

## MANUAL DE ALUMBRADO PÚBLICO PMB-PMU

### I. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta guía es apoyar a las Municipalidades o Asociaciones de Municipalidades en la formulación de las bases técnicas de diseño y ejecución, y plantear un estándar mínimo para los proyectos de recambio y nuevas instalaciones de alumbrado público vial y peatonal que maximice la durabilidad y efectividad del proyecto, cumpliendo con el estándar mínimo de servicio de iluminación en área urbana y rural según el Decreto Supremo N°2 “Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito Vehicular” del año 2014 y Decreto Supremo N°51 “Reglamento de Alumbrado Público de Bienes Nacionales de Uso Público Destinados al Tránsito Peatonal” del año 2015.

### II. CONSIDERACIONES PREVIAS

- a. El sistema de alumbrado público está a cargo de las Municipalidades, quienes deben velar por su correcta instalación, provisión y mantención.
- b. Esta guía contiene las especificaciones técnicas mínimas que deben considerar los proyectos de alumbrado público que postulan al Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB) y Programa de Mejoramiento Urbano (PMU) de SUBDERE.  
Cualquier especificación técnica superior a la aquí indicada debe estar justificada en la memoria de postulación a PMB o PMU.
- c. Se exigen luminarias con tecnología LED dada su alta eficiencia y vida útil.
- d. Esta guía no constituye una guía exhaustiva con todos los requerimientos para la ejecución del proyecto, por lo que el formulador puede agregar otros requisitos debidamente justificados en la memoria técnica del proyecto. Asimismo, cualquier modificación de los requerimientos técnicos expuestos en este manual, debe ser justificada en la memoria técnica del proyecto.
- e. No se aceptarán definiciones de diseño o materialidades en especial, distintas a las aquí indicadas.
- f. Además de las tipologías de proyectos contenidas en esta guía (proyecto de “Luminarias de Tránsito Vehicular y Peatonales”, “Luminarias Solares” y “Luminarias con sistema de Telegestión/Red de Smart City”), se recomienda considerar las disposiciones de este documento para proyectos de extensión de red, entendida como instalación nueva de postes y/o cableado, que incluyan la instalación de luminarias en los postes utilizados por la red de distribución.
- g. Otros tipos de obras no descritas en este manual podrán ser consideradas por PMB-PMU, previa consulta y evaluación caso a caso (por ejemplo, alumbrado público para vías de evacuación).
- h. Dado el constante avance tecnológico que afecta a este tipo de proyectos, este manual será revisado al menos cada año por profesionales del Programa de Mejoramiento de Barrios (SUBDERE), del Programa de Energización (SUBDERE) y de la Unidad Edificación y Ciudades (Ministerio de Energía). Los postulantes deben procurar utilizar la última versión disponible para descarga en la plataforma [www.subdereenlinea.gov.cl](http://www.subdereenlinea.gov.cl).
- i. Las postulaciones deberán tener en consideración lo establecido en las Guías Operativas de cada programa y “Documentos para Postulación”, disponibles en la plataforma ya indicada.

- j. El municipio es responsable de exigir los certificados del TE-2 al contratista, con tal de respaldar la correcta ejecución de las obras en el proceso de cierre del proyecto.
- k. El presente documento no corresponde a un manual de adiestramiento. En caso que en Municipio no disponga de la capacidad técnica y/o de toda la información requerida, se sugiere que postule previamente a una iniciativa de diseño o asistencia técnica.
- l. Para la elaboración de las Especificaciones Técnicas y demás antecedentes, se anexa a esta Guía un manual tipo, denominado “ANEXO A, Especificaciones Técnicas para proyectos tipologías PMB y PMU”, que es una pauta que deberán considerar los responsables del proyecto. Se recomienda trabajar sobre estos documentos en formato “.doc/.docx”, de forma tal que se puedan identificar las anotaciones existentes, que incluyen texto resaltado, en negritas y a color. Si se imprime para tener como documento referencial, priorizar la impresión a color, con tal de identificar claramente las anotaciones mencionadas previamente.

### III. TERMINOLOGÍA

Para los efectos del presente documento, se utilizarán las definiciones indicadas a continuación (además de aquellas indicadas en los reglamentos DS. 2 “Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito Vehicular” del año 2014 y DS. 51 “Reglamento de Alumbrado Público de Bienes Nacionales de Uso Público Destinados al Tránsito Peatonal” del año 2015, que se encuentran en el Capítulo II “Terminología y Referencias Normativas”), con el objetivo de orientar a los municipios en la presentación de proyectos de SUBDERE.

- a. Acera: Parte de una vía destinada al uso de peatones.
- b. Altura de Montaje: Distancia vertical entre la superficie a iluminar y el centro óptico de la Lámpara de una Luminaria. Para efectos de simulaciones, esta definición corresponde a la altura de punto de luz.
- c. Ángulo de azimut: Es el ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la perpendicular a la superficie del panel fotovoltaico y la dirección Norte. Su valor es 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°.
- d. Ángulo de inclinación: Ángulo que forma la superficie del panel fotovoltaico con el plano horizontal. Su valor es 0° si el panel está en posición horizontal y 90° si está en posición vertical.
- e. Brazo o Gancho: Soporte por medio del cual la luminaria se sujeta al poste.
- f. Calzada: Parte de una vía destinada al uso de vehículos y animales.
- g. Caja de Alumbrado Público (CAP): Caja que contiene los equipos de protección y control del circuito o tablero de control del circuito de Alumbrado Público.
- h. Compartimiento Eléctrico o Driver: Parte de la luminaria que contiene aquellos componentes eléctricos distintos del Cuerpo Óptico.
- i. Eficacia Luminosa: Relación entre el Flujo Luminoso emitido por una fuente de luz y la potencia consumida, expresada en lúmenes por watt [lm/W].

j. Factor de Degradación (FD): Corresponde a la fracción, expresado en porcentaje (%), de cuánto flujo luminoso de salida se tiene respecto al inicial, luego de una cierta cantidad de horas de funcionamiento (usualmente 50.000 o 70.000 horas). Se mide con el test IES LM-80 sobre el chip de la luminaria.

k. Factor de Mantenimiento (FM): Relación entre la Iluminancia Media en la Calzada de una Vía después de un período determinado de funcionamiento de la instalación del Alumbrado Público, respecto de aquella original obtenida al inicio de su funcionamiento, en la misma Calzada.

Este factor se utiliza en el cálculo de la Luminancia y de la Iluminancia de instalaciones de Alumbrado Público después de un período dado y bajo condiciones establecidas, como un coeficiente que asegure se mantengan los valores mínimos en servicio de la Luminancia y de la Iluminancia a lo largo de la vida útil del Proyecto de alumbrado público. Para tal efecto se consideran las siguientes variables:

i. Depreciación o Disminución del Flujo Luminoso emitido por las Lámparas debido a su envejecimiento en la vida útil del Proyecto.

ii. Descenso del Flujo luminoso distribuido por la Luminaria debido a su ensuciamiento, por penetración y acumulación de polvo, agua, humedad u otros, en el interior del cuerpo óptico de la Luminaria, asociado al grado de hermeticidad de la Luminaria, según el Grado IP, en el período de mantenimiento.

iii. Ensuciamiento exterior de la Luminaria, asociada a la limpieza de ésta, en el período de Mantenimiento.

l. Flujo Luminoso: Potencia emitida por una Lámpara en forma de radiación visible, evaluada según su capacidad de producir sensación luminosa. Se expresa en lúmenes (lm).

m. Índice de Protección (Grado IP): Sistema de clasificación del grado de protección o hermeticidad contra el ingreso de polvo y agua según la norma internacional IEC 60529.

n. Índice de Protección (Grado IK): Sistema de clasificación del grado de resistencia contra los impactos mecánicos nocivos, salvaguardando así los materiales o equipos en su interior, según la norma internacional IEC 62262.

o. Índice de Reproducción Cromática (CRI): Valorización de las propiedades de una Lámpara, respecto de los efectos de la reproducción de los colores.

p. Lámpara: Fuente de emisión de radiación visible.

q. LED: Diodo Emisor de Luz (Light Emiting Diode).

r. Luminaria: Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias Lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de las Lámparas (excluyendo las propias Lámparas) y, en caso de haberlos, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

s. Luminaria solar: Equipo de alumbrado público cuya fuente de energía proviene de un sistema consistente en un panel fotovoltaico, un banco de baterías y los demás componentes que sustentan el funcionamiento del sistema.

t. Mantenimiento del Flujo Luminoso (MFL): Es el tiempo operativo, medido en horas, pasado el cual el “y%” de las luminarias están por debajo de un “x%” de su flujo luminoso inicial. Se expresa en LxBy, siendo L70B50

(50% de las luminarias tienen un flujo luminoso menor al 70% de la inicial, a una cierta cantidad de horas) un valor estándar. Usualmente se omite el “By”, entendiéndose que se refiere a B50.

Es complementario al Factor de Degradación y se mide con el test IES LM-80 sobre el chip de la luminaria.

u. Modelo de luminaria: Características específicas de fabricación de una determinada línea/familia de luminarias, de acuerdo a las características de fabricación de una determinada marca. Lo anterior no tiene relación con la serie de producción de las luminarias y/o accesorios. Se considera la marca, el modelo y la potencia de una luminaria indicada en el certificado de aprobación de seguridad del producto de acuerdo al protocolo de ensayo PE 5/07, que permite su comercialización en Chile.

v. Panel fotovoltaico: Conjunto de celdas fotovoltaicas que producen electricidad cuando sobre ellas incide la radiación solar.

w. SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

x. Sistema Central de Gestión (Central Management System – CMS): Sistema consistente en una plataforma de software para la gestión de los datos enviados por los componentes y el control de éstos.

y. Sistema Fotovoltaico: Se entiende como sistema fotovoltaico al conjunto conformado por panel fotovoltaico, regulador de carga, baterías, luminaria y cableado eléctrico en corriente continua.

z. SMART City: Adicional a la capacidad de supervisar y gestionar la operación del alumbrado público a distancia, permite incorporar una gama de otras aplicaciones de la ciudad (como seguridad pública, gestión del tráfico, monitoreo ambiental, entre otros).

aa. Telegestión: Capacidad de supervisar y gestionar a distancia la operación del alumbrado público.

bb. Usuario: Aquella persona que está en contacto con el camino o carretera, tales como peatones, ciclistas y automovilistas.

#### IV. RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

Los Municipios deben dar cumplimiento al Capítulo VIII del DS. 51/2014 Reglamento de Alumbrado Público de Bienes Nacionales de Uso Público Destinados al Tránsito Peatonal y el Capítulo IX del DS.2/2015 Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito Vehicular. No obstante lo anterior, las siguientes son recomendaciones que el Municipio debe tener en cuenta al momento de operar, mantener y estimar los costos de los proyectos de iluminación pública:

a. Medir iluminancia horizontal emitida por las luminarias, para identificar fallas o término de la vida útil y gestionar recambios o aplicación de la garantía, según sea el caso. Para lo anterior, se recomienda utilizar el procedimiento descrito en CIE 140 “Road Lighting Calculations”.

b. Revisiones visuales nocturnas y diurnas periódicas al menos una vez por semana en sectores aleatorios, con tal de identificar fallas en los mecanismos de encendido y apagado de las luminarias.

c. Revisión periódica, al menos una vez cada dos meses, del estado de las cajas o gabinetes de empalme, considerándose también cerraduras y candados.

d. Revisión periódica, al menos una vez cada dos meses, del estado de los postes y luminarias, debiéndose verificar que todos sus componentes no han sufrido deterioros o que, debido a la intervención de terceros, pudieran estar expuestos a una falla posterior.

e. Lavado y limpieza de luminarias una vez por año de acuerdo a lo que indique el fabricante, en cantidad y forma suficiente para eliminar la suciedad acumulada en las luminarias mejorando la eficiencia perdida.

f. Podas de árboles que afecten la efectividad del alumbrado público. Se recomienda que todos los excedentes sean retirados el mismo día en que se hace la poda. Este trabajo deberá realizarse una vez por año siendo supervisado por la unidad encargada de la función de ornato del Municipio y su plazo no debe superar los 2 meses cada año. Las podas deben ser armónicas evitando el desequilibrio de los árboles o su crecimiento dispar. El trabajo debe ser realizado por personal especializado en podas de este tipo.

g. Inspección periódica cada 6 meses del anclaje de los postes, con informe de los que están deteriorados o presentan pérdidas en la verticalidad y requieren reemplazo u otro tipo de trabajo de mantención.

h. Registrar los consumos mensuales de las luminarias con tal de identificar desviaciones de los consumos típicos esperados.

i. Mantener etiquetado de todo poste, luminaria y tablero que constituya el alumbrado público.

j. Mantener actualizado el catastro del parque lumínico, el que deberá considerar por luminaria:

1. Número de subestación de distribución asociada al circuito de Alumbrado Público.
2. Número correlativo de empalme/circuito.
3. Número de medidor asociado al circuito.
4. Número de inscripción SEC del TE-2 y N° de validación.
5. Tarifa eléctrica contratada.
6. Tipo de poste (madera, concreto o metal).
7. Número de placa metálica de poste.
8. Número de identificación pintado sobre el poste.
9. Calle y acera en que está ubicada.
10. Propiedad del poste (de la empresa distribuidora o municipal).
11. Tipo de conexión (hilo piloto con neutro común, hilo piloto con neutro independiente o conexión directa a la red).
12. Tipo, marca, modelo y potencia de la luminaria.
13. Tipo de gancho de sujeción.
14. Tipo de driver (con o sin "dimming", indicando tipo –análogo o digital–, rango, paso y la programación implementada).
15. Altura de luminaria.
16. Distancia entre postes.
17. Ancho de calzada.

