

EVALUACIÓN DE LA MOLESTIA POR OLORES – ENCUESTAS PARA ECOMAULE

Informe Final

para

ECOMAULE S.A.

R.U.t.: 99.539.220-8

Dirección: Longitudinal Sur km 221, Fundo Palermo, Camarico, Rio Claro

Contacto: Alejandra Barrero

Teléfono: +56-71-2343237

Preparado por

ECOTEC INGENIERÍA SPA.

R.U.T.: 76.819.611-7

Dirección: José Victorino Lastarria N° 70 – Of. 213, Santiago - Centro

Contacto: Gerhard Schleenstein

Teléfono: +56-2-22667971

E-Mail: info@ecotec-ingenieria.cl




Santiago, Abril de 2020

Nombre del proyecto	EVALUACIÓN DE LA MOLESTIA POR OLORES – ENCUESTAS PARA ECOMAULE
Número de proyecto	1190
Fecha de medición	Marzo 2020

Identificación del informe	1190a Informe Final
Versión	EMI B
Fecha	29 de Abril de 2020

Cliente	ECOMAULE S.A. Longitudinal Sur km 221, Fundo Palermo, Camarico, Rio Claro
Contacto técnico	Srta. Alejandra Barrero mbarrero@vlt.cl

Preparado por	ECOTEC INGENIERÍA SPA José Victorino Lastarria N°70 of. 213, Santiago +56-2-22667971 info@ecotec-ingenieria.cl www.olores.cl
Contacto técnico	Gerhard Schleenstein gerhard@olores.cl

Autor	Gerhard Schleenstein	
Revisión	Natalia Muñoz	
Aprobación	Gerhard Schleenstein	

Resumen

El objetivo del estudio es determinar las molestias por olores existentes en los vecinos que habitan en la zona de influencia del proyecto “Modificación al sistema de manejo de lodos sanitarios” que fue aprobado ambientalmente mediante Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N° 104 del 24 de Junio del 2014, dando cumplimiento a sus considerando 8.7, 8.8 y 8.9.

La actividad corresponde a un Centro de Tratamiento de Residuos (Relleno sanitario, planta de compostaje y monorelleno de lodos sanitarios) ubicado cerca de la localidad de Camarico en la comuna de Río Claro.

En el informe en mano se presentan los resultados de la evaluación de la molestia por olores en los vecinos mediante encuestas, considerando la aplicación de la Norma Chilena NCh 3387:2015 “Calidad del aire – Evaluación de la molestia por olores – Encuesta”. La encuesta se aplicó en personas que habitan los sectores que fueron considerados como “receptores discretos” en la modelación de dispersión de olores presentada durante la tramitación ambiental del proyecto. Se aplicó módulo K de preguntas centrales del cuestionario modelo de la NCh 3387:2015.

Durante el mes de marzo de 2020, se entrevistaron a 157 personas (muestra neta) correspondiente a la misma cantidad de viviendas. 20 corresponden a una zona de control (blanco) y 137 a las zonas de interés de la zona afectada. Esta última cifra corresponde a aproximadamente el 25% de las viviendas de la zona. El tamaño de la muestra fue suficiente para la mayoría de las zonas; Los resultados son estadísticamente significativos en comparación con la zona de control que se sitúa fuera del área de influencia del proyecto. La molestia promedio en la zona de encuesta es 6,3 (moderada a alta molestia en una escala de 0 a 10) y la proporción de personas molestas de manera “inaceptable” es de un 75%. La aplicación de una encuesta según los procedimientos establecidos en la NCh 3387:2015 ha permitido demostrar la existencia de fuertes molestias por olores en los puntos considerados para el seguimiento, principalmente Camarico, Camarico Alto, Villa El Umbral, Escudo de Chile y en menor grado en Los Robles.

La determinación de la zona de encuesta permite con cierta claridad determinar el foco, aunque hay otras fuentes locales de olor cuya importancia es desconocida. No se visualiza influencia determinante de otros impactos ambientales sobre la expresión de molestias por olores, aunque hay indicios de una eventual influencia del estresor ruido.

Para mantener el anonimato de los datos adquiridos (según NCh 3387:2015), se manejan por separado los datos de respuestas a las preguntas (formularios) de los datos que puedan permitir la identificación de la persona entrevistada. Estos últimos datos no se entregan al titular y no se adjuntan en el presente informe. En el informe tampoco se individualizan las respuestas de algunos receptores discretos que fueron encuestados.

Tomando como base estudios previos, que tienen una antigüedad de entre cuatro y seis años, se supone un impacto odorífico real relativamente bajo. No obstante lo anterior, se determinó una alta tasa de intolerabilidad frente a los impactos reales de olor. Para ello se establecen relaciones causa-efecto. Se detectan ciertos indicios de un “efecto memoria” o “sesgo de memoria”, el que se expresa por la alta intolerabilidad y que se ha descrito en la literatura internacional también para casos de rellenos sanitarios.

Finalmente se formulan algunos consejos de relación con los vecinos para mejorar la aceptación de la instalación a mediano y largo plazo.

Abreviaciones

CTR	Centro de Tratamiento de Residuos
DIA	Declaración de Impacto Ambiental
GPS	Global Positioning System (“Sistema de posicionamiento global”)
INN	Instituto Nacional de Normalización
NCh	Norma Chilena
PM	Coefficiente de la Correlación de Pearson
RCA	Resolución de Calificación Ambiental
Res.	Resolución
RS	Relleno Sanitario
RUN	Rol Único Nacional
SEA	Servicio de Evaluación Ambiental
SEIA	Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
UO	Unidad de Olor
UTM	Universal Transverse Mercator (“Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator”)
VDI	Verein Deutscher Ingenieure (“Asociación de Ingenieros Alemanes”)
WGS o WGS 84	World Geodetic System 84 (“Sistema Geodésico Mundial 1984”)

Glosario

Área de influencia	Área o espacio geográfico comprendido dentro de la isodora 1 UO/m ³ y percentil 98.
Encuesta	Método de las ciencias sociales para la recolección sistemática de información sobre opiniones, valores, comportamiento o datos demográficos básicos a través de un cuestionario (estandarizado).
Entrevista	Consulta oral personal efectuada por un entrevistador, en la cual se obtiene un contacto directo entre el entrevistador y la persona objetivo.
Estresor, Factor de estrés	Irritación interna o externa que requiere de una reacción de ajuste y que se considera con una calificación negativa por las personas o grupo de personas afectadas.
Factor de influencia	Factor de efecto que puede influenciar, amplificar o atenuar las relaciones causa-efecto.
Hora de olor	Medición individual evaluada positivamente. Una medición individual se evalúa positivamente si el porcentaje de tiempo calculado, con un olor reconocible claramente alcanza o excede un porcentaje determinado definido previamente. Se refiere a una evaluación individual (usualmente de 10 min) que se evalúa positiva y representativa de una hora.
Inaceptable	Calificación subjetiva de las molestias por estresores medioambientales como no tolerable
Molestia de olor	Un menoscabo del bienestar debido a la percepción repetida de olores indeseables.
Muestra	Selección de personas blanco fuera de la población para ciertas preguntas importantes
Muestra neta	Comprende todas las personas realmente encuestadas, es decir, de la muestra gruesa se restan las personas que no pudieron ser entrevistadas por cualquier causa
Olor	Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.
Olor molesto	Olor reconocido por una o varias personas como no agradable y que afecta la calidad de vida de las mismas.
Persona objetivo	Persona entrevistada o que debería ser entrevistada, en el marco de una consulta y que cumple determinados criterios definidos previamente
Sesgo de memoria; Memoria olfativa	Falsificación del resultado mientras se pregunta sobre eventos en el pasado, cuando la persona objetivo no se acuerda correctamente de los eventos o le atribuye mayor o menor relevancia de la que originalmente tenía.
Zona de comparación; Zona de control	Área residencial fuera de la zona de impacto, pero cerca geográficamente y que presenta estructuralmente una comparabilidad lo mejor posible con el territorio de encuesta

Índice

RESUMEN

ABREVIACIONES

GLOSARIO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES Y DE LA INSTITUCIÓN RESPONSABLE	2
1.2	ANTECEDENTES DISPONIBLES	2
2	OBJETIVOS.....	7
3	MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1	SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	8
3.2	TAMAÑO DE LA MUESTRA	10
3.3	METODOLOGÍA DE MEDICIÓN.....	11
3.3.1	<i>Procedimiento de recolección de datos</i>	<i>12</i>
3.3.2	<i>Selección de las personas objetivo.....</i>	<i>12</i>
3.3.3	<i>Entrenamiento y control del entrevistador.....</i>	<i>13</i>
3.4	FECHAS DE MEDICIÓN.....	14
3.5	MÉTODO DE CONTROL DE SERVICIO	14
4	RESULTADOS	16
4.1	TRABAJOS PRELIMINARES.....	16
4.2	CARACTERÍSTICAS SOCIO-DEMOGRÁFICAS DE LA MUESTRA.....	19
4.3	EVALUACIÓN DE ASPECTOS DE MOLESTIA.....	20
4.3.1	<i>Olores</i>	<i>20</i>
4.3.2	<i>Ruido.....</i>	<i>21</i>
4.4	DISMINUCIÓN DEL EFECTO DE LA MOLESTIA CON EL AUMENTO DE LA DISTANCIA	22
4.5	CURVAS DE EXPOSICIÓN – EFECTO PARA LA RELACIÓN ENTRE IMPACTO DE OLOR Y MOLESTIA.....	22
4.5.1	<i>Comparación de la modelación de la dispersión de olores y de la frecuencia de impacto de olores.....</i>	<i>23</i>
4.5.2	<i>Relación entre impacto de olor y molestia</i>	<i>25</i>
4.6	CLASIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN DE MOLESTIA BAJO EL ASPECTO DE LA GRAVEDAD.....	27
4.7	INTERPRETACIÓN DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA.....	28
5	DISCUSIONES	29
6	CONCLUSIONES	32
7	REFERENCIAS	34

ANEXOS

Anexo A: Carta acompañamiento según NCh 3387:2015

Anexo B: Cuestionario modelo según NCh 3387:2015

1 Introducción

La empresa ECOMAULE, que pertenece al grupo VOLTA, ha solicitado un servicio de evaluación de molestia por olores mediante encuestas para zonas aledañas a su Centro de Tratamiento de Residuos (CTR) ubicado en la cercanía de la localidad de Camarico, específicamente en el Fundo Palermo, Ruta 5 Sur Kilómetro 221, en la comuna de Río Claro, Región del Maule.

El proyecto “Modificación al sistema de manejo de lodos sanitarios” fue aprobado ambientalmente mediante Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°104 del 24 de Junio del 2014. Entre otras cosas, en el punto 8 de los considerando, establece que el titular debe:

“8.7. Realizar una actividad de monitoreo haciendo parte a la comunidad, esto generará un registro de información en donde se podrán cotejar las condiciones meteorológicas, las horas en que se accionó el sistema de abatimiento y la percepción de la comunidad, la medición de la percepción se realizará en forma permanente como una encuesta a una muestra de la población, estos servirán para verificar el funcionamiento del sistema de mitigación y para confirmar las condiciones meteorológicas en que se producen los eventos de olor. Como antecedente base se prestará particular atención a los momentos de calma (velocidades de viento < 0,5 m/s), al respecto existen dos periodos de disminución de vientos estos ocurren temprano en la mañana entre las 06:00 y 09:00 Hrs y en la tarde entre las 19:00 y 21:00 Hrs (ver Anexo 4 del Adenda 3).

8.8. Efectuar un seguimiento periódico en los puntos sensibles establecidos en el estudio de ODOTECH (“Estudio de Impacto de Olores del Centro de Tratamiento de Residuos ECOMAULE S.A. – Región del Maule” (ver Anexo 1 del Adenda 3)), (...)

8.9. Desarrollar una vía de comunicación con la comunidad tanto para la obtención de las encuestas como para la difusión de los resultados de las mismas y del funcionamiento del sistema de abatimiento de olores, principalmente vinculada a las organizaciones vecinales como junta de vecinos u otras.”

El informe en mano corresponde a una evaluación de la molestia por olores en los vecinos mediante encuestas y aplicación de la Norma Chilena NCh 3387:2015 “Calidad del aire – Evaluación de la molestia por olores – Encuesta”. Los trabajos en terreno y la aplicación de la encuesta fueron realizados en la segunda quincena del mes de marzo del año 2020. El informe se elaboró conforme con el formato exigido por la Res (E) N°223/2015 que “Dicta Instrucciones Generales sobre la Elaboración del Plan de Seguimiento de Variables Ambientales, los Informes de Seguimiento Ambiental y la Remisión de Información al Sistema Electrónico de Seguimiento Ambiental” de la Superintendencia de Medio Ambiente.

La NCh 3387:2015 es una homologación de la norma técnica alemana VDI 3883 (parte 1) y fue aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización (INN), en sesión efectuada el 21 de diciembre de 2015. Por lo tanto, es posterior a la fecha de la RCA mencionada. En términos

generales, y en relación a sus alcances y campo de aplicación, la misma norma técnica indica que *“los resultados obtenidos sirven para determinar las molestias y efectos causados por las emisiones de sustancias odoríferas. Estos resultados permiten:*

- *Cuantificar la molestia local por olores (y ruido) e interpretarlos en vista de una molestia excesiva.*
- *Determinar, en caso de datos de inmisión faltantes, la reducción de molestia con respecto a la distancia de separación de las zonas habitadas de las fuentes de olores.*
- *Establecer relaciones de exposición-efecto entre molestia e impacto de olor con base en la carga inmisión y por estímulos olfativos.*
- *En forma paralela a las mediciones de emisión y cálculos de dispersión, establecer la reacción de los habitantes para comprobar pronósticos de molestia.*
- *En el marco de la gestión de reclamos, determinar información adicional para la preparación de medidas de reducción de emisiones focalizadas.*
- *En el marco de la gestión de reclamos, determinar información sobre factores de influencia de contexto y personales para ser utilizados para el diálogo con los habitantes.”*

Cabe recordar además, que la aplicación de las disposiciones de NCh 3387:2015 es voluntaria a no ser que alguna disposición legal la declare de cumplimiento obligatorio. No obstante lo anterior, la evaluación de la molestia por olores descrita en el informe a mano busca dar cumplimiento a las disposiciones de esta norma técnica.

