

# CRITERIO DE EVALUACIÓN EN EL SEIA: EFECTO SOMBRA INTERMITENTE EN PARQUES EÓLICOS





## **CRITERIO DE EVALUACIÓN EN EL SEIA: EFECTO SOMBRA INTERMITENTE EN PARQUES EÓLICOS**

**Autor:** Servicio de Evaluación Ambiental

Primera Edición

**Diseño y diagramación:** Servicio de Evaluación Ambiental

**Santiago, junio 2021**

Si desea presentar alguna consulta, comentario o sugerencia respecto del documento, por favor escribir al siguiente correo [comentarios.documentos@sea.gob.cl](mailto:comentarios.documentos@sea.gob.cl)

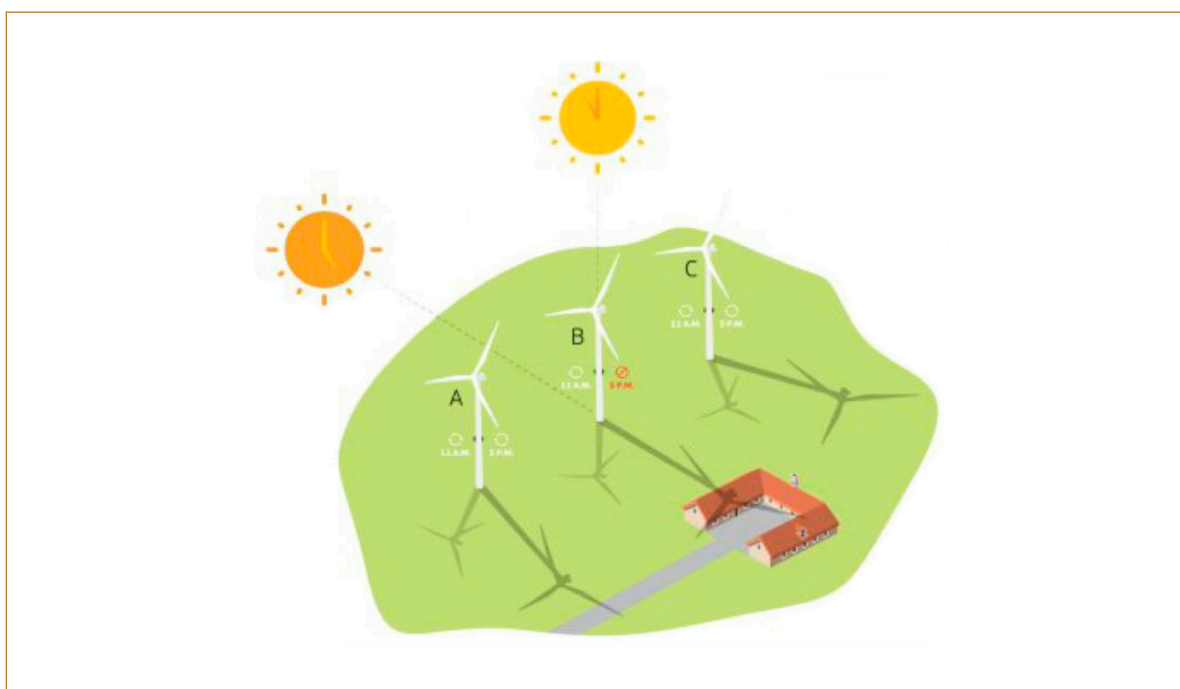
## Resumen

El efecto sombra intermitente o parpadeante (*shadow flicker*, en inglés), corresponde al sombreado repetitivo de la luz solar directa provocado por el movimiento periódico rotacional de las aspas del rotor de un aerogenerador, en que las emisiones ópticas en forma de sombra intermitente sobre un receptor, dependerán de la configuración del parque eólico, las condiciones atmosféricas, la dirección del viento, la posición del sol y las horas de operación del parque eólico.

El efecto sombra intermitente puede causar molestias dependiendo de cuánto tiempo y con qué frecuencia ocurre la proyección de sombras intermitentes y el contraste de las mismas.

La molestia ocurre principalmente en el interior de las viviendas, donde el efecto se percibe principalmente a través de las ventanas.

**Figura 1: Visualización efecto sombra intermitente**



Fuente: Vestas shadow Detection System / Vestas Wind System A/S.

