

**ESTUDIO:
GENERACIÓN DE ANTECEDENTES TÉCNICOS
PARA LA ELABORACIÓN DE LA NORMA DE
EMISIÓN DE OLORES PARA LA CRIANZA
INTENSIVA DE ANIMALES**

Informe Final

Marzo 2019



Solicitante:

SUBSECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

R.U.T.: 61.979.930-5

Dirección: San Martín 73, Santiago

Contacto: Daniela Caimanque F/Jessica Salas. Teléfono: 56-2-2240 5600

E-Mail: dcaimanque@mma.gob.cl/jsalas@mma.gob.cl

Realizado por:

The Synergy Group SpA.

R.U.T.: 96.767.690-K

Dirección: Europa 2066, Santiago, Chile Teléfono: 56-2-2623 1562

Arturo Prat 199. Torre A, oficina 1401. Concepción. Teléfono: 56-41-383 3978

E-Mail: info@tsgenviro.com

Página Web: www.tsgenviro.com

En colaboración con:

Odournet Sl.

C.I.F.: 0B62461157

Dirección: Avenida Corts Catalanes 5 - 7 NAV 3,
Sant Cugat del Valles, 08173, Barcelona, España.

Teléfono: 34-935929048

Página Web: www.odournet.com

Santiago, Marzo 2019.

INDICE

GLOSARIO.....	16
ABREVIACIONES.....	24
ANTECEDENTES GENERALES.....	25
OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	26
RESUMEN EJECUTIVO.....	27
1 CAPÍTULO I: EFECTO DE LOS OLORES EN LA SALUD DE LA PERSONAS.....	34
1.1 Introducción.....	34
1.2 Antecedentes: El sentido del olfato y las percepciones.....	36
1.2.1 Conceptos base y definiciones.....	38
1.2.2 Proceso de formación de olor a queja.....	39
1.2.3 Relación entre la percepción, valoración y malestar por olores.....	42
1.3 Efectos de los olores en la salud de las personas.....	43
1.3.1 Variación de la respuesta olfativa.....	49
1.3.2 Relaciones dosis-respuesta y olores.....	52
1.3.3 Metodología para describir la respuesta o el efecto.....	52
1.3.4 Metodología para describir la exposición.....	54
1.4 Antecedentes internacionales sobre dosis respuesta y olores.....	56
1.4.1 Estudios de dosis-efecto en el establecimiento de criterios de calidad para olores.....	62
1.4.2 Beneficios en la reducción o mitigación de olores en la salud de las personas.....	62
1.5 Olor, sustancia odorífera y otros términos de interés.....	64
1.6 Efectos a la salud por exposición a sustancias odoríferas. Toxicología de los odorantes..	66
1.6.1 Mecanismos mediante los que el olor puede producir efectos de salud.....	67
1.7 Costos por olores: ¿existe un costo ambiental por olores?.....	70
1.7.1 Costos Voluntarios.....	70
1.7.2 Oportunidades perdidas.....	71
1.7.3 Costos de interferencia de Planificación y Desarrollo con la Comunidad.....	72
1.7.4 Costos Comerciales.....	72
1.7.5 Los costos de la pérdida de empleo.....	72
1.7.6 Remediación / Restauración.....	72
1.7.7 Costos por olores.....	73
1.7.8 Costos sociales por impacto odorante y pagados por la empresa.....	77
1.8 Antecedentes nacionales sobre denuncia de olores.....	81
1.8.1 Alcances.....	81
1.8.2 Canalización de las denuncias.....	81
1.8.3 Catastro Denuncias a través de la Superintendencia del Medio Ambiente.....	82
1.9 Sugerencias y recomendaciones.....	100
1.10 Conclusiones.....	101
2 CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR PORCINO.....	103
2.1 Introducción.....	103
2.2 Alcances.....	105
2.2.1 De las fuentes de información y revisión bibliográfica.....	106
2.2.2 Consumo de carnes en Chile.....	110

2.2.3	Tendencia internacional	112
2.2.4	Mercado chileno	112
2.3	Descripción del mercado de la carne de cerdo	114
2.4	Catastro del sector	121
2.4.1	Listado de titulares Sector Porcino.....	122
2.4.2	Listado de Planteles de reproducción y crianza.....	124
2.4.3	Tamaño de los planteles	124
2.5	Localización territorial sector	125
2.5.1	Distribución de planteles de cerdos a nivel país	125
2.5.2	Distribución de planteles de cerdos por región	127
2.5.3	Entorno: Caracterización topográfica y geográfica	140
2.5.3.1	Elevación - RM.....	141
2.5.3.2	Unidad Geomorfológica - RM	142
2.5.3.3	Cuenca Hidrográfica - RM	144
2.5.3.4	Clima - RM	146
2.5.3.5	Zonificación - RM	148
2.5.3.6	Elevación – O'Higgins.....	150
2.5.3.7	Unidad Geomorfológica – O'Higgins	151
2.5.3.8	Cuenca Hidrográfica – O'Higgins.....	153
2.5.3.9	Clima – O'Higgins	155
2.5.3.10	Zonificación – O'Higgins.....	156
2.5.4	Entorno: Localización entre planteles	158
2.5.5	Entorno: Localización de planteles respecto a receptores.....	160
2.6	Conclusiones	165
3	CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AVÍCOLA	166
3.1	Introducción	166
3.2	Alcances	167
3.2.1	Fuentes de información	168
3.3	Descripción del mercado de la carne de ave	170
3.4	Catastro del sector aves.....	173
3.4.1	Listado de titulares Sector Avícola	173
3.4.2	Listado de planteles de reproducción y crianza de aves	173
3.5	Localización territorial sector aves	174
3.5.1	Distribución de planteles de aves a nivel país	175
3.5.2	Distribución de planteles avícolas por región	176
3.5.3	Entorno: Caracterización topográfica y geográfica	182
3.5.3.1	Elevación - Valparaíso	183
3.5.3.2	Unidad Geomorfológica - Valparaíso.....	185
3.5.3.3	Cuenca Hidrográfica - Valparaíso.....	187
3.5.3.4	Clima - Valparaíso	189
3.5.3.5	Zonificación - Valparaíso	191
3.5.3.6	Elevación - RM.....	193
3.5.3.7	Unidad Geomorfológica - RM	196
3.5.3.8	Cuenca Hidrográfica - RM	198

3.5.3.9	Clima - RM	200
3.5.3.10	Zonificación - RM.....	201
3.5.3.11	Elevación – O'Higgins	204
3.5.3.12	Unidad Geomorfológica – O'Higgins	206
3.5.3.13	Cuenca Hidrográfica – O'Higgins	208
3.5.3.14	Clima – O'Higgins.....	210
3.5.3.15	Zonificación – O'Higgins.....	211
3.5.4	Entorno: Localización entre planteles.	213
3.5.5	Entorno: Localización de planteles respecto a receptores.....	216
3.6	Conclusiones	223
4	CAPÍTULO IV: CONTROL Y PREVENCIÓN DE OLORES EN EL SECTOR PORCINO.....	224
4.1	Introducción	224
4.2	Alcances	225
4.3	Caracterización del proceso productivo	226
4.3.1	Esquema de producción - Internacional (Europa).....	226
4.3.2	Esquema de producción - Nacional/*	227
4.4	Control y prevención de olores en el sector - Experiencia nacional e internacional.....	232
4.5	MTD – Experiencias en el sector porcino.....	238
4.6	MTD - Buenas prácticas generales	240
4.6.1	MTD – Buenas prácticas Alojamiento	242
4.6.2	MTD – Etapa Alojamiento / Tratamiento	243
4.6.3	MTD – Etapa Tratamiento de purines	245
4.6.4	MTD – Etapa Disposición.....	252
4.6.5	Rangos de costos sistemas de tratamiento de dos o tres etapas (ej. Lavador de gases más biofiltro).....	253
4.6.6	Costos de otras técnicas evaluadas en Chile	255
4.6.7	Costos de cubrir / confinar espacios	255
4.7	Categorización de MTD en Chile.....	256
4.7.1	MTD Proyectos aprobados SEA.....	257
4.8	Métodos de seguimiento y control de olores.....	260
4.8.1	Metodología de seguimiento y control.....	260
4.8.2	Herramientas comerciales de seguimiento y control operacional.....	262
4.8.2.1	Actividades de seguimiento y control para prevenir conflictos por olores.....	262
4.8.2.2	Manejo de quejas.....	263
4.8.2.3	Herramientas de control operacional.....	263
4.9	Conclusiones	264
5	CAPÍTULO V: MEDIDAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE OLORES EN EL SECTOR AVICOLA	267
5.1	Introducción	267
5.2	Caracterización del proceso productivo avícola nacional e internacional.....	269
5.3	Experiencia nacional e internacional para el control y prevención de olores sector avícola.....	270
5.3.1	MTD - etapa de Alojamiento.....	271

5.3.2	Fichas resúmenes de MTD	274
5.3.2.1	MTD Etapa Alojamiento	274
5.3.2.2	MTD - Etapa de Tratamiento de Guano	281
5.3.2.3	MTD - Etapa Disposición de Guano	284
5.4	Resumen de MTD sector avícola en Chile	286
5.4.1.1	Resumen de costos.	290
5.5	Sugerencias y recomendaciones	294
5.6	Conclusiones	295
6	CAPÍTULO VI – EVALUACIÓN PRÁCTICA DEL IMPACTO DE LAS EMISIONES DE OLOR.....	296
6.1	Introducción	296
6.2	Desarrollo	297
6.2.1	Metodologías	297
6.2.1.1	Trabajo en terreno, laboratorio y modelación.	298
6.2.2	Estudio de Impacto Odorante - Plantel N°1	301
6.2.2.1	Receptores	301
6.2.2.2	Resultados de Emisión de Olor	302
6.2.2.3	Ranking de emisiones.....	303
6.2.2.4	Resultados de Modelación Odorante	306
6.2.2.5	Receptores – Concentración de olor	308
6.2.2.6	Comparación de resultados EIO Plantel N°1 versus Normativa Internacional.....	309
6.2.2.7	Análisis de resultados Plantel N°1	310
6.2.3	Resumen Estudio de Impacto Odorante Plantel N°2	311
6.2.3.1	Selección de receptores	311
6.2.3.2	Resultados de Emisión de Olor	312
6.2.3.3	Tasa de Emisión de Olor total y ranking de emisiones	314
6.2.3.4	Resultados de Modelación Odorante	318
6.2.3.5	Receptores – Concentración de olor	320
6.2.3.6	Comparación de resultados EIO Plantel N°2 versus Normativa Internacional.....	321
6.2.3.7	Análisis de resultados Plantel N°2.....	322
6.3	Recomendaciones – Dificultades	323
6.4	Emisiones de olor - 2010 a 2017 de proyectos con RCA.	327
6.4.1	Proyectos con incorporación de valores límites de olor	328
6.4.2	Proyectos aprobados con RCA	329
6.5	Recopilación internacional de límites de olor en ganadería.....	331
6.5.1	Recopilación, análisis y sistematización bibliografía nacional e internacional.....	332
6.6	Conclusiones	335
7	CAPÍTULO VII: INVENTARIO DE EMISIONES DE OLORES SECTOR PORCINOS	336
7.1	Introducción	336
7.2	Alcances	337
7.3	Recopilación de Factores de Emisión para Olores	337
7.3.1	Factores de Emisión internacionales	337
7.3.2	Factores de Emisión levantados en Chile	344