1.1 Identificación de componentes ambientales y de la institución responsable

Componentes ambientales considerados: Aire

Variables ambientales asociados: Olores

Identificación de la institución y el equipo de trabajo responsable de las actividades

Razón Social: Ecotec Ingeniería SpA

R.U.T.: 76.819.611-7

Dirección: José Victorino Lastarria N° 70 – Of. 213, Santiago - Centro

Teléfono: +56-2-22667971

Supervisión trabajos y elaboración de informe (Jefe de Proyecto):

Gerhard Schleenstein, RUN: 14.713.804-0, Dipl.-Ing. Technischer Umweltschutz (Ingeniero Civil de la carrera Ingeniería Ambiental)

1.2 Antecedentes disponibles

El Centro de Tratamiento de Residuos (CTR) ECOMAULE, se emplaza en 132 hectáreas, de las cuales 52 corresponden al proyecto, que comprende un Relleno Sanitario, una planta de compostaje y un monorelleno de lodos. Este se encuentra ubicado en la Ruta 5 Sur, kilómetro 221, Fundo Palermo, Camarico, en la comuna de Río Claro.

El principal antecedente disponible es el “Estudio de Impacto de Olores del Centro de Tratamiento de Residuos Ecomaule S.A. Región del Maule.” realizado por ODOTTECH (2014) en el marco de la

tramitación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) “Modificación al sistema de manejo de lodos sanitarios” (ID del expediente en el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental: 7934304).

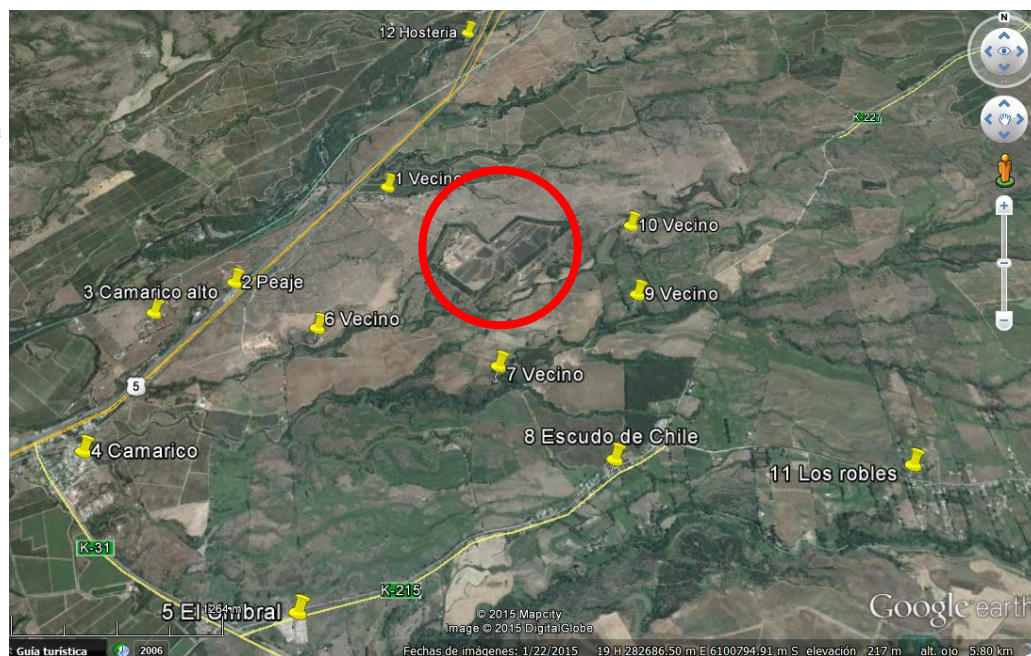
En este estudio se efectuó una cuantificación de la intensidad de la fuente mediante muestreo y análisis en laboratorio utilizando olfatometría dinámica. Posteriormente se realizó una modelación de la dispersión de los olores, evaluando los resultados mediante diferentes criterios de impacto.

Se identificaron doce receptores discretos, también llamados lugares de interés para el estudio, todos a una distancia hasta 3,5 km del proyecto: Seis (6) viviendas unifamiliares (“vecinos”), una (1) hostería, un (1) peaje y cinco (5) pueblos, villas o villorrios.

Figura N°1:
Ubicación de los lugares
de interés

Nota: El círculo rojo indica la
ubicación del proyecto.

Fuente: ECOMAULE, sobre
imagen de GOOGLEARTH



Para el presente estudio, los lugares de interés se han caracterizado como se indica en la tabla que sigue. La localidad de Camarico se ubica a dos kilómetros del peaje Río Claro, en la Ruta 5 Sur. Cuenta con servicios tales como un retén de Carabineros, un cuartel de Bomberos, una posta, un jardín infantil y una escuela.

La población El Umbral es más reciente. Fue construida posterior al terremoto del año 2010 y presenta una densidad poblacional más alta que las demás zonas. Las poblaciones Escudo de Chile y Villa Los Robles se ubican a lo largo de la ruta que une Camarico con Cumpeo (Río Claro). Mantienen una baja densidad poblacional y un perfil más campestre, al igual que las viviendas unifamiliares que se ubican en los fundos de la zona.

Tabla N°1:
Caracterización de los
lugares de interés

Notas: Enumeración,
distancia y descripción
de los receptores
según ODOTTECH
(2014)
s/d: sin determinar

Fuente: Elaboración
propia

Receptor	Descripción	Distancia a Ecomale	Viviendas estimadas	Habitantes estimados	Estructura de construcción
1	Primer vecino noroeste	568 m	1	deshabitado	Campestre, vivienda unifamiliar
2	Peaje Río Claro	1.428 m	0	0	Lugar de trabajo, no es vivienda
3	Camarico alto	2.036 m			Casas unifamiliares, baja población
4	Camarico	2.658 m	200	750	Casas unifamiliares, densidad de población baja a media
5	Población El Umbral	2.597 m	130	450	Casas unifamiliares, densidad de población media
6	Primer vecino suroeste	1.021 m	1	<10	Campestre, vivienda unifamiliar
7	Primer vecino sur	661 m	1	<10	Campestre, vivienda unifamiliar
8	Primer vecino sur-sureste, Población Escudo de Chile	1.635 m	80	280	Casas unifamiliares, baja población
9	Primer vecino sureste	840 m	1	<10	Campestre, vivienda unifamiliar
10	Primer vecino este	397 m	1	<10	Campestre, vivienda unifamiliar
11	Los Robles	3.363 m	s/d	s/d	Casas unifamiliares, baja población
12	Hostería	2.107 m	1	<10	Campestre, vivienda unifamiliar

Modelación de la dispersión de olores

Los criterios de impacto utilizados en la modelación del año 2014 corresponden al percentil 99,5 y concentraciones de 3, 5 y 10 UO/m³. De acuerdo a ODOTTECH (2014), “en los receptores discretos 3, 4, 5, 8, 11 y 12, las concentraciones del percentil 99,5 se encuentran entre 1 UO/m³ y 9 UO/m³, que es el nivel de percepción en el cual el 50% de la población puede comenzar a percibir un olor (1 UO/m³) y que se podrían originar quejas (10 UO/m³). En los receptores discretos restantes, es decir, 1, 2, 6, 7, 9 y 10, las concentraciones del percentil 99,5 varían entre 14 y 72 UO/m³. La concentración percentil 99,5 máxima se calcula en el receptor discreto 10 ubicado al este del Centro, a 355 m. Los resultados de la frecuencia de exceso del límite de 3 UO/m³, que indica el nivel donde el 50% de la población puede reconocer o comenzar a reconocer un olor, alcanza 7% ó 639 horas/año en el receptor discreto número 10 (...). Para los otros receptores discretos, las frecuencias de exceso del límite de 3 UO/m³ son entre 0% y 6%. Los resultados de la frecuencia de exceso del límite de 5 UO/m³, que indica el nivel en el cual la población puede identificar el olor, alcanza 6% ó 485 horas/año en el receptor discreto número 10 (...). Para los otros receptores discretos, las frecuencias de exceso del límite de 5 UO/m³ son entre 1% y 4%. La frecuencia de exceso del límite de 10 UO/m³, nivel en el que se pueden recibir quejas, que se calcula en el receptor discreto número 10, alcanza 3% ó 297 horas/año. Las frecuencias de exceso para los otros receptores discretos varían entre 0% y 2%.”

Los resultados de la modelación en términos de isodoras de la concentración de percentil 99,5, y la frecuencia de exceso de los límites de 3, 5 y 10 UO/m³ en porcentaje y horas/año se muestran en la figura que sigue. Adicionalmente, en la tabla que sigue, se presenta un resumen de los resultados para los receptores discretos.

Figura N°2:
Modelización del escenario futuro de emisión del CTR Ecomaule.

Fuente: ODOTTECH (2014).

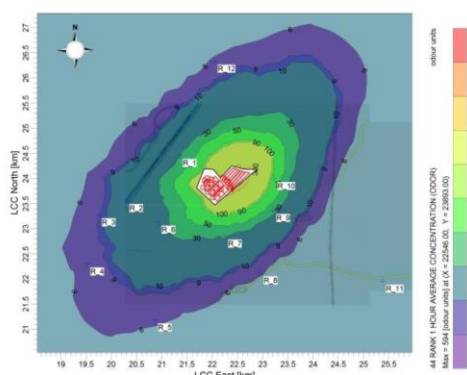


Figura 10 - Concentración del percentil 99.5

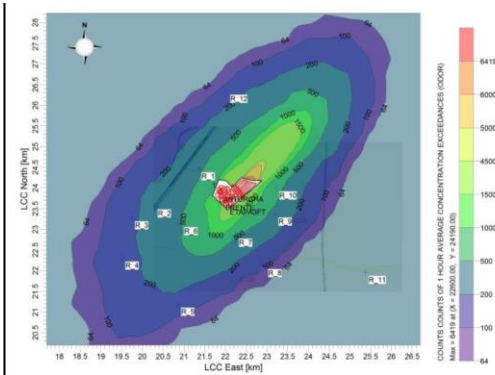


Figura 11 - Exceso del Límite de 3 u.o./m³ en hora/año

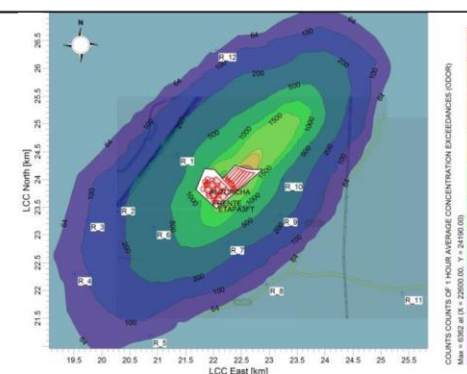


Figura 12 - Exceso del Límite de 5 u.o./m³ en hora/año

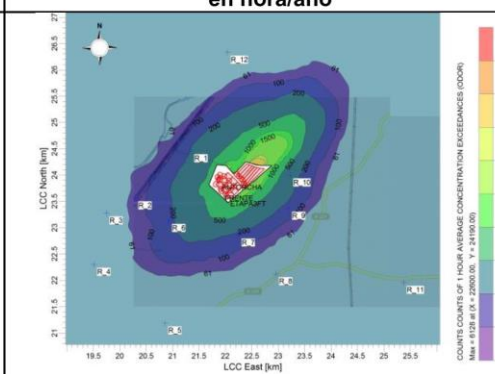


Figura 13 - Exceso del Límite de 10 u.o./m³ en hora/año

Tabla N°2:
Resultados de la modelación del escenario futuro en los lugares de interés

Fuente: ODOTTECH (2014)

Receptor	Descripción	Concentración percentil 99,5 (UO/m³)	Concentración máxima (UO/m³)	Frecuencia de exceso de límite		
				3 UO/m³ % (hora/año)	5 UO/m³ % (hora/año)	10 UO/m³ % (hora/año)
1	Primer vecino noroeste	29	70	5% (448 h/a)	4% (346 h/a)	2% (218 h/a)
2	Peaje Río Claro	14	36	3% (227 h/a)	2% (175 h/a)	1% (77 h/a)
3	Camarico alto	9	27	2% (177 h/a)	1% (100 h/a)	0% (33 h/a)
4	Camarico	7	37	2% (143 h/a)	1% (79 h/a)	0% (13 h/a)
5	Población El Umbral	7	28	2% (134 h/a)	1% (68 h/a)	0% (14 h/a)
6	Primer vecino suroeste	22	63	6% (496 h/a)	4% (350 h/a)	2% (171 h/a)
7	Primer vecino sur	32	99	6% (524 h/a)	4% (331 h/a)	2% (161 h/a)
8	Primer vecino sur-sureste, Población Escudo de Chile	6	26	1% (99 h/a)	1% (58 h/a)	0% (26 h/a)
9	Primer vecino sureste	35	171	4% (368 h/a)	3% (261 h/a)	2% (142 h/a)
10	Primer vecino este	72	342	7% (639 h/a)	6% (485 h/a)	3% (297 h/a)
11	Los Robles	1	5	0% (5 h/a)	0% (2 h/a)	0% (0 h/a)
12	Hostería	6	29	1% (128 h/a)	1% (58 h/a)	1% (13 h/a)

Medición del impacto de olor mediante inspección de campo

Posteriormente, durante los años 2015 a 2016, se realizó una medición del impacto de olor mediante inspección de campo, en donde se determinó la frecuencia del impacto de olores reconocibles a través del método de grilla (ECOTEC, 2016). Para ello se utilizó la metodología VDI 3940 "Medición del Impacto de Olor vía Mediciones en Terreno" (1993) y se aplicó los criterios de

calidad (impacto) de la Guía GOAA “Guideline on Odour in Ambient Air” (1999). Este estudio, con una significancia estadística anual, debió evaluar la existencia o no, en las zonas residenciales individualizadas durante la evaluación ambiental (informe ODOTTECH de 2014), de un impacto odorante molesto, por notas de olor atribuibles al CTR.

Para la realización del estudio, se definió una grilla que define celdas de evaluación. En el caso de Camarico, se definieron más de una celda de evaluación, específicamente tres (3) para Camarico propiamente tal, y dos (2) para Camarico alto, donde se incluyó el Peaje como un punto de medición.

Para evaluar las mediciones realizadas en cada punto y cada día de medición, en concordancia con la VDI 3940 se estableció que se califica como una “hora de olor” cuando en al menos seis de las sesenta evaluaciones (de diez segundos c/u) se registra un olor a relleno sanitario. Luego se contabilizaron las horas de olor para cada celda y se dividieron por el número de mediciones realizadas en cada vértice de esta. El resultado es la frecuencia de olor y se expresó como porcentaje.

El criterio de evaluación de la Guía GOAA “Guideline on Odour in Ambient Air” admite un 10% de horas de olor para zonas residenciales y un 15% de horas de olor para zonas industriales. De acuerdo a la GOAA, casos puntuales se deben evaluar y asignar a una de las dos zonas y criterios anteriormente expuestos. En resumen, luego de 104 días de medición en un periodo de evaluación de doce meses, se obtuvo el siguiente resultado:

- Sobrepasan el criterio de frecuencia de olor del 10%: Puntos de interés / Receptores 1, 6, 7 y 10: Todos vecinos y viviendas unifamiliares más cercanas al relleno sanitario.
- Con presencia de olores con una frecuencia inferior al criterio del 10%, y por tanto con una situación de exposición que no debería causar molestias: Puntos de interés / Receptores 3 (dos celdas), 4 (dos de tres celdas), 5, 8, 9, 11 y 12.
- Sin presencia de horas de olor: Una celda correspondiente al punto de interés 4.

