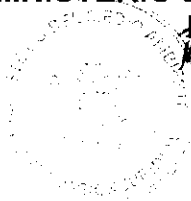


REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE



RBL/PMC

APRUEBA ANTEPROYECTO DE REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA CONTENIDA EN EL DECRETO SUPREMO N° 686, DE 1998, MINECON, Y LO SOMETE A CONSULTA.

SANTIAGO, 29 de diciembre de 2010

EXENTA N° 232

VISTOS:

Lo dispuesto en la Ley N° 19.300; en el Decreto Supremo N° 93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; en el Acuerdo N° 249, del 16 de julio de 2004, del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), que aprobó el Noveno Programa Priorizado de Normas; en el Acuerdo N° 261 de fecha 17 de enero de 2005, del Consejo Directivo de CONAMA que aprobó la creación del Comité Operativo de la revisión de norma; en la Resolución Exenta N° 731, del 7 de junio de 2005, del Director Ejecutivo de CONAMA, publicada en el Diario Oficial y en el diario La Tercera, del 1 de julio de 2005, que dio inicio a la elaboración de anteproyecto de la norma de emisión; en la Resolución Exenta N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República y demás antecedentes que obran en el respectivo expediente;

CONSIDERANDO:

Que el Decreto Supremo N°686, de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (MINECON), actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, establece los niveles máximos permisibles para regular la contaminación lumínica. A su vez, el Decreto Supremo N° 93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, establece que las normas ambientales deben ser revisadas al menos cada 5 años.

Que la calidad astronómica de los cielos de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, de nuestro país constituye un valioso patrimonio ambiental y cultural reconocido a nivel internacional como el mejor existente en el hemisferio sur para desarrollar la investigación astronómica, permitiendo a esta zona del país albergar varios observatorios astronómicos, como los de Cerro Tololo, Pachón, La Silla, Las Campanas y Paranal.

La necesidad de proteger la calidad ambiental de los cielos señalados amenazada por la contaminación lumínica producida por las luces de la ciudad y de la actividad minera e industrial de las regiones señaladas.

RESUELVO:

1. Apruébase el Anteproyecto de Revisión de la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica contenida en el Decreto Supremo N° 686, de 1998, de MINECON.

I FUNDAMENTOS

La Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica, establecida en el Decreto Supremo N° 686, de 1998, de MINECON, requiere ser modernizada y adaptada a los nuevos requerimientos en el área de la iluminación. Se deberán compatibilizar los requisitos de seguridad y confort en las vías, áreas verdes y también con las necesidades industriales, con la necesaria protección del cielo nocturno patrimonial del norte del país, el cuidado del medio ambiente nocturno y la eficiencia y el ahorro energético.

Las principales modificaciones y modernizaciones son las siguientes:

- a) Restringir los flujos máximos de emisión lumínica hacia el hemisferio superior.
- b) Restringir las radiancias espectrales entre 380 y 499 nanómetros (nm) para las lámparas utilizadas en luminarias y proyectores en las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo. La intención es que la distribución espectral de la luz emitida por las lámparas de alumbrado exterior ha de ser tal, que la suma de las radiancias espectrales para todas las longitudes de onda menores de 449 nm sea inferior al 15% de su radiancia total.
- c) Incorporar una limitación a los niveles máximos de iluminación, para que éstos no puedan exceder en más de un 20% los valores vigentes en Chile y que representan los límites recomendados internacionalmente por la Comisión Internacional de Iluminación; la CIE, por sus siglas en francés. Esta restricción esta aceptada en España actualmente a partir de la promulgación del Real Decreto 1890/2008 - Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior.
- d) Eliminar las restricciones horarias señaladas en la norma, para adoptar un criterio de cero emisiones lumínicas en el hemisferio superior.
- e) Realizar una separación en la clasificación de los letreros publicitarios, entre iluminados y luminosos. Los letreros iluminados corresponden a aquellos que son iluminados desde su exterior, típicamente con proyectores de área. La restricción propuesta conlleva a que estos letreros cumplan con el límite de cero emisiones de flujo lumínico hacia el hemisferio superior. Los letreros luminosos son aquellos que llevan las lámparas en su interior y operan a través de elementos traslúcidos. No estaban considerados en la normativa existente, sin embargo, su efecto acumulativo es significativo, por lo que se propone su definición y regulación.
- f) Respecto de los proyectores láser, se incorpora la prohibición de emitir luz sobre el plano horizontal, salvo que se trate de láser de uso astronómico, según lo señalado en la letra j) del Título II - Disposiciones Generales del D.S. N° 686 mencionado. Esta restricción se amplía a cualquier elemento móvil que pueda proyectar luz hacia el hemisferio superior, como es el caso de los llamados "cañones de luz" de las discotecas.
- g) La letra h) del Título II del D.S. N° 686/1998 MINECON mencionado, establece la exclusión del alumbrado deportivo, recreativo y de avisos y letreros, cuando la

eficacia luminosa de la fuente de luz no sea inferior a 140 lúmenes por vatio. Actualmente, se dispone en el mercado de lámparas muy nocivas para la astronomía y que cumplen con el criterio aquí señalado. Por otra parte, la intención de ese decreto sobre esta materia era promover el uso de lámparas de vapor de sodio de baja presión en actividades deportivas, lo que finalmente en la práctica no ocurrió. Por estos motivos, en la nueva norma se retira esta exclusión.