7.3.2.1 Tasa de Emisión de Olor- Alojamiento / Pabellones	345
7.3.2.2 Factores de emisión - Tratamiento de Purines.....	346
7.3.3 Factores de Emisión Estudios de Impacto Odorante – Plantel de Cerdos N°1 y N°2	347
7.3.3.1 Resumen TEO por cerdo para crianza (edad entre 21 - 180 días).....	350
7.4 Inventario de emisiones de olor.....	351
7.4.1 Emisiones de Olor por Región.....	353
7.4.1.1 Escenario proyectado 1: Reemplazo de lagunas por Planta de Lodos Activados.	354
7.4.1.2 Escenario proyectado 2: Reemplazo de ventilación cortinas por sistema túnel.	355
7.4.1.3 Escenario proyectado 3: Disponer de cobertura flotante sobre lagunas y/o estanques.	356
7.4.1.4 Escenario proyectado 4: MTD Combinadas Escenarios proyectados 1 + 2	357
7.4.2 Emisiones de Olor por tamaño de plantel	358
7.5 Inventario de emisiones de amoniaco.....	359
7.5.1 Inventario de Amoniaco.....	359
7.5.2 Emisiones de amoniaco por Región.....	364
7.6 Conclusiones	365
8 CAPÍTULO VIII: PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE PGO.....	366
8.1 Introducción	366
8.2 Desarrollo de PGO	368
8.2.1 Desarrollo de un Plan de Gestión Odorante (PGO).....	369
8.2.1.1 Contenido mínimo recomendado en un plan de gestión odorante.....	369
8.2.1.2 PGO – Etapa I: Diagnóstico.....	372
8.2.1.3 PGO – Etapa II: Medidas a implementar.....	375
8.2.1.4 PGO – Etapa III: Seguimiento y control– reporte de gestión/mediciones	380
8.2.1.5 PGO – Etapa IV: Plan de contingencia.....	383
8.2.1.6 Apéndices	384
8.3 Conclusiones	391
9 CAPITULO IX: ANTECEDENTES PARA LA PROPUESTA DE NORMA.....	392
9.1 Propuesta de alcance normativo	392
9.2 Propuesta de medidas a incluir	397
9.3 Costos asociados a la regulación.....	402
9.4 Beneficios aplicados a la regulación	403
9.4.1 Experiencia Holandesa.....	403
9.4.2 Calidad Medioambiental	406
9.5 Sugerencias y recomendaciones	408
BIBLIOGRAFÍA.....	409

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 – Casos de estudio Olor y efecto en la salud en las personas Planta de Compostaje	44
Tabla 2 – Casos de estudio Olor y efecto en la salud en las personas Instalaciones Agrícolas.....	45
Tabla 3 – Casos de estudio Olor y efecto en la salud en las personas Instalaciones Ganaderas	46
Tabla 4 – Casos de estudio de olor y efecto en la salud de las personas – Instalaciones ganaderas.....	47
Tabla 5 – Resultados sobre la variación de la respuesta olfativa	49
Tabla 6 – Objetivo de la encuesta STQ y pasos a seguir para su realización.	53
Tabla 7 – Estudios epidemiológicos dosis – efecto.....	56
Tabla 8 – Estudios epidemiológicos dosis – efecto (continuación).	57
Tabla 9 – Estudio dosis-efecto en el sector porcino.....	58
Tabla 10 – OTV de ciertos COV's y mercaptanos.	65
Tabla 11 – Mecanismos de relación olor – Efecto salud.....	68
Tabla 12 – Niveles de exposición de olor asociados a potenciales efectos de salud	69
Tabla 13 – Tipo de costos ambientales.	73
Tabla 14 – Resumen costos por olores	73
Tabla 15 – Catastro de denuncias por olores recepcionadas por SMA.	83
Tabla 16 – Evolución de consumo per cápita por tipo de carne en Chile.	110
Tabla 17 – Evolución de consumo per cápita por tipo de carne en Chile	112
Tabla 18 – Proyección producción cerdo en Chile.....	117
Tabla 19 – Cantidad de cerdos a nivel nacional	120
Tabla 20 – Listado de titulares con plantales cerrados o en proceso de cierre.	123
Tabla 21 – Cantidad de plantales según etapa de producción	124
Tabla 22 – Distribución de plantales de cerdos a nivel país	125
Tabla 23 – Distribución de plantales de cerdos Región de Valparaíso.....	128
Tabla 24 – Distribución de plantales de cerdos Región Metropolitana	130
Tabla 25 – Distribución de plantales de cerdos Región de O'Higgins	132
Tabla 26 – Distribución de plantales de cerdos Región del Maule.....	134
Tabla 27 – Distribución de plantales de cerdos Región del Ñuble.....	136
Tabla 28 – Distribución de plantales de cerdos Región del Biobío.....	137
Tabla 29 – Distribución de plantales de cerdos Región de la Araucanía.....	138
Tabla 30 – Distribución de plantales de cerdos Región de los Lagos.....	139
Tabla 31 – Plantales a menos de 1 Km de distancia – Región Metropolitana	158
Tabla 32 – Plantales a menos de 1Km de distancia – Región de O'Higgins.....	159
Tabla 33 – Plantales a menos de 1 Km de distancia – Región del Maule	159
Tabla 34 – Evolución de consumo per cápita por tipo de carne en Chile.	170
Tabla 35 – Cantidad de aves de carne a nivel nacional.....	171
Tabla 36 – Existencias aves de postura a nivel nacional.....	172
Tabla 37 – Cantidad de plantales según tipo de producción.	173
Tabla 38 – Distribución de plantales de aves a nivel país.	174
Tabla 39 – Zonificación Región de O'Higgins.....	212
Tabla 40 – Plantales a menos de 1 km de distancia entre sí – Región de Valparaíso.....	213
Tabla 41 – Plantales a menos de 1 km de distancia entre sí – Región de Metropolitana.	214
Tabla 42 – Plantales a menos de 1 km de distancia entre sí – Región del Lib. Bo. O'Higgins.	215
Tabla 43 – Censo porcino UE. Cabezas de ganado en diciembre 2017 y porcentaje de ganado	230
Tabla 44 – Rangos de valores umbrales de detección olfativo en purines de cerdo	233
Tabla 45 – Componentes claves del olor asociados con pabellones y purín de cerdo.....	235
Tabla 46 – Eficiencia reducción de olor MTD Pabellones – etapa alojamiento.....	236
Tabla 47 – Eficiencia reducción de olor MTD Lagunas anaeróbicas – etapa tratamiento purines.....	237
Tabla 48 – Costos de referencia sistema combinado.	253
Tabla 49 – Costos técnica Cobertura flotante, rastra y sistema túnel.....	255

Tabla 50 – Resumen Catastro de MTD categorizadas en Buenas Prácticas Operacionales y Tecnologías. .	256
Tabla 51 – Categorización de MTD según proyectos aprobados en el SEA.	258
Tabla 52 – Metodologías de seguimiento aplicadas a la emisión	260
Tabla 53 – Metodologías de seguimiento aplicadas a la inmisión.	261
Tabla 54 – Resumen de planteles con RCA y proyectos En calificación	287
Tabla 55 – Listado y categorización las MTD presentadas en proyectos en sector aves.	288
Tabla 56 – Resumen de cantidad de proyectos con MTD presentadas sector aves.	289
Tabla 57 – Costos, rendimiento esperado y orden de recomendación	290
Tabla 58 – Costos extra asociados a la instalación de un bioscrubber en granjas de aves.....	293
Tabla 59 – Resumen de escenarios modelados plantel N°1	300
Tabla 60 – Normativa Internacional	300
Tabla 61 – Receptores plantel N°1	301
Tabla 62 – Emisión por cerdo por crianza, edad y horario.....	302
Tabla 63 – Emisión por superficie unitaria [m ²], condición operacional y horario.	302
Tabla 64 – Ranking de emisión de olor por área	303
Tabla 65 – Ranking de emisión por etapa	304
Tabla 66 – Resumen concentración máxima en receptores Plantel N°1	308
Tabla 67 – Receptores plantel N°2	311
Tabla 68 – Emisión por cerdo por crianza, edad y horario.....	312
Tabla 69 – Emisión por superficie unitaria [m ²], condición operacional y horario.	312
Tabla 70 – Ranking de emisión de olor por área con zona de riego	314
Tabla 71 – Ranking de emisión de olor por etapa con zona de riego	314
Tabla 72 – Ranking de emisión de olor por área sin zona de riego	315
Tabla 73 – Ranking de emisión de olor por etapa sin zona de riego	315
Tabla 74 – Resumen concentración máxima en receptores Plantel N° 2.	320
Tabla 75 – Listado de proyectos del sector porcino ingresados al SEIA que consideran la variable olor.....	328
Tabla 76 – Proyectos aprobados 2010-2017 y límites de calidad.....	330
Tabla 77 – Valores normativo de impacto por olor en Países Bajos aplicable a ganadería.....	331
Tabla 78 – Marco normativo internacional de impacto por olor en ganadería.	332
Tabla 79 – Factores de emisión por cerdo.....	339
Tabla 80 – Factores de emisión por kilogramo	341
Tabla 81 – Factores de emisión por superficie	342
Tabla 82 – Factor de emisión por año	343
Tabla 83 – Cuadro resumen proyectos Agrícola Súper S.A.	344
Tabla 84 – Resumen TEO Pabellones de cerdo.....	345
Tabla 85 – Valores TEO para distintos procesos en el tratamiento de purines	346
Tabla 86 – Valores resumen de TEO - tratamiento de purines	347
Tabla 87 – Emisión por cerdo, crianza, edad y horario.....	348
Tabla 88 – Emisión por superficie unitaria [m ²], condición operacional y horario	348
Tabla 89 – Emisión por cerdo, crianza, edad y horario.....	349
Tabla 90 – Emisión por superficie unitaria [m ²], condición operacional y horario	349
Tabla 91 – Comparación de TEO	350
Tabla 92 – Aporte porcentual por etapa.....	352
Tabla 93 – TEO Total Plantel Base según región.	353
Tabla 94 – TEO Total Plantel con MTD – Planta de lodos.....	354
Tabla 95 – TEO Total Plantel con MTD – Túnel	355
Tabla 96 – TEO Total plantel con MTD – Cobertura flotante	356
Tabla 97 – TEO total plantel con MTD – Combinadas.....	357
Tabla 98 – Emisiones NH ₃ plantel [ton NH ₃ /año].....	364
Tabla 99 – Niveles de olor	375

Tabla 100 – Objetivos a cumplir como seguimiento y/o control.	380
Tabla 101 – Objetivos, parámetros y alternativas propuestas de seguimiento y control.....	382
Tabla 102 – Alternativas propuestas de metodologías y medición.	389
Tabla 103 – Alternativas propuestas de actividades a cumplir en un PGO.	390
Tabla 104 – Resumen de criterios normativos en ganadería a nivel internacional.	398