Tabla N°3:
Evaluación del impacto
odorífico mediante
inspección de campo

Fuente: ECOTEC (2016)

Celda	Descripción	Suma Horas Olor	Total Días Medición	% Horas de Olor
1	Primer vecino noroeste	22	104	21%
3a	Camarico alto celda 1 incluye Peaje	4	104	4%
3b	Camarico alto celda 2	1	104	1%
4a	Camarico celda 1	0	104	0%
4b	Camarico celda 2	2	104	2%
4c	Camarico celda 3	6	104	6%
5	Población El Umbral	4	104	4%
6	Primer vecino suroeste	14	102	14%
7	Primer vecino sur	8	75	11%
8	Primer vecino sur-sureste, Población Escudo de Chile	1	104	1%
9	Primer vecino sureste	9	104	9%
10	Primer vecino este	16	104	15%
11	Los Robles	2	104	2%
12	Hostería	2	104	2%

2 Objetivos

El objetivo general del estudio es realizar una evaluación de la molestia por olores mediante encuestas para zonas aledañas al Centro de Tratamiento de Residuos (CTR), considerando la totalidad de los puntos de interés para el seguimiento de la componente de olores considerados por la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°104 del 24 de Junio del 2014. Específicamente, el área de estudio debe comprender las localidades de Camarico, Camarico Alto, Villa El Umbral, Villa Escudo de Chile, Villa Los Robles y algunos receptores puntuales.

Se define como alcance la realización de encuestas según NCh 3387:2015 “Calidad del aire – Evaluación de la molestia por olores – Encuesta” considerando su aplicación preferentemente durante un periodo considerado de alto potencial de impacto odorífico. De este modo se tiene como objetivos específicos:

- Seguimiento de la componente olores, en situación de inmisión.
- Cuantificación de la situación de molestia en todos los puntos de interés.
- Proporcionar información complementaria para apoyar a la gestión de reclamos.
- De ser posible, identificar otros factores de influencia.
- Sentar las bases para una aplicación repetitiva de la encuesta sobre el mismo patrón de población objetiva, de ser necesario en el futuro.

Para ello, el estudio e informe será elaborado en conformidad con el formato exigido por la Res (E) N°223/2015 que “Dicta Instrucciones Generales sobre la Elaboración del Plan de Seguimiento de Variables Ambientales, los Informes de Seguimiento Ambiental y la Remisión de Información al Sistema Electrónico de Seguimiento Ambiental” de la Superintendencia de Medio Ambiente.

3 Materiales y métodos

3.1 Selección del área de estudio

Se realizó una planificación del estudio que permitió seleccionar el área de encuesta y la determinación de las zonas de encuesta y de control. Por definición, el área de encuesta debe ubicarse en el territorio afectado por olores, el cual es determinado por la extensión de la pluma de olor.

Área afectada

Para determinar el área afectada se consideraron los siguientes antecedentes:

- Estudio de Impacto de Olores del Centro de Tratamiento de Residuos Ecomaule S.A. Región del Maule, realizado por ODOTTECH (2014) en el marco de la tramitación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) "Modificación al sistema de manejo de lodos sanitarios".
- Estudio Servicio de Panel de Olores para Ecomaule, realizado por ECOTEC (2016).

Área de la encuesta

El tamaño, forma y ubicación del área de encuesta dependen de los objetivos del estudio y de las condiciones locales. En el presente caso, los puntos de seguimiento de la componente de olores fueron establecidos por RCA N°104/2014 que califica favorable el proyecto "Modificación al sistema de manejo de lodos sanitarios". Sin perjuicio de lo anterior, la NCh3387:2015 establece algunos requerimientos a las zonas de encuesta:

1. La zona de encuesta debe ser tan grande, de modo que, para la muestra neta se pueda seleccionar suficientes hogares. Se debe tener en consideración que una medición de la molestia no se puede orientar sólo por las reacciones de algunos pocos afectados, sino que debe primar el principio de reacción de molestia promedio de un número mayor de habitantes.
2. La zona de encuesta se debería elegir de tal manera que sea posible una asignación inequívoca de los olores de la planta. Lo anterior en consideración que la asignación de información de molestia por olores es difícil cuando en el área de encuesta existen varias fuentes con olores de características similares.
3. La zona de encuesta debería ser homogéneamente impactada por olores de la instalación investigada.
4. La zona de encuesta se debería elegir de tal forma que otros impactos ambientales no sean dominantes.
5. La zona de encuesta debería tener una estructura de construcciones uniforme.

Aplicando estos requerimientos a la descripción que se tiene de las zonas de interés, se obtiene el resultado indicado en la tabla que sigue.

Tabla N°4:
Caracterización de los lugares de interés y cumplimiento de los requisitos de la NCh3387:2015

s/d: sin determinar

Fuente: Elaboración propia

Zona	Descripción	Viviendas estimadas	Criterio tamaño	Otras fuentes de olor	Impacto homogéneo	Otros impactos ambientales	Estructura de construcciones
1	Primer vecino noroeste	1	No cumple. Además, es deshabitada.	No las hay	Cumple	No se visualizan	Uniforme
2	Peaje Río Claro	0	No cumple. Además, no es vivienda,	Chanchera	Cumple	Ruta 5 Sur	Uniforme
3	Camarico alto		Restringido	Chanchera Planta aceite olivos	Cumple	No se visualizan	Uniforme
4	Camarico	200	Cumple	Planta aceite olivos Fosas sépticas comunitarias	Cumple	Ruta 5 Sur	Uniforme
5	Población El Umbral	130	Cumple	Planta de tratamiento de aguas servidas	Cumple	No se visualizan	Uniforme
6	Primer vecino suroeste	1	No cumple	Planta aceite olivos	Cumple	No se visualizan	Uniforme
7	Primer vecino sur	1	No cumple	No las hay	Cumple	No se visualizan	Uniforme
8	Primer vecino sureste, Población Escudo de Chile	80	Restringido	Bodega de vinificación	Cumple	No se visualizan	Uniforme
9	Primer vecino sureste	1	No cumple	No las hay	Cumple	No se visualizan	Uniforme
10	Primer vecino este	1	No cumple. Además es trabajador Ecomaule.	No las hay	Cumple	No se visualizan	Uniforme
11	Los Robles	s/d	Cumple	No las hay	Cumple	No se visualizan	Uniforme
12	Hostería	1	No cumple	No las hay	Cumple	Ruta 5 Sur	Uniforme

En términos generales las zonas de interés (receptores) que corresponden a viviendas unifamiliares no cumplen con el criterio del tamaño de la zona de encuesta. El peaje además no es vivienda, sino corresponde a un lugar de trabajo. El caso de la hostería es distinto en este sentido, porque los dueños viven ahí mismo. El receptor 10 corresponde a un trabajador de Ecomaule, por lo cual se excluye de la evaluación por tener conflictos de interés. Los sectores de Camarico Alto y Escudo de Chile presentan una población reducida, lo que puede perjudicar el nivel de significancia y por ende la representatividad de los resultados. En todo caso, se resolvió igualmente encuestar a la mayor cantidad de receptores que corresponden a viviendas unifamiliares, sin perjuicio de que los resultados no serán representativos.

En relación a otras fuentes de olor, se identificaron algunas fuentes que puedan presentar características similares a relleno sanitario o manejo de residuos orgánicos y sanitarios. En primer lugar, al norte de Camarico se tiene una planta de aceite de olivo. Se tuvo la oportunidad de entrevistar a un trabajador, que indicó que ahí se está realizando además una actividad de compostaje o lombricultura de los desechos, donde además de utiliza como sustrato heces de ovejas. Esta instalación se ubica justo en una línea entre Camarico y el CTR, por lo cual un eventual impacto siempre sería acumulativo y no puede ser distinguido por los habitantes mediante las condiciones meteorológicas. También existe al menos una fosa séptica comunitaria en Camarico. El Umbral cuenta con Planta de Tratamiento de Aguas Servidas propia, y en relativa cercanía a las viviendas. Además una planta de procesamiento de avellanas, que al parecer no emite olores molestos. En Camarico Alto, los vecinos reportan que en el pasado hubo una chanchera que sin embargo fue clausurada hace años, además de una persona que realizó la elaboración de carbón. No obstante a lo anterior, al parecer al norte de Camarico Alto, frente al

CTR estaría existiendo una chanchera con 500 cerdos. Finalmente se identificó una bodega de vinificación en la salida de Escudo de Chile, cuyos olores, de existir, se podrían distinguir fácilmente de los olores provenientes del CTR.

En relación a otros impactos ambientales, en Camarico se tienen ruidos y eventuales olores provenientes de la Ruta 5 Sur. Desde que se asfaltó el camino de El Umbral a Cumpeo (Rio Claro) el tránsito vehicular ha aumentado, específicamente de camiones y otros vehículos pesados. Los ruidos actúan como estresor ambiental similar a los olores y son considerados en la encuesta, ya que las investigaciones respecto a molestias relacionadas con olores deben considerar también a otras influencias no olfativas que las refuerzan o mitigan.

Con los antecedentes disponibles, no existe dificultad de delimitar claramente el área afectada, y por ende el área de encuesta. Se tiene la modelación de la pluma de dispersión de olores presentada por el titular durante la tramitación ambiental de proyecto.

Los eventuales receptores en la zona rural están limitados y fácilmente identificables. En la zona urbana el universo de personas eventualmente impactadas es determinado para Camarico, Camarico Alto, Villa El Umbral y Escudo de Chile. Sin embargo, para Villa Los Robles, y debido a su extensión, no ha sido posible realizar dicha evaluación.

Zona de control

La zona de control se debe elegir fuera del área afectada, de modo que los olores de la planta en investigación no sean perceptibles. Además debe existir comparabilidad con el área de encuesta, por ejemplo respecto la estructura de construcciones. Esta zona se debe ubicar en la zona poblada más cercana al área afectada determinada.

Tomando en cuenta lo anteriormente indicado, se seleccionó un sector periurbano de Cumpeo (Rio Claro) que presenta una estructura de construcciones similares a Villa El Umbral y Camarico. Esta zona se ubica a una distancia aproximada de 13 km del CTR.

3.2 Tamaño de la muestra

Para estimar el tamaño necesario de las muestras en la zona de encuesta y en la zona de control se requieren los siguientes datos:

- Determinación del nivel de significancia α para limitar el denominado error de primer tipo (falsa alarma). Habitualmente se toma un α de 0,1 o 0,2;
- Determinación del nivel de significancia β para limitar el denominado error de segundo tipo (pasar por alto erróneamente una molestia efectiva). Habitualmente se toma un β de 0,05 o 0,01; y
- Determinación de la magnitud del efecto esperado.

De este modo, el tamaño óptimo de una muestra, según NCh3387:2015, es de cincuenta (50) para cada zona de encuesta o zona de comparación, para demostrar una diferencia significativa ($p < 0,05$) de al menos $d=0,7$ en el promedio de valores de molestias por olores medido en la escala termométrica. Si se esperan mayores efectos, por ejemplo, diferencias mayores entre el promedio de valores por molestias por olores, se puede lograr resultados significativos con menos de 50 encuestados por zona.

Así, por ejemplo, para un tamaño de la población de 1.000, un nivel de confianza de 95,5% y un error de muestra de +/-10% se requiere un tamaño de muestra de 91.

Para efectos prácticos, el servicio se ajusta a la experiencia del consultor y algunas indicaciones de la NCh 3387:2015 sobre el tamaño de la muestra:

- Realización de hasta cincuenta (50) encuestas a vecinos cuyas viviendas se ubican dentro zonas urbanas con densidad de población baja o media.
- Realización de veinte (20) encuestas a receptores en una zona de control (blanco).
- En la práctica, resulta difícil entrevistar a una población objetiva que supere el 25% de la población total, debido a restricciones tales como: No todas las personas acceden a participar en la encuesta; a menudo dan información de contacto falsa y no pueden ser ubicados telefónicamente para concretar una visita; no se encuentran en su vivienda al momento de la visita acordada y tampoco se ubican mediante gestiones posteriores.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto se establecieron las siguientes metas de tamaño de encuesta neta. Estos valores en la práctica pueden variar, dependiendo de la motivación de las personas a participar. En caso de no encontrar personas en la fecha y hora acordada, se procede a visitar la vivienda en dos ocasiones adicionales (mismo día u otro día). En caso de haber entregado un número de teléfono luego también se intentará la aplicación de la encuesta mediante este medio. En todo caso, para la primera aplicación de la encuesta se intentó contar con un número de participantes lo más alto posible, constituyendo de esta manera un patrón de posibles personas objetivo que puede ser utilizado para la aplicación de encuestas en años posteriores.

Tabla N°5:
Caracterización de los lugares de interés y determinación del tamaño de la muestra

Nota:
s/d: sin determinar
No se considera el vecino 10 por ser trabajador de Ecomaula (eventuales conflictos de interés)

Fuente: Elaboración propia

Receptor	Descripción	Viviendas estimadas	Habitantes estimados	Tamaño de la muestra sugerida
1	Primer vecino noroeste	1	deshabitado	No se considera
2	Peaje Río Claro	0	0	1
3	Camarico alto	200	750	Todos
4	Camarico			50
5	Población El Umbral	130	450	30
6	Primer vecino suroeste	1	<10	1
7	Primer vecino sur	1	<10	1
8	Primer vecino sur-sureste, Población Escudo de Chile	80	280	20
9	Primer vecino sureste	1	<10	1
10	Primer vecino este	1	<10	No se considera
11	Los Robles	s/d	s/d	20
12	Hostería	1	<10	1
Blanco	Cumpeo (Río Claro)	s/d	s/d	20

3.3 Metodología de medición

Se toma como referencia la Norma Chilena NCh 3387:2015 “Calidad del aire – Evaluación de la molestia por olores – Encuesta”, que es una homologación de la norma técnica alemana VDI 3883 (parte 1).

La molestia por olores de los vecinos se evaluó utilizando un cuestionario estandarizado (ver Anexo B) configurado sobre la base de los actuales conocimientos sobre molestias de olores y ruido. La norma técnica considera su adaptación a los casos específicos del objeto a encuestar.