Para la evaluación ambiental del efecto sombra intermitente en parques eólicos en el marco de una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto ambiental (EIA), en el presente documento se relevan los aspectos técnicos a considerar. En particular, se proporciona información referente a la definición del efecto, normativa internacional de referencia definiendo específicamente los elementos de la Guía técnica alemana, la información que debe presentar el titular del proyecto y el criterio de evaluación adoptado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

En tal sentido, se hace presente que este Documento Técnico materializa la atribución del SEA expresada en el artículo 81 letra d) de la Ley N° 19.300, en torno a establecer criterios, requisitos, condiciones, antecedentes, certificados, trámites, exigencias técnicas, en particular respecto al procedimiento de evaluación ambiental, a través de guías y otros instrumentos.

**Palabras claves:** parque eólico, efecto sombra intermitente o parpadeante, molestia, aspa

# 1. Evaluación Ambiental del efecto sombra intermitente provocado por las aspas del rotor de un aerogenerador

Actualmente en Chile no existe norma, guía o legislación respecto al efecto sombra intermitente, de manera que este deberá analizarse bajo los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, en particular, el literal a)<sup>1</sup> sobre riesgo para la salud de la población, en conformidad con las normas de referencia que señala el artículo 11 del D.S. N° 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, Reglamento SEIA).

En este contexto, se presentan las normas de referencia mayormente utilizadas a nivel internacional, según el estudio “Revisión de efecto sombra intermitente para Comisión de Servicios Públicos de Alberta” (septiembre, 2019)<sup>2</sup>:

**Tabla 1: Normas de Referencia**

País	Área de análisis	Límites	Comentarios
<b>Alemania</b>	Distancia en la cual el aspa de rotor cubre al menos un 20% de la superficie del sol.	Duración máxima de 30 horas/año y 30 minutos/día para el escenario astronómico más desfavorable y 8 horas/año para el escenario astronómico real.	Primer país en establecer límites de referencia. Tiende a utilizarse en la mayoría de los países como la “mejor práctica” <sup>3</sup> . Aplica sistema de desconexión transitoria.
<b>Canadá</b>	No considera distancia de referencia.	30 horas/año y 30 minutos/día.	El documento es utilizado como una práctica común pero no se considera una regulación.
<b>Estados Unidos</b>	Edificaciones que se encuentren ocupadas en torno a las instalaciones, sin distancia de referencia.	Generalmente 30 horas/año y 30 minutos/día.	Generalmente no se especifica dentro de la legislación estatal.
<b>España</b>	No considera distancia de referencia.	30 horas/año o 30 minutos/día para el escenario astronómico más desfavorable y 12 horas/año o 30 minutos/día para el escenario astronómico real.	No hay comentarios.
<b>Irlanda</b>	Distancia correspondiente a 10 diámetros de rotor de un aerogenerador, en metros.	No exceder las 30 horas/año o 30 minutos/día.	Aplica sistema de desconexión transitoria para control del efecto.

<sup>1</sup> Si bien este documento técnico se circunscribe únicamente a la evaluación de impactos sobre el literal a) Riesgo para la salud de la población, es necesario que los titulares de proyectos analicen si existen casos particulares en donde se generen impactos sobre otros literales del artículo 11 de la Ley, en relación con el efecto sombra intermitente. Lo cual podrá ser abordado con los elementos técnicos presentados en este documento u otros criterios específicos.

<sup>2</sup> Shadow Flicker Review for Alberta Utility Commission. September, 2019.

<sup>3</sup> La guía técnica de la República Federal de Alemania ha sido actualizada y publicada en el año 2020. Si bien, metodológicamente no hay cambios, se señala en el cuerpo del documento lo siguiente: “De momento, el legislador no ha promulgado, ni comprometido, ninguna norma legalmente vinculante para evaluar los efectos provocados por los rayos de luz y la proyección de sombra intermitente”.

<b>Reino Unido</b>	Irlanda del Norte, Escocia, Inglaterra: 10 diámetros de rotor de un aerogenerador, en metros; Gales – No considera.	30 horas/año o 30 minutos/día para el escenario astronómico más desfavorable.	Se consideran mejores prácticas en lugar de guías. Normalmente regulado mediante condiciones de planificación territorial.
<b>Australia</b>	265 metros de ancho del aspa. 1 km. en Victoria. Distancia desde cada aerogenerador hacia los receptores.	30 horas/año o 30 minutos/día de escenario astronómico más desfavorable. 10 horas año para el escenario astronómico real.	Corresponde a una guía técnica.

Fuente: adaptación de *Shadow Flicker Review for Alberta Utility Commission* (septiembre, 2019).

