.9. Los conductores utilizados serán de cobre estañado para 1 kV en CA y 1,8kV en CC, y deberán resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica.

## 8. OTROS REQUERIMIENTOS


El oferente será responsable hasta la recepción final de la obra, por parte de SERVIU, de la condición en que se encuentren los equipos y materiales instalados, debiendo reemplazar sin costos aquellos que resulten dañados durante este período, por causas atribuibles a su responsabilidad.

Daños a la propiedad privada, asociados a los trabajos realizados por el oferente, deberán ser reparados a satisfacción de los afectados, sin que esto signifique un costo para el SERVIU.

## 9. TRANSPORTE Y MONTAJE DE PANELES Y EQUIPOS

9.1. El oferente deberá incluir en su cotización el transporte de todos los materiales, equipamientos, paneles fotovoltaicos, luminarias y postes hasta el lugar de su instalación, independiente de la ciudad de destino.

9.2. El oferente será el encargado de ejecutar todas las actividades contempladas para el desplazamiento, montaje y anclaje de los postes de alumbrado fotovoltaico.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	


- 9.3. El montaje se hará siguiendo estrictamente las recomendaciones del fabricante, considerando que el poste de alumbrado y su equipamiento involucrado debe quedar instalado de acuerdo a normas y en servicio, en condiciones óptimas de funcionamiento.
- 9.4. En general, para los postes de alumbrado, equipamientos principales, y obras civiles que sean necesario ejecutar, el oferente deberá desarrollar la ingeniería de detalle necesaria, la que incluye planos de detalles y cálculos estructurales para su instalación.
- 9.5. Previo al montaje de los paneles y equipos, las obras civiles donde éstos quedarán instalados deberán estar totalmente terminadas, limpias y aptas para montar el poste de alumbrado.
- 9.6. El trabajo de montaje de cualquier equipo, además de las labores propias de montaje (instalación, nivelación, conexión, etc.), incluyen una revisión completa de los componentes, reapriete de pernos estructurales y de conexión, revisión de los alambrados, de acuerdo a plano, y en general una inspección global que permita realizar una oportuna reclamación al fabricante del equipo.

## 10. DOCUMENTOS A PRESENTAR

### 10.1. Al momento del ingreso del proyecto a SERVIU.

Se deberá presentar la siguiente información del proyecto:

- a. Formulario de Presentación de Proyectos (contenido en Antecedentes).
- b. Simulación del sistema fotovoltaico propuesto, el cual debe incluir a lo menos: Esquema eléctrico del poste fotovoltaico, análisis de sombra.
- c. Ficha técnica de la estructura de soporte de los paneles fotovoltaicos, garantía del fabricante y declaración o certificado del fabricante donde se puede verificar que el producto cumple con la normativa chilena vigente.
- d. Plano de emplazamiento en planta de los postes a instalar.
- e. Plano de detalle del poste, brazo de luminaria, gabinete colgante y sistema de anclaje.
- f. Memoria de cálculo de la estructura de montaje de paneles y anclaje de poste.
- g. Listado de equipos con sus respectivas especificaciones técnicas e instrucciones de instalación de todos los componentes en idioma español (emitidas por el fabricante).
- h. Certificados correspondientes.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

## 10.2. Al finalizar la ejecución del proyecto

Una vez termina la ejecución de las obras y previo a su recepción por parte de SERVÍU, el oferente deberá entregar la siguiente documentación, en formato digital más una copia en papel de:

- Toda la información solicitada en el punto 10.1.
- Garantía de operación de la instalación fotovoltaica por un período de, al menos, 1 año.
- Presentar documento de garantía de potencia de salida, al año 25 después de la puesta en operación, igual o superior al 80% de la potencia máxima del panel.
- Presentar documento de Garantía de fabricación de al menos 10 años para los paneles y 5 años para los reguladores y de 2 años para baterías.
- CD con toda la documentación anterior digitalizada por proyecto.

## 11. CAPACITACIÓN

Se deberá llevar a cabo una capacitación, a los habitantes de los condominios, que considere las siguientes actividades:

- 11.1. Presentación del proyecto en funcionamiento a los residentes de los condominios sociales.
- 11.2. Visita a las instalaciones.
- 11.3. Revisión y detección visual de fallas en el correcto funcionamiento del sistema.