Para este servicio se utilizó el cuestionario modelo de la NCh 3387:2015, considerando solamente las preguntas centrales (módulo K). El módulo K comienza con preguntas sobre la situación habitacional, la permanencia diaria en casa y de factores molestos del medio ambiente en los alrededores de la vivienda. Enseguida continúan preguntas respecto a la percepción de molestias

por diferentes estresores ambientales. La evaluación paralela de las molestias por ruido y olores permite una evaluación diferenciada de la situación de molestia en terreno y la comparación de la molestia debido a estresores ambientales relevantes. El cuestionario empieza con una pregunta sobre la perceptibilidad, y luego se evalúa la reacción de molestia, finalmente se estima la aceptabilidad de la molestia. La reacción ante la molestia de los habitantes es evaluada de acuerdo a una escala gráfica de once (11) niveles denominada “escala termométrica” y a una escala de cinco (5) niveles, denominada “escala verbal”.

Finalmente, con las indicaciones demográficas (por ejemplo: edad, género, niños, formación escolar), se podrán realizar comprobaciones e indagar los factores importantes de influencia sobre la molestia de olores.

El cuestionario tipo de la NCh3387:2015 no contiene información acerca de la individualización de las personas encuestadas. Nuestra empresa consultora asegura la garantía de anonimato de la NCh3387:2015, por lo cual el cliente no podrá acceder al patrón de la encuesta (individualización, georreferenciación mediante GPS, teléfonos de contacto) de las personas u hogares encuestados.

3.3.1 Procedimiento de recolección de datos

Como metodología para la encuesta se consideró principalmente el procedimiento de entrevistas verbales (entrevistas cara a cara). Para el caso de las viviendas unifamiliares ubicadas en la zona rural, el cliente Ecomaule facilitó números telefónicos de contacto. De este modo, también se realizó un número menor de encuestas telefónicas.

Asimismo, en casos puntuales y excepcionales, se dejó la encuesta en los hogares y se procedió a retirarlas en un momento posterior, orientando a la persona a encuestar en su llenado. De acuerdo a la experiencia del consultor, dejar el formulario de encuesta para que los habitantes pudiesen llenar el formulario y enviarlo a la empresa consultora para su evaluación y análisis usualmente no es exitoso.

A todas las personas de la muestra bruta se les entregó una carta informativa (ver Anexo A).

3.3.2 Selección de las personas objetivo

Para aumentar la cantidad de participantes y asegurar que las personas objetivo estén suficientemente informadas sobre la ejecución de la encuesta, la NCh3387:2015 sugiere enviar una semana antes del inicio de la encuesta una carta informativa, sin indicar de antemano los contenidos de la encuesta.

Para el presente caso de estudio en particular, se está en conocimiento de grupos organizados que en el pasado han presentado reclamos, denuncias y demandas contra Ecomaule. Estos grupos se organizan mediante redes sociales y grupos de comunicación que permiten una vía de información rápida para los vecinos. Para evitar posibles sesgos en las respuestas de las entrevistas, se intentó entrevistar al mayor número de personas objetivo posible en un periodo de tiempo corto. Para ello se contó con un número de encuestadores adecuado para poder realizar las encuestas en pocos días, estableciendo como meta completar cada zona de encuesta en un solo día y no requerir más de dos fines de semana (cuatro días de trabajo en terreno) para su completa realización. Por la misma razón, no se realizó el envío previo de la carta informativa, sino que ésta se entregó a las personas objetivo en el instante y previa a la entrevista. Sin perjuicio de lo anterior, se tiene indicios que la carta y los motivos de la realización de la encuesta fueron

comunicados por vecinos encuestados a través de whatsapp de grupos vecinales, lo que es inevitable y puede haber influenciado las respuestas en algunas entrevistas realizadas.

Para la selección de las personas objetivo, si no es posible realizar la encuesta en todas las personas objetivo que son importantes, se debe realizar una selección de una muestra del total. Para alcanzar el grado óptimo de representatividad, la encuesta se efectuó en una muestra sistemática aleatoria, es decir, una muestra en donde las personas participantes se eligen al azar.

Para ello se consideró lo siguiente: Una (1) persona mayor a 18 años con suficiente comprensión verbal por hogar/vivienda, procedimiento último-cumpleaños, si fuera necesario.

Si bien no se llevó una estadística particular, la disposición de las personas contactadas en participar en la encuesta fue alta. Estimamos una tasa de participación superior al 80%, es decir, de diez personas contactadas de manera aleatoria, unas ocho personas accedieron a participar en la entrevista.

Registro de cobertura

En total, se lograron entrevistar a 157 personas (muestra neta) correspondiente a la misma cantidad de viviendas. 20 corresponden a la zona de control (blanco) y 137 a las zonas de interés de la zona afectada. Esta última cifra corresponde a aproximadamente el 25% de las viviendas de la zona.

Algunos receptores individuales no se lograron entrevistar. El receptor 9 fue contactado telefónicamente, pero se disculpó en participar. El vecino receptor 6 no pudo ser contactado telefónicamente. En el caso del Peaje, se realizó una visita presencial, sin embargo no se encontró el Jefe de Peaje, por estar de vacaciones. Posteriormente fue imposible establecer contacto telefónico.

Tabla N°6:
Determinación del
tamaño de la muestra y
registro de cobertura

Nota:
s/d: sin determinar

Fuente: Elaboración
propia

Receptor	Descripción	Viviendas estimadas	Habitantes estimados	Tamaño de la muestra sugerida	Cobertura
1	Primer vecino noroeste	1	deshabitado	No se considera	0
2	Peaje Río Claro	0	0	1	0
3	Camarico alto	200	750	Todos	13
4	Camarico			50	50
5	Población El Umbral	130	450	30	30
6	Primer vecino suroeste	1	<10	1	0
7	Primer vecino sur	1	<10	1	1
8	Primer vecino sur-sureste, Población Escudo de Chile	80	280	20	20
9	Primer vecino sureste	1	<10	1	0
10	Primer vecino este	1	<10	No se considera	0
11	Los Robles	s/d	s/d	20	22
12	Hostería	1	<10	1	1
Blanco	Cumpeo (Río Claro)	s/d	s/d	20	20

3.3.3 Entrenamiento y control del entrevistador

Se limita la llamada “influencia del entrevistador” mediante una selección adecuada, entrenamiento y supervisión, uso de instrucciones exactas para la selección de la persona objetivo y para la ejecución de las entrevistas, respectivamente.

Los componentes de los documentos de una entrevista son los siguientes:

- Cartillas de recorrido del entrevistador y mapas del área de encuesta.

- Instrucciones e información relevante para la entrevista (según NCh 3387:2015).
- Copia de la carta informativa.
- Entre otros.

El entrenamiento de los encuestadores y la recolección de datos se ejecuta estrictamente bajo las consideraciones de la NCh 3387:2015. Todos los encuestadores tienen una experiencia de al menos tres años en este tipo de investigaciones.

Encuestadores

- Natalia Muñoz (NMH), Encuestador
- Felipe Rioseco (FR), Encuestador
- Gerhard Schleenstein (GS), Encuestador y Supervisor del servicio

3.4 Fechas de medición

Entrevistas cara a cara: Sábado 14, Domingo 15, Miércoles 18 y Sábado 21/03/2020

Entrevistas telefónicas: Miércoles 1 y Jueves 2/04/2020

3.5 Método de control de servicio

Preparación de datos y control

Para el ingreso de datos se utilizó una herramienta computacional que incluyó un control de validez para cada variable cuyo objetivo es evitar el ingreso de datos fuera del rango del valor permitido. Se ingresaron las siguientes variables:

- Número de cuestionario;
- Zona de encuesta;
- Respuestas a las preguntas cerradas en forma codificada (variables numéricas);
- Respuestas a las preguntas abiertas en forma de texto (variables de frase).

Aseguramiento de calidad

Para el aseguramiento de la calidad de los datos, se revisó un chequeo posterior de duración de la llamada telefónica para entrevistas que no fueron realizadas por o en presencia del supervisor. Se verifica aproximadamente un 20% de las encuestas realizadas por cada entrevistador. Para mantener el anonimato de los datos adquiridos (según NCh 3387:2015), se manejan por separado los datos de respuestas a las preguntas, fecha y hora de entrevista, zona de encuesta y número de entrevista de los datos que puedan permitir la identificación de la persona entrevistada (nombre, número de teléfono, dirección y ubicación geográfica). Estos últimos datos no se entregan al titular y no se adjuntan en el presente informe. En todo caso, para permitir una verificación de los métodos empleados para la obtención de datos y la calidad de las muestras, en el informe en mano se ha entregado la siguiente información:

- Método de la encuesta;
- Método de selección de la muestra de las personas objetivo de la encuesta;
- Utilización de entrevistadores y experiencia de entrevistadores;

- Registro de cobertura de la muestra;
- Preparación de datos y control.

Por lo demás aplica el punto 6.4 de la NCh 3387:2015 sobre aseguramiento de la calidad.

4 Resultados

4.1 Trabajos preliminares

La evaluación se realiza de acuerdo a los lineamientos de la NCh 3387:2015. Se compara la zona de encuesta propiamente tal, en la cual se espera algún impacto, con una zona de control, donde el impacto de olor es ausente. De esta manera, la siguiente tabla muestra la cantidad de entrevistas válidas según zona de encuesta. Las entrevistas realizadas a viviendas unifamiliares y/o a personas que representan instituciones no se consideran en la evaluación que sigue.

Tabla N°7:

Número de entrevistas por zona de encuesta antes del test de plausibilidad

Fuente: Elaboración propia

Inmisión en la zona de encuestas	Receptor	Descripción	N° entrevistas
Alta – Zona de encuesta	3	Camarico alto	13
Alta – Zona de encuesta	4	Camarico	48
Alta – Zona de encuesta	5	Población El Umbral	30
Alta – Zona de encuesta	8	Primer vecino sur-sureste, Población Escudo de Chile	20
Alta – Zona de encuesta	11	Los Robles	22
Baja – Zona de control	Blanco	Cumpeo (Rio Claro)	20

En un primer paso se verifica la plausibilidad de las respuestas para la molestia de olor, en base a los rangos aceptables que se muestran en la tabla N°5 de la NCh 3387:2015. Lo que se busca es coherencia de las respuestas entre escala termométrica y escala verbal. En el caso de que no exista coherencia, se excluye la entrevista de la evaluación. La siguiente tabla muestra los valores en la escala termométrica y verbal de un total de 24 entrevistas excluidas de la evaluación. También se excluyó una entrevista (N°15), porque la persona vive menos de un año en el lugar.

Tabla N°8:

Entrevistas no plausibles: zona de encuesta, valor en la escala verbal y valor en la escala termométrica

Fuente: Elaboración propia

Número entrevista	Zona	Escala verbal	Escala termométrica
2	Camarico	3 (fuerte molestia)	10 (extrema molestia)
6	Camarico	2 (mediana molestia)	2 (ninguna molestia)
10	Camarico	3 (fuerte molestia)	10 (extrema molestia)
12	Camarico	1 (alguna molestia)	1 (ninguna molestia)
20	Camarico	1 (alguna molestia)	6 (mediana molestia)
136	Camarico	2 (mediana molestia)	8 (fuerte molestia)
125	Alto de Camarico	1 (alguna molestia)	6 (mediana molestia)
129	Alto de Camarico	2 (mediana molestia)	9 (fuerte molestia)
104	El Umbral	No responde	No responde
105	El Umbral	3 (fuerte molestia)	10 (extrema molestia)
109	El Umbral	1 (alguna molestia)	10 (extrema molestia)
112	El Umbral	0 (ninguna molestia)	10 (extrema molestia)
115	El Umbral	1 (alguna molestia)	10 (extrema molestia)
163	El Umbral	1 (alguna molestia)	7 (fuerte molestia)
165	El Umbral	2 (mediana molestia)	0 (ninguna molestia)
93	Escudo de Chile	1 (alguna molestia)	6 (mediana molestia)
159	Escudo de Chile	3 (fuerte molestia)	10 (extrema molestia)
24	Los Robles	1 (alguna molestia)	7 (fuerte molestia)
27	Los Robles	2 (mediana molestia)	8 (fuerte molestia)
139	Los Robles	1 (alguna molestia)	6 (mediana molestia)
140	Los Robles	1 (alguna molestia)	6 (mediana molestia)
142	Los Robles	1 (alguna molestia)	6 (mediana molestia)
186	Blanco	2 (mediana molestia)	10 (extrema molestia)
198	Blanco	3 (fuerte molestia)	10 (extrema molestia)

Cabe señalar que la molestia expresada en escala termométrica “10” correspondería a “extremadamente molesto” en la escala verbal, por lo tanto, entrevistas eliminadas con la dupla “fuerte molestia” en escala verbal y “10-extrema molestia” en escala termométrica se ajusta a los criterios establecidos por la NCh 3387:2015. Esta combinación corresponde a cinco de las 25 entrevistas excluidas. A juicio del consultor existe una debilidad en el cuestionario de la norma, específicamente en las denominaciones de las categorías de molestia en la escala verbal, por lo cual los encuestadores ante una persona que expresa una molestia de “10” en la escala termométrica y una molestia de “fuerte” en la escala verbal, vuelven a repetir una vez más la pregunta de la molestia en escala verbal, dando como alternativas solamente las categorías “fuerte” y “extremadamente fuerte”.

Las entrevistas no plausibles, y por lo tanto eliminadas, corresponden al 16% del total, lo que según experiencia del consultor está dentro del rango normal para Chile. No obstante, en Alemania, donde se desarrolló la metodología, según Sucker et al. (2006), se reportan tasas de exclusión de entre 3% y 10%, siendo el límite superior más común en zonas campestres y de baja densidad poblacional. Adicionalmente se eliminan entrevistas de personas drogadictas, y de personas que están en conflictos (personales) con la fuente de olor, o que estén organizados en agrupaciones en contra de la fuente de olor, porque los valores reportados en la escala termométrica no necesariamente podrán ser asociados a una situación de molestia real. Estas causales mencionadas sin embargo no forman parte de la NCh3387:2015. Si bien es sabido que existen este tipo de agrupaciones en la zona de estudio, no se indagó en la entrevista sobre la adherencia del entrevistado a estos grupos. En el caso que se haya manifestado en forma circunstancial este hecho, no fue causal de eliminar la entrevista de la evaluación.