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 – Proceso de formación del olor y trayectoria para transformarse en queja	40
Figura 2 – Esquema sobre respuestas de molestia y alteraciones del comportamiento, síntomas emocionales/somáticos y quejas después de la exposición al olor.	41
Figura 3 – Los costos sociales se convierten en costos para la compañía.....	77
Figura 4 – Costos sociales son internalizados por las compañías.....	78
Figura 5 – Países habilitados para importar carne de cerdo de origen chilena.	115
Figura 6 – Distribución de plantales de cerdos a nivel país	126
Figura 7 – Distribución de plantales de cerdos Región de Valparaíso.....	127
Figura 8 – Distribución de plantales de cerdos Región Metropolitana	129
Figura 9 – Distribución de plantales de cerdos Región O’Higgins.....	131
Figura 10 – Distribución de plantales de cerdos Región del Maule	133
Figura 11 – Distribución de plantales de cerdos Región del Ñuble.....	135
Figura 12 – Distribución de plantales de cerdos Región del Biobío.....	137
Figura 13 – Distribución de plantales de cerdos Región de la Araucanía.....	138
Figura 14 – Distribución de plantales de cerdos Región de Los Lagos	139
Figura 15 – Unidades geomorfológicas – Plantales de cerdos Región Metropolitana	142
Figura 16 – Cuencas Hidrográficas Región Metropolitana.....	144
Figura 17 – Tipo de clima Región Metropolitana.....	146
Figura 18 – Zonificación Región Metropolitana.....	148
Figura 19 – Unidades geomorfológicas – Plantales de cerdos Región de O’Higgins	151
Figura 20 – Cuencas hidrográficas Región de O’Higgins	153
Figura 21 – Tipos de Clima Región de O’Higgins.....	155
Figura 22 – Zonificación Región de O’Higgins.....	156
Figura 23 – Método 1: Metodología para medir distancias a receptores	160
Figura 24 – Método 2: Metodología para medir distancias a receptores	161
Figura 25 – Distribución de plantales de aves a nivel país	175
Figura 26 – Distribución plantales de aves Región de Antofagasta.....	176
Figura 27 – Distribución plantales de Aves Región de Valparaíso.....	177
Figura 28 – Distribución de plantales de Aves Región Metropolitana.....	178
Figura 29 – Distribución de plantales de Aves Región de O’Higgins.....	179
Figura 30 – Distribución de plantales de aves Región del Maule.....	180
Figura 31 – Distribución de plantales de aves Región del Ñuble.....	181
Figura 32 – Unidades geomorfológicas – Plantales de aves Región de Valparaíso	185
Figura 33 – Cuencas Hidrográficas Región de Valparaíso	187
Figura 34 – Zonas climáticas Región de Valparaíso.....	189
Figura 35 – Tipo de uso de suelo Región de Valparaíso	191
Figura 36 – Unidades geomorfológicas – Plantales de aves Región Metropolitana	196
Figura 37 – Cuencas Hidrográficas Región Metropolitana.....	198
Figura 38 – Zonas Climáticas Región Metropolitana	200
Figura 39 – Zonificación Región Metropolitana.....	201
Figura 40 – Unidades geomorfológicas – Región de O’Higgins	206
Figura 41 – Unidades geomorfológicas Región de O’Higgins	207
Figura 42 – Cuencas hidrográficas Región de O’Higgins	208
Figura 43 – Tipos de Clima Región de O’Higgins.....	210
Figura 44 – Zonificación Región de O’Higgins.....	211
Figura 45 – Método 1: Metodología para medir distancias a receptores	216
Figura 46 – Método 2: Metodología para medir distancias a receptores	217
Figura 47 – Censo ganado porcino en la UE.....	229
Figura 48 – Transformación anaeróbica biogénica – simplificada	232

Figura 49 – Efecto cerco verde	241
Figura 50 – Esquema de rutas y actividades como seguimiento y control.....	262
Figura 51 – Plan de trabajo - Estudio de Impacto Odorante	297
Figura 52 – Distribución Emisión de Olor por etapa - plantel N°1	305
Figura 53 – Alcance odorante todas las fuentes a percentil 98 C_{P98-1h} : 3 [ouE/m ³]	306
Figura 54 – Alcance odorante todas las fuentes a percentil 99,5 $C_{P99,5-1h}$: 3 [ouE/m ³]	307
Figura 55 – Distribución de Emisión de Olor por etapa – incluye zona de riego plantel N°2	316
Figura 56 – Distribución de Emisión de Olor por etapa – excluye zona de riego plantel N°2	317
Figura 57 – Alcance odorante todas las fuentes a percentil 98 C_{P98-1h} : 3 [ouE/m ³]	318
Figura 58 – Alcance odorante - todas las fuentes a percentil 99,5 $C_{P99,5-1h}$: 3 [ouE/m ³]	319
Figura 59 – Esquema Plan de Gestión Odorante	368
Figura 60 – Ejemplo para un plantel de cerdos con distribución triangular de sus fuentes.....	385

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relación entre Molestia- Frecuencia y Tono Hedónico	57
Gráfico 2 – Relación entre el porcentaje de la población que experimenta "molestia" (efecto) y la exposición al olor calculada (dosis) en situaciones de una sola fuente, expresada como $C_{98, 1h}$ durante un año meteorológico normal.....	58
Gráfico 3 – Número de denuncias por año a nivel nacional.....	82
Gráfico 4 – Distribución de denuncias SMA por rubro a nivel nacional.....	84
Gráfico 5 – Número de denuncias SMA por año en Región Arica y Parinacota.....	85
Gráfico 6 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Arica y Parinacota.....	85
Gráfico 7 – Número de denuncias SMA por año en Región Tarapacá.....	86
Gráfico 8 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Tarapacá.....	86
Gráfico 9 – Número de denuncias SMA por año en Región Antofagasta.....	87
Gráfico 10 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Antofagasta.....	87
Gráfico 11 – Número de denuncias SMA por año en Región Atacama.....	88
Gráfico 12 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Atacama.....	88
Gráfico 13 – Número de denuncias SMA por año en Región Coquimbo.....	89
Gráfico 14 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Coquimbo.....	89
Gráfico 15 – Número de denuncias SMA por año en Región Valparaíso.....	90
Gráfico 16 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Valparaíso.....	90
Gráfico 17 – Número de denuncias SMA por año en Región Metropolitana.....	91
Gráfico 18 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Metropolitana.....	91
Gráfico 19 – Número de denuncias SMA por año en Región de O'Higgins.....	92
Gráfico 20 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de O'Higgins.....	92
Gráfico 21 – Número de denuncias SMA por año en Región del Maule.....	93
Gráfico 22 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región del Maule.....	93
Gráfico 23 – Número de denuncias SMA por año en Región del Biobío.....	94
Gráfico 24 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región del Biobío.....	94
Gráfico 25 – Número de denuncias SMA por año en Región de la Araucanía.....	95
Gráfico 26 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de la Araucanía.....	95
Gráfico 27 – Número de denuncias SMA por año en Región de Los Ríos.....	96
Gráfico 28 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de Los Ríos.....	96
Gráfico 29 – Número de denuncias SMA por año en Región de Los Lagos.....	97
Gráfico 30 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de Los Lagos.....	97
Gráfico 31 – Número de denuncias SMA por año en Región Aysén.....	98
Gráfico 32 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de Aysén.....	98
Gráfico 33 – Número de denuncias SMA por año en Región Magallanes.....	99
Gráfico 34 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Magallanes.....	99
Gráfico 35 – Consumo per cápita en Chile según tipo de carne.....	110
Gráfico 36 – Proporción de consumo de carnes a nivel nacional.....	111
Gráfico 37 – Volúmenes de carne de cerdo producido en Chile – período 1996 a 2017.....	116
Gráfico 38 – Variación producción de carne de cerdo años 1996 a 2017.....	118
Gráfico 39 – Cantidad de cerdos a nivel nacional período 1996 – 2017.....	120
Gráfico 40 – Distribución de planteles de cerdos por titular.....	122
Gráfico 41 – Distribución de sectores de cerdos por titular.....	123
Gráfico 42 – Distribución proporcional de planteles de cerdos a nivel país.....	125
Gráfico 43 – Elevación planteles porcinos – Región Metropolitana.....	141
Gráfico 44 – Unidades Geomorfológicas – Región Metropolitana.....	143
Gráfico 45 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región Metropolitana.....	145
Gráfico 46 – Tipo de clima Región Metropolitana.....	147

Gráfico 47 – Zonificación Región Metropolitana	149
Gráfico 48 – Elevación planteles de cerdo Región de O’Higgins	150
Gráfico 49 – Unidades geomorfológicas Planteles de cerdos Región de O’Higgins.....	152
Gráfico 50 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región de O’Higgins	154
Gráfico 51 – Zonificación Región de O’Higgins	157
Gráfico 52 – Distancia de planteles porcinos respecto a receptores más cercanos	161
Gráfico 53 – Distancia a receptores para planteles a nivel nacional 1/3.....	162
Gráfico 54 – Distancia a receptores para planteles a nivel nacional 2/3.....	163
Gráfico 55 – Distancia a receptores para planteles a nivel nacional 3/3.....	163
Gráfico 56 – Cantidad aves de carne a nivel nacional años 1996 – 2017.	171
Gráfico 57 – Cantidad de aves de carne (pollos) y productoras (huevos).	172
Gráfico 58 – Distribución proporcional de planteles de aves a nivel país	174
Gráfico 59 – Elevación planteles avícolas 1/3 – Región de Valparaíso	183
Gráfico 60 – Elevación planteles avícolas 1/2 – Región de Valparaíso	184
Gráfico 61 – Elevación planteles avícolas 1/3 – Región de Valparaíso	184
Gráfico 62 – Unidades Geomorfológicas – Región de Valparaíso.....	186
Gráfico 63 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región de Valparaíso	188
Gráfico 64 – Zonas climáticas Región de Valparaíso	190
Gráfico 65 – Zonificación Región de Valparaíso.....	192
Gráfico 66 – Elevación planteles de aves 1/4 – Región Metropolitana	193
Gráfico 67 – Elevación planteles de aves 2/4 – Región Metropolitana	194
Gráfico 68 – Elevación planteles de aves 3/4 – Región de Valparaíso.....	194
Gráfico 69 – Elevación planteles de aves 4/4 – Región de Valparaíso.....	195
Gráfico 70 – Unidades geomorfológicas – Región Metropolitana	197
Gráfico 71 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región Metropolitana.....	199
Gráfico 72 – Zonificación Región Metropolitana	202
Gráfico 73 – Unidades geomorfológicas Planteles de aves Región Metropolitana.....	203
Gráfico 74 – Elevación planteles avícolas 1/3– Región de O’Higgins	204
Gráfico 75 – Elevación planteles avícolas 2/3 – Región de O’Higgins	205
Gráfico 76 – Elevación planteles avícolas 3/3 – Región de O’Higgins	205
Gráfico 77 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región de O’Higgins	209
Gráfico 78 – Distancia de planteles avícolas respecto a receptores más cercanos.....	217
Gráfico 79 – Distancia a receptores– Planteles a nivel nacional 1/9.....	218
Gráfico 80 –Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 2/9.....	218
Gráfico 81 – Distancia a Receptores– Planteles a nivel nacional 3/9.....	219
Gráfico 82 – Distancia a Receptores– Planteles a nivel nacional 4/9.....	219
Gráfico 83 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 5/9.....	220
Gráfico 84 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 6/9.....	220
Gráfico 85 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 7/9.....	221
Gráfico 86 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 8/9.....	221
Gráfico 87 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 9/9.....	222
Gráfico 88 – Evolución del censo porcino en Europa 1986 a 2017.....	228
Gráfico 89 – Resumen de planteles por tamaño y sistema de tratamiento.....	259
Gráfico 90 – Comparación resultados en receptores versus límites internacionales.....	309
Gráfico 91 – Comparación resultados en receptores versus límites internacionales.....	321
Gráfico 92 – Distribución de proyectos según estado.....	327
Gráfico 93 – Aporte TEO Total Base por región	353
Gráfico 94 – Aporte TEO con MTD por región – Planta de lodos	354
Gráfico 95 – Aporte TEO Total Plantel con MTD por Región – Túnel.....	355
Gráfico 96 – Aporte TEO Total plantel con MTD por región – Cobertura Flotante.....	356