Al respecto, y según lo señalado en la Guía para la descripción de centrales eólicas en el SEIA, se recomienda considerar como normativa de referencia la Guía de la República Federal de Alemania denominada “Indicaciones relativas a la evaluación de las emisiones ópticas de las instalaciones de energía eólica (indicaciones relativas a la proyección de sombra de las instalaciones de energía eólica)”, o la que la reemplace.

## 2. Guía técnica de la República Federal de Alemania: “Indicaciones relativas a la proyección de sombras de las instalaciones de energía eólica”

La guía técnica de la República Federal de Alemania (en adelante, guía técnica) ha sido ampliamente utilizada a nivel internacional, mientras que a nivel nacional ha sido una de las referencias técnicas mayormente implementadas por los titulares de proyectos eólicos en el SEIA.

Este documento proporciona un conjunto claro de criterios para abordar el análisis de dos escenarios, estableciendo además límites en los valores de proyección de sombra intermitente aceptables, por lo que su uso es recomendable en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Para una correcta evaluación del efecto sombra intermitente en el SEIA, se deberá considerar siempre la presentación de los siguientes escenarios:

- Momento del día en que se genera (mañana, medio día, tarde) y tiempo de exposición diaria (h/día) sobre el receptor.
- Época del año en que se genera (otoño, invierno, primavera, verano) y tiempo de exposición anual (h/año) sobre el receptor.

Para fines de analizar lo anteriormente mencionado, se recomienda presentar una modelación del efecto identificando las isolíneas correspondientes a la proyección de sombra intermitente para cada caso, presentando un plano o representación cartográfica digital y georreferenciada del área de emplazamiento del proyecto y su área de influencia, identificando los potenciales receptores de impactos, accidentes geográficos, puntos de medición<sup>4</sup>, entre otros antecedentes, que se consideren relevantes para el correcto entendimiento del análisis realizado.

<sup>4</sup> Entendiéndose como aquellos con los que se realizará el cálculo de la proyección de sombras.



Sobre los escenarios de evaluación antes citados, la guía técnica establece dos casos de evaluación:

- a). **Escenario astronómico más desfavorable:** Es el caso que considera el tiempo durante el cual el sol teóricamente alumbra durante todo el periodo comprendido entre la salida y la puesta del sol, con el cielo totalmente despejado, la superficie del rotor se encuentra perpendicular a los rayos del sol y el parque eólico se encuentra en operación.

**Límite máximo:  
30 horas/año - 30 minutos/día**

- b). **Escenario astronómico real:** Es el caso para el cual se calcula la proyección de sombra intermitente considerando las condiciones atmosféricas habituales. Para ello, se pueden utilizar de base las series de mediciones meteorológicas a largo plazo, que puedan predecir las condiciones reales a las cuales se enfrentará el parque eólico, por ejemplo, aquellas provenientes de las estaciones meteorológicas cercanas al proyecto, o bien, métodos de simulación atmosférica como el modelo WRF.

**Límite máximo: 8 horas/año**

Si se exceden los límites indicados, el titular debe incorporar modificaciones en el diseño del proyecto. Dicho **documento hace especial referencia a la adopción de sistemas de desconexión o detención automática y transitoria de aerogeneradores, con temporizadores de apagado, que utilizan sensores de radiación o iluminación. El sistema deberá estar asociado al valor máximo permisible correspondiente al escenario astronómico real, 8 horas/año.**

- c). **Criterios para una correcta definición de los escenarios:** A continuación, se proporcionan los siguientes criterios para una correcta definición del escenario astronómico más desfavorable y real, respecto al efecto sombra intermitente:

- Se deben identificar correctamente las variables meteorológicas que dan origen al caso astronómico más desfavorable y real, esto es, permanencia del sol (horas de sol) y nubosidad.
- Se deberá modelar con un escenario de velocidad de viento a altura de buje suficiente para la operación de aerogeneradores, por ende, giro de sus aspas.
- El rotor de los aerogeneradores deberá estar orientado perpendicularmente a la dirección de incidencia de la luz solar.
- Los ángulos solares inferiores a 3 grados por encima del nivel del horizonte no se considerarán (debido a la probabilidad de detección de vegetación y edificios).
- Las distancias entre el plano del rotor y el eje de la torre se considerarán como insignificantes.
- No se considerará la refracción de la luz en la atmósfera.