Con esto se reduce también el número de entrevistas según la zona de encuesta. Los números de entrevistas válidas, las eliminadas y aquellas que se someterán a evaluación son las siguientes:

Tabla N°9:
Número de entrevistas por zona de encuesta después de eliminar las no plausibles

Fuente: Elaboración propia

Inmisión en la zona de encuestas	Receptor	Zona	N° entrevistas	N° entrevistas no plausibles	Entrevistas para evaluación
Alta – Zona de encuesta	3	Camarico alto	13	2	11
Alta – Zona de encuesta	4	Camarico	48	7	41
Alta – Zona de encuesta	5	Población El Umbral	30	7	23
Alta – Zona de encuesta	8	Primer vecino sur-sureste, Población Escudo de Chile	20	2	18
Alta – Zona de encuesta	11	Los Robles	22	5	17
Baja – Zona de control	Blanco	Cumpeo (Rio Claro)	20	2	18
Total			153	25	128

Como medida de la relación entre la molestia de olor en la escala termométrica y en la escala verbal se calcula el coeficiente de la correlación de Pearson (PM) después de eliminar las entrevistas no plausibles. El coeficiente de correlación de Pearson (PM) calculado es de 0,97 y el coeficiente de determinación r^2 es de 0,93. Por lo tanto, la plausibilidad de los datos es excelente.

En un segundo paso se examinan los valores de molestia. Si la pregunta sobre la perceptibilidad de los olores del medio ambiente (K 17) fue contestada como “no perceptible” las respuestas se codifican con “0” (K 18, K 19, K 22) o eliminadas (K 20, K 21). Si las respuestas de molestia en la escala termométrica (K 18) fueron “sin molestia” la respuesta de aceptabilidad (K 19) debe ser “aceptable”.

En un tercer paso se comprueba la descripción de la principal fuente/causante de los olores (K 20) y del olor que molesta más fuertemente (K 21). Si el olor de la planta en cuestión no es reconocible en forma inequívoca en la descripción de las respuestas, las respuestas de la escala

termométrica (K 18) y en la escala verbal (K 22) y en la pregunta de la aceptabilidad (K 19) son codificadas como “0”. Las nuevas variables formadas se denominan “K 18_recodificado”, “K 22_recodificado” y “K 19_recodificado”. Este procedimiento según NCh 3387:2015 se debe a que por zona de encuesta debería haber un solo foco de emisión, lo que en el caso del presente estudio no es precisamente así, habiendo fuentes locales que fueron descritas anteriormente.

Los descriptores utilizados por los entrevistados para caracterizar se presentan en la tabla que sigue. Los más utilizados dicen relación con excrementos (27%), pudrición (20%) y basura (11%). Estas tres categorías suman aproximadamente el 60% de las menciones.

Ahora, estos descriptores de olor corresponden a notas podridas/amoniacaes, fecales y dulces, que se encuentran no sólo en rellenos sanitarios, sino también son relacionados con el compostaje y el tratamiento de aguas servidas. Ejemplos para ello son las ruedas de descriptores indicados en la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental (SEA, 2017).

Tabla N°10:
Frecuencia de descriptores utilizados para calificar el olor que más molesta

Nota: No se muestran descriptores con una sola mención. El total de menciones son 147.

Fuente: Elaboración propia

Descriptor	Alto de Camarico	Camarico	El Umbral	Escudo de Chile	Los Robles	Total
Acido		5	2			7
Carne podrida	1	1				2
Químico	1	1				2
Excremento/Caca/Mierda/Fecas	6	20	6	5	2	39
Basura/Basura descompuesta		6	4	3	3	16
Cerdo/Chancho		3	1	1		5
Heces humanos/Baño/Baño séptico/Fosa Séptica	4	2	4	1		11
Estiércol/Excremento de Cerdo/Chancho/Perro/Animal		2	1		1	4
Animal muerto/podrido		1			1	2
Podrido/Pudrición/Putrefacto/Fétido/Descompuesto	4	6	7	8	4	29
Gas/Gas a carbón		2	1			3
Amoniaco/Pipi	1	1	1			3
Fruta descompuesta/podrida/Desecho orgánico	1		1		1	3
Raro/Mezcla rara/Muchas cosas/Diferentes notas	1		1	1	1	4
Quema de pastos/Humo de incendio					2	2
Total general	19	50	29	19	15	132

Ahora bien, lo anterior implica para el presente caso una recodificación más bien conservadora ya que es difícil diferenciar claramente otras posibles fuentes de olor, tales como la industria de aceite de olivo con su cancha de compostaje/lombricultura o los sistema de tratamiento y disposición de aguas servidas existentes. De este modo, se recodificaron las variables de solamente ocho encuestas (número 79 de Camarico; 168 de El Umbral; 21, 28, 137 y 143 de Los Robles; y 187 y 192 del Blanco). Este valor es relativamente bajo, pero obedece a una fuente cuyos olores no son simples de describir. La recodificación usualmente es mayor en zonas con bajo impacto odorífico, donde prevalecen fuentes locales (ej. heces de animales domésticos) que no corresponden a la actividad industrial investigada.

En todo caso, los encuestados usualmente identifican la fuente de los olores molestos, tal como se señala en la tabla que sigue. De este modo, el 90% identifica el CTR como fuente principal de los olores. Los sistemas de tratamiento o disposición de aguas servidas no se mencionan, y en Camarico en un número menor se indica la industria de aceite de oliva a la par con el CTR. Mediante las “observaciones” realizadas por los encuestados, además se pueden establecer

antecedentes adicionales a la fuente de olor. En concordancia con lo anterior, usualmente se menciona el CTR como responsable de los impactos odoríficos.

Tabla N°11:
Frecuencia de calidades de olores percibidos en las zonas de encuesta

Fuente: Elaboración propia

Tipo de fuente	Alto de Camarico	Camarico	El Umbral	Escudo de Chile	Los Robles	Cumpeo (Blanco)	Total
Tránsito vehicular	0	0	0	0	0	1	1
Industria	0	0	0	0	0	0	0
Agricultura	0	0	0	0	0	1	1
Alcantarillado/aguas servidas	0	0	0	0	0	0	0
CTR	11	33	21	17	7	0	89
CRT e Industria de aceite oliva	0	3	0	0	0	0	3
Otros	0	1	1	0	3	0	5
Total general	11	37	22	17	10	2	99

4.2 Características socio-demográficas de la muestra

Con las indicaciones demográficas (consultas K 24 hasta K 27 del cuestionario) se pueden realizar comprobaciones, por ejemplo, de aspectos de representatividad de la muestra y comparabilidad de zonas de encuestas, como también de factores importantes de influencia sobre molestia de olores.

Tal como se observa en la tabla que sigue, en la mayoría de los casos, se trata de personas que viven hace más de 30 años en el sector, en su casa propia (nueve de diez familias). Lo anterior a excepción de Villa El Umbral y la zona de control que son poblaciones más recientes. Las personas encuestadas en promedio viven desde hace 16 años en su vivienda y por lo tanto conocen bien las condiciones locales y su evolución en el tiempo. La utilización de los espacios exteriores se mantiene alta en general. En promedio, las personas entrevistadas tienen 52 años, pero en las poblaciones más recientes son levemente más jóvenes. Dos tercios de las personas objetivo entrevistadas son mujeres, solamente un tercio hombres. Asociado a lo mismo, se observa que las personas entrevistadas generalmente no trabajan fuera de la casa, sino la dejan en promedio 3,6 horas al día para diferentes diligencias. Esta última cifra es relativamente constante en todas las zonas de encuesta. También, en promedio habitan 3,6 personas las viviendas encuestadas, la mayoría mayores de edad, con un número más bien reducido de niños y jóvenes menores a 18 años. En relación a la escolaridad se tiene una baja tasa de estudios universitarios y/o técnicos en las personas mayores, donde prevalecen estudios primarios o secundarios (a menudo incompletos).

Tabla N°12:
Características socio-demográficas de la muestra (N=128)

Nota: Valores promedio se indican con su desviación estándar

Fuente: Elaboración propia

Característica	Alto de Camarico	Camarico	El Umbral	Escudo de Chile	Los Robles	Cumpeo (Blanco)	Total
Años que habita vivienda	29 +/- 24	16 +/- 12	6 +/- 1	19 +/- 18	16 +/- 15	11 +/- 5	16 +/- 14
Años que vive en sector	32 +/- 24	33 +/- 22	34 +/- 19	24 +/- 22	30 +/- 27	26 +/- 14	31 +/- 21
Casa propia	82%	83%	83%	100%	88%	94%	87%
Utilizan exteriores	91%	98%	100%	83%	88%	100%	97%
Horas fuera de la casa	2,3 +/- 3,0	3,6 +/- 4,4	3,1 +/- 4,7	3,6 +/- 4,2	3,8 +/- 4,5	4,5 +/- 5,7	3,6 +/- 4,5
Promedio edad	54 +/- 16	54 +/- 16	47 +/- 18	49 +/- 15	54 +/- 13	45 +/- 13	52 +/- 16
Mujeres encuestadas	55%	71%	65%	78%	59%	83%	67%
Personas por vivienda	3,7	3,5	3,6	3,4	3,8	3,8	3,6

4.3 Evaluación de aspectos de molestia

4.3.1 Olores

En las dos tablas que siguen se representan las respuestas respecto a la fuente mayoritaria/causante mayoritario (K 20) en la escala termométrica (K 18) y de aceptabilidad (K 19) para toda la muestra y por separado para las zonas de encuestas.

Tal como se ha indicado anteriormente, en Camarico, Camarico alto, El Umbral y Escudo de Chile, más del 80% menciona el CTR como fuente principal de los olores. Siendo el porcentaje de los que no perciben olores significativamente más alto en Camarico que en las demás zonas. En Los Robles, el porcentaje de encuestados que indican el CTR como fuente principal de los olores disminuye considerablemente a un 40% aproximadamente. En Cumpeo, la zona de control, ya no se perciben olores del CTR.

Tabla N°13a:
Percepción de olores
en las zonas de
encuesta

Fuente: Elaboración
propia

Tipo de fuente	Alto de Camarico (n=11)	Camarico (n=41)	El Umbral (n=23)	Escudo de Chile (n=18)	Los Robles (n=17)	Cumpeo (Blanco) (n=18)	Total (N=128)
No perciben	0	6 (15%)	1 (4%)	1 (6%)	7 (41%)	16 (89%)	31 (24%)
Tránsito vehicular	0	0	0	0	0	1 (6%)	1 (1%)
Industria	0	0	0	0	0	0	0
Agricultura	0	0	0	0	0	1 (6%)	1 (1%)
Alcantarillado/ aguas servidas	0	0	0	0	0	0	0
CTR	11 (100%)	32 (78%)	21 (91%)	17 (94%)	7 (41%)	0	89 (70%)
CTR e Industria de aceite oliva	0	2 (5%)	0	0	0	0	3 (2%)
Otros	0	1 (2%)	1 (4%)	0	3 (18%)	0	5 (4%)

Se comprueba que la magnitud de molestia en las zonas de encuesta es significativamente mayor que en la zona de control. Lo anterior mediante comprobación de las diferencias de molestia en la escala termodinámica (K 18) mediante un test-t, cuyo resultado es $t_{PA} \leq 0,05$, es decir el resultado es altamente significativo. Teniendo en cuenta que un test-t requiere de aproximadamente unas 30 entrevistas, se está cumpliendo su criterio de aplicabilidad.

Se identifica claramente la fuente de las molestias. En la zona de encuesta, el 80% de la población objetivo asocia los olores molestos con el CTR. Un número similar de encuestados son inaceptablemente molestos (75% responde a la pregunta K19 que los olores “no son aceptables”), aunque el nivel de intensamente molestos (valores 7 a 10 en escala termométrica, pregunta K18) es levemente inferior a esta cifra.

Se observa que el valor promedio de la escala termométrica es un buen indicador también para el desempeño del porcentaje de inaceptablemente molestos. Los niveles de ambos indicadores son más altos en Camarico alto, similares en El Umbral y Escudo de Chile y significativamente más bajos en Camarico. Ahora bien, las diferencias en el promedio de valores de molestias por olores medido en la escala termométrica para estas cuatro zonas en particular, con excepción de Camarico alto, son inferiores al criterio $d=0,7$, por lo cual las diferencias entre Camarico, El Umbral y Escudo de Chile no son significativas. El valor promedio para Los Robles indicaría ninguna o pocas molestias, sin embargo, un tercio de los encuestados se definen como inaceptablemente molestos. Aun así, las diferencias son altamente significativas frente a las demás zonas.

Tabla N°13b:
Molestia de olores y tolerabilidad en las zonas de encuesta

Notas:
PA: Promedio aritmético
SD: Desviación estándar
Q: Rango intercuartil
Mín.: Mínimo
Máx.: Máximo
n/a: Cálculo no aplica

Indicador	Alto de Camarico (n=11)	Camarico (n=41)	El Umbral (n=23)	Escudo de Chile (n=18)	Los Robles (n=17)	Total Zona encuesta (n=110)	Cumpeo (Blanco) (n=18)	Total (N=128)
PA +/-SD	8,1 +/- 1,9	6,6 +/- 3,7	7,2 +/- 3,3	7,1 +/- 3,0	2,4 +/- 3,2	6,3 +/- 3,7	0,0 +/- 0,0	5,4 +/- 4,1
Min / Máx	5 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 9	0 / 10	0 / 0	0 / 10
Mediana +/- Q	8,0 +/- 4,0	8,0 +/- 6,0	8,0 +/- 6,0	8,0 +/- 5,3	0,0 +/- 5,0	8,0 +/- 6,0	0,0 +/- 0,0	7,0 +/- 9,8
Intensamente molestos	8	27	16	12	2	65	0	65
% intensamente molestos	73%	66%	70%	67%	12%	59%	0%	27%
Inaceptablemente molestos	11	30	20	15	6	82	0	82
% inaceptablemente molestos	100%	73%	87%	83%	35%	75%	0%	34%
tPA	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0034	0,0000	n/a	n/a

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Ruido

Ahora, se presenta el mismo análisis por ruido, donde en la tabla que sigue se representan las respuestas respecto a la fuente mayoritaria/causante mayoritario (K 13) en la escala termométrica (K 14) y de aceptabilidad (K 15) para toda la muestra y por separado para las zonas de encuestas.

Las fuentes de ruidos principales corresponden a tránsito vehicular y otros. Estos últimos en su gran mayoría son ruidos generados por vecinos. Se puede observar que estos dependen directamente de la densidad poblacional. Los ruidos por tránsito vehicular son más frecuentemente nombrados a mayor cercanía a los caminos públicos.

Tabla N°14a:
Percepción de ruidos en las zonas de encuesta

Fuente: Elaboración propia

Tipo de fuente	Alto de Camarico (n=11)	Camarico (n=41)	El Umbral (n=23)	Escudo de Chile (n=18)	Los Robles (n=17)	Cumpeo (Blanco) (n=18)	Total (N=128)
No perciben	2 (18%)	27 (66%)	7 (30%)	0	2 (12%)	17 (94%)	55 (43%)
Tránsito vehicular	9 (82%)	8 (20%)	6 (26%)	17 (94%)	12 (71%)	1 (6%)	53 (41%)
Industria	0	0	2 (9%)	0	0	0	2 (2%)
Agricultura	0	0	0	0	0	0	0
Alcantarillado/aguas servidas	0	0	0	0	0	0	0
CTR	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	6 (14%)	8 (35%)	1 (6%)	3 (18%)	0	18 (14%)

Se comprueba que la magnitud de molestia en las zonas de encuesta es significativamente mayor que en la zona de control. Lo anterior mediante comprobación de las diferencias de molestia en la escala termodinámica (K 18) mediante un test-t, cuyo resultado es $tPA < 0,05$, es decir el resultado es altamente significativo.