Dado que estas modificaciones tendrán implicancias tanto en el alumbrado público, como en el ornamental, recreacional y deportivo, y además, en el industrial, se sugiere aplicar un criterio de gradualidad. Esto significará brindar un plazo de ajuste para instalaciones existentes, con la finalidad de que puedan cumplir con la nueva norma.

Estas modificaciones permitirán actualizar y modernizar la regulación en materia de contaminación lumínica, a través de una norma de emisión que responda a los estándares que se aplican actualmente en la mayoría de las provincias de Italia y en parte, de España, y de Hawai, Tucson, y Arizona en los Estados Unidos de América, que cuentan con desarrollo de investigación astronómica.

II OBJETIVOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL Y RESULTADOS ESPERADOS

La norma de emisión establecida en el presente anteproyecto tiene por objetivo prevenir la contaminación lumínica de los cielos nocturnos de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, de manera de proteger la calidad astronómica de dichos cielos, mediante la regulación de la emisión lumínica. Se espera conservar la calidad actual de los cielos señalados, mejorar o remediar las causas de su actual deterioro y evitar su detrimento futuro.

II DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1º.- El presente anteproyecto establece la prohibición de emisión de luz hacia el hemisferio superior por parte de las fuentes emisoras, salvo aplicaciones puntuales que expresamente se indican.

III DEFINICIONES

Artículo 2º.- Para los efectos de lo dispuesto en este anteproyecto, se entenderá por:

- a) **Alumbrado ambiental:** El que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3 a 5 metros) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos y vías de velocidad limitada.
- b) **Alumbrado deportivo y recreacional:** Aquél destinado a la iluminación de áreas donde se llevan a cabo actividades deportivas y recreacionales.
- c) **Alumbrado funcional:** Las instalaciones de alumbrado vial de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas.
- d) **Alumbrado industrial:** Aquél destinado a áreas de trabajo, faenas mineras, barrios industriales y similares.

- e) **Alumbrado ornamental y decorativo:** Corresponden a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatuas, murallas, fuentes y similares.
- f) **Avisos y letreros iluminados:** Aquéllos correspondientes a carteles, anuncios iluminados, vitrinas, mobiliario urbano, cabinas telefónicas y similares, iluminados desde el exterior de los mismos.
- g) **Calidad Astronómica de los Cielos:** El conjunto de condiciones ambientales del cielo que determinan su aptitud para la observación del cosmos.
- h) **Cielos Nocturnos:** Son aquéllos que se producen desde una hora después de la puesta de sol y hasta una hora antes de su salida.
- i) **Eficiencia de la Lámpara:** Cociente entre el flujo luminoso de la fuente emisora y la potencia de entrada a ésta.
- j) **Eficiencia de la Luminaria:** Cociente entre el flujo luminoso de la luminaria y la potencia de entrada a ésta.
- k) **Efluente:** El plano horizontal que pasa por la fuente emisora.
- l) **Emisión Lumínica:** Es la emisión de flujo luminoso.
- m) **Flujo Radiante:** Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación.
- n) **Flujo Luminoso:** Magnitud derivada de la potencia emitida en forma de radiación electromagnética, evaluada según su acción sobre un receptor selectivo, cuya sensibilidad espectral se define de acuerdo a la Curva de Visibilidad Estándar para visión fotópica, Según CIE 1931.
- o) **Flujo Luminoso Nominal:** Flujo luminoso de la lámpara declarado por el fabricante, en lúmenes.
- p) **Flujo Hemisférico Superior:** Flujo emitido sobre un plano horizontal que pasa por la fuente.
- q) **Fuente Emisora:** Lámpara instalada en una luminaria que emite flujo en distintos planos.
- r) **Fuente Existente:** Es la fuente emisora instalada con anterioridad a la entrada en vigencia de la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto.
- s) **Fuente Nueva:** Es la fuente emisora instalada con posterioridad a la entrada en vigencia de la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto.
- t) **Iluminancia:** Flujo luminoso recibido por unidad de superficie.
- u) **Lámpara:** Dispositivo construido con el fin de producir luz.
- v) **Lámpara de Estado Sólido (SSL):** Dispositivo semiconductor que emite flujo luminoso cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. También conocida como diodo emisor de luz o LED, por su acrónimo en inglés.
- w) **Letrero luminoso:** Aquel dispositivo o estructura emisor de luz con fines publicitarios, ya sea iluminado desde su interior o mediante emisión directa.

- x) **Luminancia:** Es la razón existente entre la intensidad lumínica en dirección a un observador y la proyección en esa misma dirección del área emisora.
- y) **Luminaria:** El aparato que sirve para distribuir, filtrar o transformar la luz de la fuente emisora y que incluye todas las piezas necesarias para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.
- z) **Lúmen:** Unidad del Sistema Internacional del Flujo Luminoso emitido en la unidad de ángulo sólido (estéreo-radián) por una fuente puntual uniforme que tiene una intensidad luminosa de una candela.
- aa) **Proyector:** Luminaria en la cual el flujo luminoso se concentra en un ángulo sólido determinado por medio de un sistema óptico (espejos o lentes), con el fin de producir una intensidad luminosa elevada.
- bb) **Radiancia Espectral:** Intensidad de energía radiada por unidad de superficie, longitud de onda y ángulo sólido.
- cc) **Rendimiento de una luminaria:** Es la relación entre el flujo luminoso total procedente de la luminaria y el flujo luminoso total emitido por la lámpara o lámparas instaladas en la luminaria.