Las luminarias solares existentes también deben incluirse en la mantención. Esta se hará según lo indicado por el fabricante, considerando al menos la limpieza de los paneles solares, visitas técnicas de evaluación y

trabajos menores de mantenimiento que involucren mano de obra, equipos, equipamiento y reemplazo de materiales menores. En caso de que alguno de los componentes de la luminaria haya llegado al término de su vida útil o haya sufrido daños, deberá considerarse su reparación o recambio.

#### V. DOCUMENTOS PARA POSTULACIÓN A PMB-PMU

Las postulaciones deberán tener en consideración lo establecido en los documentos guías operativas de cada programa vigentes y en los documentos de postulación exigidos por estas Para los proyectos de Alumbrado Público que considera esta guía, además de las Especificaciones Técnicas, se exigirán, a modo general, los siguientes contenidos mínimos en los siguientes documentos:

##### 1. Planos

- a. Identificar las luminarias individualmente de forma clara, indicando en la simbología su tecnología y potencia nominal.
- b. Explicitar tipos de vía según lo definido en el DS. 2/2014, Art. 18 o DS. 51/2015, Art. 19.
- c. Para proyectos de recambio, situación actual y futura, indicando aquellas luminarias a reemplazar.
- d. Para proyectos de nueva instalación, incluir un detalle del montaje de los postes, diagrama unilineal y puesta a tierra.
- e. Debe ser firmado por proyectista, encargado de la Dirección de Obras Municipales o de la Secretaría Comunal de Planificación.

##### 2. Memoria.

- a. Descripción general de la zona en la que se ejecutará el proyecto, indicando número de beneficiarios directos e indirectos, según cifras oficiales del INE o catastro comunal.
- b. Descripción de la situación o problema actual que justifique la realización del proyecto. Esta justificación puede ser por diversos motivos, como, por ejemplo: alto gasto energético, altos costos de mantención, niveles de iluminación deficientes, inexistencia de alumbrado público, término de la vida útil de las luminarias actuales, entre otros. Esto debe ser respaldado con datos de consumo, cálculos luminotécnicos, respaldo fotográfico, etcétera.
- c. Clase de vías, según lo definido en el DS. 2/2014, Art. 18 o DS. 51/2015, Art. 19.
- d. Descripción y cálculos que validen que el proyecto planteado soluciona la problemática definida previamente. En el caso de luminarias solares o con respaldo energético, cálculos del dimensionamiento de cada uno de los componentes (paneles solares, banco de baterías, entre otros).
- e. Para proyectos de instalaciones nuevas, cálculo luminotécnico representativo del proyecto, realizado con al menos 2 marcas de luminarias, en que se verifique el cumplimiento de la normativa de iluminación vigente según el tipo de vía. Para esto, se recomienda el uso de software especializado (DIALux o similar) y el uso de la plantilla del ANEXO B – Simulación de Casos Tipo, con los parámetros adecuados para el proyecto postulado.
- f. En el caso de luminarias solares en zonas que cuenten con factibilidad de instalación a la red eléctrica, justificación económica de su conveniencia por sobre la instalación a la red.

g. Para luminarias con sistema de Telegestión o Red SMART-City, descripción de la unidad municipal encargada del mantenimiento y operación del parque de luminarias actual.

h. Registro gráfico y/o mediciones que respalden la problemática actual, por ejemplo: fotografías del estado actual de las luminarias, ganchos, postes y circuitos, presencia de árboles que puedan interrumpir el flujo luminoso de las luminarias, fotografías nocturnas en que se aprecien las deficiencias de iluminación, medición de la iluminancia provista por el alumbrado actual, entre otras.

i. Debe ser firmada por un instalador eléctrico SEC autorizado clase A o B.

### 3. Antecedentes de Propiedad

a. Documento firmado por el Director de Obras Municipales, que indique que los espacios públicos en los que se ejecutará el proyecto corresponden a Bienes Nacionales de Uso Público (BNUP). Se deben individualizar las calles o plazas que serán intervenidas por el proyecto.

b. También se aceptará que el proyecto se ejecute en terrenos de propiedad Municipal, con su correspondiente registro de propiedad.

c. En terrenos que no sean BNUP ni Municipales, se podrá evaluar si corresponde la inversión en terrenos entregados a la Municipalidad, a través de un contrato de usufructo, servidumbre y excepcionalmente en casos calificados por el Director de Obras un comodato, el cual debe estar inscrito en el Conservador de Bienes Raíces, que beneficie a la Municipalidad, todos con un plazo no menor a la vida útil de la obra.

d. Se podrá financiar además, los proyectos y las acciones concurrentes que se ejecuten en terrenos o inmuebles que constituyan bienes comunes de propiedad de comunidades agrícolas, o ubicados en condominios de viviendas sociales y aquellos conformados de acuerdo a las leyes N° 15.020 y N°16.640 sobre Reforma Agraria, y N° 19.253, Ley Indígena, o de propiedad de vecinos, cooperativas o comités de operen al amparo de la Ley N° 20.998 que regula los Servicios Sanitarios Rurales, y demás organizaciones comunitarias acogidas al Decreto 58 de 1997 del Ministerio del Interior y Seguridad Pública y a la Ley N° 18.138.

### 4. Otros Antecedentes

a. En caso de que las luminarias consistan en un proyecto de extensión de red, se debe presentar el documento emitido por la concesionaria eléctrica que indique la factibilidad para realizar la extensión de red propuesta por el proyecto. En estos casos, el municipio es responsable de resguardar la inversión pública, para lo cual deberá indicar qué mecanismo establecido en la normativa eléctrica hará uso para la posterior operación por parte de la compañía distribuidora, lo cual debe estar validado por esta. El mecanismo deberá ser informado en este ítem, junto a un respaldo de la aprobación de la empresa distribuidora.

b. Para la postulación de proyectos de luminarias solares, y si es que no existen justificaciones económicas para optar por su implementación, se debe adjuntar un documento emitido por la concesionaria eléctrica que indique que no existe factibilidad para la extensión de red propuesta por el proyecto, o bien, documento firmado por DOM en que se indique que el emplazamiento es en un sitio utilizado como vía de evacuación por emergencia.

No obstante, los contenidos mínimos indicados anteriormente, PMB y PMU se reservan el derecho de solicitar antecedentes adicionales en caso de ser necesario.

## VI. ANEXOS

El ANEXO A – Especificaciones Técnicas, detalla los requisitos técnicos mínimos para los proyectos de recambio y/o instalación de luminarias. En el caso de proyectos mixtos, cada tipología debe cumplir con las especificaciones correspondientes del manual.

Este documento cuenta con diversas anotaciones, las que deben ser mantenidas, modificadas o eliminadas por el Municipio, según su aplicabilidad para el tipo de proyecto en particular. Estas anotaciones se dividen en dos tipos:

1. Texto resaltado en amarillo: Debe ser definido por el Municipio según el tipo de proyecto a presentar y sus necesidades.
2. Texto rojo (y entre paréntesis): Son comentarios indicativos del documento, cuyo fin es guiar al Municipio en la aplicabilidad de ciertos requerimientos o necesidad de justificación.

Estos comentarios deben ser eliminados.

No obstante lo anterior, el Municipio podrá agregar especificaciones propias según las particularidades del proyecto, siempre que éstas estén debidamente justificadas en la memoria técnica del proyecto.

Según el tipo de proyecto (recambio, nueva instalación, luminarias solares o con respaldo energético, y sistemas de telegestión o SMART-City), se deben tomar en cuenta los aspectos particulares de la guía, debidamente indicados. Los tipos de proyectos a los que aplica son:

1. Especificaciones Técnicas para proyectos de recambio de luminarias: Considera proyectos que ya cuentan con instalaciones de alumbrado público (postes, ganchos, circuitos de alumbrado, empalmes, protecciones y en general todos los componentes mínimos), y para los cuales se hace necesario el cambio de las luminarias (ya sea por término de su vida útil, desperfectos, alto consumo eléctrico u estén en condiciones óptimas).
2. Especificaciones Técnicas para proyectos de nuevas instalaciones de luminarias: Considera proyectos en los cuales no existe alumbrado público instalado en las vías haciendo necesaria su instalación, o el alumbrado está en un estado precario que hace necesario su reemplazo por completo. Incluye la instalación de postes, circuitos, protecciones, empalmes, luminarias, tramitación del TE-2, y todo lo necesario para la correcta implementación del alumbrado público.

Opcionalmente, los proyectos pueden requerir características adicionales, en cuyo caso se debe cumplir con las especificaciones técnicas mínimas dispuestas en los apartados correspondientes:

1. Luminarias Solares (Anexo A – Sección 4): Los proyectos de “luminarias solares” serán elegibles para proyectos de alumbrado público de vías de tránsito peatonal o vehicular donde no exista factibilidad de conexión a la red de distribución eléctrica pública o en casos justificados en que económicamente sea una solución más conveniente que la extensión de red de alumbrado público (considerando costos de inversión, operación, mantención y reemplazo), o bien, en vías de evacuación por emergencia, respaldado en la memoria de postulación. El dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos y las baterías deberá estar respaldado con su respectiva memoria de cálculo fotovoltaico, la que deberá considerar para el dimensionamiento el peor caso entre el mes con menor radiación solar (de no contar con mediciones, se recomienda utilizar el

“Explorador Solar” del Ministerio de Energía para obtener datos de radiación solar, disponible en <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>) y el mes con menor tiempo de luz natural. Asimismo, la inclinación y orientación de los paneles deben estar optimizadas para la mayor captación de energía en el mes del peor caso. Para lo anterior, se deben tomar en cuenta las características de irradiación solar de la zona del proyecto, número de horas de luz al año, efecto de sombras, entre otros. Se debe contar con la georreferenciación individual de las luminarias como respaldo.

2. Alumbrado Público con Telegestión o Red de Smart City (Anexo A – Sección 5): Opcionalmente, el municipio podrá incorporar sistemas que automaticen el parque de alumbrado público, pudiendo instalar un sistema de Telegestión o una red de Smart City sobre el Alumbrado Público con tecnología LED. La diferencia entre ambas definiciones es principalmente el alcance, donde el sistema de Telegestión es utilizado solo para la gestión (información y/o control) del alumbrado público, mientras que la red de Smart City permite adicionar una gama de otras aplicaciones de la ciudad (como seguridad pública, gestión del tráfico, monitoreo ambiental, entre otros). Dado lo anterior, el Municipio deberá argumentar el alcance de esta automatización, indicando el uso que le dará a su sistema. Este tipo de proyecto se aceptará sólo si cumple con lo siguiente:

a. Comunas en las que su parque de luminarias supere las 1.000 unidades, simplificando la gestión y mantenimiento de dicho parque.

b. Los municipios deben proporcionar un plan de operación de su parque de alumbrado, incorporando el sistema de Telegestión o red Smart City al plan de mantenimiento que exigen los reglamentos de alumbrado público. Dicho plan debe ir justificado técnicamente en la memoria del proyecto y valorizado durante la vida útil del proyecto.

c. Los Municipios deben contar con personal capacitado para operar un sistema de luminaria con Telegestión o red Smart City, de acuerdo al plan presentado. Esto se refleja en la existencia de una sección dedicada a la operación y mantenimiento del alumbrado público, la cual deberá estar descrita en la memoria del proyecto, quienes deberán ser capacitados en la operación de las luminarias con Telegestión o red Smart City.