Asimismo, las diferencias en el promedio de valores de molestia por ruido medido en la escala termométrica para todas las zonas son superiores al criterio $d=0,7$, por lo cual las diferencias entre todas las zonas son significativas.

Se identifica claramente la fuente de molestia, que usualmente es el tránsito vehicular o bien los ruidos emitidos por los vecinos. Ahora, el porcentaje de intensamente molestos e inaceptablemente molestos varía significativamente entre las diferentes zonas, siendo los niveles más altos en Camarico Alto, Escudo de Chile y Los Robles. En Camarico se encuestaron zonas más bien alejadas de la Ruta 5 Sur, por lo cual la influencia de la Panamericana no es muy relevante.

Tabla N°14b:

Molestia de ruidos y tolerabilidad en las zonas de encuesta

Notas:

PA: Promedio

aritmético

SD: Desviación

estándar

Q: Rango intercuartil

Mín.: Mínimo

Máx.: Máximo

n/a: Cálculo no aplica

Indicador	Alto de Camarico (n=11)	Camarico (n=41)	El Umbral (n=23)	Escudo de Chile (n=18)	Los Robles (n=17)	Total Zona encuesta (n=110)	Cumpeo (Blanco) (n=18)	Total (N=128)
PA +/-SD	5,7 +/- 3,8	2,2 +/- 3,2	3,8 +/- 3,1	6,9 +/- 2,5	5,4 +/- 3,4	4,1 +/- 3,6	0,3 +/- 1,2	3,6 +/- 3,6
Min / Máx	0 / 10	0 / 10	0 / 10	2 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 5	0 / 10
Mediana +/- Q	5,0 +/- 7,0	0,0 +/- 4,5	4,0 +/- 7,0	7,5 +/- 3,8	6,0 +/- 6,0	4,0 +/- 7,0	0,0 +/- 0,0	3,0 +/- 7,0
Intensamente molestos	5	7	6	11	8	37	0	37
% intensamente molestos	45%	17%	26%	61%	47%	34%	0%	16%
Inaceptablemente molestos	8	5	9	8	9	39	1	40
% inaceptablemente molestos	73%	12%	39%	44%	53%	35%	6%	17%
tPA	0,0003	0,0009	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	n/a	n/a

Fuente: Elaboración propia

4.4 Disminución del efecto de la molestia con el aumento de la distancia

Se puede comprobar una disminución del efecto de la molestia con el aumento de la distancia de la fuente de olores, en este caso el CTR. No obstante de lo anterior, más allá de la distancia, también influye la ubicación de la zona de encuesta con la dirección predominante del viento.

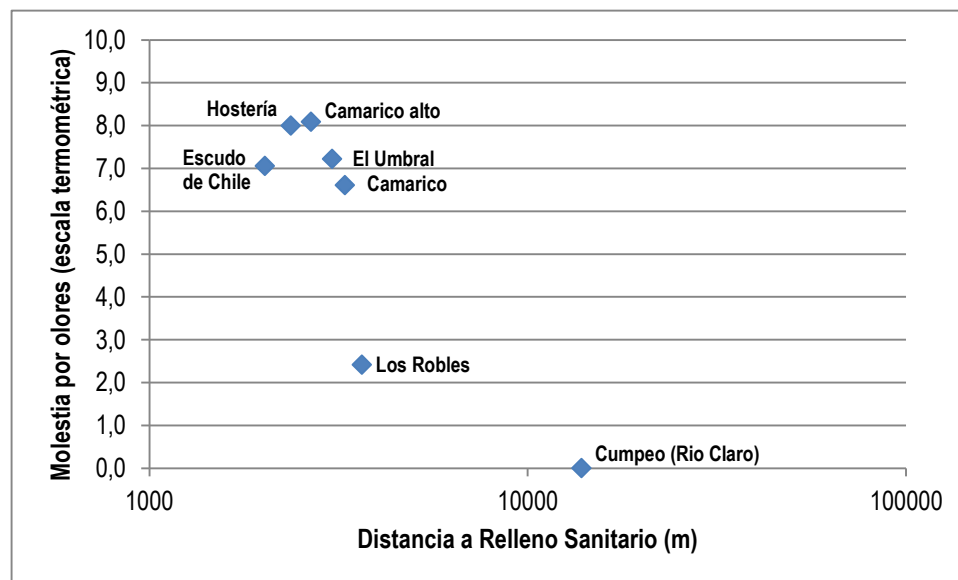
Figura N°3:

Disminución del efecto de molestia por olores con el aumento de la distancia

Nota: Se visualizan distancias promedio y molestia promedio (valor del indicador PA de la tabla 13a) para las siete zonas

Punto de referencia para el CTR: E: 282500 m, N: 6101500 m, Coordenadas referidas al Datum WGS 84

Fuente: Elaboración propia



4.5 Curvas de exposición – Efecto para la relación entre impacto de olor y molestia

En el presente capítulo se intentará establecer una relación entre el impacto de olor y la molestia en las zonas de encuesta. En el caso de estudio, se puede establecer esta relación, porque el modelo de dispersión exploratorio presentado en la tramitación ambiental (ver también el capítulo introductorio del informe en mano), evidencia una exposición, aunque poco significativa para las zonas de encuesta.

Ahora bien, los antecedentes disponibles se refieren a una modelación realizada en el año 2014 de una posible situación futura y una medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles realizada durante los años 2015-2016.

Ambos estudios no necesariamente representan la situación actual del año 2020 al momento de realizar la medición de la molestia por olores mediante encuestas.

En todo caso, a continuación se establecerá en primer lugar una comparación de ambos estudios previos, para posteriormente realizar la relación entre el impacto de olor y la molestia en las zonas de encuesta.

4.5.1 Comparación de la modelación de la dispersión de olores y de la frecuencia de impacto de olores

Para poder realizar dicha comparación, en primer lugar se requiere de una adecuación de los resultados de la modelación de tal modo de que sean comparables con las frecuencias de impacto de olores, expresado por la frecuencia de horas de olor.

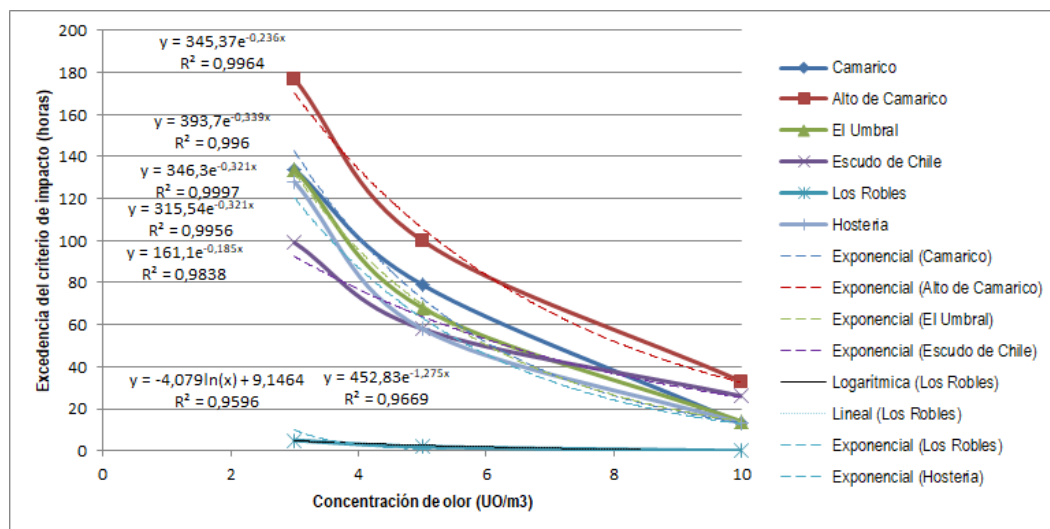
La modelación entrega la frecuencia de excedencia de las concentraciones de 3, 5 y 10 UO/m³. A partir de estos resultados se realiza una extrapolación para las concentraciones de 1 UO/m³ y 0,25 UO/m³. En primer lugar hay que recordar que el área de influencia está definida como “área o espacio geográfico comprendido dentro de la isodora 1 UO/m³ y percentil 98” (SEA, 2017). En segundo lugar, la normativa alemana admite un 10% de horas de olor para zonas residenciales y un 15% de horas de olor para zonas industriales. Ahora, la hora de olor se determina fácilmente mediante inspecciones de campo. Al momento de modelar sin embargo, no basta con implementar un criterio de impacto de 1 UO/m³, sino el modelo alemán castiga las concentraciones promedio de una hora con un factor peak-to-mean de 4, por lo cual el valor modelado para un promedio horario corresponde a 0,25 UO/m³. De este modo, los resultados de la modelación de la dispersión de olores pueda ser verificada en terreno mediante una inspección de campo, tal como se describe en la metodología VDI 3940 “Medición del Impacto de Olor vía Mediciones en Terreno” (1993), la cual se homologó en Chile mediante la NCh3533/1:2017.

En la figura que sigue se grafican los valores de excedencia del criterio de impacto para los receptores discretos modelados Camarico, Camarico alto, El Umbral, Escudo de Chile, Los Robles y la Hostería (comparar con los valores de la tabla N°2). Adicionalmente se agregaron las líneas de tendencia. En los cinco casos una regresión exponencial entrega mejores resultados, con valores r² cercanos a 1,0, lo que indica una buena calidad de la fórmula de regresión. Ahora bien, en el caso de Los Robles también una regresión logarítmica presenta un coeficiente de correlación de similar calidad.

Figura N°4:

Determinación de las curvas de regresión para la determinación las horas de excedencia de diferentes criterios de calidad

Fuente: Elaboración propia



En la siguiente figura se agregan a los valores modelados de las horas de excedencia de las concentraciones de 3, 5 y 10 UO/m³ los valores extrapolados a partir de las fórmulas de regresión para las concentraciones de 1 UO/m³ y 0,25 UO/m³.

La diferencia entre las figuras N°5a y N°5b solamente consiste en la curva para Los Robles, donde se observa un comportamiento un poco agresivo para la extrapolación mediante regresión exponencial. Aun así, se mantendrá dicha regresión para los análisis.

Figura N°5a:

Horas de excedencia de diferentes criterios de calidad (modelados y determinados mediante extrapolación)

Nota: Los Robles con regresión exponencial

Fuente: Elaboración propia

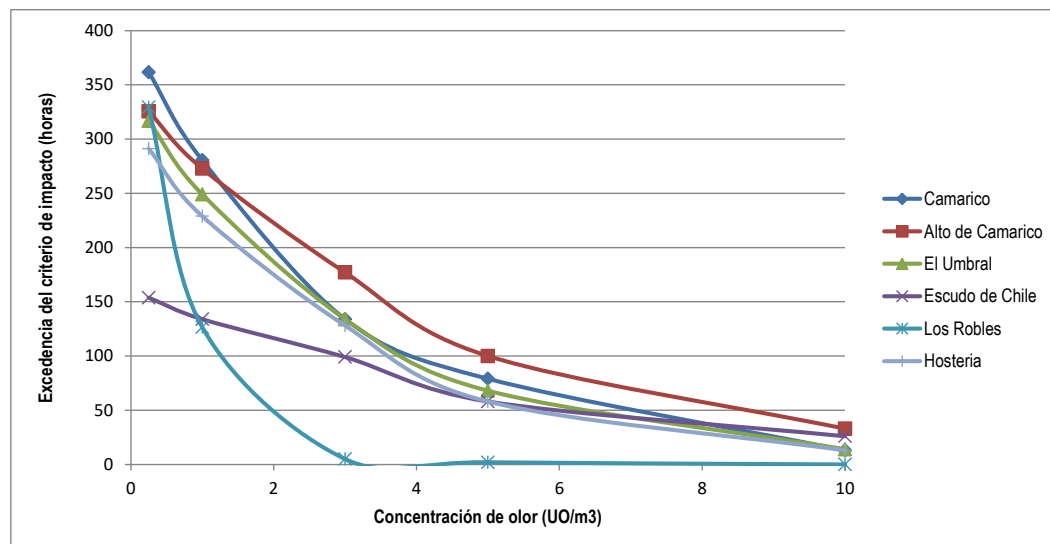
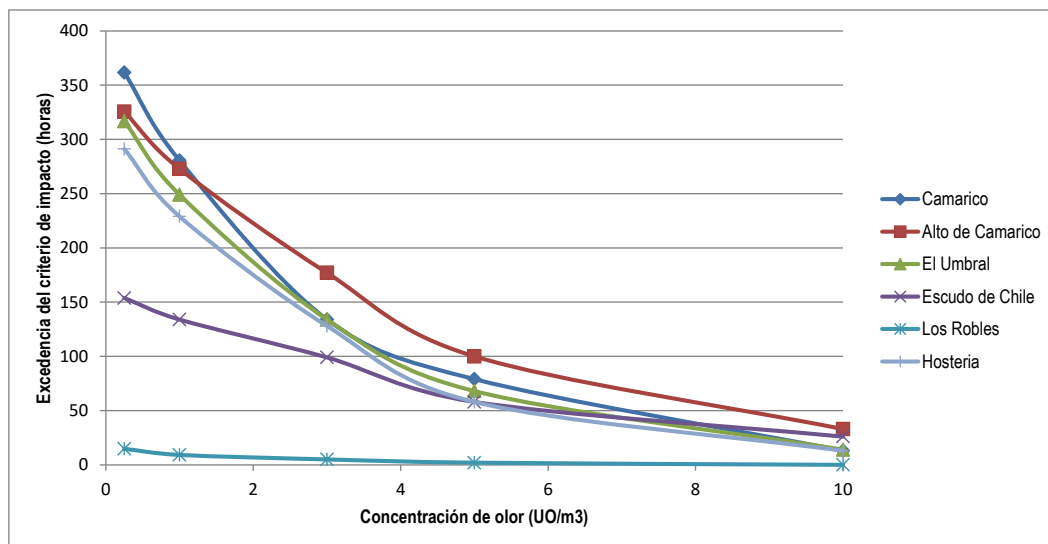


Figura N°5b:
Horas de excedencia de diferentes criterios de calidad (modelados y determinados mediante extrapolación)

Nota: Los Robles con regresión logarítmica

Fuente: Elaboración propia



Ahora, con las ecuaciones obtenidas, se puede calcular el percentil de cumplimiento de 1 UO/m³, lo que permite determinar si un receptor se encuentra en el área de influencia o no. Además la frecuencia de horas de olor calculada permite comparar las frecuencias de impacto de olores determinadas en terreno. Dicha comparación se realiza en la tabla que sigue.