Artículo 3°.- El presente anteproyecto no se aplicará a las siguientes fuentes emisoras:

- a) Aquéllas cuya iluminación es producida por la combustión de gas natural u otros combustibles.
- b) Aquéllas destinadas a la iluminación ornamental utilizada durante festividades populares, siempre que no excedan los 1.500 lúmenes por cada lámpara.
- c) Aquéllas que sean necesarias para garantizar la navegación aérea y marítima, salvo los balizamientos tales como aquellos ubicados en torres de alta tensión, generadores eólicos, edificios y similares, en cuyo caso se utilizarán lámparas cuyas coordenadas tricromáticas se encuentren entre los siguientes límites:
$$x=> 0,657, y=< 0,335, z=< 0,008.$$
- d) Aquéllas propias de los vehículos motorizados.
- e) Aquéllas de emergencia necesarias para la seguridad en el tránsito de calles y caminos.
- f) Aquéllas destinadas a la iluminación de espacios cerrados, sin elementos traslúcidos en techumbres, es decir, sin proyección de luz hacia el hemisferio superior en el exterior.
- g) Los proyectores utilizados para fines astronómicos.
- h) Vitrinas que sean iluminadas desde su interior.

IV LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS

Artículo 4°.- El flujo luminoso emitido sobre el efluente se regulará según los siguientes parámetros:

1. Las lámparas instaladas en luminarias o proyectores, una vez emplazadas, deberán contar con una distribución de su intensidad luminosa máxima para un ángulo gama igual a 90° , que esté comprendida entre 0,00 y 0,49 candelas por cada 1.000 lúmenes del flujo de la lámpara. Y cero candelas por cada 1.000 lúmenes de flujo de lámpara para ángulos mayores a 90° .
2. Para el alumbrado funcional, ambiental e industrial, la radiancia espectral entre 380 nm y 499 nm no podrá superar el 15% de la radiancia espectral entre 380 nm y 780 nm.
3. Asimismo, para el alumbrado funcional, ambiental e industrial, los niveles de luminancia e iluminancia medias no excederán más allá del 20% sobre los valores establecidos en la legislación vigente, aún en los casos que dichos valores sean considerados mínimos.
4. El rendimiento mínimo de las luminarias y proyectores deberá ser de 65%.
5. Tratándose de alumbrado funcional e industrial, la eficiencia luminosa de las lámparas utilizadas no podrá ser inferior a 90 lúmenes por vatio.

Artículo 5°.- Las lámparas destinadas al alumbrado ornamental, cuyo flujo luminoso nominal sea igual o menor de 1.500 lúmenes, no deberán emitir un flujo hemisférico superior mayor al 5% de su flujo luminoso nominal. En caso de superar los 1.500 lúmenes, se regirán por lo dispuesto en el artículo 4°.

El rendimiento mínimo de las luminarias destinadas a usos ornamentales será de 55%.

Artículo 6°.- Las lámparas destinadas al alumbrado de instalaciones deportivas y recreacionales deberán cumplir lo señalado en el artículo 4°. No obstante, no se les aplicará la restricción de radiancia espectral señalado en la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto.

Artículo 7°.- Las lámparas destinadas a avisos y letreros iluminados deberán someterse al artículo 4°. No se les aplicará la restricción de radiancia espectral señalado en esta norma siempre y cuando no superen los 1.500 lúmenes de flujo luminoso nominal.

Artículo 8°.- Los letreros luminosos no podrán tener una luminancia mayor a 50 cd/m². No se les aplicará la restricción de radiancia espectral señalado en la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto.

Artículo 9°.- Los proyectores láser y todo tipo de dispositivos de iluminación que puedan ser orientados libremente, no podrán orientarse más allá de ángulos gama mayores a 70 grados.

Artículo 10°.- Todas aquellas otras fuentes de luz de exteriores no nombradas en este articulado, permanentes o puntuales, deberán cumplir con los límites señalados en el artículo 4°.

V PLAZOS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA

Artículo 11°.- Las fuentes existentes correspondientes a luminarias y proyectores a que se refieren los artículos 4°, 5°, 6°, 7°, 8°, 9° y 10°, deberán cumplir con la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto, al momento de ser sustituida la fuente.

Sin perjuicio de lo anterior, deberán cumplir con la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto a más tardar en el plazo de 5 años a contar de la entrada en vigencia del decreto que la establezca.

Artículo 12°.- Las fuentes nuevas deberán cumplir con la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto, en el momento que sean instaladas.