Se recomienda que cada Municipio realice las gestiones con la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL) de forma tal que, una vez realizada la instalación de no más de un 10% de los controladores de luminarias del proyecto total, se realice una fiscalización por parte de la SUBTEL.

Cualquier observación debe ser subsanada por el adjudicatario en un plazo establecido por contrato.

Aprobada dicha instalación parcial, se podrá continuar con la implementación del proyecto.

Cualquier especificación técnica superior a la aquí indicada debe estar justificada en la memoria de Postulación.

## ANEXO A. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA PROYECTOS TIPOLOGÍAS **PMB Y PMU**

### **INSTALACIÓN/RECAMBIO DE LUMINARIAS VIALES/PEATONALES**

#### **COMUNA DE XX**

#### 1. GENERALIDADES DE LA LICITACIÓN

**(Se debe entregar una descripción resumida del proyecto, dónde estará localizado y sus características principales).**

La presente licitación considera el suministro de luminarias de alumbrado público de la comuna de **XX**. La Municipalidad de **XX** llama a licitación para la instalación/recambio de **XX** luminarias de alumbrado público.

#### 2. NORMATIVA APLICABLE

El proyecto deberá cumplir con las Normas y Reglamentos vigentes, detallados a continuación **(mantener sólo aquellas que apliquen al proyecto):**

##### 2.1. Generales

- a) Decreto Supremo N° 8, de 2019, del Ministerio de Energía, que aprueba reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica.
- b) Decreto Supremo N° 109, de 2017, del Ministerio de Energía, que aprueba reglamento de seguridad de las instalaciones eléctricas destinadas a la producción, transporte, prestación de servicios complementarios, sistemas de almacenamiento y distribución de energía eléctrica.
- c) Resolución Exenta N° 1.128, de 2006, de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, que establece procedimientos y plazos de tramitación para la presentación de las declaraciones que indica, deja sin efecto resolución exenta N° 2.082, del 15 de diciembre de 2005, y modifica resolución exenta N° 796, del 2 de junio de 2006, ambas de esta Superintendencia.
- d) Ley N° 16.744 sobre accidentes del trabajo y enfermedades profesionales.
- e) D.F.L 4/20.018 del 2007, del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción, que fija texto refundido, coordinado y sistematizado del decreto de fuerza de ley N° 1 del Ministerio de Minería del año 1982, Ley General de Servicios Eléctricos, en materia de energía eléctrica.
- f) DS. 92/1983, del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción. Fija Reglamento de instaladores eléctricos y de electricistas de recintos de espectáculos públicos.
- g) DS. 298/2005, del Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción. Reglamento para la certificación de productos eléctricos y combustibles, y deroga decretos que indica.
- h) DS. 327/1997, del Ministerio de Minería, Fija reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos.
- i) NCh Elec. 12/1987 Empalmes aéreos monofásicos.
- j) Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución, aprobada mediante resolución exenta de la Comisión Nacional de Energía N°763, de 2019.
- k) NCh 3379:2019. Acero – Postes de acero para alumbrado público. Requisitos **(nueva instalación, según materialidad del poste).**
- l) NCh 2122:2000, Mod. 2004. Maderas – Postes de pino radiata. Especificaciones y dimensiones **(nueva instalación, según materialidad del poste).**
- m) NCh 819:2012 Madera preservada – Pino radiata – Clasificación según riesgo de deterioro en servicio y muestreo **(nueva instalación, según materialidad del poste).**

- n) NCh 630:1998 Madera – Preservación – Terminología **(nueva instalación, según materialidad del poste)**.
- o) NCh 790:2012 Madera – Preservación – Clasificación, composición y requisitos de los preservantes para madera **(nueva instalación, según materialidad del poste)**.
- p) NCh 431:2010 Diseño estructural – Cargas de nieve **(nueva instalación)**.
- q) NCh 432:2010 Diseño estructural – Cargas de viento **(nueva instalación)**.
- r) NCh 433:2009 Diseño sísmico de edificios **(nueva instalación)**.
- s) NCh 1537:2009 Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso **(nueva instalación)**.
- t) NCh 3171:2017 Diseño estructural – Disposiciones generales y combinaciones de cargas **(nueva instalación)**.

## 2.2. Luminarias

- a) DS. 2/2014 del Ministerio de Energía, Reglamento De Alumbrado Público De Vías De Tránsito Vehicular.
- b) DS. 51/2015 del Ministerio de Energía, Reglamento De Alumbrado Público de Bienes Nacionales de Uso Público Destinados al Tránsito Peatonal.
- c) P.E. N° 5/07 de la SEC, Protocolo de Análisis y/o Ensayos de Seguridad de Producto Eléctrico: Luminarias para Alumbrado Público.
- d) P.E. N° 5/19 de la SEC, Protocolo de Análisis y/o Ensayos de Seguridad de Producto Eléctrico: Luminaria Proyector (Proyector de Área) para Alumbrado Público **(para proyectores de área)**.
- e) NCh-IEC 60598-1:2017 Luminarias - Parte 1: Requisitos generales y ensayos.
- f) NCh-IEC 60598-2-3:2017 Luminarias - Parte 2-3: Requisitos particulares - Luminarias para alumbrado público.
- g) NCh 3426:2017 Equipo de iluminación de zona y carreteras - Dispositivo externo tipo fotocelda para control de driver o balasto.
- h) DS. 43/2012 Establece Norma de Emisión para la Regulación de Contaminación Lumínica **(regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo)**.
- i) ISO 9223:2012 Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification, determination and estimation **(en zonas costeras o con ambiente salino)**.

## 2.3. Luminarias Solares **(opcional)**

- a) Cumplimiento de protocolos de ensayos SEC, utilización de productos que cuenten con certificación SEC y cumplimiento de pliegos normativos SEC vigentes a la fecha de postulación de la iniciativa.

## 2.4. Luminarias con Telegestión/red Smart City **(opcional)**

- a) Subtel Res. N°1.985, Fija Norma Técnica de equipos de alcance reducido.
- b) Subtel Res. N°1.517/2018, Mod. Res. N°1.985 de 2017.
- c) Subtel Res. N°1.321/2021, Mod. Res. N°1.985 de 2017.
- d) Resolución Exenta N° 855/2019 de la SUBTEL o vigente.
- e) NCh-IEC 14908/1:2016 Tecnología de la Información, Protocolo de red de control – Parte 1: Pila de protocolos.
- f) NCh-IEC 14908/2:2016 Tecnología de la Información, Protocolo de red de control – Parte 2: Comunicaciones de par trenzado
- g) NCh-IEC 14908/3:2016 Tecnología de la Información, Protocolo de red de control – Parte 3: Especificación del canal de la línea eléctrica.
- h) NCh-IEC 14908/4:2017 Tecnología de la Información, Protocolo de red de control – Parte 4: Comunicación IP.

### 3. LUMINARIAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO DE VÍAS DE TRÁNSITO PEATONAL O VEHICULAR. ESPECIFICACIONES MÍNIMAS DE UN PROYECTO.

Se requerirá la instalación/retiro e instalación completa del siguiente número de luminarias (**tipo de vía PX sustentado en la memoria del proyecto**):

- XXX luminarias para vía tipo PX.
- XXX luminarias para vía tipo PX.

#### 3.1. Requisitos Generales y de Eficiencia Energética

- a) Que, el Proyecto cumpla con la normativa vigente aplicable a instalaciones de alumbrado público, en particular, con lo dispuesto en el DS2; DS51; Decreto Supremo N° 8, de 2019, de Ministerio de Energía, que aprueba reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica; Decreto Supremo N° 109, de 2018, del Ministerio de Energía, que aprueba reglamento de seguridad de las instalaciones eléctricas destinadas a la producción, transporte, prestación de servicios complementarios, sistemas de almacenamiento y distribución de energía eléctrica; y NTCS-D.
- b) Que, se indique que la materialización del Proyecto se llevará a cabo mediante la presentación de las Declaraciones de sus Instalaciones de Alumbrado Público ante la SEC, dando cumplimiento a lo establecido en su Resolución Exenta N° 29935, de 2019, que modifica Resolución Exenta N° 1.128, de 11 de junio de 2006, ambas de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (Trámite Eléctrico TE2).
- c) Que, se indique que las instalaciones de alumbrado público estarán dotadas de sistemas que regulen los ciclos de funcionamiento de las luminarias, encendido y apagado. Para estos fines, se podrán considerar celdas fotoeléctricas, relojes capaces de ser programados por, al menos, ciclos diarios, de manera de evitar la prolongación innecesaria de los períodos de funcionamiento, u otro mecanismo o tecnología que permita restringir el consumo energético a lo estrictamente necesario sin desmedro de la capacidad lumínica de las instalaciones.
- d) Que, no se establezcan requisitos que constituyan posibles barreras de entrada o condicionantes de la adjudicación del Proyecto a un determinado proveedor, tales como marcas comerciales, potencia definida (W), requerimientos de tipo de vidrio de las luminarias, entre otros.
- e) Que, los Proyectos que empleen recursos energéticos con tecnologías diferentes a las establecidas en el DS2 o DS51, deberán justificar técnicamente a la SEC una solución distinta, de conformidad con lo establecido en el Artículo 12 del DS2 o el Artículo 13 del DS51. Dicha justificación deberá ser presentada por las personas señaladas en el Artículo 8 del DS2 o el Artículo 9 del DS51, según sea el caso.

#### 3.2. Características mecánicas

- a) Que, las luminarias cuenten con un grado de protección IP66 o superior, según la definición establecida en el Artículo 3°, numeral 3.20 del DS2 y en el Artículo 4°, numeral 18 del DS51. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un certificado de ensayo emitido por un organismo de certificación autorizado por la SEC, según la Norma IEC 60529, IEC 60598-1, IEC 60598-2-3, IEC 60598-2-5 o lo indicado en el PE 5/07.

- b) Que, si se trata de luminarias tipo “catenarias” en Proyectos de alumbrado público de vías de tránsito peatonal, éstas cuenten con un grado de protección IP55 o superior, de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 17, letra k), numeral iii, del DS51. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un certificado de ensayo emitido por organismo de certificación autorizado por la SEC, según la Norma IEC 60529, IEC 60598-1, IEC 60598-2-3, IEC 60598-2-5 o lo indicado en el PE 5/07.
- c) Que, las luminarias cuenten con un grado de protección IK08 o superior, de acuerdo con lo dispuesto en la Norma IEC 62262 y su definición de clasificación de grados de protección IK. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un certificado de ensayo de resistencia al impacto según Norma IEC 62262 o IEC/TR 62696.
- d) Que, el acoplamiento de la luminaria permita su conexión horizontal y/o vertical al gancho o brazo al interior de las mismas, sin dejar tuberías ni conductores a la vista.
- e) En Proyectos que se lleven a cabo en ambientes costeros o en ambientes con presencia de agentes químicos, según lo establece el Artículo 2° del Decreto Supremo N° 8, de 2019, del Ministerio de Energía, que aprueba reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica, todos los accesorios de la luminaria, tales como pernos, golillas, seguros y otros, sean metálicos, de acero inoxidable o galvanizados en caliente, de tal manera que sean resistentes a la corrosión de agentes atmosféricos o ambientales. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de una declaración de conformidad del fabricante o un informe de ensayo emitido por un laboratorio de ensayos acreditado por ILAC.

