

Santiago, 12 de Septiembre de 2018

Señora
Sigríð Scheel Verbakel
Fiscal Instructora
División Sanción y Cumplimiento
Superintendencia del Medio Ambiente

Presente



REF: Presenta Programa de Cumplimiento

MAT: Expediente Sancionatorio D-43-2018

De mi consideración:

Por medio de la presente, **Aela Eólica Negrete SpA**, debidamente representada por don Felipe Gaspar Latorre, dentro del plazo conferido, presenta, en formato electrónico (CD), una versión refundida del Programa de Cumplimiento en los términos del artículo 42 de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, que aprueba el Reglamento sobre Programas de Cumplimiento, Autodenuncias y Planes de Reparación, teniendo, especialmente presente, las observaciones dispuestas en la Resolución Exenta N° 5/ROL D-43-2018, de fecha 6 de septiembre de 2018, emanada de la autoridad que usted dirige, solicitando al Superintendente que el mismo sea acogido y en consecuencia se siga suspendiendo el procedimiento sancionatorio seguido en contra de mi representada.

Sin otro, particular, se despide atentamente,

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the end.

Felipe Gaspar Latorre Ramírez
pp. Aela Eólica Negrete SpA

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO

"Parque Eólico Cuel"
Aela Eólica Negrete S.P.A.



SEPTIEMBRE 2018

PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO DE AELA Eólica Negrete SpA

I. INTRODUCCIÓN

Por medio del presente documento se expone el Programa de Cumplimiento de AELA Eólica Negrete SpA de acuerdo a los cargos formulados por la Superintendencia del Medio Ambiente (en adelante “SMA”) en la Resolución Exenta N° 3 /ROL D-083-2018, de 16 de febrero de 2018.

Este documento ha sido elaborado en cumplimiento de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente, del Decreto Supremo N° 30, de 2012, del Ministerio de Medio Ambiente, e incorporando la Guía para la presentación de Programas de Cumplimiento por infracciones a instrumentos de carácter ambiental de julio de 2016.

De este modo, el presente programa cumple con los contenidos establecidos en el artículo 7° del D.S. N° 30, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, esto es, contiene, entre otros, los siguientes antecedentes: i) una breve descripción de los hechos, actos u omisiones identificados por la SMA, en el contexto de lo indicado en el artículo 35 a) de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medioambiente (en adelante LOSMA); ii) el plan de acciones y metas que se implementarán; iii) el plan de seguimiento, que incorpora el cronograma de acciones y metas, así como los correspondientes indicadores de cumplimiento, y la entrega de informes periódicos sobre la implementación de cada una de ellas, además la entrega del reporte final correspondiente; iv) la información técnica de respaldo en cada caso; y, v) los costos estimados para dar cumplimiento al citado programa, los cuales permiten acreditar su eficacia y seriedad.

Atendido lo anterior, se incluyen tablas en donde se presenta el programa de cumplimiento para el cargo interpuesto por la SMA, en donde se identifican los plazos de ejecución de medidas, las metas e indicadores, medios de verificación, supuestos y costos asociados. Finalmente se presenta un cronograma que resume los plazos de ejecución de cada una de las medidas mencionadas.

Las acciones, metas y seguimiento indicadas, y desarrolladas en el presente Programa de Cumplimiento, están orientadas a resolver el cargo indicado en la Resolución Exenta N°3/ROL D-083-2018, y permiten asegurar el cumplimiento de las disposiciones identificadas por la autoridad. Además, el presente Programa de Cumplimiento establece los mecanismos necesarios para acreditar el íntegro y oportuno cumplimiento del mismo. Atendido lo anterior, el presente Programa de Cumplimiento a los criterios establecidos en el artículo 9° del D.S. N° 30, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente.

Se hace presente que atendido lo dispuesto en el artículo 42 de la Ley N° 20.417, y artículo 6° del D.S. N° 30, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, no existen impedimentos para que este Titular presente un Programa de Cumplimiento, atendido que no se encuentra en ninguna de las tres hipótesis identificadas en las disposiciones recién citadas.

II. PROGRAMA DE CUMPLIMIENTO

En conformidad a lo indicado anteriormente, en las siguientes tablas se presenta el Programa de Cumplimiento propuesto por AELA Eólica Negrete SpA.

1. DESCRIPCIÓN DEL HECHO QUE CONSTITUYE LA INFRACCIÓN Y SUS EFECTOS	
IDENTIFICADOR DEL HECHO	1
DESCRIPCIÓN DE LOS HECHOS, ACTOS Y OMISIONES QUE CONSTITUYEN LA INFRACCIÓN	La obtención, con fecha 23 y 24 de enero de 2018, de Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC) de 51, 51 y 53 dB(A), en horario nocturno, todos medidos en receptores sensibles, ubicado en Zona Rural.
NORMATIVA PERTINENTE	Lo dispuesto en el considerando 3.2.4. de la RCA N° 031/2012 y en el D.S N°38/2011 del MMA, IV Niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos, Artículo 7°.- Los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán exceder los valores de la Tabla N° 1.- Y en el artículo 9°- Para zonas rurales se aplicará como nivel máximo permisible de presión sonora corregido (NPC), el menor valor entre: a) Nivel de ruido de fondo + 10 dB(A) b) NPC para Zona III de la Tabla 1. Este criterio se aplicará tanto para el período diurno como nocturno, de forma separada.
DESCRIPCIÓN DE LOS EFECTOS NEGATIVOS PRODUCIDOS POR LA INFRACCIÓN O FUNDAMENTACIÓN DE LA INEXISTENCIA DE EFECTOS NEGATIVOS	En primera instancia se observa que los niveles medidos por el SMA tienen algunos excesos puntuales de hasta 3 dB, los excesos en el periodo diurno están bajo los 65 dB(A) y los del periodo nocturno bajo los 55 dB(A) lo cual descarta efectos evidentes a la salud según las guías de la OCDE y OMS-Europa, también utilizadas por el Ministerio de Medio ambiente de Chile. Mayores antecedentes se presentan en Anexo 3 .
FORMA EN QUE SE ELIMINAN O CONTIENEN Y REDUCEN LOS EFECTOS Y FUNDAMENTACIÓN EN CASO EN QUE NO PUEDAN SER ELIMINADOS	Diseño de sistema de alerta y disminución de velocidad de los aerogeneradores, que considere límites operacionales, obtenidos como resultado de un modelo acústico que incorpore los receptores sensibles colindantes y las medidas necesarias para dar cumplimiento normativo D.S. N° 38/2011. Para el diseño de este sistema se requiere el levantamiento de receptores, mediciones de ruido de fondo, desarrollo de modelación acústica, definición de receptores sensibles, diseño del software y la calibración y definición de medidas

operacionales para el cumplimiento.

Implementación y seguimiento al sistema de alerta y disminución de velocidad de los aerogeneradores. Se tomará registro de la potencia de la generación de la turbina, mediante la limitación de velocidad del giro de aspas.

Medición del nivel de ruido en los receptores sensibles después de haber implementado todas las acciones comprometidas. La medición será en receptores sensibles, en todo momento de la operación del parque eólico, indicando fecha de medición y sus respectivos resultados.

2. PLAN DE ACCIONES Y METAS PARA CUMPLIR CON LA NORMATIVA, Y ELIMINAR O CONTENER Y REDUCIR LOS EFECTOS NEGATIVOS GENERADOS

2.1 METAS

Dar cumplimiento a lo comprometido y estipulado en lo dispuesto en el considerando 3.2.4. de la RCA N°031/2012 y en el D.S N°38/2011 del MMA, IV Niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos, Artículo 72.

2.2 PLAN DE ACCIONES

2.2.1 ACCIONES EJECUTADAS

Incluir todas las acciones cuya ejecución ya finalizó o finalizará antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN (fechas precisas de inicio y de término)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reporte Inicial)	COSTOS INCURRIDOS (en miles de \$)	
	Acción			Reporte Inicial		
	Forma de Implementación					

--	--	--	--	--	--	--

2.2.2 ACCIONES EN EJECUCIÓN

Incluir todas las acciones que han iniciado su ejecución o se iniciarán antes de la aprobación del Programa.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN <small>(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)</small>	FECHA DE INICIO Y PLAZO DE EJECUCIÓN <small>(fecha precisa de inicio para acciones ya iniciadas y fecha estimada para las próximas a iniciarse, y plazo de ejecución)</small>	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO <small>(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)</small>	MEDIOS DE VERIFICACIÓN <small>(a informar en Reporte Inicial, Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)</small>	COSTOS ESTIMADOS <small>(en miles de \$)</small>	IMPEDIMENTOS EVENTUALES <small>(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)</small>
	Acción			Reporte Inicial		Impedimentos
	Forma de Implementación			Reportes de avance		Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento
				Reporte final		

2.2.3 ACCIONES PRINCIPALES POR EJECUTAR

Incluir todas las acciones no iniciadas por ejecutar a partir de la aprobación del Programa.

N° IDENTI	DESCRIPCIÓN	PLAZO DE EJECUCIÓN	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	COSTOS ESTIMADOS	IMPEDIMENTOS EVENTUALES
-----------	-------------	--------------------	-----------------------------	------------------------	------------------	-------------------------

FICADOR	(describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	(periodo único a partir de la notificación de la aprobación del PDC, definido con un inicio y término de forma independiente de otras acciones)	(datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	(a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	(en miles de \$)	(indicar según corresponda: acción alternativa que se ejecutará y su identificador, implicancias que tendría el impedimento y gestiones a realizar en caso de su ocurrencia)
1	<p>Acción</p> <p>Diseñar un sistema de alerta y limitación de velocidad de giro de los aerogeneradores para dar cumplimiento normativo D.S. N° 38/2011.</p>	<p>Levantamiento medio construido 15 días desde la notificación de la resolución de la SMA que aprueba el Programa de Cumplimiento.</p> <p>Reporte técnico acústico de campo, 1 mes desde la elaboración del Reporte levantamiento de medio construido</p> <p>Reporte técnico que explique el diseño del sistema de alerta de los aerogeneradores: 2 meses desde la elaboración del Reporte técnico acústico de campo</p>	<p>Sistema de alerta de los aerogeneradores 100% diseñado y calibrado</p>	<p>Reportes de avance</p> <p>En reporte mensual correspondiente, se remitirá:</p> <p>Reporte levantamiento de medio construido, que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ficha del levantamiento por cada receptor en donde se incluirá, coordenadas UTM de la ubicación, distancia a aerogeneradores cercanos - Fotografía de cada vivienda fechada y georreferenciada <p>Reporte técnico acústico de campo con las fuentes de ruidos caracterizadas. Esto incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resultados de la determinación de ruido de fondo. - Nueva modelación acústica, considerando el levantamiento del medio construido. - Nuevo listado de receptores sensibles, como resultado de la modelación. <p>Reporte técnico que explique el diseño del sistema de alerta y su automático funcionamiento para la limitación de la velocidad de giro de los aerogeneradores:</p>	500 UF	<p>Impedimentos</p> <p>Causas naturales (eventos climáticos, incendios, sismos o similares) o antrópicas (paralizaciones sociales y/o laborales, en general, acciones de terceros) que impidan el acceso a los inmuebles a catastrar o la medición de ruido de fondo.</p> <p>En el caso de ocurrencia, del impedimento con los antecedentes que lo acreditan, serán informados en el Reporte de seguimiento correspondiente.</p> <p>Las implicancias de este impedimento corresponden a un retraso en la ejecución de la acción que se estima pudiese alcanzar un par de meses.</p>

Forma de Implementación

Se diseñará una arquitectura de programación que reduzca la velocidad de las aspas y/o detenga estas en función de las lecturas de cargas de viento.

Para ello se requiere desarrollar los siguientes pasos:

- Levantamiento medio construido
- Medición de ruido de fondo.
- Desarrollar modelación acústica.
- Definición de receptores sensibles.
- Diseño de software.
- Validación y Calibración del software

Detalles de la forma de implementación en Anexo 1.

Los potenciales receptores sensibles serán identificados a partir del levantamiento de medio construido y del resultado del modelo. Estos serán los que se pueden potencialmente ser afectados con niveles de ruido por sobre el límite fijado por el

- Condiciones de activación del sistema y desactivación de la misma.
- Indicación del tiempo transcurrido entre que se genera la alerta y se activa la reducción de velocidad de las aspas.
- Descripción de variables de proceso serán monitoreadas y cuáles serán controladas.

Reporte final

Se entregará un compilado de informes con la información levantada y medida en los informes previos, que muestre el sistema de alerta de los aerogeneradores 100% diseñado y calibrado.

Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento

Se acreditará la ocurrencia del impedimento al menos 5 días hábiles antes del vencimiento del plazo comprometido, solicitando un nuevo plazo de ejecución para reprogramar el levantamiento del medio construido y/o las mediciones para una fecha siguiente, lo más próxima posible que lo permitan las condiciones externas y de entorno.

	<p>DS38/2011. A partir de la identificación de ellos, se definirán cuáles serán los aerogeneradores que deberán considerar las futuras medidas para disminuir la velocidad y con ello los niveles de ruido durante la operación.</p>					
<p>2</p>	<p>Acción</p>	<p>Debe iniciar tan pronto se encuentre ejecutada la acción Nº1. Hasta el término del Programa de Cumplimiento.</p>	<p>Sistema de alerta y disminución de velocidad de los aerogeneradores, considerando activación automática y disminución de velocidad efectiva, 100% implementado.</p>	<p>Reportes de avance</p>	<p>n/a</p>	<p>Impedimentos</p>
	<p>Implementación y seguimiento del sistema de alerta y disminución de velocidad de los aerogeneradores.</p>			<p>En reporte mensual correspondiente, se remitirá registros que verifiquen que está operativo el sistema, verificando velocidad de viento versus indicadores de activación, implementando una señal de salida que acredite el funcionamiento adecuado del software. Detalles en el Anexo 2, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiempo de reducción de velocidad de las aspas. - Velocidad del giro del aspa una vez activado el software. - Hora del reporte a nivel minuto. - Velocidad del viento a altura de buje. - Velocidad de giro de las aspas. - Temperatura - Humedad - Velocidad y dirección del viento - Ruido emitido por el aerogenerador - Y ruido modelado en el punto receptor sensible 		<p>n/a</p>
	<p>Forma de implementación</p>			<p>Reporte final</p>		<p>Acción alternativa, implicancias y gestiones</p>

	<p>El software interactuará con el sistema de operación de la turbina (SCADA), recibiendo datos de las variables ambientales y enviando señales de alertas que limitaran de manera automática la velocidad de giro de las aspas.</p> <p>El seguimiento de la implementación y del correcto funcionamiento del sistema se realizará mensualmente y será incluida en los reportes mensuales.</p> <p>El detalle del seguimiento de los receptores sensibles después de haber implementado el sistema de alarma se indica en la Acción 3.</p>			<p>En reporte final se presentará un consolidado con registros operacionales mensuales, según se detalla en el Anexo 2.</p>	<p>asociadas al impedimento</p> <p>n/a</p>
<p>3</p>	<p>Acción</p> <p>Medir el nivel de ruido en los receptores sensibles después de haber implementado todas las acciones comprometidas.</p>	<p>1 mes posterior al cumplimiento de la acción N°2</p>	<p>Cumplir con los niveles de ruido según D.S. N° 38/2011.</p>	<p>Reportes de avance</p> <p>En el reporte mensual correspondiente se enviarán los resultados de las mediciones de los receptores sensibles</p>	<p>150 UF</p> <p>Impedimentos</p> <p>Que las condiciones climáticas, específicamente condiciones de viento con características de temporal, no permitan hacer las mediciones de ruido.</p> <p>Esta condición ocurre cuando el ruido de fondo es superior a la emisión de ruido de la fuente.</p> <p>En el caso de ocurrencia, del impedimento con los</p>

Forma de implementación

Una vez implementada la acción 2, se realizará monitoreo acústico para asegurar el cumplimiento del D.S. N° 38/2011, dando cumplimiento a los requerimientos técnicos vigentes.

La medición la llevará a cabo por una ETFA y consistirá en medir a los receptores sensibles identificados en la acción 1, en condiciones representativas de la operación del parque eólico, indicando fecha de medición y resultados.

Realizando 2 mediciones por día, diurna y nocturna durante una semana al mes.

Reporte final

Se enviará un informe final con el resultado de las mediciones.

antecedentes que lo acreditan, serán informados en el Reporte de seguimiento correspondiente.

Las implicancias de este impedimento corresponden a un retraso en la ejecución de la acción que se estima pudiera alcanzar un mes.

Se dará aviso inmediato a la autoridad incluyendo la reprogramación de las mediciones.

Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento

Se acreditará la ocurrencia del impedimento lo antes posible, de manera de reprogramar las mediciones para una fecha siguiente, lo más próxima posible que lo permitan las condiciones externas y de entorno

	<p>Si bien los receptores sensibles se definirán como resultado de la implementación del modelo, a priori podemos señalar que se incluirán los receptores que no cumplieron norma durante la fiscalización, estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RE3: 5845837 mN; 722856 mE • RE4: 5845854 mN; 722690 mE • RE5: 5846086 mN; 722399 mE 					
4	<p>Acción</p> <p>Informar a la Superintendencia del Medio Ambiente, los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendidas en el PdC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el SPDC</p>	<p>Dentro del plazo y según la frecuencia establecida en la resolución que apruebe el PdC.</p>	<p>Certificados de ingreso digitales entregados por la plataforma habilitada para la implementación del SPDC.</p>	<p>Reportes de avance</p>		<p>Impedimentos</p>
	<p>Forma de implementación</p> <p>Dentro del plazo y según la frecuencia establecida en la resolución que apruebe el PdC, se accederá al sistema digital que la SMA disponga al efecto para implementar el SPDC y se cargará el PdC y la información relativa al reporte inicial, los reportes</p>			<p>n/a</p>	<p>Problemas técnicos que pudieren afectar el funcionamiento del sistema digital en el que se implemente el SPDC, y que impidan la correcta y oportuna entrega de los documentos correspondientes. Por ejemplo, caída del servidor de la SMA.</p>	
				<p>Reporte final</p>	<p>n/a</p>	<p>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</p> <p>Se dará aviso inmediatamente a la SMA vía correo electrónico, señalando los motivos técnicos por los cuales no fue posible cargar los documentos en el sistema</p>

	<p>de avance o el informe final de cumplimiento, según se corresponda con las acciones reportadas, así como los medios de verificación para acreditar el cumplimiento de las acciones comprometidas. Una vez ingresados los reportes y/o medios de verificación, se conservará el comprobante electrónico generado por el sistema digital en el que se implemente el SPDC.</p>					<p>digita l en el que se implemente el SPDC, remitiendo comprobante de error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación.</p>
5	<p>Acción</p> <p>Realizar mediciones operacionales en receptores sensibles que superaron norma en la fiscalización (RE3: 5845837 mN; 722856 mE RE4: 5845854 mN; 722690 mE, RE5: 5846086 mN; 722399 mE), y disminuir la velocidad de las aspas en el caso de estar cerca de sobrepasar el nivel, previo a la implementación del sistema de alerta. "</p> <p>Forma de implementación</p> <p>Se realizarán mediciones operacionales de los receptores sensibles que superaron norma en la fiscalización</p> <p>RE3: 5845837 mN; 722856 mE</p> <p>RE4: 5845854 mN; 722690 mE</p> <p>RE5: 5846086 mN; 722399 mE</p>	<p>Semanalmente a partir de notificación de la resolución de la SMA que aprueba el Programa de Cumplimiento. Hasta que se encuentre sistema de alerta implementado</p>		<p>Reportes de avance</p> <p>Incluirá reportes mensuales los registros de monitoreo realizados semanalmente indicando lugar y hora de los receptores medidos,</p> <p>Reporte final</p> <p>Se incluirá consolidad de los registros de monitoreo realizados diariamente indicando lugar y hora de la medición</p>	300UF	<p>Impedimentos</p> <p>n/a</p> <p>Acción alternativa, implicancias y gestiones asociadas al impedimento</p> <p>Aviso inmediato a la autoridad la notificación de cambio de lugares de monitoreo y periodo que sigan siendo igualmente representativos.</p> <p>En caso de inviabilidad del monitoreo se realizarán monteros en las</p>

Con el objetivo de tener un control del ruido, y así tomar medidas en el caso de estar cerca de sobrepasar el nivel. Medidas:

Disminución de velocidad de las aspas

Estas mediciones se realizarán en horarios específicos con mayor frecuencia periodos de riesgo (mayor velocidad del viento) y nocturno

dependencias de la misma empresa.

Y además se realizará control y seguimiento continuo del funcionamiento de la central eólica, en función de prevenir alzas en los decibeles durante ese periodo.

2.2.4 ACCIONES ALTERNATIVAS

Incluir todas las acciones que deban ser realizadas en caso de ocurrencia de un impedimento que imposibilite la ejecución de una acción principal.

N° IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN (describir los aspectos fundamentales de la acción y forma de implementación, incorporando mayores detalles en anexos si es necesario)	ACCIÓN PRINCIPAL ASOCIADA (N° Identificador)	PLAZO DE EJECUCIÓN (a partir de la ocurrencia del impedimento)	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO (datos, antecedentes o variables que se utilizarán para valorar, ponderar o cuantificar el avance y cumplimiento de las acciones y metas definidas)	MEDIOS DE VERIFICACIÓN (a informar en Reportes de Avance y Reporte Final respectivamente)	COSTOS ESTIMADOS (en miles de \$)
6	Acción	4	Cuando se genere dificultad para el ingreso al sistema digital, se realizará la acción de manera inmediata.		Reportes de avance	n/a
	Aviso vía correo electrónico y entrega física de certificados de ingreso a oficina de partes de la SMA.				n/a	
	Forma de implementación				Reporte final	
	Envío de correo electrónico señalando los motivos por los cuales no fue posible cargar los documentos al				Informe con la descripción del impedimento, sus causas, implicancias en las mediciones,	

sistema digital en el que se implemente el SPDC, remitiendo comprobante de error o cualquier otro medio de prueba que acredite dicha situación. Además, se ingresará mediante formato físico y digital en la oficina de partes de la SMA.

justificación de reprogramación de fecha siguiente.



COMPLETAR PARA LA TOTALIDAD DE LAS INFRACCIONES:

3. PLAN DE SEGUIMIENTO DEL PLAN DE ACCIONES Y METAS

3.1 REPORTE INICIAL

REPORTE ÚNICO DE ACCIONES EJECUTADAS Y EN EJECUCIÓN.

PLAZO DEL REPORTE (en días hábiles)		Días hábiles desde de la notificación de la aprobación del Programa.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	No Aplica	No Aplica

3.2 REPORTE DE AVANCE

REPORTE DE ACCIONES EN EJECUCIÓN Y POR EJECUTAR.

TANTOS REPORTE COMO SE REQUIERAN DE ACUERDO A LAS CARÁCTERÍSTICAS DE LAS ACCIONES REPORTADAS Y SU DURACIÓN

PERIODICIDAD DEL REPORTE (Indicar periodicidad con una cruz)	Semanal		A partir de la notificación de aprobación del Programa. Los reportes serán remitidos a la SMA en la fecha límite definida por la frecuencia señalada. Estos reportes incluirán la información hasta una determinada fecha de corte comprendida dentro del periodo a reportar.
	Bimensual (quincenal)	x	
	Mensual		
	Bimestral		
	Trimestral		
	Semestral		
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar	
	1	Diseñar un sistema de alerta y disminución de velocidad de los aerogeneradores, que considere límites operacionales, obtenidos como resultado de un modelo acústico que incorpore los receptores sensibles colindantes y las medidas necesarias para dar cumplimiento normativo D.S. N° 38/2011.	
	2	Implementación del sistema de alerta y disminución de velocidad de los aerogeneradores, con el respectivo registro de la activación de alerta, que gatilla la respectiva disminución de velocidad de los aerogeneradores, bajo las condiciones definidas por el sistema.	
	3	Medir el nivel de ruido en el receptor sensible después de haber implementado todas las acciones	

		comprometidas.
	5	Realizar mediciones operacionales en receptores sensibles que superaron norma en la fiscalización
	6	Aviso vía correo electrónico y entrega física de certificado de ingreso en oficina de partes de la SMA.
3.3 REPORTE FINAL		
REPORTE ÚNICO AL FINALIZAR LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA.		
PLAZO DE TÉRMINO DEL PROGRAMA CON ENTREGA DEL REPORTE FINAL	10	Días hábiles a partir de la finalización de la acción de más larga data.
ACCIONES A REPORTAR (N° identificador y acción)	N° Identificador	Acción a reportar
	1	Diseñar un sistema de alerta y disminución de velocidad de los aerogeneradores, que considere límites operacionales, obtenidos como resultado de un modelo acústico que incorpore los receptores sensibles colindantes y las medidas necesarias para dar cumplimiento normativo D.S. N° 38/2011.
	2	Implementación del sistema de alerta y disminución de velocidad de los aerogeneradores.
	3	Medir el nivel de ruido en el receptor sensible después de haber implementado todas las acciones comprometidas y dar cumplimiento al D.S. N° 38/11.
	5	Realizar mediciones operacionales en receptores sensibles que superaron norma en la fiscalización
	4	Informar a la SMA los reportes y medios de verificación que acrediten la ejecución de las acciones comprendida en el PDC a través de los sistemas digitales que la SMA disponga al efecto para implementar el SPDC
	6	Aviso vía correo electrónico y entrega física de certificados de ingreso a oficina de partes de la SMA



ANEXO 2

Registro de implementación

AELA Eólica Negrete SpA.

Septiembre, 2018

INDICE DE CONTENIDOS

1. REGISTRO DE IMPLEMENTACIÓN	3
--	----------

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ejemplo de registro de implementación	3
--	---

1. REGISTRO DE IMPLEMENTACIÓN

Se mantendrá un registró automático en los momentos en que se active/desactive el sistema de alerta y funcionamiento del software registrando la correspondiente velocidad del viento y giro del Rotor. En la Tabla 1 se muestra un ejemplo del registro de implementación.

Tabla 1. Ejemplo de registro de implementación

Turbina X									
N° Alarma	Activ/ Desactiv	Fecha y Hora	Velocidad Viento [m/s]	Velocidad Giro Rotor [rpm]	Temperatura [°C]	Humedad [%]	Dirección del viento [° Grados]	Ruido teorico Aerogenerador [db]	Ruido Modelado Receptor Sensible mas próximo [db]
1	Activ	01/01/2019 23:59	10	10	20	20	250	100	49
2	Desactiv	01/01/2019 06:00	9	9	30	20	250	100	49
3									

Donde:

- Velocidad de Viento: Será la velocidad de viento [m/s] medida a la altura de la estructura superior del aerogenerador (nacelle).
- Velocidad Giro Rotor: Será la velocidad de giro de las aspas en Revoluciones por Minuto “RPM”
- Temperatura y Humedad: Serán la temperatura [°C] y Humedad [%] medida a la altura de la estructura superior del aerogenerador (nacelle).
- Dirección del viento: Será la dirección del viento medida en grados con respecto al Norte
- Ruido Teórico: Será el ruido teórico, en base a las curvas detalladas en el anexo 1, que emitiría el aerogenerador.
- Ruido Modelado: Será el Ruido Modelado/esperado en base a las medidas ambientales ocurridas al momento de que la alarma se active.

La alarma permitirá limitar inmediatamente los niveles de velocidad de giro (Potencia máxima) de los aerogeneradores.

El software permitirá generar un archivo .txt, separados por comas “,” con la información de la Tabla 1.



ANEXO 3

Informe Técnico acústico

AELA Eólica Negrete SpA.

Septiembre, 2018

ANÁLISIS DE EFECTOS AMBIENTALES DE LOS CARGOS FORMULADOS POR LA SUPERINTENDENCIA DE MEDIO AMBIENTE

PARQUE EÓLICO CUEL COMUNA DE LOS ÁNGELES - REGIÓN DEL BÍO BÍO

PREPARADO PARA:



PROYECTO N°: P4238					
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORACIÓN	REVISIÓN	APROBACIÓN
A	13.08.2018	Elaboración Inicial	MGD	CSC	
B	13.08.2018	Correcciones	MGD	CSC	

SANTIAGO, AGOSTO DE 2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción.....	3
2	Objetivo	3
3	Normativas y guías de referencia.....	3
3.1	Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).....	3
3.2	Criterios Internacionales	4
4	Valores medidos por SMA.....	5
5	Datos historicos de verificación de cumplimiento de D. S. N° 38/2011 MMA.....	8
6	Valores máximos permitidos en estudio acústico de DIA original	10
7	Conclusiones.....	11
8	Glosario.....	11

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Ubicación de puntos de evaluación y aerogeneradores	6
----------------	---	---

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Descripción de tipos de zonas según el D.S. N° 38/2011 MMA.....	4
Tabla 2:	Máximos permisibles NPC según el D.S. N° 38/2011 del MMA.....	4
Tabla 3:	Recomendaciones OCDE – UE	5
Tabla 4:	Ubicación de puntos de evaluación.	6
Tabla 5:	Evaluación según recomendaciones OCDE – UE. Periodo diurno.	8
Tabla 6:	Evaluación según recomendaciones OCDE – UE. Periodo nocturno.	8

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento, elaborado por Gerard Ingeniería Acústica SpA, corresponde al análisis de efectos ambientales de los cargos formulados por la Superintendencia de Medio Ambiente al Parque Eólico Cuel.

De acuerdo a lo verificado por la SMA, el ruido generado por la operación de los aerogeneradores del Parque Eólico Cuel ha sobrepasado los límites de Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) establecidos por el D. S. N° 38/2011 del MMA, en una medición efectuada entre el 23 y 24 de enero de 2018 en horario nocturno en 3 de 6 puntos considerados los cuales no corresponden a los puntos de seguimiento establecido en la RCA N° 31/2012.

En el informe se efectúa un análisis de los antecedentes históricos de mediciones de ruido de verificación de cumplimiento de D. S. N° 38/2011 del MMA disponibles, de forma a estudiar la frecuencia de los incumplimientos.

Por otro lado se efectuará una comparación de los valores medidos con los obtenidos por el SMA con los de la guía de la OCDE OMS-Europa, utilizada ampliamente en el territorio nacional, específicamente para evaluar los mapas estratégico que ya se han efectuado en Santiago, Temuco y La Serena – Coquimbo entre otras conurbaciones, para poner en perspectiva con las normativas internacionales los valores obtenidos.

Finalmente se analizarán los valores máximos permitidos al momento de la aprobación del proyecto en 2012 de forma de observar los cambios de límites de niveles de ruido que han afectado a la actividad.

2 OBJETIVO

Analizar los efectos ambientales de los cargos formulados por la Superintendencia de Medio Ambiente al Parque Eólico Cuel.

3 NORMATIVAS Y GUÍAS DE REFERENCIA

3.1 Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

El objetivo de esta normativa es proteger la salud de la comunidad mediante el establecimiento de niveles máximos de inmisión de ruido generados por las fuentes emisoras de ruido definidas en su Artículo N°6, punto 13.

Los límites máximos permitidos por la normativa están asociados a la zonificación acorde con el Instrumento de Planificación Territorial (IPT) respectivo. Los tipos de zonas se definen como:

Tabla 1: Descripción de tipos de zonas según el D.S. N° 38/2011 MMA.

Tipo de Zona	Descripción
Zona I	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.
Zona II	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además los usos de la Zona I, Equipamiento a cualquier escala.
Zona III	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
Zona IV	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
Zona Rural	Aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el IPT respectivo.

Los Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) que se obtengan no podrán exceder los valores de la siguiente tabla:

Tabla 2: Máximos permisibles NPC según el D.S. N° 38/2011 del MMA.

Tipo de Zona	NPC Máximo Permitido [dB(A)]	
	Periodo Diurno 7:00 a 21:00 horas	Periodo Nocturno 21:00 a 7:00 horas
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70
Zona Rural	Menor nivel entre el Nivel de Ruido de Fondo +10 [dB] y el NPC máximo permitido para Zona III	

El criterio para zona rural se aplicará en periodo diurno y nocturno de manera independiente.

3.2 Criterios Internacionales

A nivel internacional, tanto la OCDE¹ como la UE, recomiendan valores referentes a niveles de ruido ambiental. Ambos organismos plantean una diferenciación para los periodos diurnos y nocturnos, en base a parámetros estándares de ruido, que permiten representar un promedio energético del ruido para cada uno de los periodos señalados.

Tales valores, representan estándares referenciales que permiten generar un indicador ambiental común, a fin de lograr comparar los avances en materia de gestión en control de ruido ambiental en los países miembros.

¹ Chile es país miembro de la OCDE desde el año 2009

Según el documento *Night Noise Guidelines For Europe*, de la OMS-Europa del 2009, los niveles de ruido sobre los 55 dB(A) en el periodo nocturno se consideran peligrosos para la salud pública. Es decir, los efectos adversos para la salud ocurren con frecuencia, una proporción considerable de la población está muy molesta y perturbada por el sueño. Existe evidencia de que el riesgo de enfermedad cardiovascular aumenta.²

Para el caso del periodo diurno el nivel de 65 dB(A) es considerado por la OCDE como un nivel que pueden atentar seriamente contra la salud.³

Por lo tanto los límites siguientes son ampliamente utilizados para las guías estratégicas y metas a mediano plazo.

Tabla 3: Recomendaciones OCDE – UE

Periodo	Nivel máximo
Diurno	65 dB(A)
Nocturno	55 dB(A)

Cabe señalar que el Ministerio de Medio Ambiente para el fin de la evaluación de los niveles obtenidos en los mapas de ruido utiliza como referencia los valores antes mencionados tal como lo señala en el “Estudio Elaboración de Mapas de Ruido Mediante Software de Modelación, Para Caso Piloto (Comunas de Antofagasta y Providencia) Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA. Contrato Conexo a Contrato N° 01-059/09. 22 de Marzo de 2010”.