VI METODOLOGIA DE MEDICION Y CONTROL

Artículo 13°.- Para el control de la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto, y sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a la Superintendencia del Medio Ambiente, se deberán considerar los siguientes métodos de medición:

1. El cumplimiento de la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto por parte de lámparas, luminarias y proyectores, se verificará en los laboratorios fotométricos acreditados oficialmente en Chile, mediante los requisitos señalados en este artículo. Los ensayos se realizarán con una muestra representativa de las luminarias y/o proyectores. Esto implicará, al menos, una luminaria o proyector de cada tipo.
2. El cumplimiento de la norma de emisión establecida en el presente anteproyecto se verificará con un informe técnico que así lo establezca, fundado en mediciones realizadas en alguno de los laboratorios señalados en el numeral anterior, y cuando la instalación de la fuente corresponda a las condiciones de instalación asumidas para el ensayo. Estas últimas deberán ser consignadas en el mencionado informe técnico.

3. Condiciones Generales.

3.1 Laboratorio.

- a) Luz Externa. Se deben tomar precauciones para eliminar la luz externa de la cercanía de la prueba por medio del uso de un protector y desviador adecuado. Particular atención se debe dar al arreglo desviador-protector, de manera que la única luz que incida en el receptor sea la transmitida directamente desde el proyector y/o luminaria.
- b) Temperatura Ambiental. La temperatura ambiental de laboratorio fotométrico deberá ser mantenida en $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para lámparas de descarga y en $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para luminarias con lámparas de estado sólido.
- c) Selección de la Lámpara de Prueba y Envejecimiento. Las lámparas que el laboratorio utilice en las pruebas y que son parte de su instrumental y equipamiento, deberán ser seleccionadas en conformidad con las dimensiones de diseño y construcción establecidas por los fabricantes de los artefactos. Las lámparas deberán ser envejecidas hasta que sus características permanezcan constantes durante la prueba.
 - (1) Las lámparas incandescentes deberán ser probadas en condiciones de corriente constante de modo de obtener aproximadamente un 75% de los lúmenes nominales de salida.
 - (2) Las lámparas de descarga deberán ser operadas a la potencia nominal de la lámpara, durante los ensayos del flujo luminoso de la lámpara desnuda (fuera de la luminaria) y durante el ensayo fotométrico. Antes de tomar

cualquier dato deberán tomarse lecturas cada quince minutos, comprobando que la lámpara esté estable en su potencia.

- d) Distancia de Prueba. Es la distancia recorrida por la luz desde el centro goniométrico hasta el fotoreceptor, y debe ser suficiente para que se ajuste a la ley del cuadrado-inverso de la distancia. La distancia mínima de medición entre la fuente de luz y el fotoreceptor debe ser de 10 metros.

3.2 Requerimientos Eléctricos.

- a) Regulación de Poder. La tensión no deberá variar más de $\pm 0,5\%$ durante la prueba.
- b) Forma de Onda. El suministro de potencia ac deberá ser tal, que la sumatoria de la raíz cuadrática media (rms), de los componentes armónicos, no exceda un 3% de la fundamental.
- c) Instrumentación. Al usar equipos digitales o analógicos, el rango deberá ser seleccionado de modo que sea usada la porción media a máxima del rango seleccionado para cualquier medida específica. Como las lámparas de descarga en gases pueden presentar formas de onda fuertemente distorsionadas, los instrumentos ac (tensión y corriente) deberán ser seleccionados de modo que respondan a valores rms verdaderos. Los instrumentos de potencia deberán indicar el promedio verdadero.

No deben utilizarse instrumentos cuyas escalas están calibradas en valores rms pero cuyas deflexiones o lecturas dependan sobre valores promedio o valores peak.

3.3 Goniómetros.

- a) General. El goniómetro debe ser un medio de montaje para el proyector y luminaria y un medio para rotarlos a través del recorrido angular requerido. El goniómetro debe ser lo suficientemente rígido como para entregar la medida correcta de los ángulos aun cuando haya una carga desequilibrada que sea apreciable. La construcción del goniómetro debe permitir un exacto posicionamiento angular y deberá ser reproducible dentro de un rango de tolerancia de $0,5^\circ$. El goniómetro debe permitir generar los distintos sistemas de posicionamiento angular sin que sea necesario el tener que someter a la lámpara a angulaciones que provoquen una variación en su flujo. Esto se logra, por ejemplo, con un goniómetro de espejo.
- b) Eje de Coordenadas Polares. El goniómetro debe ser diseñado para usar un sistema de eje de coordenadas polares horizontal o un sistema de eje de coordenadas polares vertical. Para la emisión del certificado de cumplimiento de la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica se exigirá que la fotometría sea realizada para ángulos horizontales (acimutales, C) des de 0 a 180° y para ángulos verticales (γ) desde 0° a 180° .
- c) Sensores de Luz. Un elemento sensible a la luz será utilizado para las medidas de iluminación. La combinación del sensor y su equipo de medida deberán ser probados por linealidad de respuesta a través del rango en el cual es usado, así como para liberarlos de influencias de fatiga y temperatura en la sensibilidad del sensor. El sensor debe estar corregido de acuerdo a la Curva de Visibilidad Estándar para visión Fotópica.

3.4 Posicionamiento de las Lámparas/Luminarias.

El centro de luz de la lámpara de prueba debe ubicarse en el goniómetro de manera tal que esté en el centro de intersección de los ejes del goniómetro. Se deben tomar precauciones para corregir las posiciones ópticas para la lámpara desnuda o luminaria en relación con los ejes fotométricos.