Gráfico 97 – Aporte TEO total plantel con MTD – Combinadas.....	357
Gráfico 98 – Tasa Emisión Olor total según tamaño de plantel	358
Gráfico 99 – Aporte Emisiones NH3 por región	364
Gráfico 100 – Evolución de reclamos según tipo de industria o descriptor.....	405

GLOSARIO

Término	Definición	Fuente
Alimentación animal	Determinada cantidad de nutrientes que un animal necesita para cumplir con sus funciones de mantenimiento y máxima producción según su desarrollo digestivo al utilizar alimentos con diferentes grados de eficiencia.	[9]
Área de influencia	Área o espacio geográfico cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias.	[3]
Área de percepción	Superficie determinada en la cual existe la probabilidad de percepción de olor, generados por una instalación en estudio, bajo un criterio de calidad definido.	[29]
Área Rural	Territorio ubicado fuera del límite urbano.	[2]
Área Rural	Se refiere al resto del territorio municipal, caracterizado por población dispersa y cuyas actividades económicas se basan en el aprovechamiento directo de los recursos naturales.	[2]
Área Urbana	Superficie del territorio ubicada al interior del límite urbano, destinada al desarrollo armónico de los centros poblados y sus actividades existentes y proyectadas por el instrumento de planificación territorial.	[2]
Área Urbana	Superficie del territorio ubicada al interior del límite urbano, destinada al desarrollo armónico de los centros poblados y sus actividades existentes y proyectadas por el instrumento de planificación territorial.	[2]
Biodigestor	Componente del sistema de biogás que optimiza naturalmente el crecimiento y proliferación de un grupo de bacterias anaerobias que descomponen y tratan los residuos dejando como subproducto gas combustible y un efluente líquido rico en nutrientes y materia orgánica estabilizada	[4]
Biofiltro	Reactor de material biológico, el que puede ser abierto o cerrado, normalmente de naturaleza orgánica como astillas de madera, compost o paja, donde crece una población de microorganismos capaces de degradar gases como el amoníaco y por ende el olor. Una corriente de agua y otra de aire atraviesan el reactor, de manera que buena parte del material particulado y algunas sustancias olorosas son eliminados o transferidos al agua. Se utiliza en caudales elevados y poco concentrados.	[3]
Calidad de Olor o Carácter del Olor	La calidad de olor indica como huele, permitiendo clasificar e identificar los olores en diversos grupos en función de descriptores como floral, frutal, vegetal, medicinal, etc. La calidad es reportada usando listas de descriptores estandarizados que se ilustran en las denominadas "ruedas de descriptores de olor".	[3]
Calmet	Modelo meteorológico que simula campos de viento, temperaturas y otras variables meteorológicas (datos observados o de pronóstico), conteniendo análisis y tratamientos parametrizados para efectos de terreno (tierra y agua) en un dominio de modelación tridimensional.	[29]

Término	Definición	Fuente
Calpost	Módulo de visualización que permite el procesamiento de los datos de salida de Calpuff, según los percentiles definidos en el modelo de entrada.	[29]
Calpuff	Modelo de dispersión no estacionario (tipo “puff”) Lagrangiano Gaussiano, capaz de representar el transporte y dispersión de contaminantes sobre una base de campos de viento construido con Calmet. El modelo evalúa la contribución de un “puff” en la concentración atmosférica de una especie de interés sobre un receptor, en un instante determinado.	[29]
Cama Caliente	Base de paja, aserrín o arroz, utilizada en el alojamiento de los cerdos. Esta absorbe la orina y excretas de los cerdos, y es retirada al finalizar el ciclo de crianza.	[10]
Capa de mezcla	Profundidad vertical donde se produce el mezclado de contaminantes atmosféricos.	[29]
Ciclo de operación	Periodo de tiempo que indica el funcionamiento efectivo de una unidad de proceso o planta.	[29]
Compostaje	Proceso biológico, sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. Los microorganismos generan calor y un sustrato sólido que es llamado compost.	[5]
Concentración de olor	Número de unidades de olor europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales.	[3]
Dirección del viento	Punto cardinal desde donde procede el viento.	[29]
Dispersión	Conjunto de procesos complejos de transporte, mezcla y transformaciones químicas que dan lugar a una distribución variable (espacial y temporal) de la concentración de una especie.	[29]
Disposición final	Procedimiento de eliminación mediante el depósito definitivo en el suelo de los residuos peligrosos, con o sin tratamiento previo.	[11]
Dominio	Área de estudio determinada en función de la magnitud del proyecto, sus emisiones y presencia de receptores.	[29]
Dosis de exposición	Estimado de la cantidad de sustancia o compuesto químico que entra en contacto con el receptor.	[3]
Duración del olor	Se refiere al tiempo que las personas están expuestas al olor. Indica el tiempo de un episodio de olor, es decir, cuanto tiempo la concentración de olor se mantiene por sobre el umbral de detección.	[3]
Elevaciones de terreno	Representación espacial de unidades geomorfológicas de un dominio determinado (curvas de nivel).	[29]
Emisión de olor	Proceso de formación del olor y su liberación a la atmósfera ya sea desde una fuente puntual, difusa o fugitiva.	[3]
Emisión de referencia	Son aquellas emisiones obtenidas de fuentes existentes o proyectos en ejecución.	[3]
Escenario de modelación	Conjunto de variables que conforman los datos de entrada (input) para un modelo y que en su combinación representan una condición específica de operación o emisión.	[29]

Término	Definición	Fuente
Estabilización	Proceso mediante el cual un residuo es convertido a una forma química más estable, el que puede incluir la solidificación cuando esta produce cambios químicos para reducir la movilidad de los contaminantes.	[11]
Estación superficial	Conjunto de instrumentos destinados a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas. Estos datos se utilizan tanto para la elaboración de predicciones meteorológicas a partir de modelos numéricos como para estudios climáticos.	[29]
Estanque de Homogeneización o Ecuilización	Tanque que mezcla corrientes de aguas residuales con el objetivo de aminorar las variaciones de DBO del afluente a los sistemas de tratamiento. Está diseñado para controlar el caudal del influente para que los procesos secundarios y terciarios reciben un caudal consistente.	[6]
Factores de emisión	Relación entre la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera y una unidad de actividad (horas de operación de la fuente, área superficial involucrada; o en datos como número de empleados u otros), datos corresponden a fuentes bibliográficas. Se utiliza preferentemente en proyectos inexistentes.	[3]
Fertirriego	Aplicación de nutrientes que necesitan los cultivos junto con el agua de riego.	[7]
Filtro	Separación de las partículas y microorganismos mediante el uso de un lecho o antracita que los retiene. Es parte de los procesos preparatorios de un sistema de tratamiento.	[8]
Fracción líquida del purín	Estiércol líquido porcino obtenido de la separación sólido-líquido de los purines.	[13]
Fracción sólida del purín	Estiércol sólido obtenido de la separación sólido-líquido de los purines.	[13]
Frecuencia del impacto de olor	Se refiere a la frecuencia que la o las personas están expuestas al olor. Por ejemplo, un olor agradable puede causar molestia si la exposición es demasiado frecuente. Asimismo, un olor a bajas concentraciones que fluctúa rápidamente es más detectable que un olor de fondo a concentración estable.	[3]
Fuente Difusa	Fuentes con dimensiones definidas (mayoritariamente fuentes superficiales) que no tienen un flujo de gas residual definido.	[3]
Fuente Difusa Activa	Fuentes difusas con aireación forzada (por ejemplo: biofiltros, estanques de aireación, otros).	[3]
Fuente Difusa Pasiva	Fuentes difusas sin aireación forzada (por ejemplo: pilas de lodos, estanques de sedimentación, otros).	[3]
Fuente Fugitiva	Fuentes esquivas o de difícil identificación que liberan cantidades indefinidas de sustancias olorosas (por ejemplo, fugas de válvulas y juntas, aperturas de ventilación pasiva, otros.).	[3]
Fuente Puntual	Fuente estacionaria discreta, de emisión de gases a la atmósfera a través de conductos, de dimensión y caudal de aire definidos (por ejemplo: chimeneas, ventosas, otros.).	[3]
Grilla	Subdivisión de un dominio de modelación. Define la resolución utilizada en un modelo en base a la dimensión de cada celda.	[29]

Término	Definición	Fuente
Impacto de Olor	Impacto de los olores en los humanos. Se puede expresar por frecuencia, duración, nota, intensidad y tono hedónico de las concentraciones de olor por encima del umbral de reconocimiento en campo.	[16]
Inmisión de Olor	Es el impacto de olor en el ser humano (olores en el aire ambiente). Ellos pueden ser descritos en términos de frecuencia, duración, calidad (tipo), intensidad y disgusto subjetivo (efecto hedónico) de las concentraciones de olores por encima del umbral de olor.	[3]
Intensidad olor	Se refiere a la percepción de la fuerza del olor. Por ejemplo, un olor que en principio no se considera desagradable, pero que es percibido a una elevada intensidad, puede convertirse en molesto, a pesar que la frecuencia a la que se está expuesto sea reducido.	[3]
Isolínea	Línea que conecta concentraciones de igual valor de una especie.	[29]
Laguna anaeróbica	Construcción destinada al proceso fermentativo que ocurre en el tratamiento anaeróbico de aguas residuales. El proceso se caracteriza por la conversión de la materia orgánica a metano y de CO ₂ , en ausencia de oxígeno y con la interacción de diferentes poblaciones bacterianas.	[17]
Laguna/Estanque de Acumulación	Construcción destinada a recibir agua potable o residual y acumularla.	[20]
Límite de Inmisión	Límite permisible para mezclas de sustancias de olores ofensivos en (unidades de olor europeas (UO/m ³)).	[18]
Lodo	Cualquier residuo semisólido que ha sido generado en plantas de tratamiento de efluentes que se descarguen a la atmósfera, de aguas servidas, de residuos industriales líquidos o de agua potable. Se incluyen en esta definición los residuos en forma de fangos, barros o sedimentos provenientes de procesos, equipos o unidades de industrias de cualquier actividad.	[11]
Lodos Activados	Proceso biológico que consiste en el desarrollo de un cultivo microbiano en condiciones aerobias, capaz de metabolizar como nutrientes los contaminantes biológicos presentes.	[19]
Lombrifiltro	Sistema conformado por distintos estratos filtrantes inertes y orgánicos. En el estrato superior se tiene una alta densidad de lombrices y microorganismos encargados de efectuar la degradación de la materia orgánica proveniente del tratamiento de purines de cerdos.	[3]
Malestar	Percepción no deseada a una exposición aguda en un corto plazo.	[29]
Manejo	Todas las operaciones a las que se somete un residuo luego de su generación, incluyendo, entre otras, su almacenamiento, transporte y eliminación.	[11]
Meteorología pronóstico	Datos meteorológicos obtenidos a partir de un modelo de predicción que integran información meteorológica tridimensional, abarcando varias capas verticales a una resolución determinada sobre un dominio especificado.	[29]
Meteorología superficial	Registros de parámetros meteorológicos medidos por una estación superficial.	[29]