Por su parte, es importante señalar que los problemas causados por la inmisión de ruido, tienden a ser locales, pues el ruido se extingue rápidamente con la distancia a la fuente y con la presencia de estructuras tales como mamparas, edificios, árboles que obstruyan el canal de exposición entre la fuente y la población receptora. Cuando coexisten situaciones más severas de contaminación acústica debido a la presencia de varias fuentes o a una conformación espacial que produzca ecos, amplificación etc., como pueden ser las industriales y las fuentes lineales (carreteras y vías públicas) se afecta a mayor número de población, y los efectos sobre la salud de dichas emisiones pueden observarse en las estadísticas comunales globales. A mayor abundamiento, se incorpora en el **Apéndice 1** un análisis complementario sobre los efectos a la salud de la población y su posible relación con la Operación del Parque Eólico. A este respecto, y luego del análisis las potenciales patologías respecto de la inmisión de ruido, es posible concluir que respecto de la evolución de las patologías cardiovasculares en la Comuna de Los Ángeles, no permiten identificar asociación entre el ruido provocado por el Parque Eólico y sus efectos a nivel de la hipertensión.

4 VALORES MEDIDOS POR SMA

Los receptores evaluados se encuentran localizados en 6 parcelas del sector rural (fuera del Límite Urbano comunal), en la comuna de Los Ángeles. Las coordenadas (WGS84, 18H) de los puntos evaluados fueron las siguientes:

² http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf

³ <http://www.sea-acustica.es/Cadiz09/RDO%20023.pdf>

Tabla 4: Ubicación de puntos de evaluación.

Punto	Coordenadas UTM. Datum WGS 84 Huso 18H	
	Este (m)	Norte (m)
RE1	724.262	5.846.133
RE2	723.685	5.846.074
RE3	722.856	5.845.837
RE4	722.690	5.845.854
RE5	722.399	5.846.086
RE6	722.898	5.846.069

Ilustración 1: Ubicación de puntos de evaluación y aerogeneradores.



Los puntos RE1 a RE6, corresponden a diferentes propietarios, distribuidos por el sector norte del parque eólico. Todas las mediciones fueron realizadas en exterior de viviendas, tanto en horario diurno como nocturno.

En el lugar, los fiscalizadores constatan emisión de ruidos asociados al funcionamiento de la unidad fiscalizable, encontrándose en operación al momento de las mediciones. En lo particular, se observa que el funcionamiento de los aerogeneradores, y sus emisiones de ruido, dependen directamente de la velocidad del viento imperante. Por tal motivo, se registró la velocidad del viento en cada caso, observándose en horario nocturno, que el viento sobrepasó los 4 m/s, para el sector de los receptores RE3 a RE 6.

La inspección en terreno identificó como única fuente principal, las actividades de la fuente denunciada, afectando el Ruido de Fondo, en algunas mediciones diurnas.

Para la segunda campaña, al momento de la fiscalización tanto diurna como nocturna, se realizó la medición del ruido de fondo para 5' y 10' (minutos), resultados que constan en Ficha de Evaluación de NPC. Ruido de Fondo

diurno quedó establecido en 42 dB(A) para 10', en tanto el RF nocturno quedó establecido en 41 dB(A) para 10'. Por otro lado para la primera campaña de febrero de 2016, e ruido de fondo fue de 40 dB(A) y 43 dB(A) en el periodo diurno y nocturno respectivamente.

Registros NOCTURNOS 21 de febrero de 2016						
Receptor	NPC [dBA]	Ruido de Fondo [dBA]	Zona	Límite [dBA]	Excedencia [dBA]	Estado
Receptor N° 1	46	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 1'	45	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 1''	47	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2	48	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2'	50	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2''	50	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3	48	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3'	47	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3''	45	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme

Registros DIURNOS 24 de febrero de 2016						
Receptor	NPC [dBA]	Ruido de Fondo [dBA]	Zona	Límite [dBA]	Excedencia [dBA]	Estado
Receptor N° 1	53	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 1'	54	43	RURAL	53	SUPERA en 1 dB	No conforme
Receptor N° 1''	50	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2	45	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2'	Medición Nula	43	RURAL	53	MEDICIÓN NULA	Medición Nula
Receptor N° 2''	Medición Nula	43	RURAL	53	MEDICIÓN NULA	Medición Nula
Receptor N° 3	43	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3'	46	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3''	46	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme

Registros DIURNOS 23 de enero de 2018							
Receptor	NPC [dBA]	Ruido de Fondo [dBA]	Hora de inicio y término de la medición	Zona	Límite [dBA]	Excedencia [dBA]	Estado
Receptor N° 1	MEDICIÓN NULA	42	17:50-17:56	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2''	44	42	18:00-18:08	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3	48	42	18:43-18:52	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 4'	MEDICIÓN NULA	42	19:28-19:33	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 5''	45	42	20:32-20:40	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme

Registros NOCTURNOS 23 y 24 de enero de 2018							
Receptor	NPC [dBA]	Ruido de Fondo [dBA]	Hora de inicio y término de la medición	Zona	Límite [dBA]	Excedencia [dBA]	Estado
Receptor N° 1	48	41	23:08-23:12	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2"	49	41	23:19-23:27	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3	51	41	23:37- 23:41	RURAL	50	SUPERA en 1 dB	No conforme
Receptor N° 4'	51	41	00:04-00:09	RURAL	50	SUPERA en 1 dB	No conforme
Receptor N° 5"	53	41	00:22-00:45	RURAL	50	SUPERA en 3 dB	No conforme
Receptor N° 6"	48	41	23:52-23:55	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme

Se observa que en el periodo diurno solamente se produce un exceso en el receptor 1', en la medición de 24 de febrero de 2016. No obstante lo anterior esta medición fue descartada como se indica en el documento DFZ-2016-3158-VIII-NE-IA donde se establece "una posible interferencia, en la medición cuyo resultado supera un dB, producto del Ruido de Fondo presente".

En la medición del 23 y 24 de enero de 2018 se obtiene un cumplimiento pleno en el periodo diurno mientras que en el periodo nocturno se observan superaciones de 1 a 3 dB en los puntos 3, 4' y 5'.

En las siguientes tablas se efectúa la evaluación de los niveles medidos con respecto a los límites internacionales de amplio uso tanto en Chile como en el extranjero.

Tabla 5: Evaluación según recomendaciones OCDE – UE. Periodo diurno.

Punto	NPC dB(A)	Nivel máximo recomendado OCDE – UE dB(A)	Evaluación
1'	54	65	Conforme

Tabla 6: Evaluación según recomendaciones OCDE – UE. Periodo nocturno.

Punto	NPC dB(A)	Nivel máximo recomendado OCDE – UE dB(A)	Evaluación
3	51	55	Conforme
4'	51	55	Conforme
5'	53	55	Conforme

Se observa que los niveles máximos recomendados por la guía internacional utilizada, la cual se utiliza por el Ministerio de Medio Ambiente para evaluar el impacto de ruido en los mapas estratégicos de las conurbaciones urbanas se cumplen con holgura.

5 DATOS HISTORICOS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE D. S. N° 38/2011 MMA

El 21 de marzo de 2017 se efectuaron mediciones de cumplimiento del Decreto Supremo N° 38/2011 del MMA en el marco de la entrega periódica de informes de ruido a la autoridad competente con resultados y evaluaciones lo cual quedó establecido en la Resolución Exenta N° 31 del año 2012.

La evaluación fue efectuada por la empresa Silentium mediante el informe denominado SIL-9854-I-RM-02-C emitido el 17 de abril de 2017.

La evaluación indica que los niveles emitidos por el parque no superan los máximos permitidos por el D.S. N° 38/11 del MMA, por lo tanto cumple con la normativa vigente.

Periodo Diurno					
Receptor	Leqprom [dB(A)]	Ruido de fondo [dB(A)]	NPC [dB(A)]	Máximo permitido [dB(A)]	Supera/No supera
A	43	38	41	48	No Supera
B	42	38	40	48	No Supera
C	48	42	47	52	No Supera
D	39	37	Nulo	47	No Supera
E	42	38	40	48	No Supera

Tabla 1. Resumen medición diurna.

Periodo Nocturno					
Receptor	Leqprom [dB(A)]	Ruido de fondo [dB(A)]	NPC [dB(A)]	Máximo permitido [dB(A)]	Supera/No supera
A	45	39	44	49	No Supera
B	46	39	45	49	No Supera
C	45	38	44	48	No Supera
D	40	36	38	46	No Supera
E	44	39	42	49	No Supera

Tabla 2. Resumen medición nocturna.

6 VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS EN ESTUDIO ACÚSTICO DE DIA ORIGINAL

El proyecto al aprobarse el 2012 fue evaluado con el Decreto Supremo N°146/97 del MINSEGPRES, el cual tenía una aproximación diferente a la obtención de los máximos permitidos para las zonas rurales lo cual generaba límites más permisivos para los receptores cuyos ruidos de fondo fueran superiores a los 40 dB(A). Con la vigencia del D. S. N° 38/2011 del MMA se puso un límite a los 65 dB(A) para el periodo diurno y 50 dB(A) para el periodo nocturno. Por lo anterior el diseño original del parque eólico contaba con límites en horario nocturno de hasta 60 dB(A).

TABLA 9
VERIFICACIÓN D.S. N° 146/97 HORARIO NOCTURNO ETAPA DE OPERACIÓN

N° PUNTO	Niveles Proyectados Etapa de Operación NPSEQ dB(A)	Nivel Máximo D.S.N° 146/97 R.F. + 10 dB(A)	Verificación D.S. N° 146/97
2	45.8	47.3	Cumple
3	47.0	50.4	Cumple
4	46.1	51.1	Cumple
5	46.2	49.6	Cumple
7	52.2	53.3	Cumple
8	51.8	54.4	Cumple
10	40.4	60.5	Cumple
15	47.1	53.4	Cumple
16	48.1	50.7	Cumple
17	48.5	54.6	Cumple
21	50,0	51.8	Cumple
26	49.3	54.2	Cumple
27	50.5	52.3	Cumple

El cambio a los límites vigentes actualmente supone un desafío importante para la operación del parque, en el cual se encuentra trabajando mediante diversas medidas.

7 CONCLUSIONES

En primera instancia se observa que los niveles medidos por el SMA tienen algunos excesos puntuales de hasta 3 dB, los excesos en el periodo diurno están bajo los 65 dB(A) y los del periodo nocturno bajo los 55 dB(A) lo cual descarta efectos evidentes a la salud según las guías de la OCDE y OMS-Europa, también utilizadas por el Ministerio de Medio ambiente de Chile.

Por otro lado, se debe señalar que los límites máximos permitidos de nivel de presión sonora que rigen este parque eólico sufrieron una importante disminución con respecto a lo aprobado originalmente en la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto en más de 10 dB(A) en algunos casos para el periodo nocturno.

Además se verifica que en la campaña de monitoreo y seguimiento de 2017 mediante informe emitido por la empresa Silentium e ingresado al SMA, se cumple en la totalidad de los puntos de evaluación.

8 GLOSARIO

- a) **Decibel [dB]:** Unidad adimensional usada para expresar 10 veces el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia.
- b) **Decibel A [dB(A)]:** Es la unidad adimensional usada para expresar el nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación de frecuencias A.
- c) **Decibel C [dB(C)]:** Es la unidad adimensional usada para expresar el nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación de frecuencias C.
- d) **Fuente emisora de ruido:** Toda actividad, proceso, operación o dispositivo que genere, o pueda generar, emisiones de ruido hacia la comunidad.
- e) **Ruido de fondo:** es aquel ruido que está presente en el mismo lugar y momento de medición de la fuente que se desea evaluar, en ausencia de ésta.
- f) **Nivel de Presión Sonora (NPS ó L_p):** Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

$$NPS = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_1}{P} \right)$$

Donde:

P_1 : Valor efectivo de la presión medida

P : Valor efectivo de la presión sonora de referencia, fijada en 2×10^{-5} [N/m²]

- g) **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq, ó Leg)**: Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.
- h) **Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{máx})**: Es el NPS más alto registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- i) **Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{mín})**: Es el NPS más bajo registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- j) **Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC)**: Es aquel nivel de presión sonora continuo equivalente, que resulte de aplicar el procedimiento de medición y las correcciones definidas en el D.S. N° 38/2011 del MMA.
- k) **Receptor**: Toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa.
- l) **Respuesta Lenta**: Es la respuesta temporal del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en [dB(A)] Lento.
- m) **Vibraciones**: Perturbación que provoca la oscilación de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.
- n) **Acelerómetro**: Dispositivo que convierte los efectos del movimiento mecánico en una señal eléctrica, la cual es proporcional al valor de aceleración del movimiento.
- o) **Analizador de Frecuencia**: Equipo de medición acústica que permite analizar los componentes en frecuencia de un sonido.
- p) **Velocidad eficaz o RMS**: Valor cuadrático medio (RMS) de velocidad de la onda de vibración.
- q) **Velocidad de referencia**: Velocidad utilizada para transformar la velocidad vibratoria en nivel de velocidad vibratoria, como $10^{-6} \left[\frac{\text{in}}{\text{s}} \right]$, definida en normativas internacionales.
- r) **Bandas de tercio de Octava**: Intervalo entre dos tonos cuya relación es de un tercio de la octava, ($21/3$ ó 1,259).
- s) **Nivel de Velocidad (Lv)**: Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

$$L_v = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{v}{v_{\text{ref}}} \right)$$

Donde:

v: Valor de Velocidad medida, en unidades $\left[\frac{\text{in}}{\text{s}}\right]$

v_{ref} : Valor de Velocidad de referencia, fijada en $1 \times 10^{-6} \left[\frac{\text{in}}{\text{s}}\right]$

- t) **Direcciones de medición:** Sistema de coordenadas que se origina en el punto desde el cual se considera que ingresa la vibración al cuerpo humano.



ANEXO 3

Informe Técnico acústico

AELA Eólica Negrete SpA.

Septiembre, 2018

ANÁLISIS DE EFECTOS AMBIENTALES DE LOS CARGOS FORMULADOS POR LA SUPERINTENDENCIA DE MEDIO AMBIENTE

PARQUE EÓLICO CUEL COMUNA DE LOS ÁNGELES - REGIÓN DEL BÍO BÍO

PREPARADO PARA:



PROYECTO N°: P4238					
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORACIÓN	REVISIÓN	APROBACIÓN
A	13.08.2018	Elaboración Inicial	MGD	CSC	
B	13.08.2018	Correcciones	MGD	CSC	

SANTIAGO, AGOSTO DE 2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción.....	3
2	Objetivo	3
3	Normativas y guías de referencia	3
3.1	Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).....	3
3.2	Criterios Internacionales	4
4	Valores medidos por SMA.....	5
5	Datos históricos de verificación de cumplimiento de D. S. N° 38/2011 MMA.....	8
6	Valores máximos permitidos en estudio acústico de DIA original	10
7	Conclusiones.....	11
8	Glosario	11

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Ubicación de puntos de evaluación y aerogeneradores.	6
----------------	---	---

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Descripción de tipos de zonas según el D.S. N° 38/2011 MMA.....	4
Tabla 2:	Máximos permisibles NPC según el D.S. N° 38/2011 del MMA.....	4
Tabla 3:	Recomendaciones OCDE – UE	5
Tabla 4:	Ubicación de puntos de evaluación.	6
Tabla 5:	Evaluación según recomendaciones OCDE – UE. Periodo diurno.	8
Tabla 6:	Evaluación según recomendaciones OCDE – UE. Periodo nocturno.	8

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento, elaborado por Gerard Ingeniería Acústica SpA, corresponde al análisis de efectos ambientales de los cargos formulados por la Superintendencia de Medio Ambiente al Parque Eólico Cuel.

De acuerdo a lo verificado por la SMA, el ruido generado por la operación de los aerogeneradores del Parque Eólico Cuel ha sobrepasado los límites de Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) establecidos por el D. S. N° 38/2011 del MMA, en una medición efectuada entre el 23 y 24 de enero de 2018 en horario nocturno en 3 de 6 puntos considerados los cuales no corresponden a los puntos de seguimiento establecido en la RCA N° 31/2012.

En el informe se efectúa un análisis de los antecedentes históricos de mediciones de ruido de verificación de cumplimiento de D. S. N° 38/2011 del MMA disponibles, de forma a estudiar la frecuencia de los incumplimientos.

Por otro lado se efectuará una comparación de los valores medidos con los obtenidos por el SMA con los de la guía de la OCDE OMS-Europa, utilizada ampliamente en el territorio nacional, específicamente para evaluar los mapas estratégico que ya se han efectuado en Santiago, Temuco y La Serena – Coquimbo entre otras conurbaciones, para poner en perspectiva con las normativas internacionales los valores obtenidos.

Finalmente se analizarán los valores máximos permitidos al momento de la aprobación del proyecto en 2012 de forma de observar los cambios de límites de niveles de ruido que han afectado a la actividad.

2 OBJETIVO

Analizar los efectos ambientales de los cargos formulados por la Superintendencia de Medio Ambiente al Parque Eólico Cuel.

3 NORMATIVAS Y GUÍAS DE REFERENCIA

3.1 Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA)

El objetivo de esta normativa es proteger la salud de la comunidad mediante el establecimiento de niveles máximos de inmisión de ruido generados por las fuentes emisoras de ruido definidas en su Artículo N°6, punto 13.

Los límites máximos permitidos por la normativa están asociados a la zonificación acorde con el Instrumento de Planificación Territorial (IPT) respectivo. Los tipos de zonas se definen como:

Tabla 1: Descripción de tipos de zonas según el D.S. N° 38/2011 MMA.

Tipo de Zona	Descripción
Zona I	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.
Zona II	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además los usos de la Zona I, Equipamiento a cualquier escala.
Zona III	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
Zona IV	Aquella zona definida en el IPT respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
Zona Rural	Aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el IPT respectivo.