3.5 Preparación de la Luminaria para la Prueba.

- a) Posicionamiento del Proyector o Luminaria en el Goniómetro. Cuando el centro de luz de la lámpara de prueba no está encerrado por el reflector, el proyector o luminaria (en adelante "equipo"), deberá ser montado en el goniómetro de manera tal que el centro de luz esté en el centro de la lámpara, y a su vez en el centro del goniómetro. Cuando hay más de una lámpara que no está encerrada por el reflector, la luminaria o proyector deberá ser montado en el goniómetro de manera tal que el centro aparente de luz de las lámparas esté en el centro del goniómetro. Cuando el centro de luz de la lámpara está al interior del reflector, la luminaria deberá ser posicionado de manera tal que el centro de la apertura del reflector coincida con el centro del goniómetro.
- b) Orientación de la Lámpara. Cuando el reflector de la luminaria y la lámpara son diseñados para una relación fija entre ellos, tal como ocurre con lámparas de base preenfocadas, la posición normal deberá ser usada para la prueba. Cuando la relación no es fija, así como cuando es usada una lámpara de base atornillada, el siguiente arreglo debe ser adoptado a menos que se establezca otra cosa en el informe:
- (1) Cuando las lámparas incandescentes tengan filamentos, tales como tungsteno halogenado, y son usadas con sus ejes perpendiculares al eje del reflector, las pruebas deberán ser conducidas con el extremo abierto del filamento o tetilla de llenado alejándose del elemento óptico principal.
 - (2) Cuando las lámparas incandescentes tengan filamentos de tungsteno halogenados, y son usadas con sus ejes paralelos al eje del reflector, las pruebas deberán ser conducidas con el extremo abierto del filamento, apuntando hacia arriba en relación a la posición horizontal del eje del reflector.
 - (3) Cuando las lámparas de descarga luminosa son usadas de manera que el eje de la lámpara está a lo largo del eje del reflector principal, las pruebas deberán ser conducidas con la vara de soporte del tubo de arco arriba del tubo de arco en relación a la posición horizontal del eje del reflector. Si se utilizan dos soportes de tubo de arco, ellos deberán estar en la línea de centro vertical.
 - (4) Cuando las lámparas de descarga luminosa son usadas de manera que el eje de la lámpara es perpendicular al eje principal del reflector, las pruebas deberán ser conducidas con las varas de soporte del tubo de arco, en un plano paralelo al eje principal del reflector. Cuando sólo se presenta una vara de soporte, deberá ser rotada alejándola del reflector.

Las orientaciones anteriores de las lámparas son escogidas para permitir un promedio de los valores de los lados del haz con distorsión mínima de la forma del haz e información. Cuando es usada una lámpara incandescente teniendo una configuración lineal de filamento, deberá ser tratada del mismo modo que las lámparas de descarga luminosa. Para las condiciones no definidas arriba, la

orientación de la lámpara deberá ser determinada y el posicionamiento anotado para referencia.

- c) Enfoque. En unidades de foco fijo, el centro de luz de la lámpara deberá ser localizado en el punto focal de diseño del reflector. Esto significa que el largo del centro de la luz de la lámpara de prueba debe ser medido, y la posición de la lámpara ajustada si la lámpara de prueba no tiene el mismo largo de centro de luz como la lámpara nominal.

En unidades de foco ajustables, la lámpara deberá ser ajustada en el proyector para otorgar el haz específico para la cual es usada. La posición de la lámpara usada para la prueba deberá estar establecida en el informe.

3.6 Calibración.

Se usará el método relativo para establecer los resultados de la prueba para el proyector en términos de la operación de la lámpara en las condiciones nominales. Para los pronósticos de la prueba este método permite el uso de cualquier lámpara del tipo deseado teniendo dimensiones físicas propias. La lámpara no necesita operar a los lúmenes nominales. La misma instrumentación es usada para mediciones tanto de la lámpara como del proyector; por lo tanto, los efectos de las diferencias de respuesta del instrumento son llevados a un mínimo. Los datos son ajustados a la información nominal dada por el fabricante de ese tipo de lámpara.

Para el caso de las luminarias con fuentes de luz de estado sólido, también llamadas diodos emisores de luz o LEDs, la fotometría debe ser a valores absolutos y se debe tomar como referencia el método de medición fotométrica LM-79-08 aprobado por el IES (Illuminating Engineering Society, de Estados Unidos).

La corriente de la lámpara, deberá ser chequeada con un instrumento calibrado teniendo una precisión de $\pm 0,25\%$.

En el método relativo, la luz relativa total emitida por la lámpara de prueba estará determinada por la suma de los productos de cada intensidad lumínica relativa por sus áreas zonales angulares sólidas respectivas (constantes de lúmenes). Las lecturas deberán ser tomadas a intervalos verticales de 10 grados (5, 15, 25, 35 grados... y así sucesivamente) y a espacios de 8 o más intervalos iguales para cada intervalo vertical de esta sumatoria. Las intensidades lumínicas relativas son aquellas que son medidas en un sistema de respuesta lineal, usualmente no calibrado directamente en candelas. Se calculará una constante k, tomando la relación de la emisión de lúmenes nominales para la lámpara específica a la emisión de luz total relativa de la lámpara de prueba. Las intensidades lumínicas relativas deberán ser multiplicadas por la constante k, para calcular las intensidades lumínicas (en candelas) en términos de la clasificación para el tipo de lámpara usada. La razón de la intensidad lumínica calibrada (en candelas) a la intensidad medida por el instrumento, es la constante de calibración o constante k.