### **3.3. Características eléctricas**

- a) Que, se indique que las Ofertas al Proyecto deberán proponer luminarias que dispongan del Certificado de Seguridad de Aprobación, Seguimiento, o Tipo, emitido por un Organismo de Certificación autorizado por la SEC de acuerdo con lo establecido en el PE N° 5/07.
- b) Que, se indique que el adjudicatario del Proyecto deberá entregar el Certificado de Seguridad de Aprobación o Seguimiento de las luminarias, emitido por un Organismo de Certificación autorizado por la SEC, de acuerdo con lo establecido en el PE N° 5/07, previo a la instalación de las mismas.
- c) Que, las luminarias tengan un factor de potencia dentro de los límites establecidos en el Artículo 3-10 de la NTCS-D. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un informe de ensayo emitido por un laboratorio de ensayos autorizado por la SEC. Asimismo, se deberá indicar que este requerimiento es sin perjuicio que toda la instalación eléctrica asociada al Proyecto debe cumplir con el factor de potencia que se indica en la referida norma técnica.
- d) Que, el equipo eléctrico para las luminarias, soporte variaciones del voltaje nominal de alimentación de 220 [V], según lo establecido en el Artículo 3-1 de la NTCS-D, y frecuencia nominal 50 [Hz], sin que la luminaria deje de operar. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un informe de ensayo emitido por un laboratorio de ensayos autorizado por la SEC.
- e) Que, la distorsión armónica de tensión y corriente que genere la luminaria no supere los límites establecido en el Artículo 3-5 y 3-8, según corresponda, de la NTCS-D. Se deberá solicitar que

el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un informe de ensayo emitido por un laboratorio de ensayos autorizado por la SEC.

### 3.4. Características lumínicas

- a) Que, la eficacia luminosa de la luminaria sea de 110 [lm/W] o superior, considerando el flujo total de la luminaria y la potencia total absorbida de la red, de acuerdo con la definición del Artículo 3°, numeral 3.7 del DS2. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un informe de ensayo fotométrico emitido por un laboratorio de ensayos autorizado por la SEC o acreditado por ILAC.
- b) Que, se establezca un rango de la Temperatura de Color Correlacionada (TCC) para las luminarias. Dicha definición deberá ser tal que la diferencia entre la máxima y mínima TCC no sea inferior a 1.000K, que la mínima TTC no sea inferior a 1.500K y la máxima no sea superior a 4.500K. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un informe de ensayo fotométrico emitido por un laboratorio de ensayos autorizado por la SEC o acreditado por ILAC. **(de forma voluntaria para el municipio, y según recomendaciones del Ministerio del Medio Ambiente en su Of. Ord. N° 200607 del 07 de febrero de 2020, se podrá solicitar una temperatura de color entre 2.200 y 3.200 K).**
- c) Que, en Proyectos de alumbrado público de vías vehiculares, el valor del Índice de Reproducción Cromática (CRI), sea 60 o superior y, para Proyectos de alumbrado público para el tránsito peatonal, dicho valor sea el indicado en Artículo 17, letra k), numeral ii del DS51. Para ambos tipos de Proyectos se considerará la definición de Índice de Reproducción Cromática de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 4, numeral 17 del DS51. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de un informe de ensayo fotométrico emitido por un laboratorio de ensayos autorizado por la SEC o acreditado por ILAC.
- d) Que, se indique que las Ofertas al Proyecto deben entregar los archivos digitales “.IES” de las luminarias y, que dichos archivos estén elaborados bajo la Norma IES LM-63-02 o superior.
- e) Que, se indique que las Ofertas al Proyecto deben entregar los ensayos fotométricos de las luminarias, elaborados bajo la Norma IES LM-79-08, CIE 121, IEC 62722-1 o IEC 62722-2-1.
- f) Distribución de intensidad luminosa máxima de 0,49 [cd/klm] para un ángulo gama de 90°, y de 0 [cd/klm] para un ángulo gama superior a 90° (regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo).
- g) Cumplir con el DS. 43/2012 – Ministerio de Medio Ambiente (MMA) “Norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica” o aquel que lo reemplace. **(sí corresponde).**
- h) Certificado **de aprobación de Cumplimiento de Protección de la Contaminación Lumínica** de acuerdo al **Protocolo de Contaminación Lumínica PCL N° 2** para luminarias y proyectores de área LED de la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), emitido por un laboratorio que, a la fecha de cierre de la oferta, se encuentre autorizado por la SEC. Este certificado habilita la instalación en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, según se indica en el DS. 43/2012 del MMA, o aquella norma que la reemplace. **(obligatorio sólo para las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo; para el resto de las regiones, y según recomendaciones del Ministerio del Medio Ambiente en su Of. Ord. N° 200607 del 07 de febrero de 2020, se podrá adoptar de forma voluntaria).**

### 3.5. Requisitos de accesorios y conductores

- a) Que, los conductores eléctricos que conecten la luminaria con la red de alumbrado público sean nuevos y de sección mínima de 2,5 mm<sup>2</sup>. Asimismo, dichos conductores deben ser resistentes a los rayos ultravioleta en caso de que no se encuentren canalizados. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través del catálogo o ficha técnica del fabricante.
- b) Que, en Proyectos que se lleven a cabo en ambientes costeros o en ambientes con presencia de agentes químicos, según lo establece el Artículo 2° del Decreto Supremo N° 8, de 2019, del Ministerio de Energía, que aprueba reglamento de seguridad de las instalaciones de consumo de energía eléctrica, todos los accesorios de la luminaria, tales como pernos, golillas, seguros y otros, sean metálicos, de acero inoxidable o galvanizados en caliente, de tal manera que sean resistentes a la corrosión de agentes atmosféricos o ambientales. Se deberá solicitar que el cumplimiento de este requerimiento sea validado a través de una declaración de conformidad del fabricante o un informe de ensayo emitido por un laboratorio de ensayos acreditado por ILAC.
- c) Que, se indique que las luminarias deberán ser suministradas con fusibles y sus correspondientes porta-fusibles aéreos encapsulados.

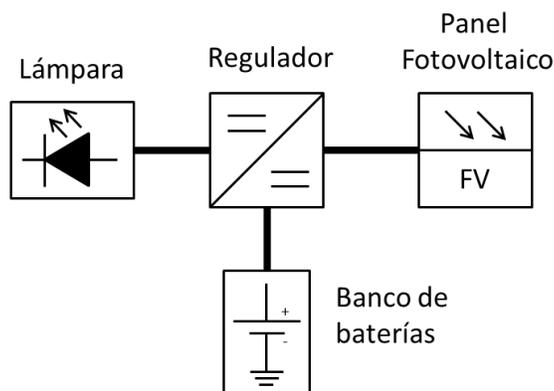
### 3.6. Otros requerimientos

Además, se pedirán los siguientes requisitos mínimos:

- a) Garantía física del oferente mediante boletas o pólizas por 2 años ante fallas de fábrica.
- b) Realización de la tramitación de declaración TE-2 "Puesta en servicio obras de alumbrado público" ante la SEC, para lo cual se deben incluir los planos del proyecto, de acuerdo a [www.sec.cl/portal/page?\\_pageid=33,3473621&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,3473621&_dad=portal&_schema=PORTAL).
- c) Capacitación en la gestión del sistema por parte del oferente al personal municipal. **(para luminarias telegestionadas/Smart City)**

## 4. LUMINARIAS SOLARES (OPCIONAL)

Cada luminaria deberá contar con sus propios paneles solares, banco de baterías y regulador de carga, tal como se muestra en el diagrama unilineal simplificado de la Figura 1. **Se aceptarán tanto soluciones en que los componentes estén provistos de forma individual como también aquellas en que los componentes estén integrados para conformar un sistema de luminaria solar.** Todos los componentes deberán ser nuevos y de primera calidad.



### Figura 1. Arquitectura referencial de la solución tipo “luminaria solar”.

La tensión de operación nominal de las luminarias deberá ser compatible con el resto del equipamiento instalado, y deberá cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

#### 4.1. Sistema fotovoltaico

- a) El sistema fotovoltaico deberá proveer toda la energía necesaria para alimentar los postes de alumbrado público, los 365 días del año, indistintamente del nivel de radiación mínimo esperado para la ubicación geográfica donde se instale. El dimensionamiento de los distintos componentes será respaldado en una memoria de cálculo fotovoltaico provista por el oferente.
- b) La autonomía provista por el banco de baterías deberá estar dimensionada para dos días de operación, en que los requerimientos energéticos deben considerar el nivel de radiación mínimo esperado para la ubicación geográfica donde se instale, considerando escenarios de nubosidad. Dicho dimensionamiento deberá estar respaldado en una memoria de cálculo fotovoltaico provista por el oferente.
- c) El dimensionamiento lumínico del sistema debe estar sustentado en una memoria de cálculo lumínico provista por el oferente, cumpliendo con los requisitos mínimos de iluminación señalados en el DS. 2/2014, Art. 18, y/o DS. 51/2015, Art. 20, 21 y 22. Esta memoria debe ser realizada en un software de diseño lumínico (como DIALux u otro) en que se demuestre que se cumplen con tales requisitos mínimos. Los parámetros para realizar la simulación se encuentran a disposición en el **Anexo B – Simulación de Casos Tipo**.

#### 4.2. Estructura de montaje de los paneles fotovoltaicos

- a) La estructura de montaje para el o los paneles fotovoltaicos, deberá ser de aluminio anodizado, acero galvanizado en caliente u otro material con igual o mayores resistencias mecánicas y de corrosión.
- b) El montaje debe estar ubicado en el extremo superior del poste, evitando de esta forma que el poste o la misma estructura pueda generar sombras sobre los paneles fotovoltaicos.
- c) Debe contar con un mecanismo adecuado de acoplamiento al poste, validado con memoria de cálculo estructural ante cargas de viento/nieve y sísmicas, según normas NCh 432:2010 (Diseño estructural – Cargas de viento), NCh 431:2010 (Diseño estructural – Cargas de nieve), NCh 433:2009 (Diseño sísmico de edificios) y NCh 3171:2017 (Diseño estructural – Disposiciones generales y combinaciones de cargas).
- d) El panel fotovoltaico deberá estar sujeto a la estructura de soporte mediante pernería de acero inoxidable “A2 DIN/ISO” / “A4 DIN/ISO” (para instalación en zonas costeras) y con un sistema que dificulte su robo, como por ejemplo, pernería antirrobo.
- e) Considerar la inclusión de varillas anti-aves el marco de la estructura de los paneles, con el fin de prevenir que las aves se posen en la estructura, sin que este elemento pueda generar sombras sobre los paneles.
- f) Debe permitir el ajuste del ángulo de azimut en terreno. En particular, los paneles deberán estar orientados hacia el norte geográfico, permitiéndose una tolerancia de  $\pm 5^\circ$ .
- g) Debe tener una inclinación de **XX°** respecto a la horizontal de los paneles, no admitiendo tolerancia en su inclinación (justificado en la memoria de postulación a PMB).

#### 4.3. Paneles fotovoltaicos

- a) Paneles por luminaria de potencia nominal igual o mayor a **XX [Wp]**. Se debe considerar en el diseño y selección de componentes, que éstos sean compatibles con las corrientes y tensiones del o los módulos fotovoltaicos (potencia justificada en la memoria de postulación a PMB para las temporadas de menor radiación y de menor luz natural, junto a la incidencia de nubosidad).

- b) Las conexiones entre módulos deberán ser mediante conectores tipo MC4 o equivalentes. Encapsulado impermeable al agua, resistente a la fatiga térmica y tolerante a la abrasión, con un grado de protección IP65 como mínimo.
- c) Potencia nominal de salida en STC (temperatura ambiente de 25°C, irradiancia de 1.000 [W/m<sup>2</sup>] y masa de aire igual a 1,5).
- d) Caja de conexión ubicada en la parte posterior del panel y debe incluir diodos de bypass, en conformidad a la norma IEC 62548:2016 “*Photovoltaic (PV) arrays - Design requirements*”.
- e) Su vida útil, en condiciones normales de operación, debe ser superior a 20 años y con una potencia de salida garantizada igual o superior al 80% al año 25 después de la puesta en operación, indicado en ficha técnica del producto.
- f) Tolerancia de potencia igual o mayor a cero.
- g) Autorizados por la SEC, acreditado por la Resolución Exenta correspondiente que acredite su cumplimiento (listado de paneles acreditados disponible en: [http://www.sec.cl/portal/page?\\_pageid=33,5847695,33\\_5905761&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.sec.cl/portal/page?_pageid=33,5847695,33_5905761&_dad=portal&_schema=PORTAL)).
- f) Todos los paneles fotovoltaicos ofertados deberán ser nuevos, de igual marca y modelo.
- g) Deberán tener la certificación IEC 61701:2011 “*Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules*”, de resistencia del panel fotovoltaico al ambiente salino, acreditado mediante catálogo del panel o un certificado del fabricante (para instalación en zonas costeras, con alta contaminación salina reconocida por la NCh Elec. 4/2003, como una zona de 10 [km] de ancho, medidos desde el borde costero. No obstante lo anterior, se pueden considerar otras zonas debidamente justificadas).