Los Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) que se obtengan no podrán exceder los valores de la siguiente tabla:

Tabla 2: Máximos permisibles NPC según el D.S. N° 38/2011 del MMA.

Tipo de Zona	NPC Máximo Permitido [dB(A)]	
	Periodo Diurno 7:00 a 21:00 horas	Periodo Nocturno 21:00 a 7:00 horas
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70
Zona Rural	Menor nivel entre el Nivel de Ruido de Fondo +10 [dB] y el NPC máximo permitido para Zona III	

El criterio para zona rural se aplicará en periodo diurno y nocturno de manera independiente.

3.2 Criterios Internacionales

A nivel internacional, tanto la OCDE¹ como la UE, recomiendan valores referentes a niveles de ruido ambiental. Ambos organismos plantean una diferenciación para los periodos diurnos y nocturnos, en base a parámetros estándares de ruido, que permiten representar un promedio energético del ruido para cada uno de los periodos señalados.

Tales valores, representan estándares referenciales que permiten generar un indicador ambiental común, a fin de lograr comparar los avances en materia de gestión en control de ruido ambiental en los países miembros.

¹ Chile es país miembro de la OCDE desde el año 2009

Según el documento *Night Noise Guidelines For Europe*, de la OMS-Europa del 2009, los niveles de ruido sobre los 55 dB(A) en el periodo nocturno se consideran peligrosos para la salud pública. Es decir, los efectos adversos para la salud ocurren con frecuencia, una proporción considerable de la población está muy molesta y perturbada por el sueño. Existe evidencia de que el riesgo de enfermedad cardiovascular aumenta.²

Para el caso del periodo diurno el nivel de 65 dB(A) es considerado por la OCDE como un nivel que pueden atentar seriamente contra la salud.³

Por lo tanto los límites siguientes son ampliamente utilizados para las guías estratégicas y metas a mediano plazo.

Tabla 3: Recomendaciones OCDE – UE

Periodo	Nivel máximo
Diurno	65 dB(A)
Nocturno	55 dB(A)

Cabe señalar que el Ministerio de Medio Ambiente para el fin de la evaluación de los niveles obtenidos en los mapas de ruido utiliza como referencia los valores antes mencionados tal como lo señala en el “Estudio Elaboración de Mapas de Ruido Mediante Software de Modelación, Para Caso Piloto (Comunas de Antofagasta y Providencia) Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA. Contrato Conexo a Contrato N° 01-059/09. 22 de Marzo de 2010”.

Por su parte, es importante señalar que los problemas causados por la inmisión de ruido, tienden a ser locales, pues el ruido se extingue rápidamente con la distancia a la fuente y con la presencia de estructuras tales como mamparas, edificios, árboles que obstruyan el canal de exposición entre la fuente y la población receptora. Cuando coexisten situaciones más severas de contaminación acústica debido a la presencia de varias fuentes o a una conformación espacial que produzca ecos, amplificación etc., como pueden ser las industriales y las fuentes lineales (carreteras y vías públicas) se afecta a mayor número de población, y los efectos sobre la salud de dichas emisiones pueden observarse en las estadísticas comunales globales. A mayor abundamiento, se incorpora en el **Apéndice 1** un análisis complementario sobre los efectos a la salud de la población y su posible relación con la Operación del Parque Eólico. A este respecto, y luego del análisis las potenciales patologías respecto de la inmisión de ruido, es posible concluir que respecto de la evolución de las patologías cardiovasculares en la Comuna de Los Ángeles, no permiten identificar asociación entre el ruido provocado por el Parque Eólico y sus efectos a nivel de la hipertensión.

4 VALORES MEDIDOS POR SMA

Los receptores evaluados se encuentran localizados en 6 parcelas del sector rural (fuera del Límite Urbano comunal), en la comuna de Los Ángeles. Las coordenadas (WGS84, 18H) de los puntos evaluados fueron las siguientes:

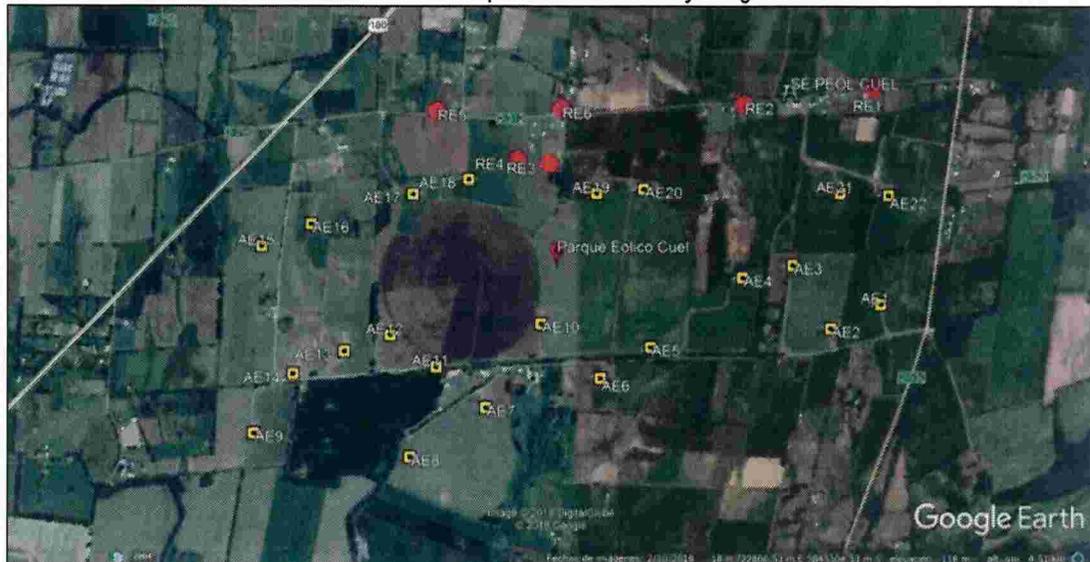
² http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf

³ <http://www.sea-acustica.es/Cadiz09/RDO%20023.pdf>

Tabla 4: Ubicación de puntos de evaluación.

Punto	Coordenadas UTM. Datum WGS 84 Huso 18H	
	Este (m)	Norte (m)
RE1	724.262	5.846.133
RE2	723.685	5.846.074
RE3	722.856	5.845.837
RE4	722.690	5.845.854
RE5	722.399	5.846.086
RE6	722.898	5.846.069

Ilustración 1: Ubicación de puntos de evaluación y aerogeneradores.



Los puntos RE1 a RE6, corresponden a diferentes propietarios, distribuidos por el sector norte del parque eólico. Todas las mediciones fueron realizadas en exterior de viviendas, tanto en horario diurno como nocturno.

En el lugar, los fiscalizadores constatan emisión de ruidos asociados al funcionamiento de la unidad fiscalizable, encontrándose en operación al momento de las mediciones. En lo particular, se observa que el funcionamiento de los aerogeneradores, y sus emisiones de ruido, dependen directamente de la velocidad del viento imperante. Por tal motivo, se registró la velocidad del viento en cada caso, observándose en horario nocturno, que el viento sobrepasó los 4 m/s, para el sector de los receptores RE3 a RE 6.

La inspección en terreno identificó como única fuente principal, las actividades de la fuente denunciada, afectando el Ruido de Fondo, en algunas mediciones diurnas.

Para la segunda campaña, al momento de la fiscalización tanto diurna como nocturna, se realizó la medición del ruido de fondo para 5' y 10' (minutos), resultados que constan en Ficha de Evaluación de NPC. Ruido de Fondo

diurno quedó establecido en 42 dB(A) para 10', en tanto el RF nocturno quedó establecido en 41 dB(A) para 10'. Por otro lado para la primera campaña de febrero de 2016, el ruido de fondo fue de 40 dB(A) y 43 dB(A) en el periodo diurno y nocturno respectivamente.

Registros NOCTURNOS 21 de febrero de 2016						
Receptor	NPC [dBA]	Ruido de Fondo [dBA]	Zona	Límite [dBA]	Excedencia [dBA]	Estado
Receptor N° 1	46	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 1'	45	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 1''	47	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2	48	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2'	50	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2''	50	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3	48	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3'	47	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3''	45	40	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme

Registros DIURNOS 24 de febrero de 2016						
Receptor	NPC [dBA]	Ruido de Fondo [dBA]	Zona	Límite [dBA]	Excedencia [dBA]	Estado
Receptor N° 1	53	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 1'	54	43	RURAL	53	SUPERA en 1 dB	No conforme
Receptor N° 1''	50	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2	45	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2'	Medición Nula	43	RURAL	53	MEDICIÓN NULA	Medición Nula
Receptor N° 2''	Medición Nula	43	RURAL	53	MEDICIÓN NULA	Medición Nula
Receptor N° 3	43	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3'	46	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3''	46	43	RURAL	53	NO SUPERA	Conforme

Registros DIURNOS 23 de enero de 2018							
Receptor	NPC [dBA]	Ruido de Fondo [dBA]	Hora de inicio y término de la medición	Zona	Límite [dBA]	Excedencia [dBA]	Estado
Receptor N° 1	MEDICIÓN NULA	42	17:50-17:56	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2'	44	42	18:00-18:08	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3	48	42	18:43-18:52	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 4'	MEDICIÓN NULA	42	19:20-19:33	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 5'	45	42	20:32-20:40	RURAL	52	NO SUPERA	Conforme

Registros NOCTURNOS 23 y 24 de enero de 2018							
Receptor	NPC [dB(A)]	Ruido de Fondo [dB(A)]	Hora de inicio y término de la medición	Zona	Límite [dB(A)]	Excedencia [dB(A)]	Estado
Receptor N° 1	48	41	23:08-23:12	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 2'	49	41	23:19-23:27	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme
Receptor N° 3	51	41	23:37-23:41	RURAL	50	SUPERA en 1 dB	No conforme
Receptor N° 4'	51	41	00:04-00:09	RURAL	50	SUPERA en 1 dB	No conforme
Receptor N° 5'	53	41	00:22-00:45	RURAL	50	SUPERA en 3 dB	No conforme
Receptor N° 6''	48	41	23:52-23:55	RURAL	50	NO SUPERA	Conforme

Se observa que en el periodo diurno solamente se produce un exceso en el receptor 1', en la medición de 24 de febrero de 2016. No obstante lo anterior esta medición fue descartada como se indica en el documento DFZ-2016-3158-VIII-NE-IA donde se establece "una posible interferencia, en la medición cuyo resultado supera un dB, producto del Ruido de Fondo presente".

En la medición del 23 y 24 de enero de 2018 se obtiene un cumplimiento pleno en el periodo diurno mientras en que en el periodo nocturno se observan superaciones de 1 a 3 dB en los puntos 3, 4' y 5'.

En las siguientes tablas se efectúa la evaluación de los niveles medidos con respecto a los límites internacionales de amplio uso tanto en Chile como en el extranjero.

Tabla 5: Evaluación según recomendaciones OCDE – UE. Periodo diurno.

Punto	NPC dB(A)	Nivel máximo recomendado OCDE – UE dB(A)	Evaluación
1'	54	65	Conforme

Tabla 6: Evaluación según recomendaciones OCDE – UE. Periodo nocturno.

Punto	NPC dB(A)	Nivel máximo recomendado OCDE – UE dB(A)	Evaluación
3	51	55	Conforme
4'	51	55	Conforme
5'	53	55	Conforme

Se observa que los niveles máximos recomendados por la guía internacional utilizada, la cual se utiliza por el Ministerio de Medio Ambiente para evaluar el impacto de ruido en los mapas estratégicos de las conurbaciones urbanas se cumplen con holgura.

5 DATOS HISTORICOS DE VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE D. S. N° 38/2011 MMA

El 21 de marzo de 2017 se efectuaron mediciones de cumplimiento del Decreto Supremo N° 38/2011 del MMA en el marco de la entrega periódica de informes de ruido a la autoridad competente con resultados y evaluaciones lo cual quedó establecido en la Resolución Exenta N° 31 del año 2012.

La evaluación fue efectuada por la empresa Silentium mediante el informe denominado SIL-9854-I-RM-02-C emitido el 17 de abril de 2017.

La evaluación indica que los niveles emitidos por el parque no superan los máximos permitidos por el D.S. N° 38/11 del MMA, por lo tanto cumple con la normativa vigente.

Periodo Diurno					
Receptor	Leqprom [dB(A)]	Ruido de fondo [dB(A)]	NPC [dB(A)]	Máximo permitido [dB(A)]	Supera/No supera
A	43	38	41	48	No Supera
B	42	38	40	48	No Supera
C	48	42	47	52	No Supera
D	39	37	Nulo	47	No Supera
E	42	38	40	48	No Supera

Tabla 1. Resumen medición diurna.

Periodo Nocturno					
Receptor	Leqprom [dB(A)]	Ruido de fondo [dB(A)]	NPC [dB(A)]	Máximo permitido [dB(A)]	Supera/No supera
A	45	39	44	49	No Supera
B	46	39	45	49	No Supera
C	45	38	44	48	No Supera
D	40	36	38	46	No Supera
E	44	39	42	49	No Supera

Tabla 2. Resumen medición nocturna.

6 VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS EN ESTUDIO ACÚSTICO DE DIA ORIGINAL

El proyecto al aprobarse el 2012 fue evaluado con el Decreto Supremo N°146/97 del MINSEGPRES, el cual tenía una aproximación diferente a la obtención de los máximos permitidos para las zonas rurales lo cual generaba límites más permisivos para los receptores cuyos ruidos de fondo fueran superiores a los 40 dB(A). Con la vigencia del D. S. N° 38/2011 del MMA se puso un límite a los 65 dB(A) para el periodo diurno y 50 dB(A) para el periodo nocturno. Por lo anterior el diseño original del parque eólico contaba con límites en horario nocturno de hasta 60 dB(A).

TABLA 9
VERIFICACIÓN D.S. N° 146/97 HORARIO NOCTURNO ETAPA DE OPERACIÓN

N° PUNTO	Niveles Propyectados Etapa de Operación NPSEQ dB(A)	Nivel Máximo D.S.N° 146/97 R.F. + 10 dB(A)	Verificación D.S. N° 146/97
2	45.8	47.3	Cumple
3	47.0	50.4	Cumple
4	46.1	51.1	Cumple
5	46.2	49.6	Cumple
7	52.2	53.3	Cumple
8	51.8	54.4	Cumple
10	40.4	60.5	Cumple
15	47.1	53.4	Cumple
16	48.1	50.7	Cumple
17	48.5	54.6	Cumple
21	50,0	51.8	Cumple
26	49.3	54.2	Cumple
27	50.5	52.3	Cumple

El cambio a los límites vigentes actualmente supone un desafío importante para la operación del parque, en el cual se encuentra trabajando mediante diversas medidas.

7 CONCLUSIONES

En primera instancia se observa que los niveles medidos por el SMA tienen algunos excesos puntuales de hasta 3 dB, los excesos en el periodo diurno están bajo los 65 dB(A) y los del periodo nocturno bajo los 55 dB(A) lo cual descarta efectos evidentes a la salud según las guías de la OCDE y OMS-Europa, también utilizadas por el Ministerio de Medio ambiente de Chile.

Por otro lado, se debe señalar que los límites máximos permitidos de nivel de presión sonora que rigen este parque eólico sufrieron una importante disminución con respecto a lo aprobado originalmente en la Resolución de Calificación Ambiental del proyecto en más de 10 dB(A) en algunos casos para el periodo nocturno.

Además se verifica que en la campaña de monitoreo y seguimiento de 2017 mediante informe emitido por la empresa Silentium e ingresado al SMA, se cumple en la totalidad de los puntos de evaluación.

8 GLOSARIO

- a) **Decibel [dB]:** Unidad adimensional usada para expresar 10 veces el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia.
- b) **Decibel A [dB(A)]:** Es la unidad adimensional usada para expresar el nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación de frecuencias A.
- c) **Decibel C [dB(C)]:** Es la unidad adimensional usada para expresar el nivel de presión sonora, medido con el filtro de ponderación de frecuencias C.
- d) **Fuente emisora de ruido:** Toda actividad, proceso, operación o dispositivo que genere, o pueda generar, emisiones de ruido hacia la comunidad.
- e) **Ruido de fondo:** es aquel ruido que está presente en el mismo lugar y momento de medición de la fuente que se desea evaluar, en ausencia de ésta.
- f) **Nivel de Presión Sonora (NPS ó L_p):** Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

$$NPS = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_1}{P} \right)$$

Donde:

P_1 : Valor efectivo de la presión medida

P : Valor efectivo de la presión sonora de referencia, fijada en 2×10^{-5} [N/m²]

- g) **Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq, ó Leq):** Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.
- h) **Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{máx}):** Es el NPS más alto registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- i) **Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{mín}):** Es el NPS más bajo registrado durante el periodo de medición, con respuesta lenta.
- j) **Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC):** Es aquel nivel de presión sonora continuo equivalente, que resulte de aplicar el procedimiento de medición y las correcciones definidas en el D.S. N° 38/2011 del MMA.
- k) **Receptor:** Toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa.
- l) **Respuesta Lenta:** Es la respuesta temporal del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en [dB(A)] Lento.
- m) **Vibraciones:** Perturbación que provoca la oscilación de los cuerpos sobre su posición de equilibrio.
- n) **Acelerómetro:** Dispositivo que convierte los efectos del movimiento mecánico en una señal eléctrica, la cual es proporcional al valor de aceleración del movimiento.
- o) **Analizador de Frecuencia:** Equipo de medición acústica que permite analizar los componentes en frecuencia de un sonido.
- p) **Velocidad eficaz o RMS:** Valor cuadrático medio (RMS) de velocidad de la onda de vibración.
- q) **Velocidad de referencia:** Velocidad utilizada para transformar la velocidad vibratoria en nivel de velocidad vibratoria, como $10^{-6} \left[\frac{\text{in}}{\text{s}} \right]$, definida en normativas internacionales.
- r) **Bandas de tercio de Octava:** Intervalo entre dos tonos cuya relación es de un tercio de la octava, ($21/3$ ó $1,259$).
- s) **Nivel de Velocidad (Lv):** Se expresa en decibeles [dB] y se define por la siguiente relación matemática:

$$L_v = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{v}{v_{ref}} \right)$$

Donde:

v: Valor de Velocidad medida, en unidades $\left[\frac{in}{s}\right]$

v_{ref} : Valor de Velocidad de referencia, fijada en $1 \times 10^{-6} \left[\frac{in}{s}\right]$

- t) **Direcciones de medición:** Sistema de coordenadas que se origina en el punto desde el cual se considera que ingresa la vibración al cuerpo humano.