Término	Definición	Fuente
MMIF	Programa de interfase para modelos de mesoescala, que convierte los campos de salida del modelo meteorológico de pronóstico a parámetros y formatos requeridos para el ingreso directo a los modelos de dispersión. En Calpuff, surge como una alternativa para CALMET generando campos de entrada meteorológicos tridimensionales para la evaluación de impacto de modelaciones de calidad del aire.	[28]
Modelo / Modelización odorante	Herramienta de pronóstico aplicada en la evaluación de impacto odorífero, que incluye las ecuaciones que describen la relación entre la concentración de olor de una zona, con la tasa de emisión de una instalación, y los factores que afectan a la dispersión y la dilución atmosférica.	[29]
Molestia de Olor	Menoscabo del bienestar debido a la percepción repetida de olores indeseables	[3]
Ofensividad del olor	Se refiere a la caracterización del olor, que puede ser agradable, neutro o desagradable. Este factor es una mezcla entre la calidad, el tono hedónico y la concentración del olor.	[3]
Olfatometría	Medición de la respuesta de los panelistas a estímulos olfativos.	[3]
Olfatometría Dinámica	Olfatometría que usa un olfatómetro dinámico.	[3]
Olor	Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.	[3]
Olor compuesto	Es el que se percibe como consecuencia de la mezcla de más de un olor simple.	[3]
Olor Simple	Es el que percibe el olfato como consecuencia de la emisión de un compuesto químico o sustancia olorosa determinada.	[3]
Parámetros meteorológicos	Variables atmosféricas medibles, ejemplo velocidad, dirección de viento, temperatura, humedad, entre otras.	[29]
Percentil	Es una medida estadística de posición no central, que representa los valores de cierta variable que están por debajo de un porcentaje, el cual puede ser un valor de 1% a 100% (en otras palabras, el total de los datos es dividido en 100 partes iguales). Se representa con la letra P y los más utilizados son el percentil 99.5 y 98. Dentro de un modelo de dispersión un percentil representa la excedencia permitida.	[29]
Percepción	Tomo de conciencia del efecto de un estímulo sensorial simple o complejo.	[3]
Perfiles de percepción	Caracterización de un periodo de tiempo en el cual un receptor sensible evidencia probabilidad de percepción de una emisión bajo un criterio de calidad determinado. Puede ser expresado como el número de horas del mes o del año que excede un criterio definido.	[29]
Piscina/estanque decantador	Construcción destinada a eliminar, por efecto de la gravedad, los sólidos suspendidos de las aguas residuales.	[19]
Piso Slat	Piso de cemento, plástico u otro material, que posee ranuras que permiten el paso del purín a una zona de acumulación. .	[20]
Plantel	Espacio físico que consta de uno o más sectores, donde se encuentran los animales, operado en forma técnicamente independiente o con un manejo sanitario y administrativo común.	[15]

Término	Definición	Fuente
Pluma de olor	Extensión momentánea del área en la cual el olor puede ser reconocido, depende de las condiciones de funcionamiento de la fuente emisora y la dispersión del olor.	[3]
Predominio de vientos	Condición determinada por vientos que proceden con mayor frecuencia desde una dirección más que desde otra.	[29]
Prensa	Mecanismo de separación sólido-líquido a través de un medio filtrante.	[21]
Protocolo FIDOL	Herramienta para estimar impacto por olor o el grado de molestia, cuyos parámetros son frecuencia, intensidad, duración, Ofensividad y localización.	[3]
Purines	Mezcla producida por las excretas líquidas y sólidas, agua utilizada en el proceso de limpieza y restos de alimentos, producidas duran el priones o de crianza intensiva.	[27]
Radio de influencia	Área para la cual una o un conjunto de variables son representativas.	[29]
Rastra	Proceso de limpieza y desinfección de pabellones porcinos que reduce la carga microbiana para el control de la exposición de cerdos a agentes patógenos.	[23]
Receptores Sensible	Punto de interés dentro del dominio de modelación, donde se evalúa el grado de percepción de las emisiones de una o más fuentes de una instalación en estudio. Un receptor podría representar una población, escuela, hospital, parque, flora, fauna, plantaciones agrícolas, entre otros.	[29]
Reutilización	Acción mediante la cual productos o componentes desechados se utilizan de nuevo, sin involucrar un proceso productivo.	[24]
Rosas de viento	Diagrama con líneas radiales la cuales muestran la frecuencia e intensidad de vientos desde cada dirección para un lugar determinado.	[29]
Sector	Unidad física delimitada por uno o más pabellones que alojan animales que tienen un manejo sanitario productivo y medidas de bioseguridad comunes.	[14]
Sentido	Vector que indica hacia dónde va el viento.	[29]
Separador de sólidos	Proceso de separación sólido-líquido en función del tamaño de las partículas.	[22]
Simulación	Representación futura de una instalación o unidad de proceso.	[29]
Sistema de Limpieza FLUSH	Sistema de arrastre de purines por medio de estanques de agua	[25]
Sistema de Limpieza PIT	Piletas de acumulación de purines.	[25]
Sistema de Limpieza Tradicional	Recolección manual con escobillón hasta canaletas externas arrastradas con agua.	[25]
Sistema de tratamiento	Todo proceso destinado a cambiar las características físicas y/o químicas de los residuos, sólidos o líquidos con el objetivo de neutralizarlos, recuperar energía o materiales, o eliminar o disminuir su peligrosidad.	[11]
Sustancia olorosa	Sustancia que estimula un sistema olfativo humano, de manera que se percibe un olor.	[3]

Término	Definición	Fuente
Tasa de emisión odorante	Cantidad de sustancias olorosas pasando a través de un área definida en cada unidad de tiempo. Esto es producto de la concentración de olor y de la velocidad y área de salida o el producto de la concentración de olor y la pertinente tasa de volumen de flujo, por ejemplo en [m ³ /h]. Esta unidad es ou _E /h (o [ou _E /min] o [ou _E /s]).	[29]
Tono de Olor Hedónico	Es la propiedad de un olor relativa a su agrado y desagrado, es decir, es un juicio de categoría del placer o no placer relativo del olor y se refiere a las asociaciones mentales hechas por el sujeto al percibirlo, en forma cualitativa (negativo o positivo) en una escala que va desde 4 (muy agradable) a -4 (muy desagradable) siendo el cero un olor neutral. La metodología para medir el tono hedónico se describe en la norma alemana VDI 3882 Blatt 2:1994-09 (VDI, 1994).	[3]
Tratamiento aeróbico	Proceso realizado por diversos grupos de microorganismos, principalmente bacterias y protozoos que en presencia de oxígeno actúan sobre la materia orgánica disuelta, transformándola en productos finales inocuos y materia celular.	[6]
Umbral de detección	Límite inferior del rango de intensidad percibida. Por convención, el umbral de detección corresponde a la concentración más baja que se puede detectar en el 50% de los casos en que está presente.	[3]
Umbral de molestia	Concentración a la que una pequeña parte de la población (<5%) experimenta molestia por un período corto de tiempo (menos de 2% del tiempo).	[3]
Umbral de reconocimiento	Concentración mínima a la que el 50% de la población es capaz de describir el olor correctamente.	[3]
Unidad de Olor	Una unidad de olor es la cantidad de (una mezcla de) sustancias olorosas presentes en un metro cúbico de gas oloroso (en condiciones normales) en el umbral del panel.	[3]
Unidad de Olor Europea	Cantidad de sustancia(s) olorosa(s) que, cuando se evapora en 1 metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales, origina una respuesta fisiológica de un panel (umbral de detección) equivalente al que origina una Masa de Olor de Referencia Europea (MORE) evaporada en un metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales.	[3]
Unidad de olor Europea	Cantidad de sustancia(s) olorosa(s) que, cuando se evapora en 1 metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales, origina una respuesta fisiológica de un panel (umbral de detección) equivalente al que origina una Masa de Olor de referencia (MORE) evaporada en un metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales. La sigla utilizada para esta unidad es [ou _E].	[3]
Vectores	Organismos capaces de transportar y transmitir agentes infecciosos, tales como roedores, moscas y mosquitos.	[12]
Vientos calmos	Vientos caracterizados por tener una velocidad menor a 1 nudo o menos de 0,5 [m/s].	[29]
Zonificación	Separación y segregación del territorio respecto de su entorno, donde se reconocen por una parte los elementos que lo diferencian, y por otra, se actúa con el fin de aislarlos para un propósito particular.	[26]

Fuentes:

- [1] NCh 3190.Of2010 “Medición de la Concentración de Olor por Olfatometría Dinámica” del Instituto Nacional de Normalización.
- [2] D.S. MINVU N°47/1992 “Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones” al 21 de Noviembre del 2012.
- [3] Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA, 2017.
- [4] Guía para la implementación de Sistemas de Producción de Biogás. Unidad de planeación Minero Energética. (UPME) Colombia, 2003.
- [5] Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (FAO), 2013.
- [6] Tratamiento de aguas residuales. R.S. Ramalho, 2003.
- [7] Manual de Fertirriego. Mazuela y de la Riva. Departamento de Producción Agrícola, Universidad de Tarapacá, 2013.
- [8] Arboleda, J. 2000. Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua. 3ª ed. Colombia, Mc Graw-Hill.
- [9] Guía Técnica para Alimentación de Cerdos. Campabadal Phd. 2009.
- [10] National Environmental Guidelines for Piggeries. Australian Pork Limited, 2010.
- [11] Decreto supremo 148/2004 Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos. Ministerio de Salud.
- [12] Decreto Supremo 4/2010. Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas. Ministerio Secretaría General de la Presidencia.
- [13] Métodos Rápidos de Análisis como Herramienta de Gestión con Purín Porcino. Dirección General de Desarrollo Rural. Gobierno de Aragón. España, 2008.
- [14] Instructivo Planteles de Animales Porcinos Bajo Certificación oficial. Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura, 2010.
- [15] Decreto Supremo 31/2017 Plan de Prevención Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago. Ministerio del Medio Ambiente.
- [16] Norma Chilena NCh 3533/1. Instituto Nacional de Normalización, 2017.
- [17] DÍAZ-BÁEZ, M.; Espitia, S. y Molina, F. (2002) Digestión Anaerobia una Aproximación a la Tecnología. UNIBIBLIOS. Bogotá, Colombia.
- [18] Decreto 948 de 1995. Reglamento de protección y control de la calidad del aire. Ministerio del Medio Ambiente, Colombia.
- [19] Lozano-Rivas 2012. Fundamento de Diseño de Plantas Depuradoras de Aguas Residuales. Bogotá D.C, Colombia.
- [20] NCh 2794. Of2003 Instalaciones domiciliarias de agua potable – Estanques de almacenamiento y Sistemas de elevación- Instituto de normalización (INN), 2002.
- [21] Forcada, F. Ganado porcino: diseño de alojamientos e instalaciones. Edit. Servet Diseño y Comunicación SL. 2009
- [22] Manual de Filtración y Separación. Fernando Concha A. PhD. Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Concepción, 2001.
- [23] Bioseguridad en explotaciones porcinas. Dirección Nacional de Sanidad Animal. Argentina 2017.
- [24] Ley 90.920 Marco para La Gestión de Residuos, La Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Ministerio Del Medio Ambiente, 2016.
- [25] Manual de Lavado de salas y pabellones. Agrosuper, 2012. Disponible en portal web del Servicio de Evaluación Ambiental.
- [26] Zonificación para la planificación territorial – Cuaderno 1. Ministerio de Desarrollo Social, 2005.
- [27] Guía de recomendaciones – Manejo de purines de lechería. Federación Nacional de Productores de Leche – Ministerio de Agricultura, 2006.
- [28] Guía para el Uso de Modelos de Calidad del Aire en el SEIA, 2012.
- [29] Air Quality Dispersion Modeling – Related Model Support Programs, EPA.