#### 4.4. Baterías

- a) Baterías VRLA tipo AGM o de electrolito gelificado, o de litio. En cualquier caso, deben ser **libres de mantenimiento**.
- b) Las baterías deberán contar con protección IP65, ya sea provista por la luminaria (en el caso de una batería integrada al cuerpo de la luminaria) o por un gabinete (en el caso de estar separada del cuerpo de la luminaria).
- c) Banco de baterías de capacidad nominal C10 mayor o igual a XX [kWh] (**justificado en la memoria de postulación**). Se aplicarán factores de corrección en caso de que la capacidad de las baterías no se indique según C10. Estos factores se obtendrán en base a la *ley de Peukert*, usando un coeficiente de Peukert igual a  $\kappa = 1,13$  para baterías OPzV,  $\kappa = 1,25$  para GEL,  $\kappa = 1,15$  para AGM y  $\kappa = 1,02$  para litio. Así, la capacidad calculada será  $C_{10} = C_h \cdot \left(\frac{10}{h}\right)^{\frac{(\kappa-1)}{\kappa}}$ , con  $C_h$  la capacidad entregada por el oferente.
- d) Las baterías deberán estar configuradas de forma tal que sea compatible con las características de los paneles y regulador de carga.
- a) Ciclos de vida determinados según norma IEC 60896-21:2004 en el caso de baterías de plomo ácido, o según norma IEC 62620:2014 para baterías de litio, e informado en el *datasheet* del fabricante:
  - o Mayor o igual a 1.200 para una profundidad de descarga (DoD – *Depth of Discharge*) del 30% (equivalente a 70% del SoC – *State of Charge*),
  - o Mayor o igual a 400 para una profundidad de descarga (DoD) del 80% (equivalente a 20% del SoC).
- e) Autodescarga menor o igual al 3% de su capacidad nominal por mes (a 25°C).
- f) Autonomía de al menos 2 días, basada en los consumos proyectados por el sistema de alumbrado para el caso de mayor demanda energética (menor cantidad de horas de luz natural).
- g) En caso de que el banco cuente con más de una batería, éstas deberán estar conectadas en serie.
- h) Todas las baterías ofertadas deberán ser nuevas, de igual marca, modelo y capacidad.

#### 4.5. Regulador de carga

- a) Tipo MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) o PWM (*Pulse Width Modulation*), apto para usar con driver programable en luminaria y *dimmer*.
- b) Grado de hermeticidad IP21 o superior, y encontrarse en un gabinete que provea de al menos una hermeticidad IP65. En el caso que el regulador de carga forme parte del cuerpo de la luminaria, será exigible a la luminaria un grado de hermeticidad IP65 o superior.
- c) Tensión nominal de salida compatible con la luminaria y banco de baterías.
- d) Autoconsumo menor o igual a 10 [mA] o eficiencia máxima mayor a 95%.
- e) Debe implementar las siguientes funciones de protección electrónica:
  - i. Contra sobrecargas o cortocircuito a la salida.
  - ii. Contra descarga profunda de las baterías.
  - iii. Contra sobretemperatura.
- f) Debe resistir, sin dañarse:
  - i. Tensión en circuito abierto de los paneles fotovoltaicos.
  - ii. Corriente de cortocircuito de los paneles fotovoltaicos.
- g) Sus características técnicas deben estar acordes a los módulos fotovoltaicos y baterías ofertadas.
- h) Garantía del fabricante de al menos 3 años.

#### 4.6. Capacitaciones

El contratista deberá realizar al menos una capacitación, con una duración no menor a las 8 horas, a los funcionarios municipales encargados de realizar la mantención preventiva y correctiva de los sistemas fotovoltaicos, según un programa de mantención provisto por el contratista. La Municipalidad determinará la cantidad de funcionarios a participar. La capacitación incluirá los siguientes contenidos mínimos:

- i. Identificación del sistema de generación y sus componentes, y su ubicación.
- ii. Encendido y apagado del sistema.
- iii. Precauciones e identificación de peligros.
- iv. Protocolos de emergencia ante fallas, electrocución, y eventos como terremotos, ráfagas de viento e incendios.
- v. Protocolo de mantenimiento: limpieza de paneles, frecuencia de limpieza, revisión del entorno para evitar sombras e inspecciones eléctricas periódicas.

Por otra parte, el contratista deberá proporcionar todo el material necesario para ejecutar dichas capacitaciones y dejará disponible los manuales de instalación, operación y mantención de manera física y digital, en idioma español, para el municipio.

### 5. LUMINARIAS CON SISTEMA DE TELEGESTIÓN/RED DE SMART CITY (OPCIONAL)

#### 5.1. Sistema de Telegestión/Red de Smart City (opcional)

El sistema de telegestión/La Red de Smart City del alumbrado público debe ser capaz de gestionar el parque de alumbrado público y tener la capacidad para soportar **[otros servicios que el Municipio pudiese necesitar] (para red de Smart City, debidamente justificados en la memoria de postulación a PMB)**. Para ello el oferente deberá suministrar un sistema integrado de hardware y software, equipos de telecomunicaciones, enlaces de datos hacia Internet (celular o fijo) y dispositivos o sensores que permitan el funcionamiento completo del sistema. Todos los datos recolectados y transmitidos a través de la infraestructura de red habilitante serán de propiedad y uso exclusivo de la Municipalidad.

El sistema de telegestión/La Red de Smart City deberá contar al menos con los siguientes ítems:

### 5.1.1. Módulos controladores

Estos dispositivos deben ser elementos anexos a la luminaria y en ningún caso pueden ser parte de la estructura de la misma.

- a) Conectarse a las luminarias mediante un conector con estándar ANSI C136.41-2020.
- b) Ser fabricados para uso en exteriores, con grado de protección mínimo IP65.
- c) Operar con alimentación eléctrica de 220 VAC  $\pm$  10% y frecuencia nominal 50 [Hz].
- d) Contar con una protección de sobrevoltaje de al menos 10 [kV] de capacidad de ruptura.
- e) Driver con estándar 0/1 – 10 [V] o DALI.
- f) Compatible con la red de comunicaciones ofrecida.
- g) Contar con características de auto configuración y *auto discovery* para simplificar el despliegue de la Red y mantener la conectividad en el tiempo.

### 5.1.2. Red de comunicaciones

La solución de alumbrado público inteligente debe estar basada en una Red de Sensorización, que puede ser cableada o inalámbrica, y debe considerar todos los componentes y dispositivos de hardware y software para gestionar en forma centralizada todas las luminarias consideradas.

La Red de Sensorización debe cumplir con las siguientes características:

- a) Estar desarrollada en base a protocolos abiertos en todas sus capas.
- b) Considerar medidas de ciberseguridad en todas sus capas.
- c) Protocolos deben estar diseñados para tener un bajo consumo eléctrico.
- d) Ser compatible con los módulos controladores.
- e) Ser escalable a cientos de miles de sensores.
- f) Operar en bandas no saturadas por aplicaciones de vecinos
- g) La red debe evitar la generación de interferencias con otras aplicaciones de uso común (como radiofrecuencias AM, FM, TV y WiFi).
- h) No sufrir apantallamiento producto de lluvias o pérdida de señal causada por la interposición de objetos cotidianos, como árboles o vehículos.
- i) Ser interoperable, esto es, permitir integrar a la Red de Sensorización otros sensores o actuadores de diferentes fabricantes, por medio de API o hardware.
- j) A nivel de hardware, software y de comunicaciones, debe reservar al menos un 15% de capacidad adicional a los controladores de luminarias para incorporar nuevos dispositivos (sensores o actuadores) en ámbitos de gestión municipal futura.

### 5.1.3. Sistema Central de Gestión (CMS)

El Sistema Central de Gestión (CMS) consiste en una plataforma de software para la gestión de los datos enviados por los componentes y el control de éstos. Debe proveer los siguientes servicios:

- a) Operar en modalidad *On-Premise* o *Cloud Computing*, manteniéndose continuamente operativo y actualizado según vayan saliendo mejoras, y con los parches de seguridad informática requeridos. Lo anterior será a cargo del adjudicatario por la vigencia establecida en el contrato.
- b) Implementar una solución interoperable para intercambio de datos, información e integración con sistemas de terceras partes o desarrollados por otros proveedores tecnológicos, como son Web Services, Rest Services y/o APIs.
- c) Recolectar los datos de los módulos controladores, así como el estado del sistema continuo, para proporcionar un reporte exacto a los usuarios del sistema.
- d) Funciones de visualización, monitoreo, gestión, configuración e inventario de equipos y dispositivos, de manera unitaria y por grupos, incluyendo su posicionamiento georeferenciado.
- e) Interfaz de usuario para gestionar las luminarias inteligentes por Mapas Digitales (tipo Google Maps, Open Street Map u otro).

- f) Control de encendido y apagado de luminarias en forma remota, programado por horario y con calendarización y bajo demanda.
- g) Control de intensidad remoto de luminarias o grupos de luminarias, programada o bajo demanda.
- h) Medición de parámetros eléctricos, al menos: Voltaje, Corriente, Potencia y Energía consumida, entre otros, para todas las luminarias.
- i) Gestión e informes de alarmas, detectando e informando fallas en las luminarias con su ubicación asociada. Base de datos para almacenar los datos colectados por los sensores y actuadores de la Red.

#### **5.1.4. Access Point o Gateway**

El Sistema podrá necesitar Access Point o Gateway para operar y/o comunicar los diversos sensores conectados al sistema de telegestión/la Red de Smart City:

- a) La cantidad de Access Point o Gateway deben estar calculados de tal forma que se opere adecuadamente la red sin pérdida de comunicaciones con los módulos controladores de luminarias.
- b) No exceder ocho saltos (*hops*) entre cualquier controlador de luminaria y un gateway.
- c) Contemplar una ruta alternativa para cada controlador de luminaria, con tolerancia de falla de un gateway.
- d) Operar la red de acuerdo a la disposición de la Resolución Exenta N°855/2019 de la SUBTEL u otra disposición vigente a la fecha en la materia.
- e) Deben ser fabricados para uso en exteriores, con grado de protección mínimo IP65.
- f) Operar con alimentación eléctrica de 220 VAC  $\pm$  10% y frecuencia nominal 50 [Hz], y contar con un circuito de sobreprotección de voltaje de al menos 10 [kV].
- g) El *firmware* de los gateway debe ser actualizable de forma remota.
- h) La topología de la red debe ser enmallada (*mesh*).
- i) Debe contemplar protocolos de seguridad para evitar que usuarios no permitidos ingresen a la red.

#### **5.2. Autorizaciones de la Red IoT (Internet of Things)**

Dado que el adjudicatario será el responsable de instalar la infraestructura de Telegestión/Red de Smart City dentro del marco regulatorio establecido por la SUBTEL (según R.E. N°855/2019), le corresponderá solicitar los permisos que sean necesarios para efectos de la operación y uso del espectro radioeléctrico asociados a los equipos de la Red en el caso que aplique.

#### **5.3. Capacitaciones**

El contratista deberá realizar al menos una capacitación, con una duración no menor a las 8 horas, a los funcionarios municipales encargados de operar el CMS de las luminarias, que incluya la gestión de todos los componentes de la red, uso y funcionalidades del CMS para poder ser operado de manera autónoma. La Municipalidad determinará la cantidad de funcionarios a participar. Por otra parte, el contratista deberá proporcionar todo el material necesario para ejecutar dichas capacitaciones y dejará disponible los manuales de instalación, operación y mantenimiento de manera física y digital, en idioma español, en el municipio.

### **6. ESTUDIO LUMÍNICO**

El oferente deberá sustentar su propuesta mediante un estudio lumínico en software DIALux o similar, que dé cumplimiento al Reglamento de Alumbrado Público de Vías de Tránsito Vehicular

(DS. 2/2014) / Tránsito Peatonal (DS. 51/2015) en los requerimientos de iluminación que en dichos cuerpos normativos se indica.