APÉNDICE 1

CIAMA Consultores Ingeniera y
Medio Ambiente Ltda.
RUT 76.367.701-K
Dra. Patricia Matus Correa

**EFFECTO SOBRE LA SALUD DEL
RUIDO
RESPUESTA A OBSERVACIONES
SMA RES.EX. N° 5/ROL D-043-2018**



CIAMA

CONSULTORES
EN MEDIO AMBIENTE

SEPTIEMBRE 2018

9
9

TABLA DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	2
II.	PRINCIPALES ANTECEDENTES DE SALUD DE LA COMUNA DE LOS ANGELES	3
	a. Antecedentes del área de estudio.....	3
	b. Indicadores de Salud.....	4
	c. Atenciones de Urgencia Comuna de Los Ángeles.....	7
III.	CONCLUSIÓN.....	13

TABLA DE FIGURAS

Figura 1:	Comuna de Los Ángeles, Provincia del Biobío	4
Figura 2	Mapa Mortalidad Infantil Región del Biobío.....	5
Figura 3	Evolución Tasa de Mortalidad Los Ángeles.....	5
Figura 4	Mortalidad Ajustada por Hipertensión Los Ángeles comparación, provincia, región y país.....	6
Figura 5	Años de Vida Potencialmente Perdidos por Hipertensión.	6
Figura 6	Hospitalizaciones por Hipertensión, Los Ángeles 2001-2015	7
Figura 7	Atenciones de urgencia por Crisis Hipertensiva, Los Ángeles 2016-2018	11

TABLA DE GRAFICOS

Grafico 2	Atenciones de Urgencia por Crisis Hipertensivas 2011-2014 Los Ángeles.....	8
Grafico 3	Atenciones de Urgencia por crisis hipertensiva Los Ángeles 2014-2016	9

g

I. INTRODUCCIÓN

La Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) presentó formulación de cargos por incumplimiento de la Norma de Ruido, DS 38/2011 a AELA EÓLICA NEGRETE S.P.A., el 25 de mayo 2018.

La empresa administra un Parque de 33 MW de potencia, localizado en la Región del Biobío, a 12 km al oeste de la ciudad de Los Ángeles. Cuenta con 22 aerogeneradores distribuidos en terrenos principalmente planos y dedicados a la agricultura, ganadería y silvicultura. Cuenta con una subestación elevadora.

El proyecto comenzó sus inyecciones de energía a la red en marcha blanca el 11 de diciembre del 2013 y dio inicio a sus operaciones comerciales el día 5 de febrero del 2014.

El Parque eólico Cuel se integra a una zona donde se ubican numerosas familias, con establecimientos educacionales y se llevan a cabo actividades productivas de carácter agrícola.

Frente al requerimiento de la SMA, la empresa presentó un Programa de Cumplimiento, el que fue observado por la SMA.

Específicamente el órgano fiscalizador solicita lo siguiente:

"...la nueva propuesta de PdC refundido debe complementar su presentación incluyendo antecedentes que evalúen el impacto teórico del ruido generado, en relación a los receptores, y la afectación potencial de salud con respecto a los ruidos molestos provocados por la infracción, con datos concretos como, por ejemplo, la cantidad y causas de consultas en los servicios médicos de urgencia en el período que ocurrió la infracción, antecedentes de salud del área vinculada con el incumplimiento y/o indicadores de salud. O realizar un análisis de las condiciones ambientales y operacionales de los aerogeneradores para determinar con qué frecuencia se reiteran las situaciones detectadas en le fecha de incumplimiento".

■

II. PRINCIPALES ANTECEDENTES DE SALUD DE LA COMUNA DE LOS ANGELES

A continuación, se entrega una descripción general sobre la situación de salud de la Comuna de Los Ángeles con antecedentes sobre algunos determinantes estructurales de la salud, como es su demografía (número de habitantes, densidad poblacional, ruralidad, índice de vejez), antecedentes étnicos – genéticos y principales indicadores de salud como son la mortalidad infantil y las tasas de mortalidad general.

Esta descripción permite describir el contexto general en donde ocurre el conflicto de salud ambiental provocado por las emisiones sonoras del Parque Eólico.

Si bien los problemas causados por la inmisión de ruido, tienden a ser locales, pues el ruido se extingue rápidamente con la distancia a la fuente y con la presencia de estructuras tales como mamparas, edificios, árboles que obstruyan el canal de exposición entre la fuente y la población receptora. Cuando coexisten situaciones más severas de contaminación acústica debido a la presencia de varias fuentes o a una conformación espacial que produzca ecos, amplificación etc., como pueden ser las industriales y las fuentes lineales (carreteras y vías públicas) se afecta a mayor número de población, y los efectos sobre la salud de dichas emisiones pueden observarse en las estadísticas comunales globales.

Esto se fundamenta en que cuando existe un exceso de casos de molestias o enfermedades, los "nuevos" casos se suman a los casos habituales, apareciendo un alza en la solicitud por atención de salud. Este fenómeno se puede visualizar en las consultas de urgencia, que en nuestro país no tienen barrera de ingreso, todos son atendidos, con demora, pero todo el que acude a solicitar atención a un servicio de urgencia es atendido en función de su gravedad. También, dependiendo de la intensidad de la exposición se pueden evidenciar alteraciones en los indicadores de defunciones y hospitalizaciones.

Como los antecedentes de las denuncias indican que los problemas debido al ruido emitido por el Parque eólico habrían comenzado el año 2014 en adelante, se evaluará el comportamiento de defunciones, hospitalizaciones y consultas de urgencia debido a Enfermedad Hipertensiva (I10-I15) en período antes y después de dicha fecha. Esto pues los antecedentes epidemiológicos actuales dan cuenta de que es el sistema cardiovascular uno de los sistemas afectados por la contaminación acústica y esta patología es prevalente en el país por lo que se encontrarán casos diarios para analizar la situación. De verificarse un aumento en esos indicadores, pudiera fundamentar una hipótesis de daño. Esta metodología, no permite asegurar causalidad, pero de no observarse variaciones significativas, se puede descartar este tipo de efecto en la población expuesta.

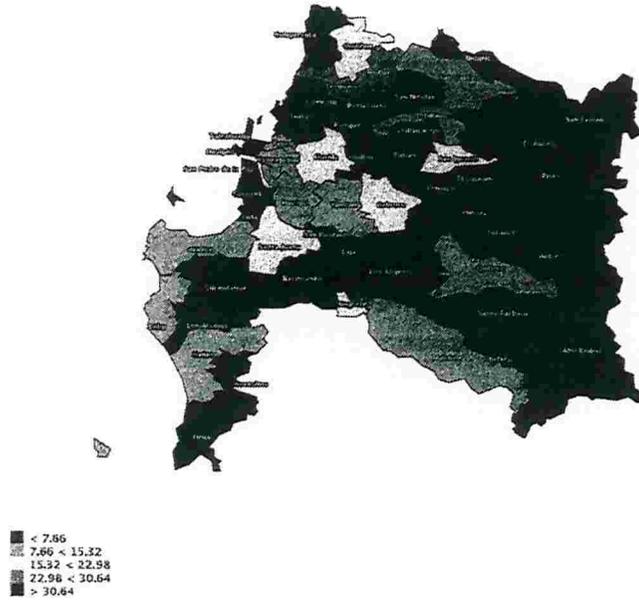
a. Antecedentes del área de estudio¹

Los Ángeles es una de las cincuenta y cuatro comunas que integran la Región del Biobío. Corresponde a la Provincia de Biobío. Su superficie asciende a 1748,2 kms² (1). La población

¹ Seremi de Salud de la Región del Biobío

Figura N° 2 Mapa Mortalidad Infantil Región del Biobío

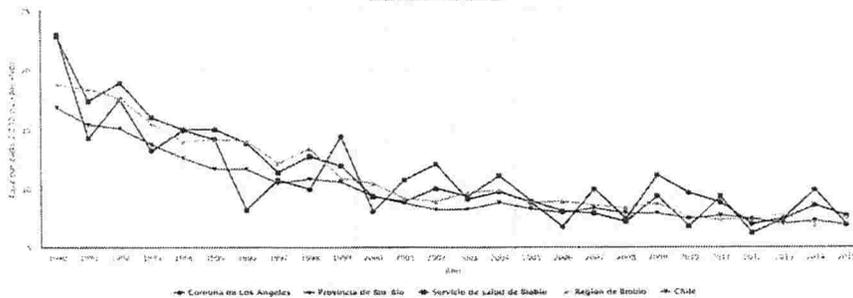
Tasa de Mortalidad Infantil en la región de Biobío en 2015
Tasa por cada 1.000 nacidos vivos



Se puede observar que la comuna de Los Ángeles presenta el mismo comportamiento de baja en la mortalidad infantil, que la región, servicio de salud y país. Esto estaría indicando relativamente buena salud infantil.

Figura N° 3 Evolución Tasa de Mortalidad Los Ángeles

Tasa de Mortalidad Infantil en la comuna de Los Ángeles. Periodo (1990 - 2015)
Tasa por cada 1.000 nacidos vivos



La tasa bruta de mortalidad general en la comuna de Los Ángeles es de 6,6 por cada 1.000 habitantes (7,6 por 1.000 hombres y 5,7 por 1.000 mujeres). Mientras que al realizar el ajuste

9

por edad se obtiene una tasa ajustada de mortalidad de 5,7 por 1.000 habitantes, 6 y 5,3 por 1.000 hombres y mujeres, respectivamente. Entre las principales causas de muerte en la Región del Biobío, se encuentran las afecciones del sistema circulatorio. Grupo de patologías de interés para este análisis.

Los datos generales de la población y los indicadores de salud, muestran la comuna de Los Ángeles se comporta muy similar al promedio de la región.

A continuación, se realiza un análisis focalizado a los problemas de salud prevalentes y más asociados, dentro de las patologías cardiovasculares con la contaminación acústica, que es la Hipertensión. Tanto en la figura 4 y 5 se puede observar que la Comuna de Los Ángeles presenta una tendencia más bien estacionaria de las muertes por hipertensión a diferencia del país en las que uno observa una tendencia en ascenso. Respecto de las hospitalizaciones la tendencia general también es a la disminución de ellas por esta causa (Figura 6). Esto estaría indicando que la hipertensión no presenta un problema en ascenso en la población de Los Ángeles.

Figura Nº 4 Mortalidad Ajustada por Hipertensión Los Ángeles comparación, provincia, región y país.

Tasa de Ajustada de Mortalidad por ENFERMEDADES HIPERTENSIVAS en la comuna de Los Ángeles en ambos sexos. Periodo (1990 - 2015)

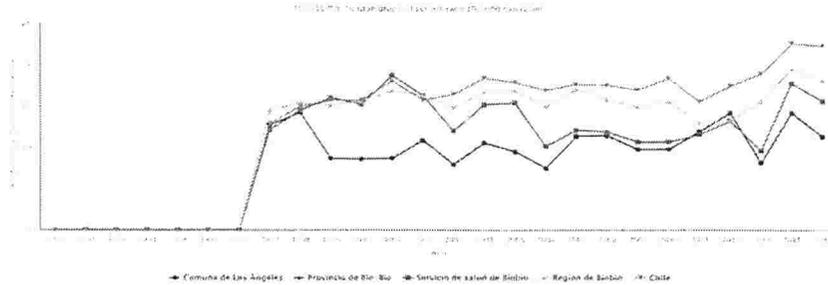
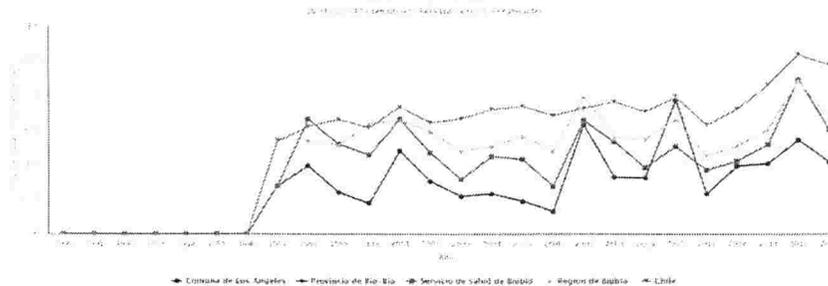


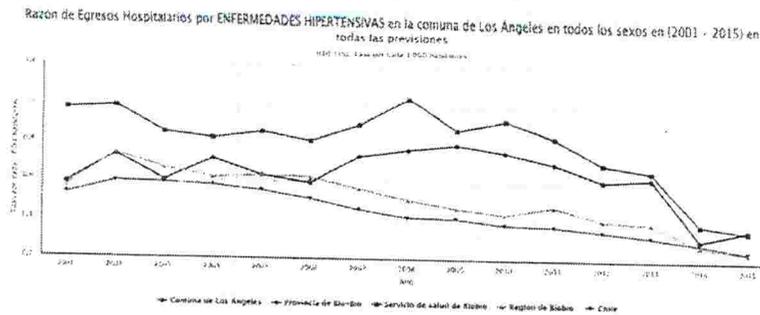
Figura Nº 5 Años de Vida Potencialmente Perdidos por Hipertensión.

Tasa de Años de Vida Potencialmente Perdidos por ENFERMEDADES HIPERTENSIVAS en la comuna de Los Ángeles en ambos sexos. Periodo (1990 - 2015)



[Handwritten signature]

Figura N° 6 Hospitalizaciones por Hipertensión, Los Ángeles 2001-2015



c. Atenciones de Urgencia Comuna de Los Ángeles

La cantidad y causas de consultas en los servicios de urgencia son muy variadas y permiten identificar problemas de salud que no provocan muertes ni hospitalizaciones, pero si demandan por servicios de atención médica. En particular entregan información sobre las enfermedades respiratorias y cuadros de instalación aguda, como pueden ser los episodios de contaminación atmosférica y/o acústica que puedan provocar molestias respiratorias los primeros y cardiovasculares (crisis hipertensivas) los segundos.

Habitualmente los estudios sobre los efectos de la contaminación atmosférica se realizan correlacionando el número total de consultas de urgencia con los niveles observados del contaminante, en una unidad de observación temporal común que suele ser el día², en este caso no contamos con valores diarios sobre el nivel de inmisión o ruido ambiental³, por lo que el análisis se centrará en el comportamiento de las consultas tratando de identificar si aparecen desviaciones en excesos de consultas⁴ después del año 2014, que pudieran estar indicando una problemática ambiental.

Chile cuenta con un registro de las consultas del Sistema Público de atención de salud que entrega información del número de consultas por comuna, servicio de salud o región. Este sistema es de libre acceso a través del sitio web del Ministerio de Salud⁵.

Dicho sistema muestra que la comuna de Los Ángeles ha presentado un número de consultas de urgencias que varía entre 0 a un máximo de 24 consultas por día, entre los años el 2011 al 2014 (Figura 2).

² Estudio de Series Temporales.

³ Chile no cuenta con una Norma de Primaria de Calidad para ruido ambiental. Por lo mismo no se dispone de información respecto de niveles de exposición normal/habitual (Mapas de Ruido) y su relación con las consultas por molestias o enfermedades en el Sistema de Atención de Salud.

⁴ Desviación por exceso: el comportamiento habitual de las consultas se refleja en la mediana de casos construida a partir de una serie de al menos 3 años (número Observado). El exceso se calcula a partir de la fórmula número de casos observados en el día/mediana de los días estudiados. Si esta razón entrega un valor sobre 1 está indicando un exceso de casos.