ABREVIACIONES

ALARA	As Low As reasonably Achievable
ASPROCER	Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile A.G.
BREF	Documentos de Referencia Europeos de las Mejores Técnicas Disponibles.
Cod	Concentración de Olor
COREMA	Comisión Regional del Medio Ambiente
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
DNA	Difusa No Aireada
EIO	Estudio de Impacto Odorante
EO	Emisión de Olor
EPA	Agencia de Protección Ambiental
ERO	% Eficiencia de remoción de olores
FE	Factores de Emisión
MMA	Ministerio del Medio Ambiente
MOD	Modelación Odorante
MTD	Mejores Técnicas Disponibles
NCh	Norma Chilena
NeR	Nederlands emissie richtlijnen lucht (Pautas de emisión holandesas de aire.)
PAP	Plan de Aplicación de Purines
PGO	Plan de Gestión de Olores
POND.	Ponderado
PPB	Partes por billón
PPP	Planta de Procesamiento de Purines
PPT	Partes por trillón
PTP	Planta de Tratamiento de Purines
PyME	Pequeñas y Medianas Empresas
RCA	Resolución de Calificación Ambiental
SEA	Servicio de Evaluación Ambiental
TEO	Tasa de emisión odorante
TEO	Tasa de emisión de olor
TRO	Tecnología de Tratamiento de olores
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOL	De Volumen
WGS o WGS 84	World Geodetic System 84

ANTECEDENTES GENERALES

Los olores son elementos perturbadores en la calidad de vida de las personas. En este sentido el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha realizado estudios para evaluar la situación de olores en el país. De lo anterior se han identificado 12 actividades industriales, a lo largo del país, potencialmente generadoras de olores y que pueden producir molestia en la comunidad. A partir de esto sumado al análisis de actividades con mayores denuncias en la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) y de las actividades involucradas en conflictos socio-ambientales debido a olores (Mapa de conflictos socio-ambientales, 2015) se definieron 5 sectores como prioritarios (sin orden de relevancia):

- Plantas de tratamiento de aguas servidas
- Plantas de harina de pescado
- Planteles porcinos
- Plantas de celulosa
- Sitios de disposición final de residuos

En Chile la legislación sobre contaminación atmosférica es diversa, sin embargo, no existe aún una regulación ambiental específica para el tema olores. Sólo se puede mencionar la Norma de Emisión para Olores Molestos (Gases TRS) asociados a la fabricación de Pulpa Sulfatada, la cual no regula los olores en sí, sino que hace referencia a los gases TRS como generador de esta molestia, controlándose éstos en el punto de emisión. Por otro lado, ha existido intervención jurisdiccional a través de recursos de protección, formulación de denuncias ante la autoridad sanitaria y posterior intervención, que ha permitido reducir problemas puntuales de olores.

Como parte de la implementación de la Estrategia para la Gestión de Olores en Chile, actualizada el año 2017, el MMA inicio oficialmente en noviembre 2018, la elaboración de una regulación enfocada en primer lugar al sector porcino.

The Synergy Group SpA, área ENVIROmetrika, presenta el reporte de lo realizado a solicitud del MMA como estudio para la “Generación de antecedentes técnicos para la elaboración de la norma de emisión de olores para la crianza intensiva de animales”.

El desarrollo de este reporte incluye siguientes capítulos:

- I. Efecto de los Olores en la Salud de las personas
- II. Caracterización del sector porcino
- III. Caracterización del sector aves
- IV. Medidas de Control y Prevención de Olores en el Sector Porcino
- V. Medidas de Control y Prevención de Olores en el Sector Aves
- VI. Evaluación práctica del impacto de las emisiones de olor
- VII. Inventario de emisiones de olores sector porcino
- VIII. Propuesta de elaboración de PGO
- IX. Antecedentes para la propuesta de norma

Cada capítulo incluye el desarrollo de objetivos específicos que se presentan en cada capítulo. Lo anterior teniendo como objetivo la generación de los antecedentes técnicos necesarios para fundamentar una propuesta regulatoria de emisiones de olor en el sector crianza de animales.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El estudio aquí reportado apunta a lograr los siguientes objetivos solicitados:

Objetivo General:

Generar los antecedentes técnicos necesarios para fundamentar una propuesta regulatoria de emisiones de olor en el sector crianza de animales.

Objetivos Específicos:

- a) Caracterizar el sector aves y porcinos a nivel nacional para fundamentar una propuesta regulatoria de emisiones de olor en el sector crianza intensiva de animales, identificando, entre otros, el nivel de actividad, las denuncias y características del entorno.
- b) Levantar información respecto de efectos de los olores en la salud de las personas.
- c) Establecer y analizar antecedentes técnicos de las mejores técnicas disponibles utilizadas en el sector aves y porcinos.
- d) Proponer alcance normativo del sector a regular a partir de la información recopilada.
- e) Crear y sustentar antecedentes técnicos sobre el impacto de las emisiones del sector a regular.
- f) Validar la estructura del PGO y desarrollar formulario para informarlo.
- g) Levantar bibliográficamente factores de emisión del sector, para definir alcances de futuros estudios.

RESUMEN EJECUTIVO

El desarrollo del país e historias recientes hacen que la evaluación del impacto de los olores de unidades porcinas sea un elemento importante en el proceso de aprobación de proyectos, que lleva a cabo la autoridad. Según lo que indican la cifras de Aduanas Chile 2017, existiría demanda no cubierta cercana al 20% y una tendencia al crecimiento en la demanda para exportación.

Se requiere, entonces, contar con reglas claras y criterios adecuados de niveles de "exposición aceptable" a olores, con el fin de establecer límites y valores objetivo para el impacto del olor. Como protección a todos los involucrados; comunidad, industria y autoridad, se requieren métodos apropiados de evaluación de olores para cuantificar las emisiones y herramientas para controlar y hacer cumplir las condiciones que haya comprometido la instalación. Para permitir a los productores de cerdos manejar el impacto de los olores, se requiere información sobre la relación entre las prácticas de producción, tipos de alojamiento y emisiones de olor, así como sobre los enfoques adecuados para la reducción de las emisiones de olores.

Este informe proporciona una visión general de estos temas, basada en la revisión de literatura, un programa de mediciones en dos planteles y la experiencia obtenida de la práctica de más de 20 años en Chile como consultora. Esperamos que esta información ayude al Ministerio de Medio Ambiente (MMA) a formular un enfoque que permita procesar aprobaciones de proyectos y lograr una toma de decisiones transparente y uniforme sobre problemas de olores para ese propósito.

Este informe fue preparado por Envirometrika, parte de TSG Environmental, en colaboración con Odournet SI.

El capítulo I presenta una breve introducción a los olores como un factor de estrés ambiental y proporciona conocimiento sobre el efecto en la salud de las personas. El mecanismo que conduce a la producción de olores de cerdo a través de la liberación y dispersión en la atmósfera para causar molestias de olor en una población específica es complejo y se revisa de forma general. La molestia por olor es el resultado de la exposición intermitente a largo plazo a un factor de estrés ambiental, en un contexto de muchos factores físicos, fisiológicos, sociales y psicológicos que determinan la respuesta conductual del individuo. La molestia por olor no es una respuesta directa o lineal a una intensidad particular de exposición, en cualquier momento, por un olor particular. El historial de exposición es un factor importante en la evaluación del impacto de los olores ambientales. Un enfoque epidemiológico es, por lo tanto, la herramienta más adecuada para estudiar la relación entre una fuente, las características de dispersión de un sitio y los efectos a largo plazo en la población en términos de molestia. Una vez que se conoce esa relación, el impacto del olor puede evaluarse de una manera más directa, utilizando mediciones de emisión de fuente, combinado con el uso de modelos de dispersión. Los resultados pueden evaluarse utilizando la relación dosis-efecto epidemiológica o los criterios de exposición derivados de dicha relación.

La evaluación de los olores se realiza típicamente mediante la medición de las tasas de emisión en las fuentes, seguido de una modelación de la dispersión.

Se incluyen detalles de la relación dosis-efecto, levantados en Europa mediante estudios de dosis –efecto en crianza intensiva. Esto explica el cómo se han fijado hoy los niveles límites y con ello la definición del nivel de “molestia como resultado de la exposición intermitente a largo plazo a los olores”.

Los capítulos II y III, entregan antecedentes para Chile sobre la caracterización del sector porcino y aves, respectivamente. Incluye una revisión del mercado, el catastro del sector en Chile y la localización territorial de cada uno.

Para el presente reporte se tuvo mayor disponibilidad de información para cerdos que aves.

Los capítulos IV y V, están enfocados en la revisión de medidas de control y prevención de olores en el sector porcino y de aves, respectivamente. Incluye una caracterización del proceso productivo del sector y las diferencias que pudieran existir con la crianza a nivel internacional. Revisión de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) a nivel internacional y las más usadas en nivel nacional; en planteles operativos y proyectos aprobados en SEA entre 2010 y 2017. Proporciona una descripción general de las opciones para reducir las emisiones de olores de la producción porcina y de aves.

Las evidentes diferencias de escala entre la producción nacional y Europea, hace que pocos criterios sean comunes desde el punto odorante y la forma de gestionarlos.

De la revisión de los proyectos aprobados en Chile la MTD más comprometida es la implementación de Buenas Prácticas de Manejo (BPM) y de ellas la cortina vegetal en 30% de los casos. Internacionalmente no se acepta la cortina vegetal como medida de control sino más bien como una solución estética, pudiera ser un punto a mejorar a futuro, la uniformidad de criterio en este tipo de conceptos.

Las tecnologías de final de línea serían más utilizadas en Europa dado por la forma de operar la crianza. Los costos de MTD son función de muchos parámetros y tanto la literatura como la experiencia muestra que no existen valores parametrizados. Hemos incluido información indicativa de costos cuando está disponible en la literatura. El criterio internacional privilegia la economía de la instalación para reducir las emisiones de olores y su evaluación antes de imponer alguna tecnología en las operaciones de unidades de cerdos existentes. Se definen criterios más normados para las instalaciones a futuro o proyectos.

El Capítulo VI resume dos estudios de casos realizados en planteles de cerdos en Chile para este informe. En el curso de estos estudios, se llevó a cabo un programa limitado de medición de emisiones, con el objetivo de verificar si los resultados estarían dentro del rango de valores para los factores de emisión encontrados nacional e internacionalmente. Las mediciones arrojaron un valor medio geométrico de cerdos de recría y engorda entre 1,8 a 19,9 OUE / s versus 3,9 a 36,1 en valores internacionales, no existiendo claridad de las diferencias de las condiciones o manejo operacional de lo que se ha muestreado a nivel internacional.