Además, las vías vehiculares **sin** separación entre usuarios a las cuales corresponda una clase de alumbrado de P1 a P4, deberán presentar una Iluminancia de al menos 3 [lx] en un punto sobre 1,5 [m] del plano horizontal de la calzada y equidistante entre parejas de luminarias que se encuentren separadas a una misma distancia (DS. 2/2014, Art. 18, letra b).

El oferente deberá entregar el/los **archivo(s) .IES** de la(s) luminaria(s) ofertada(s), según la norma ANSI/IESNA LM-63-02 o superior, cuya información fotométrica **debe coincidir** con el informe de fotometría emitido por un laboratorio acreditado. No se aceptarán discrepancias entre el archivo .IES y el informe fotométrico, siendo ésta situación una causal de inadmisibilidad.

Los archivos .IES serán utilizados por la comisión evaluadora para verificar en software DIALux la propuesta del oferente y su cumplimiento de la normativa vigente. Los parámetros a utilizar para realizar el estudio lumínico se explicitan en el **Anexo B** – ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..

## 7. LETRERO DE OBRA

Se considera la instalación de un letrero de obra según lo establecido en el “Manual de Normas Gráficas - Vallas de Obras” (**verificar última versión**) (disponible en: <https://www.subdere.gov.cl/normas-graficas>) elaborado por SUBDERE, o el vigente al inicio de las obras. Este letrero estará ubicado en el sector de mayor visibilidad del proyecto, el que será definido o visado por la ITO, y se mantendrá durante todo el periodo de la obra. Ante eventuales daños, el contratista es responsable de su reparación o reposición.

## 8. INSTALACIÓN

Cualquier modificación propuesta por el contratista al proyecto deberá estar visada por la ITO y es responsabilidad del contratista el verificar que la propuesta cumpla con la normativa vigente. También es de su responsabilidad contar con un Instalador Eléctrico Autorizado ante la SEC, con licencia clase A o B vigente.

Para la ejecución de las obras, el contratista deberá cumplir con las siguientes disposiciones:

### 8.1. Retiro e instalación de luminarias (**proyectos de recambio**)

- a) El control de encendido del alumbrado público podrá ser reemplazado por uno nuevo similar al existente en el circuito intervenido. Esto se aplica para todos los tableros de control y comando que serán intervenidos por el recambio de luminarias, así como, para las luminarias que serán recambiadas y que cuenten con control de encendido individual.
- b) Verificar instalaciones eléctricas existentes y realizar las modificaciones o recambios correspondientes con tal de que cumplan con la normativa vigente. Esto incluye la revisión de:
  - i. Cableados existentes,
  - ii. Protecciones de todos los circuitos,
  - iii. Puestas a tierra de servicio y protección,
  - iv. Tableros de control.
- c) Hacerse cargo del retiro de las luminarias antiguas y almacenarlas o desecharlas en donde lo indique la Municipalidad y según ésta lo requiera. En el caso de desecharlas, se solicita el certificado de chatarrización correspondiente.
- d) La fijación de las luminarias deberá ser realizada por medio de un Gancho. Éste deberá estar galvanizado en caliente, con un diámetro de 1 ¼” a 2”, del tipo L-150 o L-400, según peso y tamaño de las luminarias a instalar:

- i. Tipo L-150 deberá tener un espesor mínimo de 2,65 [mm].
- ii. Tipo L-400 deberá tener un espesor mínimo de 2,90 [mm].
- iii. De requerirse otros tipos de Gancho en virtud de las condiciones de terreno, éstos deberán ser revisados y aprobados por la ITO para su instalación.

## 8.2. Suministro e instalación de postes

### (Para nueva instalación, excepto luminarias solares):

- a) Se instalarán **XX** postes con altura de punto de luz de **XX** [m], uno por cada luminaria.
- b) Su estructura será de un solo tramo en hormigón armado/madera/acero galvanizado en caliente.
- c) Cumplir con requerimientos del DS. 51/2015, Artículo 17, letras e) y f), considerando al menos:
  - i. Cada luminaria debe contar con una protección fusible, termomagnética u otra, que asegure su desconexión del circuito en caso de falla.
  - ii. Contar con disyuntores para la protección de sobrecarga y cortocircuito, cumpliendo con las disposiciones de los Pliegos Técnicos Normativos SEC.
  - iii. En luminarias con postes metálicos, se debe incluir un interruptor diferencial.
- d) Los postes metálicos podrán ser pintados con pintura electrostática en polvo poliéster al horno, de alta resistencia química, mecánica, y resistencia a la luz ultravioleta.
- e) La fijación de las luminarias deberá ser realizada por medio de un Gancho. Éste deberá estar galvanizado en caliente, con un diámetro de 1 ¼" a 2", del tipo L-150 o L-400, según peso y tamaño de las luminarias a instalar:
  - i. Tipo L-150 deberá tener un espesor mínimo de 2,65 [mm].
  - ii. Tipo L-400 deberá tener un espesor mínimo de 2,90 [mm].
  - iii. De requerirse otros tipos de Gancho en virtud de las condiciones de terreno, éstos deberán ser revisados y aprobados por la ITO para su instalación.
- f) La instalación de las luminarias en los postes deberá ser firme y segura, evitando robos o caídas. Deberá contar con anclaje mediante una placa base con pernos y fundación adecuada, o empotrado con fundación adecuada. El diseño del sistema poste-anclaje debe asegurar, validado con **memoria de cálculo estructural** acorde a las normas NCh 1537:2009 (Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso) y NCh 3171:2017 (Diseño estructural – Disposiciones generales y combinaciones de cargas) provista por el oferente, que se soporta la estructura completa (poste, gancho y luminaria) sin inconvenientes, ante escenarios de sismicidad y de carga por viento/nieve, según normas NCh 433:2009, NCh 432:2010 y NCh 431:2010, respectivamente.

### (Para luminarias solares):

- a) Se instalarán **XX** postes con altura de punto de luz de **XX** [m], uno por cada luminaria.
- b) Los postes deberán ser de un solo tramo en acero galvanizado en caliente según norma ISO 1461 o ASTM A123/A123M.
- c) Espesor del poste no menor a 4 [mm].
- d) La instalación de las luminarias en los postes deberá ser firme y segura, evitando robos o caídas. Deberá contar con anclaje mediante una placa base con pernos y fundación adecuada, o empotrado con fundación adecuada. El diseño del sistema poste-anclaje debe estar validado en la **memoria de cálculo estructural** acorde a las normas NCh 1537:2009 (Diseño estructural – Cargas permanentes y cargas de uso) y NCh 3171:2017 (Diseño estructural – Disposiciones generales y combinaciones de cargas) provista por el oferente, asegurando que se soporta la estructura completa (poste, paneles, gabinete, baterías, regulador de carga, soporte y luminaria) sin inconvenientes, ante escenarios de sismicidad y de carga por viento/nieve, según normas NCh 433:2009, NCh 432:2010 y NCh 431:2010, respectivamente.
- e) Se evitará su instalación en zonas que tengan sombras frecuentes o permanentes.

### 8.3. Cableado

#### (Para nueva instalación, excepto luminarias solares):

- a) La instalación deberá cumplir con los pliegos normativos de D.S N°8 2019.
- b) La instalación consistirá en **XX** circuitos, cuya distribución se debe detallar en los planos del proyecto.
- c) Se requerirá la instalación de una red aérea o subterránea **(justificado en la memoria de postulación)**.
- d) Los conductores eléctricos que se utilicen para conectar las luminarias a las redes de Alumbrado Público, deberán ser nuevos y cumplir con la normativa vigente sobre conductores para instalaciones aéreas o subterráneas de baja tensión, resistentes a los efectos de los rayos UV en caso de que no se encuentren canalizados y con una sección mínima de 2,5 [mm<sup>2</sup>]. Deben soportar las tracciones mecánicas del viento en el punto de sujeción con la red.
- e) El ingreso de los conductores eléctricos al cuerpo de la luminaria deberá considerar un sello tipo prensa estopa para mantener un mínimo Grado de Protección IP65 del Cuerpo Óptico y driver/balasto.

#### (Para luminarias solares):

- a) Los conductores positivos y negativos se conectarán a los paneles con conectores tipo MC4.
- b) Conductores de tipo PV, PV1-F, Energyflex, Exzhellent Solar ZZ-F (AS), XZ1FA3Z-K (AS) o equivalente, resistentes a la exposición a los rayos UV, que cumplan con la norma UNE-EN 50618:2015 o TÜV 2 pfg 1169/08.2007.
- c) Para cualquier condición, los conductores deberán tener una sección suficiente tal que la caída de tensión sea inferior a 1,5% de la tensión nominal de trabajo del sistema fotovoltaico.

### 8.4. Tableros (nueva instalación, excepto luminarias solares)

- a) Cumplir con los pliegos normativos de D.S N°8 2019, RIC N°2 "Tableros Eléctricos".
- b) Las Cajas de Alumbrado Público (CAP) deberán tener un Índice de Protección mínimo de IP65.
- c) Cada circuito de iluminación deberá contar con su respectivo empalme, protecciones y medidor de energía consumida, y estarán ubicados dentro de la CAP.
  - a) La protección eléctrica del circuito de Alumbrado Público deberá incluir un disyuntor termomagnético, de capacidad nominal acorde con la potencia total del circuito y de capacidad de ruptura mínima de 6 [kA].
  - b) Se debe incluir un interruptor diferencial como medio de protección contra contactos indirectos, acorde a normativa vigente.
  - c) Instalar los tableros CAP a una altura tal que evite la fácil manipulación por terceros, pero de fácil acceso para el personal autorizado.
  - d) El exterior del tablero deberá tener una señal de "peligro" de riesgo eléctrico de acuerdo a las indicaciones de la ITO.
  - e) La seguridad en el cierre de los tableros debe considerar una cerradura con fijación en los vértices de la puerta, tal que el cierre sea seguro con candado con llave maestra o cerradura con llave tuerca.
  - f) Conexión eléctrica al hilo piloto y conductor neutro de la red de acuerdo a normativa vigente.
  - g) Para los casos donde el control del alumbrado se encuentre en un gabinete común con el medidor de energía eléctrica, se debe contemplar separación entre ambos sistemas, de acuerdo a normativa vigente.

## 8.5. Gabinete (para luminarias solares)

En el caso de que las baterías y regulador de carga no formen parte del cuerpo de la luminaria, estos componentes deberán estar instalados dentro de un mismo gabinete, que cumpla con las siguientes características:

- d) Cumplir con los pliegos normativos de D.S N°8 2019, RIC N°2 “Tableros Eléctricos”.
- e) Estar diseñado contra las inclemencias climáticas, para lo cual proveerá un grado de protección IP65 a los componentes en su interior.
- f) Ser de acero galvanizado en caliente.
- g) Incluir ventilación natural cruzada a través de celosías, sin que esto implique la posibilidad de ingreso de agua o polvo en su interior.
- h) El gabinete deberá ser instalado en forma soterrada, cumpliendo con:
  - i. Estar contiguo al poste.
  - ii. Ser instalado en una cámara de hormigón.
  - iii. Poseer una tapa a nivel del suelo resistente a la corrosión, que permita el tráfico ligero e impida robos.
  - iv. Considerar un piso drenante, de forma tal de evitar la acumulación de agua e inundación del gabinete.
  - v. Utilizar canalización según norma para instalación subterránea.
  - vi. Cumplir con las disposiciones de la norma IEC 62485-2:2010 “*Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries*” para la instalación segura de las baterías basadas en plomo-ácido, en particular por los efectos de incremento de temperatura y emisión de gases.

## 8.6. Puesta a tierra

### (Toda nueva instalación)

- a) Cumplir con los pliegos normativos de D.S N°8 2019.
- b) Instalar las puestas a tierra que sean necesarias para evitar fallas de las luminarias debido a variaciones comunes de la red. Éstas podrán ser mediante barras *copperweld* o conductor desnudo soterrado.
- c) Existen casos de proyectos de instalación de luminarias en postes ya existentes, o proyectos de extensión de red integrado con alumbrado público. En estos casos, es posible conectar el circuito de tierra de protección ya existente. Indicar requerimientos para esta situación.
- d) Todos los elementos conductores que no formen parte integral del circuito de alumbrado público y que estén al alcance de las personas (como postes o tableros), deberán estar conectados a la tierra de protección.
- e) Realizar mediciones de resistividad a las tierras de protección y servicio que se construyan para los tableros de control, con tal de asegurar el cumplimiento de la normativa vigente en los valores de la resistencia de tierra.