La constante a que se refiere el párrafo anterior, deberá ser aplicada a cualquier lectura posterior durante la prueba del proyector. Deberá ser utilizada para convertir las lecturas del instrumento a intensidades lumínicas (en candelas), las cuales representarán a la lámpara en el proyector, como si estuviera operando a las condiciones nominales.

El método de calibración compensa esta diferencia que pudiera haber entre la emisión de la lámpara usada en la prueba y la emisión de la lámpara que se use efectivamente en el proyector o luminaria.

Cuando las lecturas de intensidad lumínica son tomadas en la combinación lámpara-luminaria, la lámpara de prueba deberá ser operada en la misma posición como lo fue durante la calibración de la lámpara. Es necesario corregir los cambios que ocurren en la emisión de luz si la posición de la lámpara al interior de la luminaria no concuerda con la posición de la lámpara durante la calibración. Esto se logra determinando un factor de corrección para este cambio de posición.

4 Método para Pruebas de Fotometría de Luminarias Utilizando Filamento Incandescente y Lámparas de Descarga de Alta Intensidad

4.1 En este método, la determinación del Flujo Hemisférico Superior o el descarte de emisión superior, según sea el caso, se establece a partir de la determinación de los porcentajes de flujo de lámpara emitidos por la luminaria en el hemisferio superior. Para ello es preciso investigar fotométricamente la emisión de luz en el hemisferio superior de la luminaria hasta un ángulo de elevación de al menos 180 grados.

4.2 Informe Técnico.

El informe técnico deberá incluir a lo menos lo siguiente:

a) Información General.

- (1) Número de informe y fecha.
- (2) Identificación del organismo que emite el informe.
- (3) Solicitante del informe.

b) Descripción de la Luminaria.

- (1) Nombre del fabricante.
- (2) Número del catálogo y/o descripción adecuada para identificar el artefacto ensayado.
- (3) Dimensiones que den una idea general del tamaño.
- (4) Ubicación del centro de luz, en general, dimensiones y posición del soquete.
- (5) Tipo de refractor.
- (6) Fotografía de la luminaria de perfil y planta.
- (7) Fotografía que muestre el detalle de la óptica.

c) Descripción de la Lámpara.

- (1) Identificación del tipo de lámpara.
- (2) Potencia, tensión y lúmenes nominales de lámpara.
- (3) Forma del bulbo y tipo de base.
- (4) Construcción del filamento y longitud del centro de luz.

d) Datos del Fotómetro o Sensor.

- (1) Marca y modelo del sensor.
- (2) Distancia de prueba.

e) Datos relacionados con la emisión de la lámpara instalada en la luminaria.

- (1) Una tabla de valores de intensidad luminosa emitida por la lámpara instalada en la luminaria a partir del ángulo de elevación de 90 grados hasta 180 grados, con intervalos de 5 grados, señalando expresamente el último intervalo en donde se alcanza a medir el flujo.
- (2) El porcentaje de flujo de lámpara emitido por la lámpara instalada en la luminaria hacia el hemisferio superior.
- (3) Posición angular de montaje de la luminaria.
- (4) Verificación del cumplimiento de la norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.

f) Información Adicional Obligatoria.

- (1) Datos completos de distribución de intensidad en medios computacionales en algún formato internacionalmente reconocido: IES o Eulumdat.

5 Método Para Pruebas Fotométricas De Proyector Usando Lámparas De Filamento Incandescente o Lámparas De Descarga.

5.1 Clasificación de Proyectores.

La forma de medición y ubicación de los datos estará determinada por la clasificación del proyector. La clasificación de los proyectores estará basada en el ancho del haz de luz del proyector tanto en el eje horizontal como vertical de la distribución de intensidades. La clasificación será designada por números tipo, como está listado en la Tabla 1.

Para una distribución simétrica rotacional, el tipo de proyector se definirá como el promedio del ángulo horizontal y vertical del haz de luz. Para proyectores de distribución con simetría no rotacional, el tipo se designará por el ángulo horizontal y vertical del haz de luz, y en ese orden. Por ejemplo, un proyector con un ángulo horizontal de haz de luz de 75 grados (Tipo 5) y un ángulo vertical de campo de 35 grados (Tipo 3), sería designado como un proyector Tipo 5x3.

Tipo	Angulo de Campo (grados)	Tamaño de Zona de Prueba (grados)	Número de Puntos de Prueba en Matriz de Haz
1	10 hasta 18	1	100 a 324
2	18 hasta 29	2	100 a 256
3	29 hasta 46	3	100 a 256
4	46 hasta 70	5	100 a 196
5	70 hasta 100	8	100 a 196
6	100 hasta 130	10	100 a 196
7	130 hasta 180	10	196 a 324

5.2 Selección de Ángulos y Zonas para Mediciones Fotométricas.

a) General. Los cálculos realizados a partir de los datos de la prueba, están hechos bajo el supuesto de que una medición de intensidad en el centro de una zona representa la intensidad promedio en toda la zona. Por lo tanto, para la uniformidad en la clasificación es necesario que se adopte un procedimiento estandarizado para escoger el tamaño de la zona.

b) Procedimiento para Selección del Tamaño de Zona. El procedimiento para seleccionar el tamaño de zona apropiado es el siguiente:

- (1) Observar la forma de distribución del proyector como proyectada en una superficie perpendicular al eje de la distribución.
- (2) Si la distribución tiene un máximo único, se debe efectuar una búsqueda exploratoria de la intensidad lumínica a lo largo de los ejes horizontal y vertical a través del punto de intensidad máxima. Debe determinarse la posición angular a lo largo de esos ejes donde la intensidad es 10 por ciento de la máxima. El número de grados entre estas posiciones de 10 por ciento en cada eje será usado para determinar el tamaño de zona de la prueba. La relación entre el ángulo y el tamaño de la zona de prueba se muestra en la Tabla 1.