- d). **Área de análisis:** Según lo señalado en la guía técnica, el área que corresponda analizar resultará de la distancia desde el aerogenerador en la cual el 20% de la superficie del sol es ocultada por un aspa de rotor. Dado que el espesor del aspa no es constante en toda su extensión, sino que disminuye hacia la punta de la misma, debe calcularse y emplearse como base un aspa de rotor rectangular con un espesor promedio:

$$A\text{-aspas} = \frac{A\text{-aspa,máx} + A\text{-aspa,90\%}}{2}$$

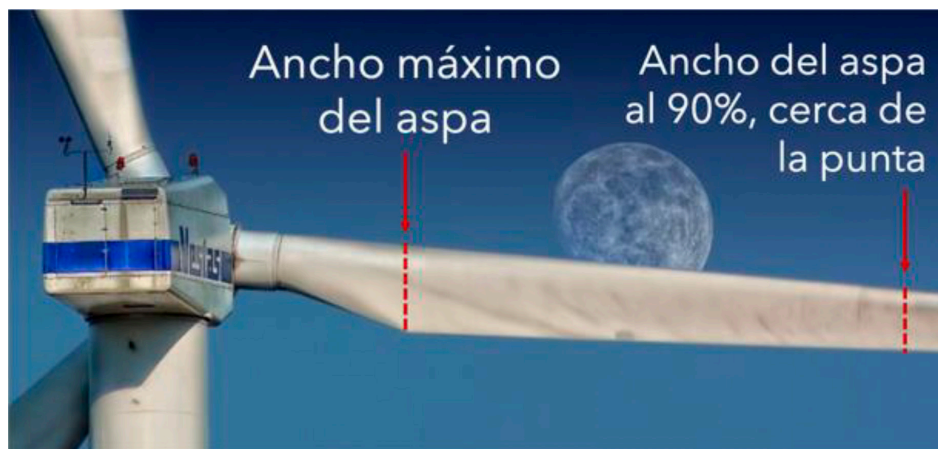
En donde:

**A aspa:** Anchura media del aspa.

**A aspa, máx.:** Anchura máxima del aspa.

**A-aspa, 90%:** El ancho del aspa cerca de la punta, a una distancia de 90% del radio del rotor desde el centro del buje.

**Figura 2: Ejemplo dimensiones del aspa**



Fuente: elaboración propia.

Al respecto, el área de análisis definida por el criterio anterior corresponderá al Área de Influencia del proyecto, respecto a los potenciales impactos generados por el efecto sombra intermitente.

**e). Lugares potencialmente afectados por las emisiones ópticas en forma de sombra intermitente:** En la guía técnica se consideran como lugares potencialmente afectados por las emisiones (receptores), los siguientes:

- Espacios que deben protegerse, que se utilizan como:
  - Espacios habitables, incluidos los pasillos habitables.
  - Dormitorios, incluidas las habitaciones en hoteles y hospitales.
  - Salas de clases de colegios, universidades y establecimientos similares.
  - Oficinas, consultas médicas, salas de trabajo, salas de capacitación y lugares de trabajo similares, asociados al receptor.
  - Las superficies exteriores directamente adyacentes a edificios (por ejemplo, terrazas y balcones) corresponden a espacios que deben protegerse durante el día, entre las 6:00 y las 22:00 hrs.
- Potenciales receptores a una altura referencial de 2 m. sobre el terreno.

Referido a los puntos anteriores, se requiere evaluar la proyección de sombra intermitente **sobre cualquier receptor dentro del área de influencia en donde exista el potencial de generarse riesgo para la salud de la población, al superarse los valores máximos permisibles establecidos por la guía técnica alemana**. Esto no solo se limita a las residencias, no obstante, estas constituyen la mayoría de los receptores evaluados y considerados por los titulares.

Cabe destacar que la guía técnica de la República Federal de Alemania fue actualizada y publicada durante el año 2020. Dicho documento refleja el estado actual de las investigaciones científicas. Sin embargo, esto no cambia el procedimiento oficial sobre la base de las instrucciones de seguimiento de la Ley Alemana de Inmisiones<sup>5</sup>, donde las autoridades comprueban en el marco del proceso de evaluación ambiental si el proyecto cumple con la normativa ambiental aplicable.

Sobre lo anterior, el procedimiento de evaluación como tal y los estándares de evaluación permanecen sin cambios, por lo que sigue siendo aplicable lo siguiente:

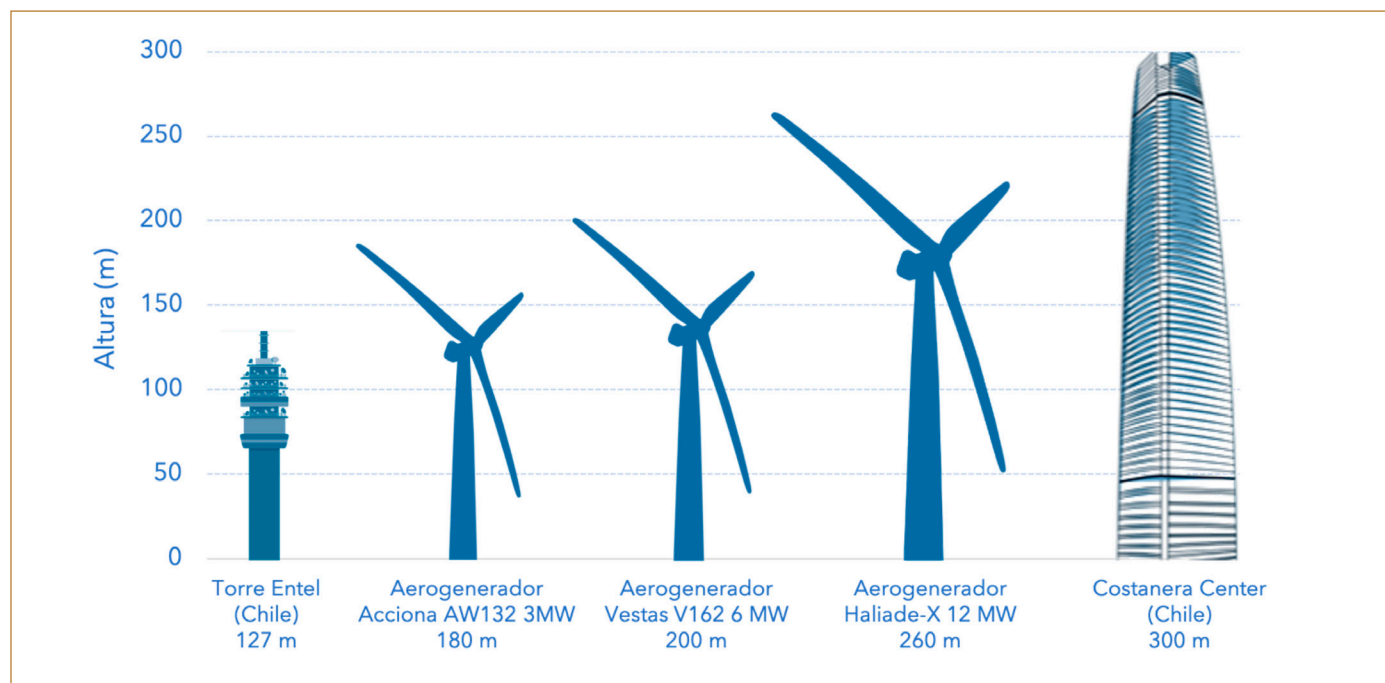
*"Si se identifica una potencial superación del período de sombreado legalmente permitido de un máximo de 30 minutos al día y un máximo de 30 horas al año, el sistema debe estar normalmente equipado con un apagado automático que tenga en cuenta los parámetros meteorológicos. Esto asegura que se cumplan los requisitos legales y que el sistema se apague automáticamente tan pronto como se alcance el límite superior<sup>6</sup>".*

### 3. Información a presentar por el titular

En la actualidad los aerogeneradores pueden alcanzar fácilmente alturas máximas por sobre los 200 metros (ver Figura 3), variando según el modelo de aerogenerador. Por esta razón, para contar con la información suficiente para evaluar el efecto sombra intermitente, el titular deberá presentar lo siguiente:

1. Información técnica de los aerogeneradores del proyecto, particularmente las dimensiones en términos de su altura y diámetro de rotor, a fin de contar con suficientes antecedentes para la predicción de impactos y una correcta delimitación del área de influencia. Lo anterior podrá ser presentado mediante la ficha técnica del aerogenerador específico proporcionada por el proveedor.