El capítulo VII entrega un inventario de emisiones de olor del sector porcino. Incluye la recopilación de factores de emisión de olores, nacionales e internacionales. Con estos factores se ha calculado el inventario de emisión de olores, para las regiones VI y RM, regiones en las cuales se concentra la producción porcina.

El capítulo VIII incluye una propuesta de Plan de Gestión de olores (PGO). La experiencia internacional ha sido el fundamento de la propuesta que se incluye, entendiendo que un PGO es un método de trabajo y manejo, integrado al sistema de calidad, y válido o aplicable a cualquier instalación que emita olores al exterior.

El Capítulo IX describe un resumen de los antecedentes para la propuesta de norma, que se reiteran en este resumen:

Dada las diferencias desde el punto de vista odorante entre la crianza de aves y de cerdos, se propone realizar un estudio posterior, para sólo aves. Se sugiere levantar información nacional e internacional, comparar las actividades nacionales y extranjeras, desarrollar en plenitud el catastro (pollos, pavos, otros) según la producción en Chile y según la crianza (carne, ponedoras, reproductora). Se propone así levantar las localizaciones y proyecciones para definir con una amplia latitud de información, criterios adecuados y específicos, en la industria avícola.

El valor límite en normativas internacionales proporciona un nivel general de protección ante molestia por olor para el público en general, para limitar el porcentaje de personas (10% o menos) que experimenten alguna forma de molestia inducida por olores. El límite se utiliza como objetivo de calidad ambiental para todas las situaciones y entrega un punto de partida. En general la estructura de valores límite es: Valor objetivo (ejemplo): $C_{98, 1 \text{ hora}} < 3 \text{ ou}_E / \text{m}^3$

El valor límite se alcanza cuando la exposición al olor calculada para todas las ubicaciones de los receptores al olor es inferior a una concentración de olor promedio por hora de (en este ejemplo), $3 \text{ ou}_E / \text{m}^3$ en el 98% de todas las horas en un año meteorológico promedio.

Internacionalmente facilita el uso, las reglas y la proyección del industrial al tener definiciones claras de zonas para uso específico de ganadería, por ejemplo, y para quienes elijan esas zonas supone además un cierto grado de aceptación de la naturaleza rural de su entorno de vida, basado en los estudios de dosis-efecto realizados en Europa.

Esto facilita la aplicabilidad de medidas e implementación de normas límites.

Se incorpora el factor de gradualidad en la aplicación y la diferenciación del valor límite entre proyectos en operación y futuros o inexistentes.

El objetivo de estos criterios límite de exposición a los olores es proporcionar un marco que se pueda utilizar para alcanzar una calidad ambiental general, al tiempo que se reconoce que en algunos casos las unidades de producción de cerdos existentes pueden necesitar un período de tiempo para alcanzar ese objetivo. En algunos casos, el tiempo permitido ha debido tomar en cuenta el ciclo de reemplazo normal de activos para el alojamiento de animales y permitir la implementación de una solución estructural, evitando la destrucción de bienes de capital.

Se llevó a cabo un programa limitado de mediciones para este informe que proporciona factores de emisión indicativos para las condiciones estivales de planteles medianos. En ausencia de un conjunto de datos suficiente para las condiciones de Chile, los datos presentados proporcionan una base para estimar las emisiones para la evaluación general.

Un estudio epidemiológico a gran escala es una muy buena fuente de información para establecer la relación dosis-efecto entre los porcentajes de la población molesta y la exposición calculada a los olores. No existe información nacional o internacional de estudios

epidemiológicos en planteles de tamaños similares a los de Chile ni de características operacionales similares.

Se incluye en este capítulo información de 6 proyectos aprobados con RCA, entre 2010 y 2017, y que han informado emisiones de olor.

Se agrega la definición de receptor, tomando como base la definición usada en la norma de ruido, esto es, el primer receptor. Para un total de 110 planteles catastrados a nivel nacional, se dispuso de las georreferencias de 89 de ellos, con los cuales se realizó la estimación de la distancia respecto a receptores y se clasificó en rangos cada 250 metros. Según eso, 23 planteles (26%) tienen el primer receptor a una distancia menor a 250 metros, 26 planteles (29%) entre los 251 a 500 m y 18 (20%) de planteles ubicados a una distancia entre 501 y 750 metros. Por último en este capítulo se incluye nuestra propuesta de medidas a incluir en la normativa y los beneficios que ha traído la regulación en países en los que ya hay normativa de olores.

Cabe destacar que este informe no busca responder una pregunta específica con un conjunto conciso de conclusiones. Su objetivo es proporcionar un marco que amplíe la mirada entre los intereses económicos del productor porcino y los intereses ambientales de quienes en las viven, trabajan y juegan en las cercanías.

Sobre la base de los temas explorados en este informe, se llega a varias conclusiones generales:

- El marco de la futura normativa debe identificar un objetivo ambiental para todas las situaciones. Para permitir un grado de flexibilidad, se sugieren dos valores límite, uno para las nuevas instalaciones de unidades de producción y otro para las existentes. El "espacio" entre ambas se puede usar en el proceso de aprobación de proyectos para adaptar las condiciones a los requisitos específicos y las oportunidades que existen para esa solicitud.
- La dirección del viento predominante en Chile causa una distribución de olores que no es simétrica. La meteorología real de la ubicación de la unidad porcina y la posición del receptor en relación con la fuente son, por lo tanto, un factor mayor que en la mayoría de los países, donde la rosa de los vientos es más uniforme y los contornos resultantes son circulares. Estas circunstancias particulares aumentan la necesidad de modelos específicos y meteorología observada local.
- Dentro de los planteles en Chile existen diferencias a nivel de alojamiento: en planteles entre 10.000 y 20.000 cerdos, se incluyen en el mismo pabellón, diferentes edades. Esto no ocurre en todos los planteles especialmente aquellos con un número mayor de cerdos, los así llamados all in/all out. Si bien el número de muestras recolectadas en el levantamiento realizado para este estudio es relativamente pequeño, la diferencia en el resultado promedio es alta. Se requieren de mayor número de muestras para establecer su significancia estadística. Aun así se sugiere el uso de factores de emisión locales, basado principalmente en las diferencias de operación con otros países de los que se tienen valores de factores de emisión.

Por lo tanto, no estaría justificado utilizar factores de emisión derivados de los Países Bajos para las estimaciones de emisiones en planteles de Chile, u otros factores para los que no

se haya demostrado una similitud en la operación, tipo de crianza y período. Los límites de calidad sí nos parecen adecuados al proponer límites y rangos, según la región o emplazamiento.

- Existen opciones para reducir las emisiones de olores de la producción porcina. Las reducciones al 50% en la emisión, basado en BPO más comunes son factibles. Sin embargo, la viabilidad financiera de muchos cambios estructurales y tecnológicos, se obstaculiza por el bajo rendimiento económico de la producción porcina.
- Deben evaluarse los aspectos económicos de la instalación de una tecnología para reducir las emisiones de olores. Las opciones más viables para bajar emisiones implican la modificación en la etapa de tratamiento de purines.
- La adaptación posterior de la reducción, utilizando sistemas de tratamiento de aire como depuradores químicos o biofiltros, puede lograr reducciones de emisiones significativas de entre el 70% y más del 95%. El principal impedimento es el costo adicional incurrido, que puede aumentar el costo de un cerdo producido en aproximadamente 10 a 20%. Las condiciones del mercado en los últimos años, en términos generales, no permiten un aumento de costos tan elevado.
- Las buenas prácticas operativas, incluidos los paisajes adecuados, las pantallas de árboles y las relaciones proactivas con la comunidad, siguen siendo un factor principal para reducir o evitar quejas.
- Una localización adecuada para una capacidad de producción dada se convertirá en un activo importante para cualquier productor de cerdos y puede convertirse en un factor principal para determinar la sostenibilidad de la actividad. Se sugiere a la autoridad impulsar acciones que propendan a definir la planificación territorial para que así el industrial planifique a largo plazo y puedan evitar cualquier invasión de la zona buffer existente mediante desarrollos urbanos u otros que puedan convertirse en "Receptores al olor".
- Transparentar la evaluación del impacto en la vecindad de la producción porcina con límites claros y métodos de evaluación uniformes, contribuye en la práctica a la protección de los intereses de los productores porcinos y el público general.
- Los olores causados por los cerdos, han sido objeto de estudio y de regulación durante un tiempo considerable en Europa. Las directrices para la planificación y la concesión de licencias, destinadas a mantener zonas buffer adecuadas entre las unidades de cerdos y los residentes, se introdujeron en algunos países europeos a partir de 1971. La naturaleza de la producción porcina ha cambiado desde entonces, mientras que los impactos ambientales de la producción porcina se han convertido en un problema. El reciclaje y la eliminación de nutrientes, las emisiones de amoníaco, las emisiones de gases de efecto invernadero y los olores son ahora cuestiones importantes que determinan la sostenibilidad de la industria. La industria ha desarrollado diversas tecnologías en respuesta a estos desafíos. Se han desarrollado nuevos tipos de alojamiento de cerdos y almacenamiento de estiércol, la tecnología de alimentación está evolucionando e incluso se está considerando el tratamiento del aire para reducir las emisiones de amoníaco y olor al aire.
- En términos generales las características climáticas de la situación geográfica de Chile, derivan principalmente de la influencia marítima y de los sistemas de circulación atmosférica (principalmente anticiclónica). Sin embargo, las características y orientación

de las cuencas y valles confieren a cada zona continental, condiciones climáticas propias que pueden diferir del patrón de circulación atmosférica observado a una mayor escala. Esto tiene relación con la influencia local de las formas del relieve, exposición a la radiación solar, fluctuaciones térmicas, entre otros, otorgándole características específicas que pudieran acentuar/debilitar los vientos regionales, los que finalmente son modificados por brisas de mar a continente y de ladera a fondo de valle, definiendo la dinámica de dispersión local.

En el contexto de evaluación de impacto de un sector cobra relevancia la caracterización de los factores climáticos y topográficos locales. Debido a que esta información proporciona un primer acercamiento en la forma que las emisiones de un plantel se dispersan hacia la comunidad, tanto para la aplicación de criterios operacionales como de localización/orientación de futuros pabellones.

En base a esta caracterización se podrán describir las condiciones atmosféricas a las que está sujeta la zona de emplazamiento tales como boyancia (flotabilidad de la pluma odorante), inversión térmica, estabilidad, recirculación, entre otras. Estas condiciones determinarán como la comunidad próxima a un sector de crianza estará expuesta a las emisiones ambientales.

Las actividades de crianza intensiva animal se caracterizan en gran medida por la operación con fuentes difusas de emisión de olor. Cuya relación de transporte/dilución de las emisiones estaría sujeta en gran medida a la fuerza con que el viento interactúa en la capa superficial de la fuente de emisión. Frente a condiciones de baja velocidad de viento el potencial de dilución de la emisión se reduciría durante el desarrollo del proceso transporte. Por esta razón es que mayormente la probabilidad de eventos de reclamos por olores ocurriría bajo condiciones de estabilidad ligera y moderada, donde existe una mayor frecuencia de vientos de baja velocidad, con dirección hacia la comunidad.

Cobra relevancia el análisis de vientos (predominio hacia los receptores sensible), junto con los horarios y periodos con mayor frecuencia de condiciones de estabilidad atmosférica para la aplicación e implementación de protocolos operacionales que permitan reducir el riesgo de percepción de olor en la comunidad.