- (3) Si la distribución tiene dos máximos o una serie de máximos de igual o casi igual valor en una línea, se debe realizar una búsqueda exploratoria de la intensidad a lo largo de un eje a través de esos máximos y a lo largo de un eje perpendicular al primer eje y centrado con respecto al grupo de máximos. Se debe determinar la posición angular a lo largo de esos ejes donde la intensidad es de 10 por ciento de la máxima. La cantidad de grados entre estas posiciones en cada eje será usada para determinar el tamaño de la zona de prueba. La relación entre el ángulo y el tamaño de la zona de prueba se muestra en la Tabla 1.
- (4) Si la distribución tiene un máximo único deprimido en el centro o un anillo de máximos se procederá como en (2), pero con los ejes centrados en el centro de la depresión.

c) Angulo de Campo. Es el número de grados entre las posiciones de la intensidad del 10 por ciento de la intensidad lumínica máxima. Este ángulo será utilizado para determinar el Tipo y el Tamaño de la Zona de Prueba.

Cuando el ángulo máximo de campo no ocurre en el eje, deberá ser registrado el ángulo máximo de campo y su posición.

5.3 Distancia de Prueba.

La distancia fotométrica de prueba mínima para probar los proyectores del Tipo 4 al Tipo 7, será de 8 a 10 metros y de 25 metros como mínimo para probar proyectores del Tipo 2 y Tipo 3.

5.4 Procesamiento de los Datos Fotométricos.

Los siguientes pasos deberán contemplarse en el desarrollo de la información de las características del proyector:

- (1) Cuando la distribución se asume simétrica en relación con los lados derecho e izquierdo, puede ser promediada la intensidad correspondiente (en candelas) en los lados derecho e izquierdo de la distribución.
- (2) Si la información fue tomada usando un goniómetro Tipo A o Tipo C (no recomendado), será necesario convertir este arreglo de información a un arreglo de información correspondiente a los ángulos en el sistema de coordenadas Tipo B, por medio de interpolación.
- (3) Crear un conjunto de isocurvas de intensidad lumínica constante a partir de los valores tomados. Debe usarse el arreglo de los valores de intensidad después de la conversión a la información de Tipo B.
- (4) Calcular el flujo lumínico (en lúmenes) en cada zona o área ensayada usando la constante de lumen apropiada.
- (5) Sumar los flujos lumínicos en todas las zonas que tienen una intensidad lumínica central igual o mayor que el 10 por ciento de la intensidad lumínica máxima para obtener el flujo de campo lumínico.
- (6) Calcular la eficiencia de campo del proyector, dividiendo el flujo de campo lumínico por el flujo lumínico nominal de la lámpara.
- (7) La luz de fuga deberá ser calculada por uno de los métodos comentados. Cuando esta distribución es simétrica en relación a los lados derecho e izquierdo, la información será presentada en forma de un diagrama que muestra

el flujo lumínico en las zonas basado en el promedio de los lados derecho e izquierdo.

(8) Calcular la eficiencia total (opcional) dividiendo el flujo lumínico total del proyector (sumatoria del flujo de campo más el flujo de la luz de fuga) por el flujo lumínico de la lámpara asignado en la determinación de las candelas de zona central.

(9) Para todos los efectos de representación de la información fotométrica se considerará una lámpara de 1000 lúmenes.

5.5 Informe Técnico.

El informe técnico deberá incluir a lo menos lo siguiente:

a) Información General.

- (1) Número de informe y fecha.
- (2) Identificación del organismo que emite el informe.
- (3) Solicitante del informe.

b) Descripción del proyector.

- (1) Nombre del fabricante.
- (2) Tipo de proyector, número de catálogo, descripción para identificar el proyector.
- (3) Bosquejo del proyector mostrando el tamaño y dimensiones.
- (4) Forma del reflector, material y dimensiones.
- (5) Al menos incluir fotografía del proyector de perfil y planta, además del detalle de la óptica.

c) Descripción de la Lámpara.

- (1) Tipo, orden de abreviación, servicio.
- (2) Clasificación en watt, volt, amperes y lúmenes nominales.
- (3) Forma del bulbo, tamaño, término y tipo de base.
- (4) Construcción de filamento o arco y longitud del centro de luz.
- (5) Especificación de posiciones de soporte o alambres de alimentación.
- (6) Filamento o arco nominal y dimensiones reales de la fuente de luz.
- (7) Posición del centro de luz durante la prueba.

d) Características de Distribución.