**Figura 3: Altura total referencial de aerogeneradores**



Fuente: elaboración propia

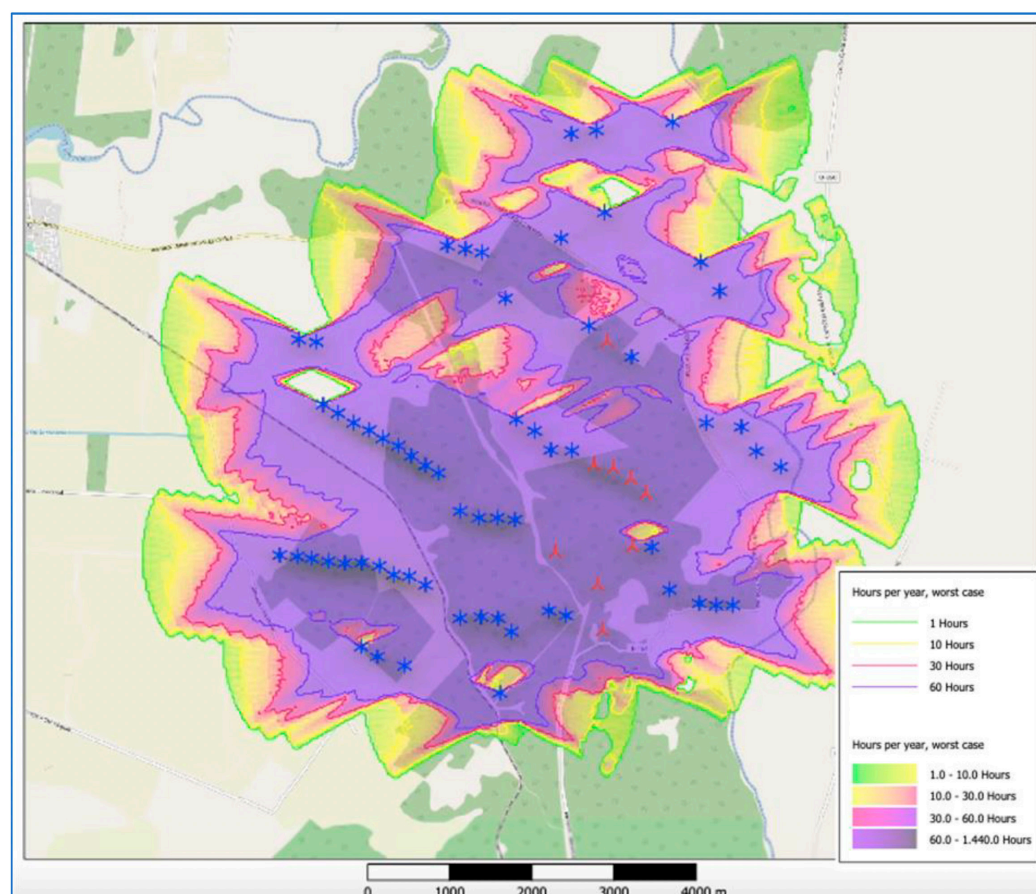
<sup>5</sup> Ley de protección ante impactos ambientales nocivos por contaminación aérea, acústica, vibraciones y fenómenos similares: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge, BGBl. I 2002, p. 3830.

<sup>6</sup> Guía técnica de la República Federal de Alemania, 2005.



2. Respecto a los potenciales impactos ambientales asociados al efecto sombra intermitente, estos se relacionan principalmente a cualquier receptor en donde exista el potencial de generarse molestias y por ende, riesgo para la salud de la población, de acuerdo a los valores máximos permisibles establecidos por la normativa de referencia. Sobre lo anterior el titular deberá presentar una clara descripción de los receptores identificados dentro del área de influencia del proyecto.
3. Incorporar una modelación de la proyección de sombras, indicando por medio de una tabla, para cada receptor, la duración diaria del sombreado, con una precisión de 1 min por día, y la duración anual del sombreado en horas totales.
4. Se deberá considerar la presentación de isolíneas de sombreado (curvas de igual duración anual de sombreado, especialmente la isolínea de sombreado de 30 h, en el entorno del parque eólico), a través de un mapa de proyección de sombras (Ver Figura 4).

**Figura 4: Mapa de proyección de sombras (horas-año)**



Fuente: elaboración propia

5. Presentar la información del escenario astronómico más desfavorable, considerando las condiciones meteorológicas que dan lugar a este caso y que las viviendas corresponden a elementos translúcidos, lo que se conoce como "modo invernadero".
6. Presentar el caso astronómico real, donde se deberán contemplar las condiciones meteorológicas esperadas en el emplazamiento del proyecto y sus receptores, de acuerdo a la información disponible, estudiando la disposición y orientación de las viviendas, topografía, barreras naturales existentes y orientación de los aerogeneradores (de acuerdo a la dirección del viento predominante).

7. Se deberá tener en cuenta que para terrenos planos, debido a la vegetación, por ejemplo, no es necesario considerar la proyección de sombras para posiciones del sol inferiores a 3° sobre el horizonte.
8. Utilizar los programas para la modelación del efecto sombra intermitente mayormente conocidos, que corresponden a: *WindPRO*, *WindFarmer*, *RESoft*, *WindFarm* y *OpenWind*.

Se debe considerar que los parámetros o datos de entrada considerados principalmente, son los siguientes:

#### **Datos aerogenerador**

- Latitud y Longitud.
- Zona horaria.
- Ubicación aerogeneradores.
- Altura de buje.
- Diámetro de rotor.
- Espesor del aspa del aerogenerador.