### (Recambio)

- a) Revisar que la puesta a tierra esté de acuerdo a D.S N°8 2019, RIC N°6 “Puesta a Tierra”.

## 9. PLANOS, DECLARACIÓN SEC Y ESTUDIO TARIFARIO

Es responsabilidad del contratista elaborar y entregar los planos *as-built* finales de acuerdo a las presentes especificaciones técnicas. Deberá además entregar catastro definitivo en planilla Excel de los equipos instalados de acuerdo con el tipo de vía (acorde a lo establecido en el DS. 2/2014, Art. 18 o DS. 51/2015 Art. 19).

Es responsabilidad del contratista la inscripción de la instalación eléctrica para alumbrado ante la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), junto a la declaración TE-2 y otros trámites pertinentes. Lo anterior estará a cargo de un instalador eléctrico con licencia SEC Clase A o B vigente.

De acuerdo a las condiciones de consumo de energía y potencia de las luminarias, el contratista debe realizar un estudio tarifario para cada circuito con tal de verificar la tarifa de suministro eléctrico más conveniente para el Municipio y, si corresponde, gestionarla ante la empresa distribuidora, considerando los plazos de renovación y vencimiento de contratos de suministro de energía eléctrica con la distribuidora.

## **10. SEGURIDAD**

En todo momento el contratista deberá adoptar todas las medidas de seguridad y señalización. Para la ejecución de trabajos en las vías públicas con circulación de personas y vehículos, deberá cumplir con lo estipulado en el Capítulo 6.400 "Señalización de Tránsito para Trabajos en la Vía" del Volumen N°6 "Seguridad Vial" del Manual de Carreteras, con la finalidad de prevenir daños a las personas y a los bienes públicos y privados, en especial cuando se ejecuten trabajos en horarios nocturnos. Adicionalmente, se requiere dar cumplimiento a la Ley N° 16.744 de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales.

## **11. ASEO GENERAL Y LIMPIEZA**

Es responsabilidad del contratista el retirar y almacenar o desechar (según lo requiera la Municipalidad), todos los elementos a reemplazar (ganchos, conductores y luminarias, entre otros). Además, al finalizar las obras, deberá realizar un aseo riguroso, dejando libre de escombros el área de trabajo, los cuales deben ser transportados a un botadero autorizado, con cargo del contratista.

## ANEXO B REQUISITOS DE CLASIFICACIÓN DE VÍAS Y NIVELES DE ILUMINACIÓN Y SIMULACIÓN DE CASOS TIPO.

### Requisitos de clasificación de vías y niveles de iluminación

1. Que, se definan las clases de alumbrado de las vías que contempla el Proyecto, según lo dispuesto en el Capítulo V y VI del DS2, para Proyectos de alumbrado público de vías de tránsito vehicular y Capítulo V del DS51, para Proyectos de alumbrado público de vías de tránsito peatonal.
2. Que, se indique que los niveles de iluminación de las clases de alumbrado de las vías corresponden a lo dispuesto en el Capítulo V y VI del DS2, para Proyectos de alumbrado público de vías de tránsito vehicular y Capítulo V del DS51, para Proyectos de alumbrado público de vías de tránsito peatonal.
3. Que, se definan los Casos Tipo del Proyecto, necesarios para que las Ofertas al Proyecto evalúen los niveles de iluminación de las vías que poseen una misma clasificación y características geométricas similares. Dichos casos se deberán detallar en la siguiente tabla, de manera similar a los ejemplos Caso Tipo 1, 2 y 3 presentados.

**Tabla 1. Casos Tipo**

Características	Caso Tipo 1	Caso Tipo 2	Caso Tipo 3	Caso Tipo 4	Caso Tipo 5
Clase de alumbrado	P2 (ejemplo)	P3 (ejemplo)	M4 (ejemplo)		
Tipo de vía (vehicular o peatonal)	Peatonal	Vehicular	Vehicular		
Tipo de superficie <sup>1</sup>	-	-	R2		
Ancho de la calzada o acera [m]	4	10	12		
Cantidad de carriles (*)	-	2	2		
Disposición de las luminarias <sup>2</sup>	Unilateral abajo	Unilateral abajo	Unilateral abajo		
Distancia entre postes [m]	30	40	50		
Cantidad de luminarias por poste	1	1	1		
Altura de montaje <sup>3</sup> [m]	7	8,5	9		
Saliente del punto de luz <sup>3</sup> [m]	2	2	2		
Distancia entre el poste y la calzada <sup>3</sup> [m] (*)	-	0,3	0,4		
Longitud del brazo o gancho <sup>3</sup> [m] (*)	-	2	2,2		
Inclinación del brazo o gancho <sup>3</sup> [°] (*)	-	0°	20°		
Cantidad de luminarias a solicitar	500	400	100		

<sup>1</sup> Tipo de superficie de acuerdo con la Tabla 3 del presente instructivo. Este dato sólo es requerido para vías con clase de alumbrado M.

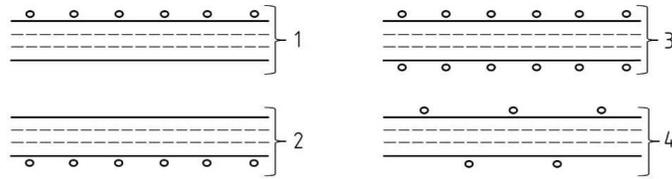
<sup>2</sup> Disposición de las luminarias de acuerdo con la Figura 1 del presente instructivo.

<sup>3</sup> Parámetro de acuerdo con la Figura 2 del presente instructivo.

(\*) Dato requerido sólo para vías de tránsito vehicular.

**Tabla 2: Clasificación de Superficie de calzada según serie "R"**

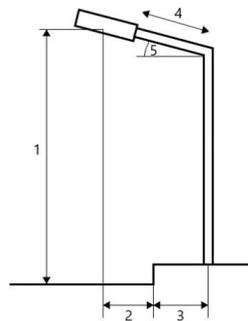
Nombre	Índice de Especularidad (S <sub>i</sub> )	Coefficiente de Luminancia Medio (Q <sub>o</sub> )	Descripción	Tipo de reflectancia
R1	0,25	0,10	Superficie de hormigón, concreto, cemento Portland, superficie de asfalto difuso con un mínimo de 15% de agregados brillantes artificiales	Difusa o casi difusa
R2	0,58	0,07	Superficie de asfalto tipo tratamiento superficial, con un agregado compuesto de un mínimo de 60% de grava de tamaño mayor a 10mm. Superficie de asfalto con 10% a 15% de abrillantador artificial en la mezcla agregada.	Difusa especular o ligeramente difusa (mixta)
R3	1,11	0,07	Superficie de asfalto tipo concreto asfáltico, asfalto regular y con recubrimiento sellado. Con agregados oscuros tal como roca o roca volcánica, textura rugosa después de algunos meses de uso	Ligeramente especular o brillante
R4	1,55	0,08	Superficie de asfalto con textura muy tersa, tipo sello bituminoso	Brillante o muy especular



**Figura 1. Tipos de disposición de luminarias en una vía**

Donde:

- 1 Unilateral arriba.
- 2 Unilateral abajo.
- 3 Bilateral.
- 4 Tresbolillo.



**Figura 2. Parámetros relevantes de la disposición de una luminaria**

Donde:

- 1 Altura de Montaje o Altura del Punto de Luz, en metros.
- 2 Saliente del punto de luz, en metros.
- 3 Distancia entre el poste y la calzada, en metros.
- 4 Longitud del brazo o gancho, en metros.
- 5 Inclinación del brazo o gancho, en grados.

- 4. Que, se indique que las Ofertas que se realicen para el Proyecto, deben entregar una memoria técnica de diseño que cumpla con el Capítulo VIII del DS2, para Proyectos de alumbrado público de vía vehicular y con el Capítulo VII del DS51, para Proyectos de alumbrado público de vía peatonal. Asimismo, se deberá indicar que en dicha memoria se deberán evaluar los niveles de iluminación de los Casos Tipo del Proyecto, de acuerdo con las indicaciones y parámetros que se indican a continuación.

Para efectos de simulación de los niveles de iluminación se deberá considerar el parámetro de la altura de punto de luz equivalente a la altura de montaje indicado en la Tabla 1.

**Tabla 3. Parámetros de simulación**

<b>1 General</b>	
1.1 Software	DIALux 4.13.0.2 o una versión más reciente
1.2 Tipo de proyecto	De calle (utilizado para vía vehicular o peatonal)
1.3 Factor de degradación	0,85
1.4 Estándar	Estándar CIE 140 / EN 13201
1.5 Situación de iluminación	<p><b>Vía vehicular (calzada): B1</b>                      Velocidad típica del usuario principal: Media (entre 30 y 60 km/h).                      Los usuarios principales son el tráfico de motorizado y los vehículos lentos (&lt;40 km/h). Se autoriza el uso a ciclistas y peatones.</p> <p><b>Vía peatonal (acera): D4</b>                      Velocidad típica del usuario principal: A paso de hombre (&lt;=5 km/h).                      Los usuarios principales son todos los usuarios de las vías públicas (tráfico motorizado, vehículos lentos (&lt;40 km/h), ciclistas y peatones).</p>
<b>2 Calzada o acera</b>	
2.1 Anchura	Según Caso Tipo
2.2 Cantidad de carriles de la vía	Según Caso Tipo
2.3 Pavimento (tipo de superficie)	Según Caso Tipo
2.4 Observador	Promedio edad del observador: 23 años
2.5 Posición del observador	Por defecto
2.6 Superficies	Por defecto
<b>3 Definición de la trama de cálculo</b>	
3.1 Clase de iluminación	<p><b>Vía vehicular: ME5.</b>                      Velocidad típica del usuario principal: Media (entre 30 y 60 km/h).                      Los usuarios principales son el tráfico de motorizado y los vehículos lentos (&lt;40 km/h). Se autoriza el uso a ciclistas y peatones.                      Situación atmosférica general: Seco.                      Elementos de restricción de tráfico: No.Tipo de cruces: Sencillos.                      Densidad de cruces: &lt;3 unidades por km.                      Grado de dificultad de navegación: Normal.                      Tránsito de tráfico motorizado: Entre 7.000 y 15.000.                      Zonas conflictivas: No.                      Complejidad del campo de visión: Normal.                      Vehículos estacionados: No.                      Grado de luminosidad del entorno: Medio (entorno urbano).                      Densidad de ciclistas y peatones: Normal.</p> <p><b>Vía peatonal: S4.</b>                      Velocidad típica del usuario principal: A paso de hombre (&lt;=5 km/h).                      Los usuarios principales son únicamente los peatones. Se autoriza el uso al tráfico motorizado, los vehículos lentos (&lt;40 km/h) y a los ciclistas.                      Riesgo de criminalidad: Normal.                      Reconocimiento facial: Innecesario.                      Densidad de peatones: Normal.                      Grado de luminosidad del entorno: Medio (entorno urbano).                      Intensidades lumínicas: Horizontales.</p>

4 Luminarias	
4.1 Disposición	Según Caso Tipo.
4.2 Disposición de mástiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Altura de montaje: Mismo que altura punto de luz. Altura punto de luz: Según Caso Tipo.</li> <li>▪ Cantidad de luminarias por mástil: Según Caso Tipo.</li> <li>▪ Distancia entre dos mástiles: Según Caso Tipo.</li> <li>▪ Desplazamiento longitudinal: 0,00 [m].</li> </ul>
4.3 Brazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Longitud del brazo: Según Caso Tipo.</li> <li>▪ Inclinación del brazo: Según Caso Tipo.</li> <li>▪ Saliente sobre la calzada: Según Caso Tipo.</li> <li>▪ Distancia mástil-calzada: Según Caso Tipo.</li> <li>▪ Ángulo de rotación: 0°.</li> </ul>
5 Técnica	
5 Técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Factor de corrección: 1,000</li> </ul>

**Nota:** Los resultados de iluminación que se obtengan a partir de las simulaciones se deberán presentar con sólo 1 decimal.

Para la evaluación de la iluminancia vertical y semicilíndrica indicada en Artículo 22, numeral 1 y numeral 2 respectivamente, del DS51, se deberán emplear los parámetros indicados en la Tabla 4.