Tabla N°15:
Molestia de ruidos y tolerabilidad en las zonas de encuesta

Notas:

* Promedio de dos celdas

** Promedio de tres celdas

Fuente: Elaboración propia

Criterio	Alto de Camarico	Camarico	El Umbral	Escudo de Chile	Los Robles	Hosteria
Excedencia 10 UO/m³ (horas)	33	13	14	26	0	13
Excedencia 5 UO/m³ (horas)	100	79	68	58	2	58
Excedencia 3 UO/m³ (horas)	177	134	134	99	5	128
Excedencia 1 UO/m³ (horas)	273	281	249	134	127	229
Excedencia 0,25 UO/m³ (horas)	326	362	317	154	329	291
Percentil de cumplimiento de 1 UO/m³	96,9	96,8	97,2	98,5	98,6	97,4
Dentro del área de influencia	Si	Si	Si	No	No	Si
Frecuencia de horas de olor calculadas	3,7%	4,1%	3,6%	1,8%	3,8%	3,3%
Frecuencia de horas de olor (terreno)	2,5%*	2,7%**	4%	1%	2%	2%

En primer lugar, se observa una correlación adecuada de la magnitud de las frecuencias de horas de olor determinadas mediante inspecciones de campo durante un año en 2015-2016 (ECOTEC, 2016) con las frecuencias de horas de olor calculadas a partir de una extrapolación de los resultados de la modelación de la dispersión de olores realizada en 2014 para la situación futura.

La diferencia mayor se presenta para el receptor Los Robles, pero tal como se ha indicado, la función resultante de la regresión tiene una forma poco realista, por lo cual la frecuencia real probablemente es inferior al valor calculado con la fórmula exponencial.

4.5.2 Relación entre impacto de olor y molestia

El supuesto principal del modelo es que el número en la escala termométrica es directamente proporcional al grado de molestia individual. Esto asume que la persona objetivo de la encuesta describe en forma retrospectiva el grado de molestia en base a experiencias integradas en el tiempo. De forma simple, la relación entre la concentración de olor y la molestia individual de olores se puede describir por la siguiente ecuación:

$$A = c * \log(c_{od}) + e$$

en que:

A : molestia percibida por el individuo;

C : una constante

$\log(c_{od})$: logaritmo de la concentración de olor;

e : término de error

Esta suposición implica que la molestia percibida por el individuo, prescindiendo de la influencia interferente del término de error, es una función lineal del logaritmo de la concentración de sustancias odoríficas.

La experiencia internacional indica que más que la intensidad o concentración de los olores es la frecuencia y duración de los eventos odoríficos que influyen en el desarrollo de molestias. Por lo tanto, usualmente la fórmula anterior se reformula utilizando el concepto de frecuencia de olor en porcentaje de horas de olor

$$A = c * \log(p_{od}) + e$$

en que:

A : molestia percibida por el individuo;

C : una constante

$\log(p_{od})$: logaritmo de la frecuencia de olor en porcentaje de horas de olor;

e : término de error

La descripción de este análisis en la NCh3387:2015 no es tan detallada como en VDI 3883 (parte 1), probablemente porque se solicita una evaluación del impacto de olor en términos de horas de olor. El concepto de “hora de olor” es bien conocido a nivel internacional, pero los modelos de dispersión utilizados en Chile no son los modelos regulatorios de Alemania, por lo cual probablemente se prescindió incluir este análisis en la norma chilena. Finalmente, el concepto de “horas de olor” fue formalmente introducido en Chile mediante la serie de normas NCh3533, que son del año 2017 y por lo tanto posteriores a la NCh3387:2015.

La norma alemana sugiere la utilización de una regresión lineal múltiple o bien logarítmica, razón por la cual a continuación se discuten los resultados de la regresión logarítmica y de una regresión lineal simple.

Base de los análisis son las horas de excedencia del criterio de impacto (3 UO/m^3) modeladas para la situación proyectada (ODOTECH, 2014). Además, para dar cumplimiento a la ecuación descrita anteriormente, las frecuencias de horas de olor extrapoladas (ver capítulo anterior) a partir de los resultados del estudio ODOTTECH (2014).

Se puede observar en las figuras que siguen, que la regresión logarítmica presenta una mejor calidad, en ambos casos. La regresión lineal simple es muy débil, ya que no permite extrapolar a frecuencias de horas de olor, sin exceder los rangos de la escala termométrica.

Tal como se puede observar en ambas figuras, la fórmula resultante presenta una pendiente muy alta y valores de molestia elevadas incluso para el caso de una frecuencia de horas de olor muy baja (<1%) o para pocas horas (<10) de excedencia del criterio de impacto. No obstante, la curva es más atenuada al utilizar la frecuencia de horas de olor, tal como sugiere la NCh3387:2015, además de presentar un mejor coeficiente de correlación.

Figura N°6a:

Relación entre impacto de olor y molestia.
Criterio excedencia del criterio de impacto de 3 UO/m³.

Fuente: Elaboración propia

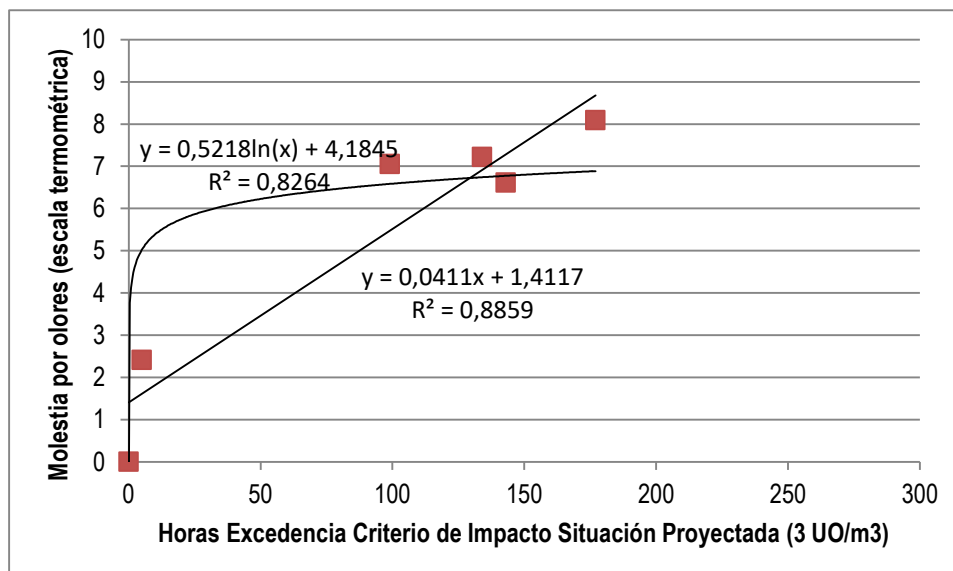
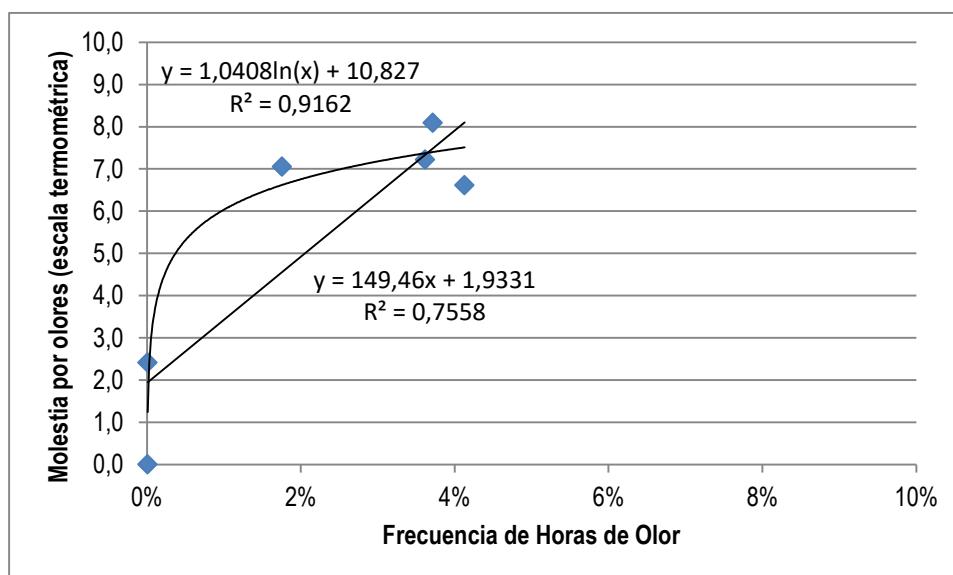


Figura N°6b:

Relación entre impacto de olor y molestia.
Criterio horas de olor.

Fuente: Elaboración propia



4.6 Clasificación de la situación de molestia bajo el aspecto de la gravedad

Además de la observación de los valores medios de molestia, también se puede someter a una interpretación a aquellos “muy fuertemente molestos”. Aquí se debe comprobar si en las zonas de encuesta se encuentran más del 10% “muy fuertemente molestos”, esto es, indican un valor de “7” o más en la escala termométrica. En la misma forma se observa la parte de molestos en forma “inaceptable”.

Tal como se ha señalado precedentemente (tabla N°13b), la tasa de los intensamente molestos en Camarico, Camarico alto, El Umbral y Escudo de Chile es relativamente similar, entre un 66% y un 73%, bajando a un 12% en Los Robles. No obstante de lo anterior, la tasa de inaceptablemente

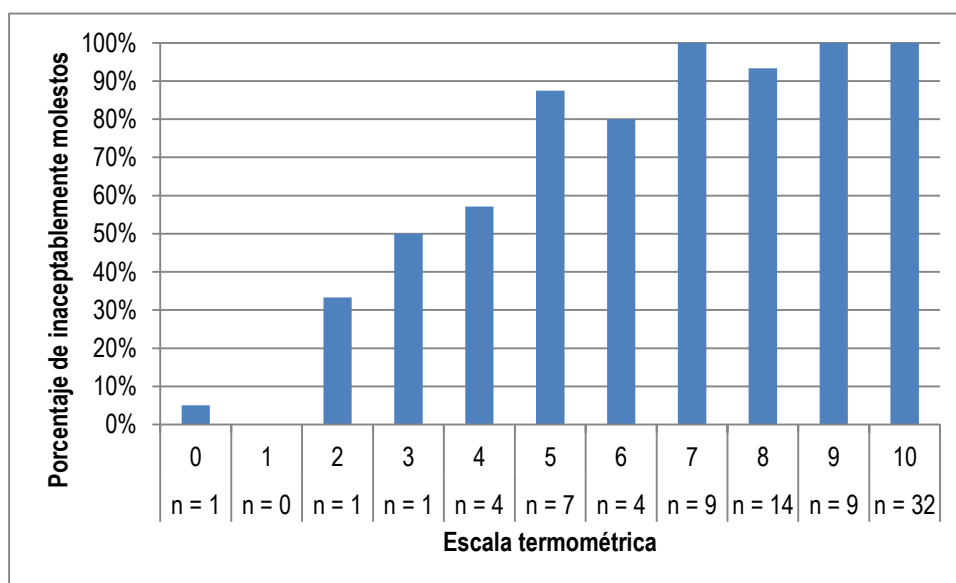
molestos, varía de manera considerable, entre un 35% en Los Robles, a un 73% en Camarico, pasando por un 83% y 87% en El Umbral y Escudo de Chile hasta un 100% en Camarico Alto.

En la figura que sigue se indica el Porcentaje de personas que perciben el olor del CTR y se sienten molestos en forma "inaceptable" en dependencia de lo indicado en la escala termométrica. Se observan claramente dos cosas: Los fuertemente molestos (escala termométrica de 7 a 10), prácticamente son inaceptablemente molestos también. Ya a partir de un nivel moderado de "5" en la escala termométrica, los inaceptablemente molestos sobrepasan el 80%. Son pocas las personas que presentan una molestia de "4" o inferior, pero aun así, los inaceptablemente molestos representan entre un tercio a poco más de la mitad de ese grupo.

Por lo tanto, y comparando este figura con los valores referenciales de la figura N°7 de la NCh3387:2015, se puede deducir un alto nivel de intolerabilidad en la zona de estudio.

Figura N°7:
Porcentaje de personas que perciben el olor del CTR y se sienten molestos en forma "inaceptable" en dependencia de lo indicado en la escala termométrica

Fuente: Elaboración propia



4.7 Interpretación de los factores de influencia

Se puede observar que las molestias por ruidos (tabla N°14 b) en comparación con Camarico (12% de inaceptablemente molestos) son significativamente más altas en Camarico alto (73%), El Umbral (39%) y Escudo de Chile (44%), lo que podría indicar que el estresor ambiental ruido puede eventualmente incrementar como factor de influencia las respuestas de la percepción de olores.

Dado que solamente se utilizó el módulo K de preguntas centrales del cuestionario estándar de la NCh3387:2015, no se pueden indagar otros factores de influencia tales como la preocupación por el medio ambiente, enfermedades o estado de salud emocional de las personas encuestadas.

5 Discusiones

En el presente capítulo se realiza una discusión de los resultados de la aplicación de la encuesta, agregando algunos antecedentes que fueron levantados de manera no estructurada a partir de observaciones complementarias de las personas encuestadas.

Frecuencia de la ocurrencia de eventos odoríficos

Tal como se ha indicado en el capítulo anterior, el principal supuesto del modelo se refiere a la frecuencia de olor como medida de exposición. Se cuenta con dos antecedentes que en el pasado determinaron dicha exposición. Por un lado la modelación de la dispersión de olores realizada por el titular para proyectar la situación futura (ODOTECH, 2014) y la comprobación de la exposición en terreno mediante una inspección en campo durante los años 2015-2016 (ECOTEC, 2016). Tal como se ha calculado en el capítulo anterior, se estima que ambas evaluaciones llegan a resultados similares, en donde se evidencia una frecuencia de olor en términos de horas de olor usualmente por debajo 4%. Esta frecuencia está por debajo del límite normativo de exposición (10%) utilizado en Alemania.

Los testimonios de las personas encuestadas sobre la frecuencia de olor son los que se indican en la tabla siguiente. Se observa que las personas generalmente indican percibir los olores varias veces por semana. Cabe señalar que se optó por registrar estos testimonios no estructurados y no previstos en el cuestionario estándar de la NCh3387:2015 luego de observar niveles de molestia elevados durante el primer día de aplicación de la encuesta, razón por la cual se tienen pocos registros para la zona de encuesta Camarico, donde se empezaron los trabajos en terreno.