#### **Datos del receptor**

- Ubicación del receptor.
- Orientación del receptor y disposición de entradas de luz, dimensión de las ventanas y ángulos de inclinación de las mismas, para el caso real, según corresponda.

#### **Modelo de terreno**

- Elevación sobre el nivel del mar.
- Curvatura de la Tierra.
- Topografía.

#### **Factores ambientales**

- Velocidad del viento.
- Dirección del viento.
- Horas Soleadas.
- Horas con nubosidad.
- Modelo Solar.
- Distancia de Evaluación (ejemplo 500 m; 1 km).

Estos antecedentes, se deben presentar en el informe que se obtiene a partir de los programas de modelación antes mencionados (memoria de cálculo), así como señalar los supuestos utilizados para el cálculo de la proyección de sombra, que corresponden principalmente a:

- Altura mínima del sol sobre el horizonte.
- Incrementos de tiempo en el cálculo.
- Probabilidad de sol (media diaria de horas de sol) mensual.
- Tiempo operacional.
- Velocidad del viento de arranque: Velocidad de conexión de curva de potencia.

Así como las suposiciones utilizadas para el cálculo del área de influencia del proyecto, la cual se debe basar en:

- Curvas de nivel utilizadas.
- Obstáculos utilizados en cálculo.
- Altura de los ojos.
- Resolución de cuadrícula.

El informe debe incluir la sombra intermitente topográfica proyectada en un mapa de modelación del efecto. Se deberá presentar un archivo kmz con toda la información, las coordenadas deben estar en UTM.

## 4. Análisis artículo 5° del Reglamento del SEIA

A nivel internacional se indica que se debe considerar que los impactos generados por el efecto sombra intermitente se encuentran asociados principalmente a impactos sobre la salud de las personas, como lo señalado en el estudio “Reporte final efecto sombra intermitente”, 2010, preparado por Parsons Brinckerhoff para el Departamento de Energía y Cambio Climático-UK.<sup>7</sup>

*“El alcance del impacto que causa el parpadeo de las sombras se da en un estudio de psicología (Pohl, 1999). El estudio concluyó que el efecto de parpadeo de las sombras no constituía una molestia significativa. Sin embargo, en condiciones específicas, el aumento de las demandas sobre la salud mental y energía física indicó que los efectos acumulativos a largo plazo podrían cumplir los criterios de molestia significativa”.*

De acuerdo al estudio, *“Esto demuestra la necesidad de reducir el impacto siempre que sea posible. Un hallazgo clave de este estudio es que en el Reino Unido no ha habido grandes problemas con el efecto sombra intermitente, y los resultados de un cuestionario a la industria y la planificación de las autoridades han generado pocas quejas.*

*En estos casos, se resolvieron los problemas del efecto sombra intermitente con el uso de sistemas de apagado de los aerogeneradores, que son el enfoque de mitigación estándar adoptado a través de Europa”.*

Además, se debe considerar que las guías técnicas internacionalmente utilizadas, consideran como receptores los lugares señalados en el literal e) del numeral 2. del presente documento.

---

<sup>7</sup> Shadow Flicker FINAL REPORT, 2010 Prepared by Parsons Brinckerhoff for the Department of Energy and Climate Change- UK.

Asimismo, el SEA en la “Guía para la descripción de centrales eólicas de generación de energía eléctrica en el SEIA” (2020), en relación al riesgo para la salud<sup>8</sup>, considera el siguiente impacto ambiental asociado a la operación del parque eólico (conjunto de aerogeneradores):

- El efecto de sombra intermitente puede generar riesgos para la salud de la población.

## 5. Criterio SEA

El titular de un proyecto que identifica potencial superación de la norma de referencia utilizada, para uno o más receptores, deberá implementar un sistema de desconexión transitoria automática para el control del efecto sombra intermitente como parte de la descripción de su proyecto, por lo que se recomienda incorporarlo al presentar la DIA o EIA, según corresponda.