⁵ Ministerio de Salud, Atenciones de Urgencia <http://cognos.deis.cl/ibmcognos/cgi-bin/cognos.cgi>

Handwritten signature

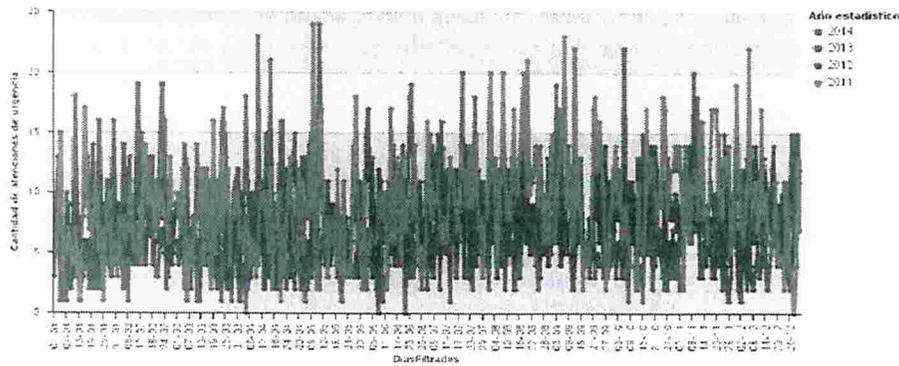
La estadística del número de consultas de urgencia por causa circulatoria, muestra que las crisis hipertensivas son las más frecuentes con 32%. Y, que 15 consultas o más al día muestran una desviación significativa del promedio, que corresponde a 7 consultas diarias. Dicha situación se observó 58 veces durante el período 2011 a 2014. Y, que durante el período 2014 al 2016 dicha situación solo se constó 18 veces. Esto estaría mostrando una tendencia a la baja en las crisis hipertensivas, dato acorde con la tendencia de las hospitalizaciones ya observado.

Tabla N° 1 Estadística Descriptiva de Atenciones de Urgencia por causa circulatoria Comuna de Los Ángeles, 2014

Consultas de Urgencia 2014 Los Ángeles	Promedio	Mediana	P75	N	%
TOTAL CAUSAS SISTEMA CIRCULATORIO	24	23	27	8.603	100
Infarto agudo miocardio	1	1	2	428	5
Accidente vascular encefálico	3	3	4	1.129	13
Crisis hipertensiva	7	7	10	2.729	32
Aritmia grave	2	2	3	838	10
Otras causas circulatorias	10	9	12	3.479	40

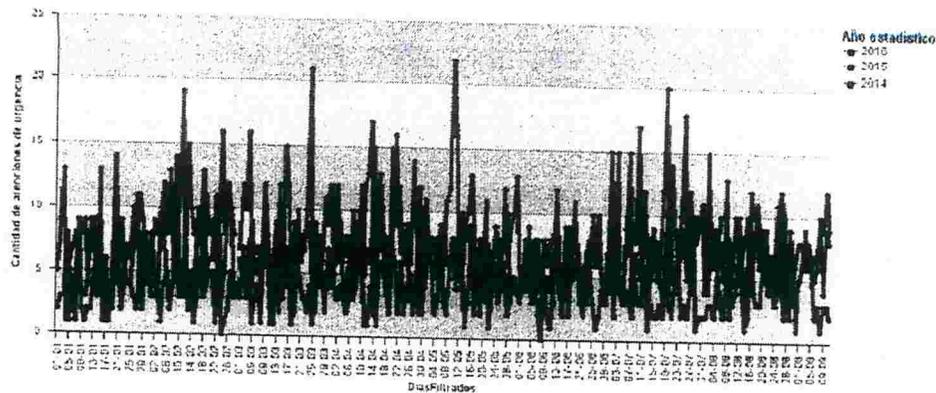
Elaboración propia a partir de información del DEIS

Gráfico N° 1 Atenciones de Urgencia por Crisis Hipertensivas 2011-2014 Los Ángeles



Fuente: DEIS

Gráfico N° 2 Atenciones de Urgencia por crisis hipertensiva Los Ángeles 2014-2016



Fuente: DEIS

No se dispone de información continua respecto de los niveles de ruido a nivel de los receptores sensibles. Sólo se conoce la información entregada por SMA de que los días 24 de febrero de 2016 y 23 y 24 de enero 2018 en los que se constataron superaciones de la norma en horario nocturno⁶.

La figura 7 siguiente muestra el comportamiento de las consultas por crisis hipertensiva desde enero 2016 a febrero 2018. Los datos exactos del número de consultas para los días de superación de norma constatados fueron, cero consultas para el 24 de febrero del 2016, ocho para el 23 de enero 2018 y nueve para el 24 de enero del 2018 respectivamente. Las últimas cifras son cercanas al percentil 75 de esta serie⁷. Estas cifras no permiten plantear asociación entre las excedencias a la norma y un aumento en el número de consultas por hipertensión. Tampoco descartar por ausencia de mediciones de ruido en el resto de los días.

Por otra parte, los antecedentes bibliográficos más recientes han mostrado, que el efecto cardiovascular del ruido que tiene mayor evidencia, es la Enfermedad Isquémica con un Riesgo Relativo de 1.08 (IC95% 1.01-1.15)⁸, para la Hipertensión los estudios de cohorte no han evidenciado efecto. Las evidencias provienen sólo de estudios transversales⁹ con un RR= 1.05

⁶ Antecedentes entregados por la Empresa indican, que las situaciones de excedencia de la norma serían causadas por fenómenos meteorológicos (velocidad del viento), y que ello ocurriría en alrededor del 6,2% de las horas de funcionamiento al año. (435 horas de 7008 horas medidas al año nocturnas, con condiciones ambientales similares a las del día de la medición de la SMA (viento >10 m/s)).

⁷ Percentil 75 correspondió a 7 consultas diarias.

⁸ WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A summary. Inter J Environ Res Public Health 2018, 15, 379; doi:10.3390/ijerph15020379

⁹ En estricto sentido epidemiológico, los estudios transversales solo permiten fundamentar adecuadamente hipótesis, pero no testarlas. Los estudios que demuestran causalidad son los estudios de cohorte y los ensayos clínicos controlados.

(1.02-1.08). Las evidencias sobre el efecto cardiovascular de las turbinas eólicas fueron catalogadas por la OMS como "muy bajo" y los estudios transversales que sustentan dicha afirmación como inciertos⁷. Otro estudio reciente experimental en sujetos sanos, evidenció fluctuaciones de la presión sistólica de 0.85 mmHg/10dB y 0.71 mmHg/10 dB en la presión diastólica en exposiciones a 75 y 90 dB¹⁰, niveles que corresponden a situaciones ocupacionales más que ambientales.

Los casos de enfermedad isquémica o infarto agudo al miocardio, en la Comuna de Los Ángeles son escasos, pues este tipo de enfermedad es mucho menos prevalente que la hipertensión. En toda la población de Los Ángeles, de aproximadamente 197.987 habitantes se observaron durante los años 2016 y 2018 una mediana de 1 caso diario en toda la comuna. Los días en que SMA fiscalizó el cumplimiento de la norma, se produjeron 3, 2 y 1 caso respectivamente, cifras que no permiten realizar cálculos estadísticos.

Finalmente, la cantidad de personas expuestas al ruido es escasa se podría estimar, con el dato de 200 familias, la presencia de alrededor 600 adultos¹¹ expuestos al ruido.

Tomando en consideración los resultados de la Encuesta Nacional de Salud del año 2016/2017 que indica una prevalencia de la enfermedad de 27,6 %, esto estaría indicando que toda la Comuna de Los Ángeles contaría con 54.644 hipertensos y entre los vecinos del Parque Eólico, alrededor de 166, es decir ellos corresponderían al 0,3% de todos los hipertensos. Estos hipertensos evidenciaron durante un año alrededor de 2729 casos de consultas por crisis hipertensivas. El riesgo atribuible al ruido corresponde a:

$$RA = p (RR-1) / p (RR-1) + 1 \text{ donde}$$

RA= Riesgo atribuible a la exposición

RR = Riesgo Relativo, en este caso 1.05

P = prevalencia de la exposición en la población, en este caso 100% (todos están expuestos) o 1

$$\text{Resultado} = 1(1.05-1)/1(1.05-1)+1 = 0.0476$$

Bajo el supuesto de asociación calculado por la OMS, alrededor de 130 casos de crisis hipertensivas se deberían al ruido en toda la Comuna de Los Ángeles¹². Cómo los expuestos corresponden sólo al 0.3% de todos los hipertensos, las consultas por hipertensión entre los vecinos del Parque Eólico estarían por debajo de la unidad (0.003*130=0.39), por lo que resulta poco probable que alguno de los casos observados de consultas por crisis hipertensivas

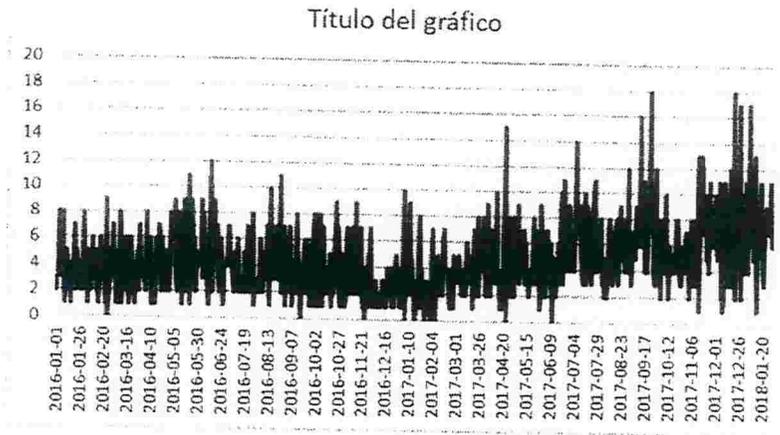
¹⁰ Shih-Yi Lu et al The acute effect of exposure to noise on cardiovascular parameters in Young adult J Occup Health 2018;60:289-297

¹¹ Con un promedio de 3 adultos por familia.

¹² Cálculo = RA * número total de crisis hipertensivas observadas = 0.0476 * 2729= 129.9

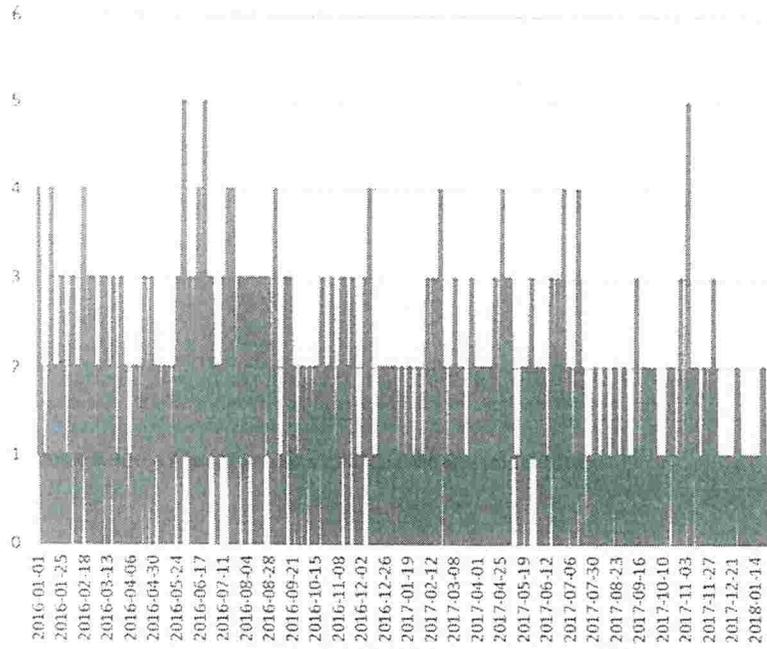
se hayan debido a la excedencia de la norma o hayan provenido de los vecinos del Parque Eólico.

Figura Nº 7 Atenciones de urgencia por Crisis Hipertensiva, Los Ángeles 2016-2018



h

Figura N° 8 Infartos Agudos al Miocardio, Los Ángeles 2016-2018



III. CONCLUSIÓN

El ruido es un agente físico que produce daño acústico y sordera, principalmente en los ambientes laborales¹³. Sin embargo desde hace varias décadas se viene estudiando el impacto del ruido ambiental sobre la población general¹⁴ y los niños¹⁵.

Por lo mismo es que en la actualidad se cuenta con nutrida evidencia que asocia al ruido con:

- Molestias: insomnio, malestar, irritabilidad, falta de concentración
- Alteraciones de la función cardiovascular: hipertensión- infarto agudo al miocardio
- Alteraciones del funcionamiento cognitivo
- Patologías crónicas tales como: Accidente Vascular Encefálico- Cáncer – Diabetes Mellitus tipo II y Obesidad¹⁶.

Los datos observados, respecto de la evolución de las patologías cardiovasculares en la Comuna de Los Ángeles no permiten identificar asociación entre el ruido provocado por el Parque Eólico y sus efectos a nivel de la hipertensión. Se debe explicitar que los efectos de la exposición a ruido por sobre los niveles de riesgo aceptado, establecidos por la norma, DS 38/2011 vigente en el país, corresponden a hechos probabilísticos y no determinísticos. En otras palabras, cuando se supera una norma aumenta el riesgo en la población expuesta de la aparición de los efectos dañinos que la norma tiene por objetivo evitar o reducir. Dicha superación, en este caso el exceso de alrededor de hasta 3 decibeles no implica necesariamente la aparición de casos de enfermedad que pudieran ser atribuidos al ruido.

Dra. Patricia Mañus Correa

6763731-9

¹³ Occupational and Environmental Health. Recognizing and preventing disease and injury. Sixth Edition.

¹⁴ Stansfeld S. Noise Effects on Health in the context of Air Pollution Exposure. *Inte J Environm Res Public Health* 2015, 12. 12735-12760.

¹⁵ Stansfeld S. Health effects of noise exposure in Children. *Cuur Envir Haeltj Rpt(2015)* 2:171-178

¹⁶ Belojevic G *Recente advances in research on non-auditory effects of community noise.* *Srp Arh Celok Lek*, 2016 Jan –Feb; 144(1-2):94-98 DOI:10.2298/SARH16020948]

CIAMA Consultores Ingeniera y
Medio Ambiente Ltda.
RUT 76.367.701-K
Dra. Patricia Matus Correa

**EFECTO SOBRE LA SALUD DEL
RUIDO
RESPUESTA A OBSERVACIONES
SMA RES.EX. Nº 5/ROL D-043-2018**



CIAMA

CONSULTORES
EN MEDIO AMBIENTE

SEPTIEMBRE 2018

A handwritten signature in black ink, appearing to be the initials 'PM' or similar, written in a cursive style.

TABLA DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	2
II.	PRINCIPALES ANTECEDENTES DE SALUD DE LA COMUNA DE LOS ANGELES	3
	a. Antecedentes del área de estudio	3
	b. Indicadores de Salud	4
	c. Atenciones de Urgencia Comuna de Los Ángeles.....	7
III.	CONCLUSIÓN.....	13

TABLA DE FIGURAS

Figura 1:	Comuna de Los Ángeles, Provincia del Biobío	4
Figura 2	Mapa Mortalidad Infantil Región del Biobío.....	5
Figura 3	Evolución Tasa de Mortalidad Los Ángeles.....	5
Figura 4	Mortalidad Ajustada por Hipertensión Los Ángeles comparación, provincia, región y país.....	6
Figura 5	Años de Vida Potencialmente Perdidos por Hipertensión.	6
Figura 6	Hospitalizaciones por Hipertensión, Los Ángeles 2001-2015	7
Figura 7	Atenciones de urgencia por Crisis Hipertensiva, Los Ángeles 2016-2018	11

TABLA DE GRAFICOS

Grafico 2	Atenciones de Urgencia por Crisis Hipertensivas 2011-2014 Los Ángeles.....	8
Grafico 3	Atenciones de Urgencia por crisis hipertensiva Los Ángeles 2014-2016.....	9

I. INTRODUCCIÓN

La Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) presentó formulación de cargos por incumplimiento de la Norma de Ruido, DS 38/2011 a AELA EÓLICA NEGRETE S.P.A., el 25 de mayo 2018.

La empresa administra un Parque de 33 MW de potencia, localizado en la Región del Biobío, a 12 km al oeste de la ciudad de Los Ángeles. Cuenta con 22 aerogeneradores distribuidos en terrenos principalmente planos y dedicados a la agricultura, ganadería y silvicultura. Cuenta con una subestación elevadora.

El proyecto comenzó sus inyecciones de energía a la red en marcha blanca el 11 de diciembre del 2013 y dio inicio a sus operaciones comerciales el día 5 de febrero del 2014.

El Parque eólico Cuel se integra a una zona donde se ubican numerosas familias, con establecimientos educacionales y se llevan a cabo actividades productivas de carácter agrícola.

Frente al requerimiento de la SMA, la empresa presentó un Programa de Cumplimiento, el que fue observado por la SMA.

Específicamente el órgano fiscalizador solicita lo siguiente:

“...la nueva propuesta de PdC refundido debe complementar su presentación incluyendo antecedentes que evalúen el impacto teórico del ruido generado, en relación a los receptores, y la afectación potencial de salud con respecto a los ruidos molestos provocados por la infracción, con datos concretos como, por ejemplo, la cantidad y causas de consultas en los servicios médicos de urgencia en el período que ocurrió la infracción, antecedentes de salud del área vinculada con el incumplimiento y/o indicadores de salud. O realizar un análisis de las condiciones ambientales y operacionales de los aerogeneradores para determinar con qué frecuencia se reiteran las situaciones detectadas en le fecha de incumplimiento”.

isep



II. PRINCIPALES ANTECEDENTES DE SALUD DE LA COMUNA DE LOS ANGELES

A continuación, se entrega una descripción general sobre la situación de salud de la Comuna de Los Ángeles con antecedentes sobre algunos determinantes estructurales de la salud, como es su demografía (número de habitantes, densidad poblacional, ruralidad, índice de vejez), antecedentes étnicos – genéticos y principales indicadores de salud como son la mortalidad infantil y las tasas de mortalidad general.