Tabla N°16:
Percepción de los encuestados sobre la frecuencia de los olores

Fuente: Elaboración propia

Frecuencia	Alto de Camarico	Camarico	El Umbral	Escudo de Chile	Los Robles
Todos los días	2 de 7		3 de 13	2 de 6	1 de 6
Varias veces por semana	3 de 7	1 de 3	6 de 13	2 de 6	
Una vez por semana	1 de 7	1 de 3	1 de 13	2 de 6	1 de 6
Una vez por mes			1 de 13		2 de 6
Menos de una vez por mes		1 de 3	1 de 13		
Nunca			1 de 13		2 de 6
No indica claramente	1 de 7				

43 personas indicaron el horario de eventos de olor. 15 indican que son en las mañanas, a primera hora del día (mañana), diez dicen que son de noche. Once personas sienten olores en las noches y en las mañanas. Un horario en la tarde mencionan seis encuestados y uno solo indica que los eventos pueden ocurrir en todo horario. Estas observaciones son congruentes ya que usualmente en el atardecer y el amanecer puede haber mayores periodos de calma o de bajas velocidades de viento que complican la dispersión de los olores. Además, estos horarios son los más complicados porque corresponden a tiempos en que la mayor parte de la familia se encuentra en casa, descansando de un día laboral o bien empezando su día.

En relación a la estacionalidad de los eventos de olor, se logró rescatar el testimonio de 25 personas. Poco más de la mitad (56%) indican que son más intensos durante el verano, cinco opinan que son más fuertes en invierno (20%). Para cinco personas, los olores son iguales durante todo el año y una sola persona piensa que son más importantes durante la primavera.

Evaluación del desempeño histórico

Son pocas personas que opinaron sobre el desempeño histórico del CTR. Las opiniones varían desde un rechazo total (por ejemplo de personas que participan activamente en las agrupaciones en contra de Ecomaule) hasta el reconocimiento de la actividad. De 22 encuestados que han emitido opinión sobre una evaluación de más largo plazo, la gran mayoría (16 personas, 73%) indica que la situación de olores ha mejorado en los últimos años. Algunos valoran la llegada del nuevo dueño (empresa VOLTA), la posibilidad de realizar visitas al CTR y la existencia de una línea de contacto directa mediante whatsapp, en donde se pueden reportar eventos de olor. Solamente dos personas opinan que los olores se han mantenido tal cual, y dos personas piensan que la situación va empeorando. También dos personas indican que la situación había sido mejor temporalmente durante la tramitación de una demanda en contra del CTR, pero que ahora los olores volvieron.

Determinación del foco

La determinación de la zona de encuesta no permite claramente determinar el foco, y asignarlo de manera inequívoca al CTR. Si bien probablemente es la fuente más importante en la zona, existen fuentes que puedan contribuir a la situación de inmisión. Los descriptores de olor utilizados son bien generales y puedan ser aplicados también a otras fuentes que existen en la zona, tales como instalaciones de tratamiento y disposición de aguas servidas (El Umbral y Camarico) y una industria de aceite de oliva que realiza actividades de compostaje o lombricultura.

Algunas personas han reportado que el tono hedónico de los olores percibidos han cambiado en los últimos años. Esto podría dar indicios a cambios en la operación del CTR o bien en un aumento de la influencia de otras fuentes de olor de la zona.

Sesgos en la recolección de los datos

Tal como se ha señalado precedentemente, la comunidad de la zona del estudio está bien organizada con grupos vecinales, que en el pasado han presentado reclamos, denuncias y demandas en contra de Ecomaule. Estos grupos se organizan mediante redes sociales y grupos de comunicación que permiten una vía de información rápida para los vecinos. Para evitar posibles sesgos en las respuestas de las entrevistas, se intentó entrevistar al mayor número de personas objetivo posible en un periodo de tiempo corto, de a lo máximo un día por zona de encuesta. Sin perjuicio de lo anterior, se tiene indicios que la realización del estudio y los contenidos de las preguntas fueron compartidos desde temprano del primer día a través de grupos de whatsapp de grupos vecinales, lo que es inevitable y puede haber influenciado las respuestas en algunas entrevistas realizadas. Asimismo, no se excluyeron del análisis de datos aquellas entrevistas, donde las personas claramente señalaron pertenecer y participar activamente en dichos grupos.

Factores de influencia

Si bien la norma NCh3387:2015 describe un método mediante el cual se puede evaluar la presencia y dimensión de molestias de olores directa y objetivamente, según la experiencia, la reacción molesta es influenciada principalmente por los siguientes factores:

- Una sensibilidad general a los olores;
- Preocupación respecto a un daño a la salud por una instalación;
- Estimaciones respecto a la factibilidad de fiscalización por las autoridades;
- Percepción de otros factores molestos, junto a la emisión de olores.

Por este motivo, las investigaciones respecto a molestias relacionadas con olores deben considerar también a otras influencias no olfativas que las refuerzan o mitigan. De aquí se deriva que una medición de la molestia no se puede orientar sólo por las reacciones de algunos afectados, sino que debe primar el principio de reacción de molestia promedio, o que la reacción de los habitantes se evalúe mediante un porcentaje demostrativo de personas que se sienten fuertemente molestas. Los reclamos sobre olores por parte de la población se deben considerar como serios y dan indicios de posibles emisiones dañinas para la salud.

Ahora bien, en relación a efectos sobre la salud, se registraron pocos testimonios. Dos personas indicaron dolores de cabeza, una persona indicó náuseas. Otros indicaron estrategias de afrontamiento, tales como no comer afuera. No obstante, para indagar con mayor profundidad sobre estos factores de influencia se requiere la aplicación del módulo G “Salud”, del módulo C “Estrategia de afrontamiento y cambio de comportamiento” y/o del módulo U “Preocupación medioambiental” del cuestionario estándar. Se tiene un indicio leve de que la percepción del ruido puede influir en la percepción del olor. Paradójicamente, esta influencia no se daría en Camarico, donde se podría estimar el impacto de la Ruta 5 Sur, sino en las zonas más rurales de Camarico alto, Escudo de Chile y Los Robles. En Camarico alto hay un problema de tránsito vehicular en donde existe un bypass clandestino del peaje de Río Claro y al parecer hay muchos vehículos que lo están utilizando. El camino que une El Umbral y Cumpeo (Río Claro) fue asfaltado hace poco tiempo. Los vecinos notan un aumento del tránsito vehicular, sobre todo de vehículos pesados y de la velocidad de tránsito que junto con el ruido los expone a peligros de atropellos. El Umbral en tanto presenta una mayor densidad poblacional y son más frecuentes las molestias por ruidos generados por los propios vecinos. Se logró establecer claramente que las molestias por ruidos en todas las zonas de encuesta del área afectada son significativamente mayores que en la zona de control.

Memoria olfativa

Con los antecedentes disponibles, específicamente los estudios previos indicados, puede ser posible que la comunidad de Camarico y otras zonas aledañas al CTR presenten un llamado “efecto memoria”, que se ha descrito en la literatura internacional también para casos de rellenos sanitarios. Consiste en que, después de situación masiva de impactos y molestias por olores pueden pasar varios años para que la aceptación de la actividad causante de los olores sea restablecida nuevamente. En el presente caso de estudio, la mayoría de las personas opina que la situación del CTR fue insoportable hace un par de años atrás, pero que en la actualidad ha mejorado. No obstante lo anterior, siguen señalando que son víctimas de molestias por olores. Estudios propios han analizado casos similares en Chile (Schleenstein, 2019).

Ahora bien, en el presente estudio no se puede comprobar fehacientemente este efecto de memoria. Para ello se requieren dos cosas: Uno, que la situación de la emisión de olores efectivamente haya mejorado y dos, que habitantes que han vivido en la zona recién después de las mejoras realizadas reportasen que no se sienten olores (o los sienten en menor magnitud). Las personas entrevistadas en su gran mayoría viven desde hace muchos años en el sector y son pocas las personas entrevistadas que son nuevas en la zona. Menos del 10% de las personas encuestadas viven hace menos de tres años en la zona (11 de 131).

Sin perjuicio de lo anterior, una excepción es Los Robles, donde hay indicios efectivos del efecto de memoria. De las 17 encuestas evaluadas, cinco viven en la zona recién del año 2015 en adelante. En este grupo ninguna persona indica molestias por olores asociados al CTR. En cambio, de las 12 personas que viven más de cinco años en el lugar, siete sienten molestias por olores del relleno sanitario.

6 Conclusiones

La aplicación de la encuesta según los procedimientos establecidos en la NCh 3387:2015 ha permitido demostrar la existencia de fuertes molestias por olores en las zonas de seguimiento. Los resultados son estadísticamente significativos en comparación con una zona de control que se sitúa fuera del área de influencia del CTR. La gran mayoría identifica a Ecomaula como fuente de olores. Otras posibles fuentes, cuyas magnitudes de emisión son desconocidas, prácticamente no son identificadas por las personas entrevistadas.

El tamaño de la muestra fue suficientemente grande para determinar diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes zonas de estudio. No obstante lo anterior, se tiene como principal sesgo eventual una alta coordinación de los habitantes de la zona de estudio en asociaciones en contra del CTR. No fue posible en el marco del estudio determinar la cantidad de personas que adhieren o pertenecen a este grupo de personas. Tampoco hay claridad si su tamaño influye sobre la representatividad de la encuesta.

Tomando como base estudios previos, que tienen una antigüedad de entre cuatro y seis años, se supone un impacto odorífico real relativamente bajo. Sin embargo, se determinó una alta tasa de intolerabilidad frente a los impactos reales de olor. Además los encuestados reportan frecuencias de eventos de olor por sobre los resultados de la modelación y también por sobre los resultados de las inspecciones en campo realizados hace un par de años atrás, en 2015/2016. Se sabe que se pueden presentar situaciones en las que los habitantes se sientan acosados y en peligro, aun cuando la molestia de olores sea catalogada como poco importante, dado que los niveles de inmisión cumplirían con los criterios de calidad utilizados a nivel internacional. Lo anterior claramente es el caso en la zona de estudio. Dado que se están reportando eventos odoríficos en un determinado horario, se sugiere la realización de nuevos estudios que enfoquen cuidadosamente en dichos horarios, donde las condiciones para la dispersión de olores son adversos. A juicio del consultor para una eventual modelación se deben privilegiar los datos de una eventual estación meteorológica local y representativa por sobre datos meteorológicos obtenidos de bases de datos globales.

Con los antecedentes disponibles, específicamente los estudios previos indicados, puede ser posible que la comunidad de Camarico y otras zonas aledañas al CTR presenten un llamado "efecto memoria", el que se expresa por la alta intolerabilidad y que se ha descrito en la literatura internacional también para casos de rellenos sanitarios. Solamente se logró rescatar indicios de este efecto en una zona de evaluación de menor impacto general, específicamente en Los Robles, con un número reducido de encuestados. Para indagar este efecto sería necesario aumentar la cantidad de personas encuestadas, principalmente en Camarico y Los Robles ya que las demás zonas son más pequeñas. El Umbral no necesariamente calificaría bien para estos fines. Si bien es una villa relativamente reciente, sus habitantes vivieron en la zona por muchos años. Además presenta una mayor densidad poblacional donde se presentan otros factores de influencia, principalmente ruidos.

En relación a los factores de influencia, en una eventual nueva aplicación de la encuesta, se debe considerar ampliar las preguntas por otros módulos para indagar de mejor forma otros factores, tales como una sensibilidad general a los olores y eventuales preocupaciones medioambientales y respecto a daños a la salud.

En términos generales, los vecinos indican que la situación de olores ha mejorado en los últimos años. También se valora una mejor interacción con Ecomaule y la existencia de canales de comunicación en el caso de eventos de olor. Se aconseja seguir con transparencia y los trabajos comunitarios que permitan reducir los recuerdos de una eventual situación masiva de impactos sufrida en el pasado para mejorar la aceptación del CTR a mediano y largo plazo.

La experiencia histórica de casos emblemáticos con conflictos sociales en torno a malos olores demuestra que la ausencia de reclamos sobre olores no es necesariamente un indicador de que no exista una molestia en la comunidad (ECOTEC, 2013), por lo cual se aconseja tomar contacto permanente con los vecinos y sus organizaciones para monitorear sus preocupaciones y estimaciones sobre la actividad empresarial que desarrolla Ecomaule. Esta medida será necesaria hasta que se demuestre que la operación del proyecto no genera impactos odoríficos sobre los receptores residenciales. Se requiere de una gestión de los reclamos normalizada, y para ello se pueden considerar las partes 3 y 4 de la serie VDI 3883. Específicamente se sugiere registrar eventuales quejas y molestias ciudadanas de tal modo que permita establecer la relación entre las operaciones del CTR, las condiciones climáticas y el momento de la recogida del olor por las personas que se sienten afectadas. Se sugiere establecer un procedimiento expedito, conocido, accesible y disponible para toda la comunidad, en el caso de existir necesidad de reportar un episodio de molestia odorífera.

7 Referencias

ODOTECH (2014): Estudio de Impacto de Olores del Centro de Tratamiento de Residuos Ecomaule S.A. Región del Maule. Reporte N°1531_21000 del 25 de Mayo 2014 (Anexo N°1 del Adenda N°3 la DIA “Modificación al sistema de manejo de lodos sanitarios”, ID del expediente: 7934304).

ECOTEC (2013): Antecedentes para la Regulación de Olores en Chile. Informe Final desarrollado a solicitud del Ministerio del Medio Ambiente.

ECOTEC (2016): Servicio de Panel de Olores para Ecomaule. Informe 13 – Julio 2016.

Instituto Nacional de Normalización – INN (2015): Norma Chilena NCh 3387:2015 “Calidad del aire – Evaluación de la molestia por olores – Encuesta”. Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 21 de diciembre de 2015.

Servicio de Evaluación Ambiental – SEA (2017): Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA, vigente mediante Resolución Exenta N°1438 de la Dirección Ejecutiva del SEA de fecha 19 de diciembre de 2017.

Schleenstein, G. (2019): Evaluación de la molestia por olores mediante encuestas repetitivas – Evidencias de un estudio de caso. Conferencia Olores 19, 26-27 de noviembre de 2019. Santiago.

Sucker, K; Müller, F.; Both, R. (2006): Bericht zu Expositions-Wirkungsbeziehungen, Geruchshäufigkeiten, Intensität, Hedonik und Polaritätenprofilen. Materialien Band 73, Essen (Alemania). Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen 2006.

Verein Deutscher Ingenieure – VDI (2016): Guideline VDI 3883 Part 3:2016 “Effects and assessment of odours - Conflict management in air pollution abatement - Fundamentals and application to ambient odour”.

Verein Deutscher Ingenieure – VDI (2017): Guideline VDI 3883 Part 4:2017 “Effects and assessment of odours - Processing odour complaints”.