## 12. MANTENCIÓN

El oferente debe entregar un programa de mantención, el cual pueda ser ejecutado al término de la instalación, durante la operación del proyecto, a contratar por los beneficiarios. Debe incluir la elaboración de un programa de mantención de acuerdo a las siguientes bases:

- Definición de un Plan de Mantenimiento Preventivo que indique la periodicidad para efectuar rutinas de limpieza, indicaciones para la eliminación de sombras cercanas tales como poda de árboles y chequeos simples con el fin de verificar el funcionamiento de cada poste de alumbrado fotovoltaico.
- Mantenimiento correctivo, con proposición del responsable del proyecto. Esta mantención debe estar asociada a la boleta de garantía de correcta ejecución de obras, a ejecutar por el responsable del proyecto.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

### 13. ANTECEDENTES


FORMULARIO DE PRESENTACIÓN DE PROYECTO POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	
Nombre EP	
Nombre Empresa Constructora	
Nombre del proyecto	

Módulos Fotovoltaicos	
Marca	
Modelo	
Tecnología de la célula fotovoltaica	
Potencia Módulo (STC) [W]	
Tolerancia a la potencia %	
Años de garantía del fabricante [años]	
Potencia de salida, al año 25 después de la puesta en operación, en porcentaje respecto de la potencia máxima del módulo [%]	
Cantidad de módulos	
Certificado IEC 61701 (cuando corresponda)	
Certificación PV CYCLE o similar	
N° Resolución Exenta SEC para los módulos	
Servicio técnico en Chile	

La información indicada deberá estar respaldada por la información que provee el fabricante. Adjuntar especificaciones técnicas del fabricante **para la marca y modelo propuesto** en idioma español.

Reguladores	
Marca	
Modelo	
Máxima corriente de carga [A]	
Máxima corriente de consumo [A]	
Grado de protección IP	
Rango de temperatura Ambiente [°C]	
Programación del porcentaje de descarga de la batería	
Años de garantía del Fabricante [años]	
Datos de contacto servicio técnico en Chile (nombre, dirección, teléfono, correo electrónico, etc)	
Servicio técnico en Chile	

La información indicada deberá estar respaldada por la información que provee el fabricante. Adjuntar especificaciones técnicas del fabricante **para la marca y modelo propuesto** en idioma español.

	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

Baterías	
Marca	
Modelo	
Capacidad [Ah]	
Tipo de batería (GEL, OPZ)	
Baterías de libre mantenimiento	
Años de garantía	
Servicio técnico en Chile	

La información indicada deberá estar respaldada por la información que provee el fabricante. Adjuntar especificaciones técnicas del fabricante **para la marca y modelo propuesto** en idioma español.

Luminarias	
Marca	
Modelo	
Potencia [w]	
Tipo de lámpara	
Eficiencia mínima de 90 lúmenes/W	
Horas de operación	
Tipo de reflector	
Años de garantía	
Servicio técnico en Chile	

La información indicada deberá estar respaldada por la información que provee el fabricante. Adjuntar especificaciones técnicas del fabricante **para la marca y modelo propuesto** en idioma español.

Estructura de Soporte y sistema de anclaje	
Marca	
Modelo	
Material de la estructura	
Clasificación de acero inoxidable de la pernería (A2 o A4)	
Años de garantía	
Sistema de anclaje propuesto	
Servicio técnico en Chile	

La información indicada deberá estar respaldada por la información que provee el fabricante. Adjuntar especificaciones técnicas del fabricante **para la marca y modelo propuesto** en idioma español.


	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 <b>Ministerio de Vivienda y Urbanismo</b>  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

#### 14. ANEXOS

##### 14.1. Diseño básico sugerido de dimensionamiento.

Dimensionamiento estándar Poste solar		
Equipo	Característica	Voltaje nominal
Luminaria	35W (2)	12 o 24
Batería	320 ah (3)	12 o 24
Controlador	20A (1)	12 o 24
Potencia del modulo fotovoltaica mínima		
Región	Ciudades	Modulo (W) FV
Arica y Parinacota	Arica	157
Tarapacá	Iquique	157
Antofagasta	Calama	108
Antofagasta	Antofagasta	133
Atacama	Copiapó	144
Coquimbo	Coquimbo	216
Valparaíso	Valparaíso	288
Metropolitana	Santiago	216
O'Higgins	Rancagua	216
Maule	Talca	288
Biobío	Concepción	288
Araucanía	Temuco	432
Los Ríos	Valdivia	432
Los Lagos	Puerto Montt	346
Aysén	Coyhaique	576
Magallanes	Punta Arenas	576
Nota: El dimensionamiento estándar debe ser instalado y confeccionado, siguiendo en todo momento los requerimientos del presente documento		
(1): Amperaje recomendado para la potencia de modulo máxima expresado en la tabla. El amperaje del controlador puede ser menor si la potencia del modulo es menor.		
(2): La potencia de la luminaria es fija para todo el territorio no superior a la expresada en la tabla.		
(3): La capacidad del banco de baterías no puede ser inferior al valor indicado en la tabla.		



	ILUMINACION FOTOVOLTAICA PARA CONDOMINIOS SOCIALES	 Ministerio de Vivienda y Urbanismo  Gobierno de Chile
EETT-IFV-CS-PAF	POSTES DE ALUMBRADO FOTOVOLTAICOS	

#### 14.2. POSTE REFERENCIAL CON GABINETE COLGANTE