Esta descripción permite describir el contexto general en donde ocurre el conflicto de salud ambiental provocado por las emisiones sonoras del Parque Eólico.

Si bien los problemas causados por la inmisión de ruido, tienden a ser locales, pues el ruido se extingue rápidamente con la distancia a la fuente y con la presencia de estructuras tales como mamparas, edificios, árboles que obstruyan el canal de exposición entre la fuente y la población receptora. Cuando coexisten situaciones más severas de contaminación acústica debido a la presencia de varias fuentes o a una conformación espacial que produzca ecos, amplificación etc., como pueden ser las industriales y las fuentes lineales (carreteras y vías públicas) se afecta a mayor número de población, y los efectos sobre la salud de dichas emisiones pueden observarse en las estadísticas comunales globales.

Esto se fundamenta en que cuando existe un exceso de casos de molestias o enfermedades, los “nuevos” casos se suman a los casos habituales, apareciendo un alza en la solicitud por atención de salud. Este fenómeno se puede visualizar en las consultas de urgencia, que en nuestro país no tienen barrera de ingreso, todos son atendidos, con demora, pero todo el que acude a solicitar atención a un servicio de urgencia es atendido en función de su gravedad. También, dependiendo de la intensidad de la exposición se pueden evidenciar alteraciones en los indicadores de defunciones y hospitalizaciones.

Como los antecedentes de las denuncias indican que los problemas debido al ruido emitido por el Parque eólico habrían comenzado el año 2014 en adelante, se evaluará el comportamiento de defunciones, hospitalizaciones y consultas de urgencia debido a Enfermedad Hipertensiva (I10-I15) en período antes y después de dicha fecha. Esto pues los antecedentes epidemiológicos actuales dan cuenta de que es el sistema cardiovascular uno de los sistemas afectados por la contaminación acústica y esta patología es prevalente en el país por lo que se encontrarán casos diarios para analizar la situación. De verificarse un aumento en esos indicadores, pudiera fundamentar una hipótesis de daño. Esta metodología, no permite asegurar causalidad, pero de no observarse variaciones significativas, se puede descartar este tipo de efecto en la población expuesta.

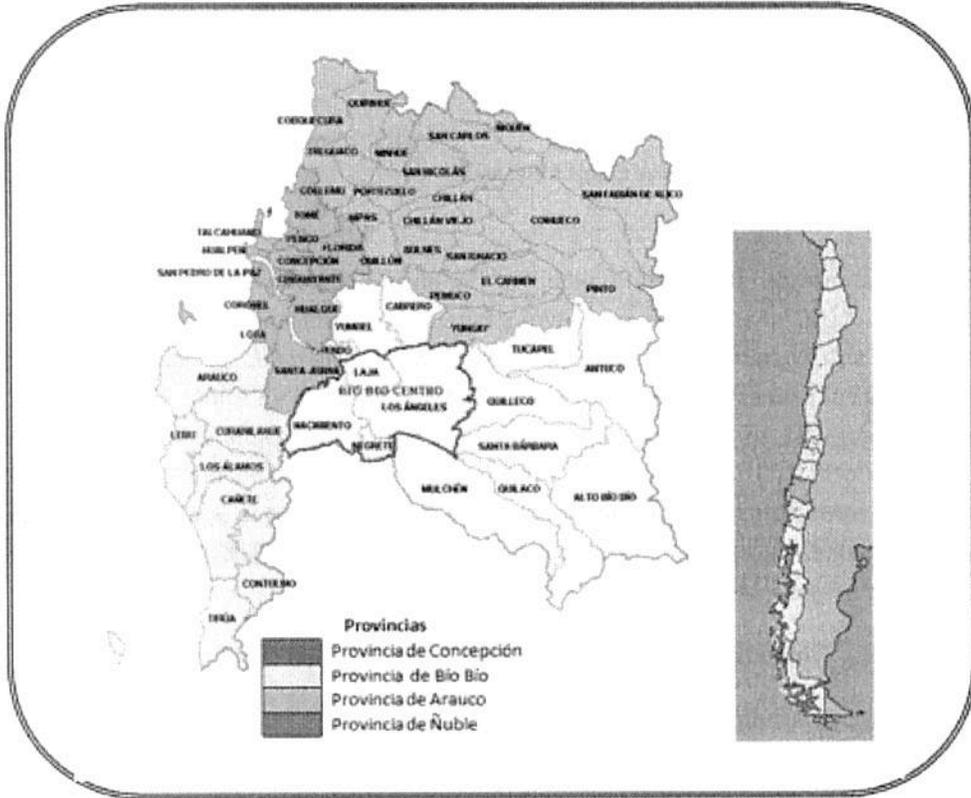
a. Antecedentes del área de estudio¹

Los Ángeles es una de las cincuenta y cuatro comunas que integran la Región del Biobío. Corresponde a la Provincia de Biobío. Su superficie asciende a 1748,2 kms² (1). La población

¹ Seremi de Salud de la Región del Biobío

comunal proyectada para el año 2017 es de 197987 habitantes, lo que representa un 9,2% de la población regional. La densidad poblacional proyectada para el año 2017 es de 113,2 hab/kms². La ruralidad comunal alcanza el 28,6%. El índice de masculinidad es de 95 hombres cada 100 mujeres. El índice de vejez o renovación es de 51,7 mayores de 64 años por cada 100 menores de 15 años. El índice de dependencia alcanza 46,5 menores de 15 y mayores de 64 años, por cada 100 personas en edad activa (entre 15 y 64 años). En tanto el Índice de Swaroop, alcanza el 75%, el cual representa la proporción de fallecimientos entre personas de 50 años o más por cada 100 defunciones totales (un valor más elevado indica una mejor situación sanitaria). En los países desarrollados este índice ronda el 90%.

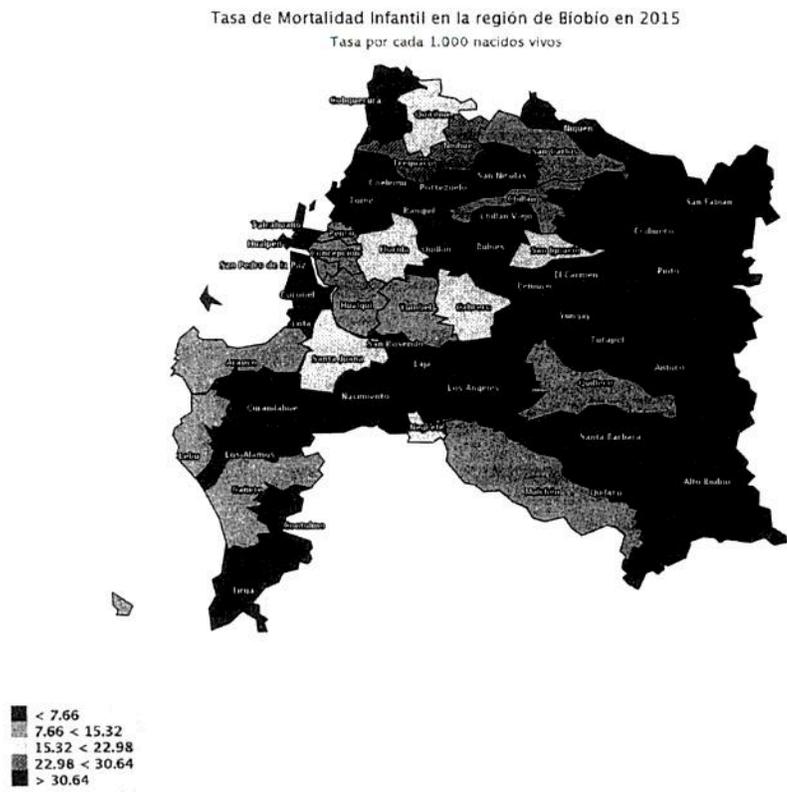
Figura N° 1: Comuna de Los ÁNGELES, Provincia del Biobío



b. Indicadores de Salud

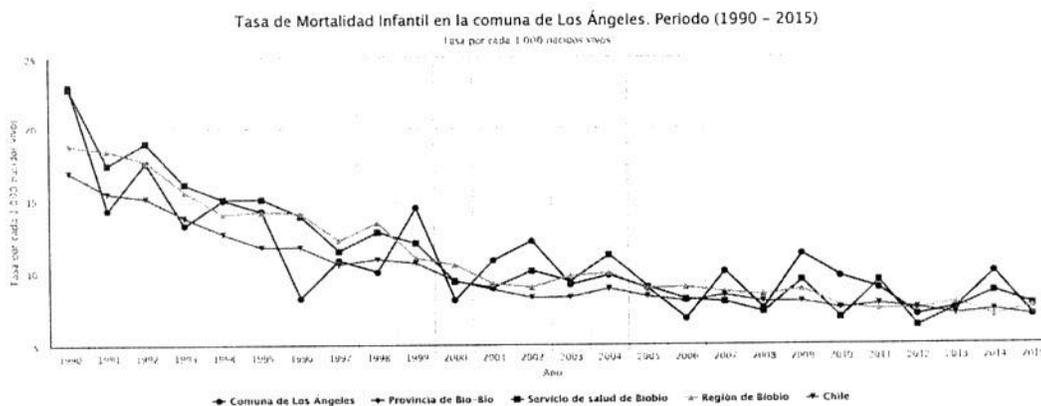
La tasa comunal ajustada de mortalidad total infantil del periodo 2000 – 2010, es de 7 muertes por cada 1.000 nacidos vivos. A nivel regional se registran 9,1 muertes por esta causa durante el mismo período. La comuna de Los Ángeles se ubica bajo el promedio regional de defunciones para este indicador, lo que indica un menor riesgo de morir para los menores de un año en la comuna.

Figura Nº 2 Mapa Mortalidad Infantil Región del Biobío



Se puede observar que la comuna de Los Ángeles presenta el mismo comportamiento de baja en la mortalidad infantil, que la región, servicio de salud y país. Esto estaría indicando relativamente buena salud infantil.

Figura Nº 3 Evolución Tasa de Mortalidad Los Ángeles



La tasa bruta de mortalidad general en la comuna de Los Ángeles es de 6,6 por cada 1.000 habitantes (7,6 por 1.000 hombres y 5,7 por 1.000 mujeres). Mientras que al realizar el ajuste

Handwritten signature

por edad se obtiene una tasa ajustada de mortalidad de 5,7 por 1.000 habitantes, 6 y 5,3 por 1.000 hombres y mujeres, respectivamente. Entre las principales causas de muerte en la Región del Biobío, se encuentran las afecciones del sistema circulatorio. Grupo de patologías de interés para este análisis.

Los datos generales de la población y los indicadores de salud, muestran la comuna de Los Ángeles se comporta muy similar al promedio de la región.

A continuación, se realiza un análisis focalizado a los problemas de salud prevalentes y más asociados, dentro de las patologías cardiovasculares con la contaminación acústica, que es la Hipertensión. Tanto en la figura 4 y 5 se puede observar que la Comuna de Los Ángeles presenta una tendencia más bien estacionaria de las muertes por hipertensión a diferencia del país en las que uno observa una tendencia en ascenso. Respecto de las hospitalizaciones la tendencia general también es a la disminución de ellas por esta causa (Figura 6). Esto estaría indicando que la hipertensión no presenta un problema en ascenso en la población de Los Ángeles.

Figura Nº 4 Mortalidad Ajustada por Hipertensión Los Ángeles comparación, provincia, región y país.

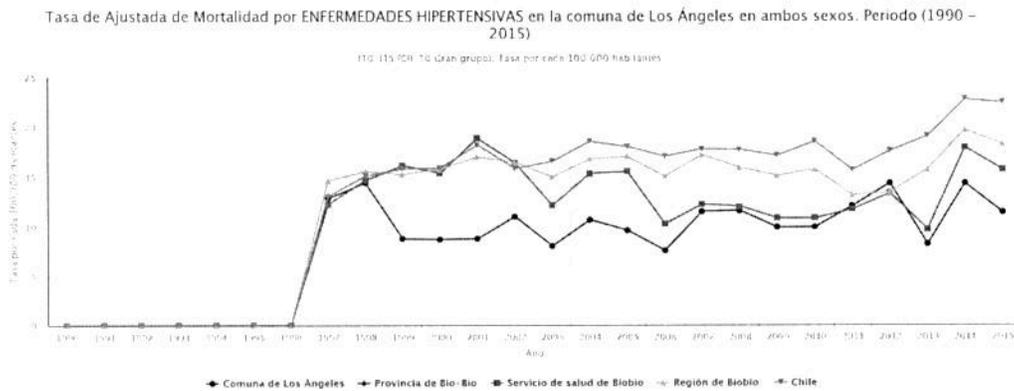


Figura Nº 5 Años de Vida Potencialmente Perdidos por Hipertensión.

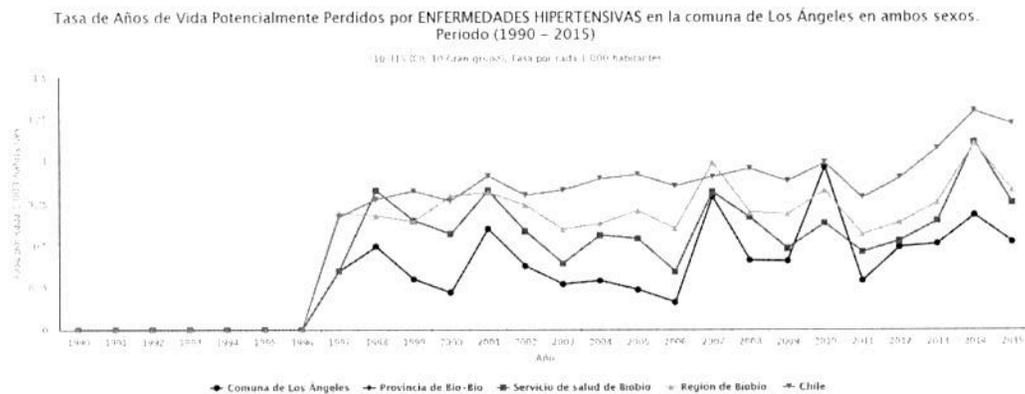
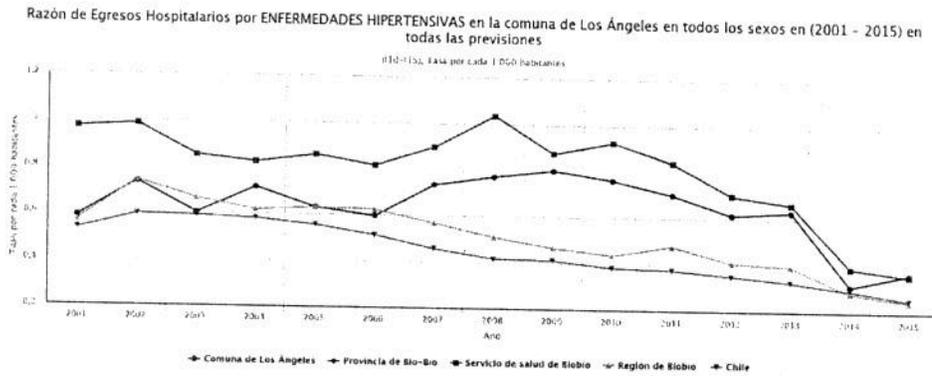


Figura Nº 6 Hospitalizaciones por Hipertensión, Los Ángeles 2001-2015



c. Atenciones de Urgencia Comuna de Los Ángeles

La cantidad y causas de consultas en los servicios de urgencia son muy variadas y permiten identificar problemas de salud que no provocan muertes ni hospitalizaciones, pero si demandan por servicios de atención médica. En particular entregan información sobre las enfermedades respiratorias y cuadros de instalación aguda, como pueden ser los episodios de contaminación atmosférica y/o acústica que puedan provocar molestias respiratorias los primeros y cardiovasculares (crisis hipertensivas) los segundos.

Habitualmente los estudios sobre los efectos de la contaminación atmosférica se realizan correlacionando el número total de consultas de urgencia con los niveles observados del contaminante, en una unidad de observación temporal común que suele ser el día², en este caso no contamos con valores diarios sobre el nivel de inmisión o ruido ambiental³, por lo que el análisis se centrará en el comportamiento de las consultas tratando de identificar si aparecen desviaciones en excesos de consultas⁴ después del año 2014, que pudieran estar indicando una problemática ambiental.

Chile cuenta con un registro de las consultas del Sistema Público de atención de salud que entrega información del número de consultas por comuna, servicio de salud o región. Este sistema es de libre acceso a través del sitio web del Ministerio de Salud⁵.

Dicho sistema muestra que la comuna de Los Ángeles ha presentado un número de consultas de urgencias que varía entre 0 a un máximo de 24 consultas por día, entre los años el 2011 al 2014 (Figura 2).

² Estudio de Series Temporales.

³ Chile no cuenta con una Norma de Primaria de Calidad para ruido ambiental. Por lo mismo no se dispone de información respecto de niveles de exposición normal/habitual (Mapas de Ruido) y su relación con las consultas por molestias o enfermedades en el Sistema de Atención de Salud.