**Tabla 4. Parámetros de simulación de iluminancia Semicilíndrica y Vertical a 1,5 [m] para vías peatonales**

1 General	
1.1 Software a utilizar	DIALux 4.13.0.2 o una versión más reciente
1.2 Tipo de Proyecto	Escena exterior
1.3 Factor de Degradación	0,85
2 Superficie	
2.1 Elemento del suelo	<p>Altura: 0,000 [m]</p> <p><b>Posición:</b> X: (Distancia entre dos mástiles, según Caso Tipo)/2 [m] Y: (Anchura, según Caso Tipo)/2 [m]</p> <p><b>Superficie:</b> Por defecto de software</p> <p><b>Editor de Locales:</b> Longitud: Igual a la distancia entre dos mástiles, según Caso Tipo. Anchura: Igual a la anchura, según Caso Tipo. Altura: 0,000 [m].</p>
3 Luminarias	
3.1 Insertar Luminaria	<p><b>Disposición en Línea:</b> Organización: De centro a centro de luminaria. Rotación: Igual al ángulo de inclinación vertical, definida por el Proyecto.</p> <p><b>Parámetros lineares:</b> Número (luminarias): 2. Separación (mástiles): Igual a la distancia entre dos mástiles, según Caso Tipo.</p> <p><b>Punto inicial:</b> X: 0,0 [m]. Y: Igual a la saliente sobre la calzada, según Caso Tipo.</p> <p><b>Punto final:</b> X: Igual a la distancia entre dos mástiles, según Caso tipo.Y: Igual a la saliente sobre la calzada, según Caso Tipo.</p> <p><b>Montaje de Luminarias:</b> Altura de Punto de luz: Según Caso tipo</p>

4 Puntos de Cálculo	
4.1 Punto de Cálculo Vertical	<p><b>Posición de Punto de Cálculo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ X: 0,000 [m].</li> <li>▪ Y: Igual a la saliente sobre la acera, según Caso Tipo [m] + 0.5 [m].Z: 1,500 [m].</li> </ul> <p><b>Rotación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Z: 0,0°</li> </ul> <p><b>Tipo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Punto de cálculo normal</li> </ul>
4.2 Punto de Cálculo Vertical	<p><b>Posición de Punto de Cálculo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ X: 0,000 [m].</li> <li>▪ Y: Igual a la saliente sobre la acera, según Caso Tipo [m] + 0.5 [m].</li> <li>▪ Z: 1,500 [m].</li> </ul> <p><b>Rotación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Z: 0,0°</li> </ul> <p><b>Tipo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Punto de cálculo semicilíndrico</li> </ul>
5 Técnica	
5 Técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Factor de corrección: 1,000</li> </ul>

Tabla 5. Parámetros de simulación para iluminancia a 1,5 [m] para vías vehiculares

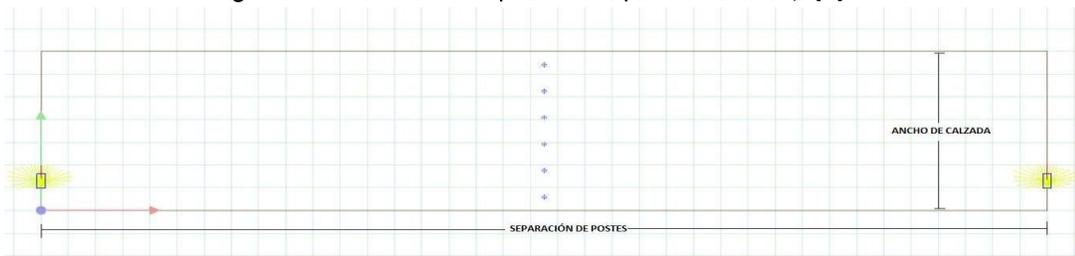
1 General	
1.1 Software a utilizar	DIALux 4.13.0.2 o una versión más reciente
1.2 Tipo de Proyecto	Escena exterior
1.3 Factor de Degradación	0,85
2 Luminarias	
2.1 Insertar Luminaria	<p><b>Disposición en Línea:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organización: De centro a centro de luminaria.</li> <li>▪ Rotación: Igual al ángulo de inclinación vertical, definida por el Proyecto.</li> <li>▪</li> </ul> <p><b>Parámetros Lineares:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Número (luminarias): 2.</li> <li>▪ Separación (mástiles): Igual a la distancia entre dos mástiles, según Caso tipo.</li> <li>▪</li> </ul> <p><b>Punto inicial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ X: 0,0 [m].</li> <li>▪ Y: Igual a la saliente sobre la calzada, según Caso Tipo.</li> <li>▪</li> </ul> <p><b>Punto final:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ X: Igual a la distancia entre dos mástiles, según Caso Tipo.Y: Igual a la saliente sobre la calzada, según Caso Tipo.</li> <li>▪</li> </ul> <p><b>Montaje de Luminarias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Altura de Punto de luz: Igual a la altura de punto de luz, según Caso Tipo</li> </ul>
3 Trama de Cálculo	

3.1 Trama	<p><b>Posición del objeto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ X: (Distancia entre dos mástiles, según Caso Tipo)/2 [m]</li> <li>▪ Y: (Anchura, según Caso Tipo)/2 [m]</li> <li>▪ Z: 1,500 [m]</li> </ul> <p><b>Tamaño:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L: Igual a la distancia entre dos mástiles, según Caso Tipo.A: Igual a la anchura, según Caso Tipo.</li> </ul> <p><b>Trama de Cálculo, Cantidad de Puntos de Cálculo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manual:</li> <li>▪ X: 1.</li> <li>▪ Y: 6 (para 1 o 2 carriles según Caso Tipo), para más de 2 carriles considerar 3 x (Números de carriles según Caso Tipo).</li> <li>▪ Sin alinear puntos a cantos.</li> </ul> <p><b>Cálculo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Iluminancias: Horizontal.Rotación:</li> <li>▪ 0,000°.</li> <li>▪ Altura: 0,000 [m].</li> </ul>
<b>4 Técnica</b>	
4 Técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Factor de corrección: 1,000</li> </ul>

En Proyectos de alumbrado público de vías vehiculares, para dar cumplimiento a lo indicado en el Artículo 18, letra b), del DS2, referido a las vías “sin separación entre usuarios, se deberá considerar la trama de cálculo que se describe a continuación.

Para evaluar que la iluminancia sea al menos de 3,0 lux en un punto a 1,5 metros sobre el plano horizontal de la calzada y equidistante entre parejas de luminarias que se encuentren separadas a una misma distancia, se considerarán los archivos digitales IES para cada Caso Tipo, tomando una trama de cálculo con una disposición de 1x3 puntos de cálculo para cada carril de la vía a 1,5 [m] (porejemplo, 1 carril, trama de 1x3; 2 carriles, trama de 1x6; 3 carriles, trama de 1x9), como se muestra en el ejemplo de la Figura 3.

**Figura 3. Trama de cálculo 1 x 6 para 2 carriles para iluminancia a 1,5 [m]**



Con todo, se hace presente que el cumplimiento de los requisitos señalados en el presente instructivo no exime del cumplimiento de las demás obligaciones legales, reglamentarias y técnicas vigentes, en particular, aquellas normas contenidas en el Decreto Supremo N° 43, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que establece norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica, y sus modificaciones posteriores.

ANEXO N° 1

I. PLANILLA DE CATASTRO

Ubicación de la luminaria							Poste						Luminaria					Red			OBS			
Nº Correlativo	Nº Municipal Plano	Sector	Calle	Tipo de calle (1)	Clasificación Alumbrado de la Vía (2)	Disposición de la luminaria respecto a otras en la vía (3)	Nº Rótulo	Material del poste (4)	Nº de luminaria en el poste	Altura punto de luz (m)	Separación a luminaria siguiente (m)	Ancho de calzada o acera (m)	Gancho o Brazo actual	Potencia actual (W)	Lámpara actual (5)	Tipo Encendido (6)	Antigüedad luminaria (años)	Tipo red	Conexión (7)	Nº de medidor	Tierra	OBS		
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								

**Nota:** Se debe emplear una fila por luminaria, columnas adicionales es opcional, datos destacados en amarillo **son obligatorios**.

- (1) Vehicular o peatonal.
- (2) P1, P2, P3, M1, M2, Plaza, etc.
- (3) Ver Figura 1 del presente instructivo.
- (4) Hormigón, madera, metal, otro.
- (5) SAP, SBP, HM, Mercurio, LED, Inducción, otra.
- (6) Fococelda centralizada, fococelda individual, interruptor horario, reloj astronómico.
- (7) Circuito medido AP, directa a red sin medidor.

## ANEXO N° 2 FORMATO REFERENCIAL PARA PLANOS DE CATASTRO



**Nota:** El formato indicado es referencial, se recomienda que, según el caso, los símbolos tengan formatos distintos para que puedan ser legibles con una impresión blanco y negro, que la información sea trabajada a nivel de capas, y que se indique el responsable de su elaboración.

**ANEXO N° 3  
FICHA GENERAL**

Antecedentes generales				
COMUNA				
REGIÓN				
NOMBRE DEL PROYECTO				
DATOS DE CONTACTO DEL FUNCIONARIO QUE COORDINA EL PROYECTO	NOMBRE			
	CARGO			
	EMAIL			
	FONO			
CÓDIGO BIP DEL PROYECTO (SI APLICA)				
FUENTE DE FINANCIAMIENTO				
Luminarias del Proyecto				
CANTIDAD DE LUMINARIAS POR TIPO	VIAL VEHICULAR		VIAL PEATONAL	
	VIAL CICLO VÍA		ORNAMENTAL	
	PROYECTOR		OTRA	
CANTIDAD TOTAL DE LUMINARIAS				
CANTIDAD DE TABLEROS				
TECNOLOGÍA DE LAS LUMINARIAS DEL PROYECTO(MARCAR CON UNA X)	SODIO ALTA PRESIÓN		SODIO BAJA PRESIÓN	
	MERCURIO		HALOGENUROS METÁLICOS	
	LED		OTRA	
Información de consumo de energía de las luminarias actuales				
CONSUMO ESTIMADO DE LUMINARIAS ACTUALES				
POTENCIA TOTAL LUMINARIAS (KW)				
CONSUMO TOTAL ANUAL (ÚLTIMOS 12 MESES) (KWH)				
COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO (\$)				
COSTO DE FACTURACIÓN MENSUAL (\$)				
NOMBRE EMPRESA(S) DISTRIBUIDORA DE ELECTRICIDAD	1)			
	2)			

## ANEXO N° 4

## PRESUPUESTO DETALLADO

ITEM	DETALLE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD (A)	VALOR UNITARIO [\$/] (B)	VALOR TOTAL [\$/] (A)*(B)
1	LUMINARIA VIAL CLASE P1	Un			
2	LUMINARIA VIAL CLASE P2	Un			
3	LUMINARIA VIAL CLASE P3	Un			
4	LUMINARIA OTRO TIPO	Un			
5	GANCHO O BRAZO (INDICAR TIPO Y MATERIAL)	Un			
6	CONEXIONADO CONDUCTOR LUMINARIA-RED AP(TIPO DE AISLACIÓN Y CALIBRE)	m			
7	TABLERO (SISTEMA PROTECCIÓN)	Un			
8	FERRETERIA TABLERO	Un			
9	SISTEMA DE ENCENDIDO	Un			
10	PUESTA A TIERRA (SERVICIO/PROTECCIÓN)	Un			
11	RETIRO LUMINARIA EXISTENTE	Un			
12	INSTALACIÓN LUMINARIA NUEVA Y ACCESORIOS/FERRETERIA	Un			
13	DISPOSICIÓN FINAL LUMINARIA EXISTENTE	Un			
14	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	Un			
15	SOLICITUD CONEXIÓN EMPALME Y MEDIDOR	Un			
16	CATASTRO ALUMBRADO ACTUAL	Un			
17	LETRERO COMUNICACIONAL DE PVC	Un			
19	ASEO GENERAL Y LIMPIEZA DE ZONAS DE TRABAJO	Un			
<b>TOTAL PARCIAL</b>					
<b>GASTOS GENERALES (%)</b>					
<b>UTILIDAD (%)</b>					
<b>TOTAL NETO</b>					
<b>IVA 19%</b>					
<b>TOTAL</b>					

**Nota:** La tabla anterior podrá ser adecuada según los tipos de luminarias contempladas en el Proyecto y se podrán agregar más ítems si se considera necesario.