**Caso 1:** Para aquellos proyectos o actividades sometidos al SEIA, cuyos aerogeneradores superen los límites establecidos en la guía técnica de referencia utilizada, y que incorporen un sistema de desconexión transitoria para el control de efecto sombra intermitente, conocido como “sistema de detección de sombras<sup>9</sup>” y lo presenten en la descripción del proyecto, constituyendo parte del diseño del mismo, contando con la ficha técnica (actualizada) con el respectivo detalle del sistema que utilizarán para la detención automática de el o los aerogenerador/es involucrados. Se entenderá en este sentido, que si habiendo potencial superación respecto de la guía técnica de referencia alemana y el titular del proyecto implementa un sistema de desconexión automática transitoria sobre los aerogeneradores involucrados, como parte del diseño del proyecto, se considerará que no se generan impactos significativos asociados al efecto sombra intermitente, toda vez, que la guía técnica reconoce que para dar cumplimiento a los niveles máximos permisibles, se puede utilizar el sistema de desconexión automática transitoria para el control del efecto sombra intermitente.

**Caso 2:** En caso contrario, es decir, si el titular no considera la implementación de un sistema de desconexión transitoria automática o sistema de control como parte del diseño del proyecto para el efecto sombra intermitente de el o los aerogeneradores, superando los valores de referencia, se deberá evaluar si el impacto es significativo o no, según lo establecido en el artículo 5° del RSEIA, dado que no se estaría dando cumplimiento a la guía adoptada como norma de referencia para la evaluación.

Habiendo impactos significativos asociados al efecto sombra intermitente, el titular deberá presentar las medidas necesarias para hacerse cargo de dicho impacto significativo.

Finalmente, es importante resaltar que dentro de las medidas necesarias para hacerse cargo de un impacto significativo, **no se considerará adecuada la implementación de barreras naturales o artificiales**. Si bien, estas reducen el impacto, en ningún caso lo eliminan, ya que se introduce una sombra de carácter permanente sobre los receptores, modificando sus condiciones normales de habitabilidad.

---

<sup>8</sup> Téngase presente la definición de mejores técnicas disponibles, establecida en la letra m bis) del artículo 2° de la Ley N° 19.300 que indica “Corresponde a la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestra la capacidad práctica de determinadas técnicas para evitar o reducir las emisiones y el impacto en el medio ambiente y la salud de las personas. Con tal objeto se deberá considerar una evaluación de impacto económico y social de su implementación, los costos y los beneficios, la utilización o producción de ellas en el país, y el acceso, en condiciones razonables, que el regulado pueda tener a las mismas”.

En el contexto del SEIA, para el componente ambiental objeto de protección riesgo para la salud de la población, es posible incluir mejoras tecnológicas que permiten evitar o reducir los impactos ambientales mediante su incorporación en el diseño del proyecto. Al respecto, existen mejoras tecnológicas conocidas, como por ejemplo el hecho de considerar la incorporación de programas computacionales con sistemas automáticos de desconexión transitoria durante la operación de uno o más aerogeneradores, según corresponda, en los períodos en que se identifica potencial de superar los máximos asociados al efecto de sombra intermitente. Lo anterior, para dar cumplimiento a los valores referenciales de una determinada norma de referencia.

<sup>9</sup> Los nombres pueden variar dependiendo del proveedor.

## 6. Bibliografía

Actualización guía técnica de la República Federal de Alemania: Indicaciones relativas a la proyección de sombra de las instalaciones de energía eólica, 2019. *"Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windkraftanlagen Aktualisierung 2019 (WKA-Schattenwurfhinweise)"* Disponible en: [https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/wka\\_schattenwurfhinweise\\_stand\\_23\\_1588595757.01](https://www.lai-immissionsschutz.de/documents/wka_schattenwurfhinweise_stand_23_1588595757.01) (en Alemán).

Guía técnica de la República Federal de Alemania: Indicaciones relativas a la proyección de sombra de las instalaciones de energía eólica, 2005. "Länderausschuss für Immissionsschutz. "Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen, 2005". Disponible en: <https://puc.sd.gov/commission/documents/electric/2019/EL19-003/prefiledexhibits/crownedridge/a24-13a.pdf>.

Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la energía eólica. Grupo Banco Mundial, 2015. Disponible en: <http://documents1.worldbank.org/curated/es/706201481270223100/pdf/110346-SPANISH-FINAL-Dec-2015-Wind-Energy-Spanish-PUBLIC.pdf>.

Reporte Final efecto sombra intermitente, 2010 *"Shadow Flicker FINAL REPORT. 2010. Prepared by Parsons Brinckerhoff for the Department of Energy and Climate Change-UK"*. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/news/update-of-uk-shadow-flicker-evidence-base>.

Servicio de Evaluación Ambiental. 2020. Guía para la descripción de centrales eólicas de generación de energía eléctrica en el SEIA. Disponible en el centro de documentación de su sitio web, [www.sea.gob.cl](http://www.sea.gob.cl)





Servicio de  
Evaluación  
Ambiental

Gobierno de Chile