⁴ Desviación por exceso: el comportamiento habitual de las consultas se refleja en la mediana de casos construida a partir de una serie de al menos 3 años (número Observado). El exceso se calcula a partir de la fórmula número de casos observados en el día/mediana de los días estudiados. Si esta razón entrega un valor sobre 1 está indicando un exceso de casos.

⁵Ministerio de Salud, Atenciones de Urgencia <http://cognos.deis.cl/ibmcognos/cgi-bin/cognos.cgi>

Handwritten signature

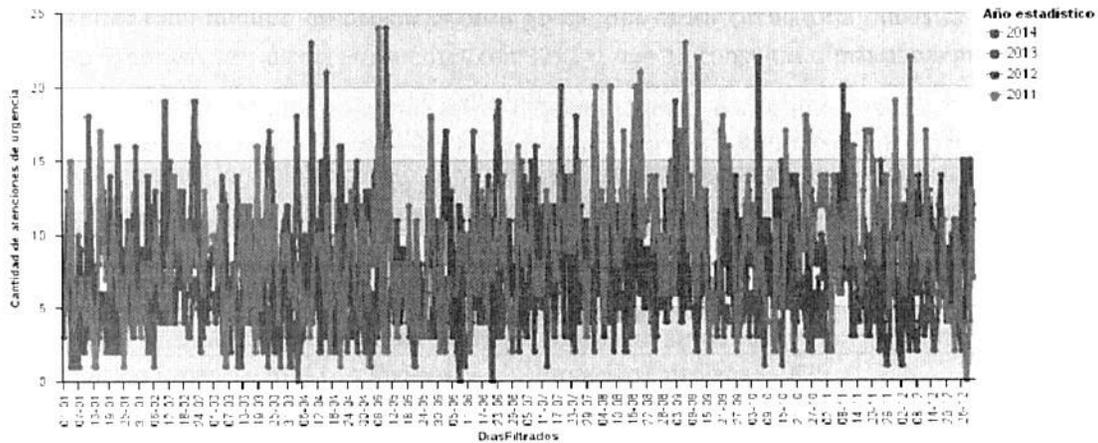
La estadística del número de consultas de urgencia por causa circulatoria, muestra que las crisis hipertensivas son las más frecuentes con 32%. Y, que 15 consultas o más al día muestran una desviación significativa del promedio, que corresponde a 7 consultas diarias. Dicha situación se observó 58 veces durante el período 2011 a 2014. Y, que durante el período 2014 al 2016 dicha situación solo se constó 18 veces. Esto estaría mostrando una tendencia a la baja en las crisis hipertensivas, dato acorde con la tendencia de las hospitalizaciones ya observado.

Tabla N° 1 Estadística Descriptiva de Atenciones de Urgencia por causa circulatoria Comuna de Los Ángeles, 2014

Consultas de Urgencia 2014 Los Ángeles	Promedio	Mediana	P75	N	%
TOTAL CAUSAS SISTEMA CIRCULATORIO	24	23	27	8.603	100
Infarto agudo miocardio	1	1	2	428	5
Accidente vascular encefálico	3	3	4	1.129	13
Crisis hipertensiva	7	7	10	2.729	32
Arritmia grave	2	2	3	838	10
Otras causas circulatorias	10	9	12	3.479	40

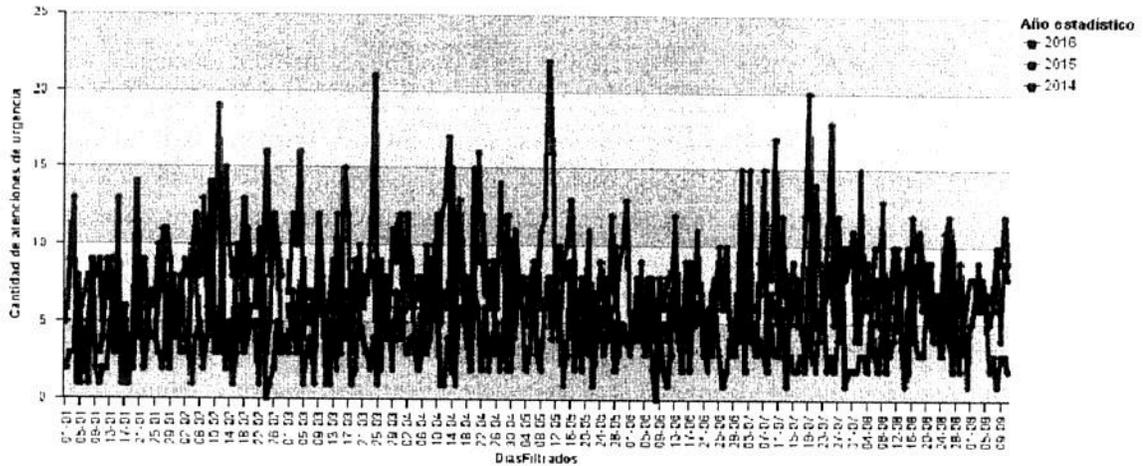
Elaboración propia a partir de información del DEIS

Gráfico N° 1 Atenciones de Urgencia por Crisis Hipertensivas 2011-2014 Los Ángeles



Fuente: DEIS

Gráfico Nº 2 Atenciones de Urgencia por crisis hipertensiva Los Ángeles 2014-2016



Fuente: DEIS

No se dispone de información continua respecto de los niveles de ruido a nivel de los receptores sensibles. Sólo se conoce la información entregada por SMA de que los días 24 de febrero de 2016 y 23 y 24 de enero 2018 en los que se constataron superaciones de la norma en horario nocturno⁶.

La figura 7 siguiente muestra el comportamiento de las consultas por crisis hipertensiva desde enero 2016 a febrero 2018. Los datos exactos del número de consultas para los días de superación de norma constatados fueron, cero consultas para el 24 de febrero del 2016, ocho para el 23 de enero 2018 y nueve para el 24 de enero del 2018 respectivamente. Las últimas cifras son cercanas al percentil 75 de esta serie⁷. Estas cifras no permiten plantear asociación entre las excedencias a la norma y un aumento en el número de consultas por hipertensión. Tampoco descartar por ausencia de mediciones de ruido en el resto de los días.

Por otra parte, los antecedentes bibliográficos más recientes han mostrado, que el efecto cardiovascular del ruido que tiene mayor evidencia, es la Enfermedad Isquémica con un Riesgo Relativo de 1.08 (IC95% 1.01-1.15)⁸, para la Hipertensión los estudios de cohorte no han evidenciado efecto. Las evidencias provienen sólo de estudios transversales⁹ con un RR= 1.05

⁶ Antecedentes entregados por la Empresa indican, que las situaciones de excedencia de la norma serían causadas por fenómenos meteorológicos (velocidad del viento), y que ello ocurriría en alrededor del 6,2% de las horas de funcionamiento al año. (435 horas de 7008 horas medidas al año nocturnas, con condiciones ambientales similares a las del día de la medición de la SMA (viento >10 m/s)).

⁷ Percentil 75 correspondió a 7 consultas diarias.

⁸ WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A summary. Inter J Environ Res Public Health 2018, 15, 379; doi:10.3390/ijerph15020379

⁹ En estricto sentido epidemiológico, los estudios transversales solo permiten fundamentar adecuadamente hipótesis, pero no testarlas. Los estudios que demuestran causalidad son los estudios de cohorte y los ensayos clínicos controlados.

(1.02-1.08). Las evidencias sobre el efecto cardiovascular de las turbinas eólicas fueron catalogadas por la OMS como “muy bajo” y los estudios transversales que sustentan dicha afirmación como inciertos⁷. Otro estudio reciente experimental en sujetos sanos, evidenció fluctuaciones de la presión sistólica de 0.85 mmHg/10dB y 0.71 mmHg/10 dB en la presión diastólica en exposiciones a 75 y 90 dB¹⁰, niveles que corresponden a situaciones ocupacionales más que ambientales.

Los casos de enfermedad isquémica o infarto agudo al miocardio, en la Comuna de Los Ángeles son escasos, pues este tipo de enfermedad es mucho menos prevalente que la hipertensión. En toda la población de Los Ángeles, de aproximadamente 197.987 habitantes se observaron durante los años 2016 y 2018 una mediana de 1 caso diario en toda la comuna. Los días en que SMA fiscalizó el cumplimiento de la norma, se produjeron 3, 2 y 1 caso respectivamente, cifras que no permiten realizar cálculos estadísticos.

Finalmente, la cantidad de personas expuestas al ruido es escasa se podría estimar, con el dato de 200 familias, la presencia de alrededor 600 adultos¹¹ expuestos al ruido.

Tomando en consideración los resultados de la Encuesta Nacional de Salud del año 2016/2017 que indica una prevalencia de la enfermedad de 27,6 %, esto estaría indicando que toda la Comuna de Los Ángeles contaría con 54.644 hipertensos y entre los vecinos del Parque Eólico, alrededor de 166, es decir ellos corresponderían al 0,3% de todos los hipertensos. Estos hipertensos evidenciaron durante un año alrededor de 2729 casos de consultas por crisis hipertensivas. El riesgo atribuible al ruido corresponde a:

$$RA = p (RR-1) / p (RR-1) + 1 \text{ donde}$$

RA= Riesgo atribuible a la exposición

RR = Riesgo Relativo, en este caso 1.05

P = prevalencia de la exposición en la población, en este caso 100% (todos están expuestos) o 1

$$\text{Resultado} = 1(1.05-1) / 1(1.05-1) + 1 = 0.0476$$

Bajo el supuesto de asociación calculado por la OMS, alrededor de 130 casos de crisis hipertensivas se deberían al ruido en toda la Comuna de Los Ángeles¹². Cómo los expuestos corresponden sólo al 0.3% de todos los hipertensos, las consultas por hipertensión entre los vecinos del Parque Eólico estarían por debajo de la unidad (0.003*130=0.39), por lo que resulta poco probable que alguno de los casos observados de consultas por crisis hipertensivas

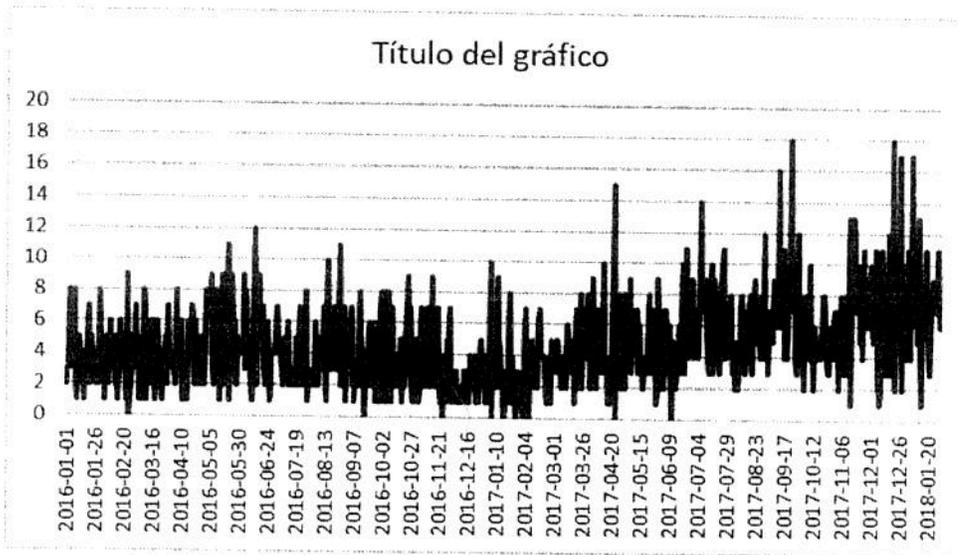
¹⁰ Shih-Yi Lu et al The acute effect of exposure to noise on cardiovascular parameters in Young adult J Occup Health 2018;60:289-297

¹¹ Con un promedio de 3 adultos por familia.

¹² Cálculo = RA * número total de crisis hipertensivas observadas = 0.0476 * 2729= 129.9

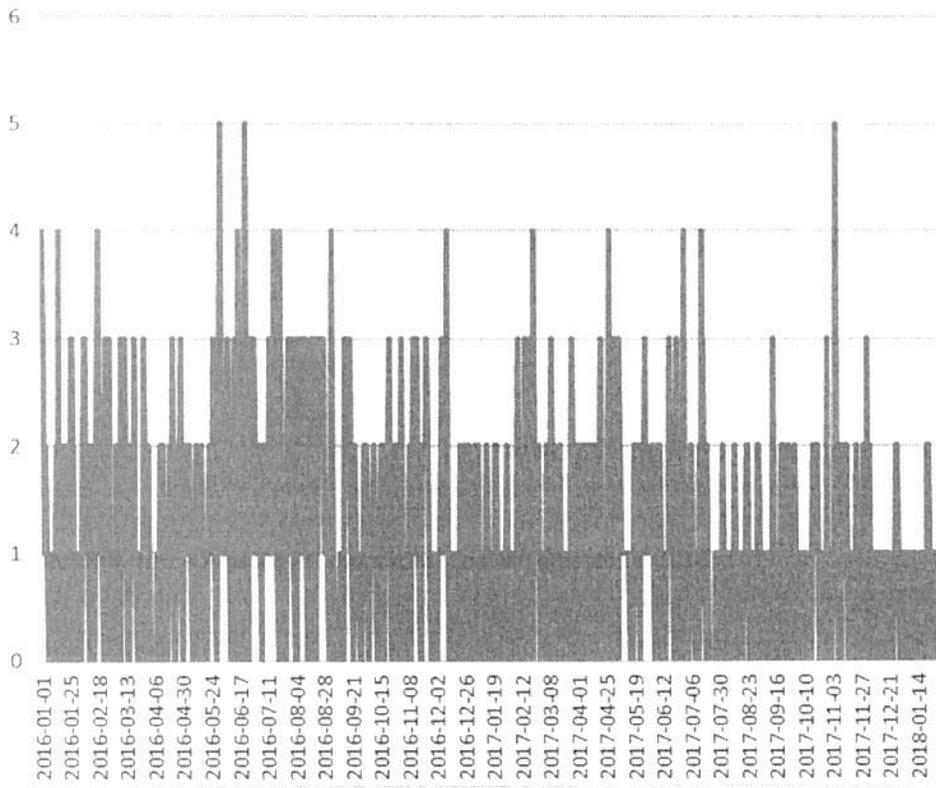
se hayan debido a la excedencia de la norma o hayan provenido de los vecinos del Parque Eólico.

Figura Nº 7 Atenciones de urgencia por Crisis Hipertensiva, Los Ángeles 2016-2018



M

Figura N° 8 Infartos Agudos al Miocardio, Los Ángeles 2016-2018



III. CONCLUSIÓN

El ruido es un agente físico que produce daño acústico y sordera, principalmente en los ambientes laborales¹³. Sin embargo desde hace varias décadas se viene estudiando el impacto del ruido ambiental sobre la población general¹⁴ y los niños¹⁵.

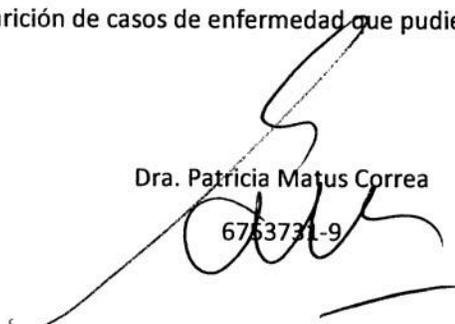
Por lo mismo es que en la actualidad se cuenta con nutrida evidencia que asocia al ruido con:

- Molestias: insomnio, malestar, irritabilidad, falta de concentración
- Alteraciones de la función cardiovascular: hipertensión- infarto agudo al miocardio
- Alteraciones del funcionamiento cognitivo
- Patologías crónicas tales como: Accidente Vascular Encefálico- Cáncer – Diabetes Mellitus tipo II y Obesidad¹⁶.

Los datos observados, respecto de la evolución de las patologías cardiovasculares en la Comuna de Los Ángeles no permiten identificar asociación entre el ruido provocado por el Parque Eólico y sus efectos a nivel de la hipertensión. Se debe explicitar que los efectos de la exposición a ruido por sobre los niveles de riesgo aceptado, establecidos por la norma, DS 38/2011 vigente en el país, corresponden a hechos probabilísticos y no determinísticos. En otras palabras, cuando se supera una norma aumenta el riesgo en la población expuesta de la aparición de los efectos dañinos que la norma tiene por objetivo evitar o reducir. Dicha superación, en este caso el exceso de alrededor de hasta 3 decibeles no implica necesariamente la aparición de casos de enfermedad que pudieran ser atribuidos al ruido.

Dra. Patricia Matus Correa

6753731-9



¹³ Occupational and Environmental Health. Recognizing and preventing disease and injury. Sixth Edition.

¹⁴ Stansfeld S. Noise Effects on Health in the context of Air Pollution Exposure. *Inte J Environm Res Public Health* 2015, 12. 12735-12760.

¹⁵ Stansfeld S. Health effects of noise exposure in Children. *Cuur Envir Haeljt Rpt*(2015) 2:171-178

¹⁶ Belojevic G Recente advances in research on non-auditory effects of community noise. *Srp Arh Celok Lek*, 2016 Jan –Feb; 144(1-2):94-98 DOI:10.2298/SARH16020948|