- (1) Curva de distribución horizontal y vertical.
- (2) Intensidad lumínica máxima (en candelas) y posición.
- (3) Angulo de campo en grados en ambas direcciones horizontal y vertical, a 10 por ciento de la candela máxima.
- (4) Angulo del haz en grados en ambas direcciones horizontal y vertical, a 50 por ciento de la candela máxima.
- (5) Flujo del campo, luz de fuga y haz, en porcentaje acumulativo del flujo de la lámpara en función de los planos B.
- (6) Flujo total (en lúmenes) y eficiencia total (opcional).

e) Datos del Fotómetro o Sensor.

- (1) Marca y modelo del sensor.
- (2) Distancia de prueba.

f) Datos relacionados con la emisión de la lámpara instalada en el proyector.

- (1) Tabla de flujos lumínicos en lúmenes por cada zona al interior del ángulo de campo (promedio por lados derecho e izquierdo cuando son simétricos).

- (2) Tabla del flujo lumínico en lúmenes por cada zona de luz de fuga (promedio por lados derecho e izquierdo cuando son simétricos) cuando es especificado por el usuario.
- (3) Curvas de igual intensidad lumínica (en candelas) en el ángulo de campo (promedio por lados derecho e izquierdo cuando son simétricos).
- (4) Tablas de intensidades lumínicas en candelas en centros de zona (promedio por lados derecho e izquierdo cuando son simétricos) cuando es especificado por el usuario.
- (5) Verificación del cumplimiento de la norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica.

g) Otros Datos.

- (1) Datos completos de distribución de intensidad en medios computacionales en algún formato internacionalmente reconocido: IES o Eulumdat.

6 Consideraciones para Luminarias y proyectores con Lámparas de Estado Sólido.

Para el caso de luminarias, proyectores u otros dispositivos de iluminación con fuentes de luz de estado sólido, la fotometría debe ser a valores absolutos y se debe tomar como referencia el método de medición fotométrica LM-79-08 aprobado la IES (Illuminating Engineering Society) y para su Informe Técnico, el punto 14.o Test Report del mismo documento.

Los parámetros a considerar en el respectivo Informe Técnico, complementarios a los aquí nombrados para luminarias y proyectores, serán los siguientes:

1. Potencia de entrada.
2. Flujo luminoso total de la luminaria o dispositivo.
3. Eficiencia de la Luminaria.
4. Temperatura ambiente durante el ensayo.
5. Coordenadas cromáticas correlacionadas del flujo emitido por la luminaria.
6. Temperatura de color del flujo luminoso emitido por la luminaria.
7. Tabla de radiancia espectral completa, con intervalo de un nanómetro y cálculo del requisito de radiancia espectral señalado en el artículo 4º de esta norma.

VII AMBITO DE APLICACION TERRITORIAL

Artículo 14º.- La presente norma de emisión se aplicará dentro de los límites territoriales administrativos de las Regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.

VIII FISCALIZACION

Artículo 15º.- La fiscalización de la presente norma de emisión de que trata el presente anteproyecto, corresponderá a la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a la Superintendencia del Medio Ambiente.

IX VIGENCIA

Artículo 16º.- La presente norma entrará en vigencia noventa días después de su publicación en el Diario Oficial.

Artículo 17°.- Deróguese el DS. N° 686, de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

X ARTÍCULO TRANSITORIO

Artículo Transitorio.- Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 17°, continuarán vigentes las disposiciones del D.S. N° 686, de 1998, MINECON, en tanto no entren en vigencia todas las disposiciones del presente decreto.

2.- Sométase a consulta el presente anteproyecto de revisión de norma de emisión.

Para tales efectos:

a.- Remítase copia del expediente al Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente, para que emita su opinión sobre el anteproyecto de norma. Dicho Consejo dispondrá de 60 días contados desde la recepción de la copia del expediente, para el despacho de su opinión al Ministerio. La opinión que emita el Consejo Consultivo del Ministerio del Medio Ambiente será fundada, y en ella se dejará constancia de los votos disidentes.

b.- Dentro del plazo de 60 días, contados desde la publicación en el Diario Oficial, del extracto de la presente resolución, cualquier persona, natural o jurídica, podrá formular observaciones al contenido del anteproyecto de revisión de la norma de emisión. Dichas observaciones deberán ser presentadas, por escrito, al Ministerio del Medio Ambiente o a sus Secretarías Regionales Ministeriales correspondientes al domicilio del interesado y deberán ser acompañadas de los antecedentes en los que se sustentan, especialmente los de naturaleza técnica, científica, social, económica y jurídica.

Anótese, publíquese en extracto, comuníquese y archívese.


MARÍA IGNACIA BENÍTEZ PEREIRA
MINISTRA DEL MEDIO AMBIENTE

CRP/MFG/IRIS/IVP

Distribución:

- Subsecretaría del Medio Ambiente
- Secretarías Regionales Ministeriales del Medio Ambiente, Región de Antofagasta, Atacama y Coquimbo
- Superintendencia del Medio Ambiente
- Ministerio de Energía
- Superintendencia de Electricidad y Combustibles
- División de Política y Regulación Ambiental
- Depto. Asuntos Atmosféricos.
- División Jurídica
- División de Educación Ambiental
- División Estudios
- Oficina de Partes
- Expediente de la revisión
- Archivo