Debido a la complejidad del terreno en nuestro país, es recomendable evaluar estos factores caso a caso, considerando que las condiciones de dispersión resultantes en ciertas localidades pudieran ser distintas pese a presentar un alto grado de similitud geográfica o climática. Dado que la distribución de sectores de producción intensiva animal se concentra en los valles de la zona central, estos estarían influenciados por regímenes de fluctuación diurno/nocturno, dependientes mayormente por sistemas de viento de ladera (circulación adyacente a la ladera) y de valle (circulación paralela al eje longitudinal del valle). Por lo tanto, estos sistemas pudieran conferir condiciones de vientos y fluctuación térmica diferentes a dos sectores próximos y adyacentes.

En la evaluación de impacto es recomendable la utilización de modelos complejos de dispersión, basado en las condiciones meteorológicas locales e integrando características topográficas y de terreno específicas del sector. Ello nos permitirá alcanzar un mayor grado de representación de las condiciones de dispersión local y una mejor estimación del área de percepción de olor tanto para sectores de crianza en operación como en futuros emplazamientos. Del mismo modo, es posible identificar localizaciones donde las

condiciones de dispersión son más favorables, con el objeto de disminuir el riesgo de percepción de olor y de futuros reclamos por parte de la comunidad.

Un factor clave en la probabilidad de percepción de olor en receptores es la distancia o separación respecto al lugar de emplazamiento de las fuentes de emisión del sector de crianza. Esto debido a que el comportamiento de la relación de transporte/dilución de las emisiones, estaría influenciado por las características orográficas del área de separación entre el receptor y la fuente. Pudiendo modificar tanto su orientación como la forma en que se diluye/concentra a medida que se desplaza hacia el punto de receptor.

Para implementar o aprobar los proyectos de crianza intensiva, se requiere un marco transparente para evaluar el impacto de olor de las unidades de producción, proporcionando criterios consistentes para evitar el deterioro de las comodidades en las proximidades de las unidades de producción. Se requieren criterios adecuados para la "exposición aceptable" a los olores, a fin de establecer un marco de criterios de calidad ambiental: valores límite y objetivos. Este informe tiene como objetivo proporcionar la base para tal marco de referencia. También revisa las prácticas, métodos y tecnologías disponibles para reducir el impacto del olor de las unidades de producción de cerdos.

1 CAPÍTULO I: EFECTO DE LOS OLORES EN LA SALUD DE LA PERSONAS

1.1 Introducción

Este capítulo proporciona antecedentes básicos sobre qué se define como olor, las diferencias entre malestar y molestia por olores, información que se tiene a la fecha sobre el efecto de los olores en la salud de las personas, recopilación de antecedentes internacionales sobre los estudios disponibles a hoy sobre olores y el efecto en la salud de las personas. Lo anterior incluye entre otro plasmar las diferencias necesarias entre olor y toxicidad, que a menudo se confunden.

Para llevar a cabo este levantamiento y análisis bibliográfico se revisaron los estudios realizados a nivel internacional y en especial lo realizado por el grupo Odournet, hasta el momento actual, en relación con los efectos dosis (exposición al olor) / respuesta (cantidad de población molesta) en los sectores especificados. Además, se consultarán documentos técnicos y publicaciones, que puedan aportar datos actualizados y avances en relación a esta temática.

Entre otros, se incluyó la Guía realizada para la Environmental Protection Agency (EPA) por Odournet “Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture”, en relación a los estudios dosis – respuesta. Este estudio describe, entre otros, el estudio experimental dosis – efecto, concentración de olor a purín de cerdo y la intensidad percibida, así como la comparación y relación entre la concentración de olor e intensidad, en otros sectores. Para llevar a cabo este estudio, se conformaron grupos de personas de diferentes localizaciones, los cuales expresaron el agrado o desagrado al olor, además de informar mediante cuestionario o vía telefónica sobre posible “molestia”. A grandes rasgos, la relación dosis – efecto se determina estudiando las siguientes variables:

- Exposición al olor, calculado mediante modelo de dispersión, percentil 98 con concentraciones en promedio horaria y meteorología asociada a un año lectivo.
- Porcentaje de la población clasificada como molesta de forma ocasional o frecuente, según consultas en formularios estandarizados.

De esta forma, se muestra la relación efecto (molestia) - dosis (exposición de olor calculada), expresada en C_{98-1h} en diferentes áreas poblacionales, poniendo de manifiesto el grado de tolerancia, en relación con el área; agrícola, urbana, suburbana, etc.

Incluye este capítulo la revisión bibliográfica sobre los costos sociales por olores en el aire ambiente, la clasificación y estimación de todos los costos por este concepto para cada una de las partes.

Por último, un análisis y clasificación de los reclamos por olores recepcionados en la SMA, entre 2013 y enero del 2018. El método de trabajo fue el consolidar en un archivo Excel las denuncias por olores que hayan sido ingresadas a la SMA, en cada Región.

- Se sugerirán campos para el archivo Excel y serán definidos en conjunto con la contraparte técnica MMA.

- El entregable de este punto incluirá:
 - Reporte con análisis de la información recabada incluyendo gráficos.
 - Archivo Excel con todos los datos recopilados.
 - Análisis estadístico de las denuncias por Región y sector.
 - Análisis estadístico de las denuncias a nivel nacional.

1.2 Antecedentes: El sentido del olfato y las percepciones

Nuestro sentido del olfato, de forma general, opera de forma similar al resto de los sentidos, traduciendo la información medioambiental en señales eléctricas, las cuales llegan a nuestro cerebro mediante impulsos neuronales. A posteriori, esta información se trata en nuestro cerebro mediante un proceso de valoración (Buck, 2005). Por otra parte, el procesamiento de los olores se diferencia de otros sentidos, porque la información olfativa va directamente al sistema límbico, una ruta rápida hacia el área emocional y de memoria del cerebro. Ya estemos ante un olor de carácter agradable o desagradable, la parte crucial son el(los) recuerdo(s) asociados a ese olor en particular. De esta forma, el mismo olor puede tener una connotación positiva o negativa para distintas personas (Paduch, 1995; Distel y Hudson, 2001).

El olfato, al igual que la vista y el oído, es un tele-sensor, ya que proporciona información del medio ambiente con un alcance espacial relativamente amplio. Sin embargo, la visión y el oído tienen un foco de atención que el olor no tiene, ya que la percepción de los olores no es direccional y depende del viento o flujo de aire libre. Este hecho contrasta con los sentidos de contacto; como son gusto y tacto, los cuales monitorean eventos del cuerpo o próximos al cuerpo (Environmental Agency, 2002). La percepción humana del entorno a través de los sentidos (vista, oído, tacto, olfato y gusto) se caracteriza por una buena discriminación con relación a la variación de intensidad de los estímulos, así como por una pérdida de sensibilidad cuando el estímulo es continuo (Berglund, Lindvall, 1995).

Cuando un individuo inhala, aumenta el flujo de aire y la turbulencia, lo cual mejora la interacción con las células sensoriales en la parte superior de la cavidad nasal. El olor presenta una serie de compuestos que se disuelven sobre la capa de mucosidad que cubre las células sensoriales, interactuando con ellas. Las señales se transfieren al cerebro mediante el primer nervio craneal (CNI). El sentido del olfato no es la única vía de detectar sustancias químicas en el aire, hay otra a través del nervio trigémino, el cual se excita mediante las terminaciones presentes en el revestimiento de la nariz. Estas terminaciones nerviosas detectan irritación química y producen sensaciones como irritación, cosquilleo, ardor, calentamiento, enfriamiento y escozor. Muchos odorantes estimulan ambos sistemas sensoriales (Cain y Murphy, 1980). Sin embargo, aunque la percepción del trigémino indica que "algo está en el aire", no proporciona información sobre el carácter del olor. La habilidad de identificar los odorantes y describirlos es la única y notable facultad de nuestro sentido del olfato.

De esta forma, cuando un individuo detecta un olor desconocido y no se le proporciona ninguna información sobre el olor y/o el foco, los potenciales efectos adversos, etc. es muy probable que la evaluación resultante por parte del individuo sea negativa. Las valoraciones negativas conducen a un control extremo y estrés, lo cual puede originar una cascada de síntomas negativos, como, por ejemplo, la alteración de la respiración (a menudo para reducir al mínimo la percepción de olores), aceleración del ritmo cardíaco, mareos, sensación de opresión en la garganta o el pecho, etc. (Shusterman, 1992; Dalton, 1997). Así mismo, aquellos olores desagradables, presentes en el medio ambiente, se les ha atribuido el carácter de estresante, ya que inducen una activación emocional negativa (Cavalini, 1992; Steinheider y Winneke 1933).

En este punto, cabe remarcar la importancia de los factores FIDOL a la hora de estimar el impacto por olor o el grado de molestia. De esta forma, la Frecuencia de la exposición indica

cada cuanto tiempo las personas están expuestas a un episodio de olor. Por ejemplo, un olor agradable puede causar molestia si la exposición es demasiado frecuente. Asimismo, un olor a baja concentración que fluctúa rápidamente, es más detectable que un olor de fondo a concentración estable.

La Intensidad de la exposición; se refiere a la percepción del olor. Por ejemplo, un olor que en principio no se considera desagradable, pero que es percibido a una elevada intensidad, puede convertirse en molesto, a pesar de que la frecuencia a la que se está expuesto sea reducida. La Duración de la exposición; se refiere a cuánto tiempo las personas están expuestas al olor. Indica el tiempo de un episodio de olor, es decir, cuanto tiempo la concentración de olor supera el umbral de detección. La Ofensividad hace referencia a la caracterización del olor, el cual puede ser agradable, neutro o desagradable. Este factor es una mezcla entre la calidad, el tono hedónico y la concentración del olor. Finalmente, la Localización del receptor: se refiere al tipo de uso del suelo y a la naturaleza de las actividades; es decir si es una zona residencial, rural, industrial, turística, recreativa, etc. la hora del día y la razón por la que la población se encuentra en dicho lugar (por ocio, vacaciones, trabajo).

Una vez que las personas son afectadas por el olor, su estrategia de afrontamiento puede ser de 2 tipos;

- (1) estrategia activa,
- (2) estrategia pasiva (Cavalinni, 1992).

El afrontamiento activo está enfocado en el problema, e intenta controlar el problema mediante el desarrollo de estrategias de afrontamiento activas. El objetivo es eliminar la causa del estrés, por ejemplo; registrar quejas llamando a las autoridades u operadores, abrir o cerrar ventanas, limitar el acceso a determinados lugares de la casa, etc.

Por otra parte, el afrontamiento pasivo está centrado en la emoción, no tiene como objetivo cambiar el entorno eliminando el estímulo desagradable, sino que consiste en modular la respuesta emocional, la cual es resultado de la evaluación; por ejemplo, negación, comportamiento 'Zen', búsqueda de distracciones, etc. Cabe remarcar que, en una estrategia de afrontamiento pasivo, la molestia solo se pone de manifiesto cuando otra persona externa pide información al respecto; ya sea mediante encuestas, formularios, entrevistas, etc.

En este punto, cabe remarcar que se considera relevante informar y notificar al entorno y/o público en general sobre los niveles de concentraciones, propiedades inusuales de olores, etc. Ya que es una herramienta proactiva la cual, generalmente, produce efectos positivos. Estos efectos positivos radican en prever o reducir los niveles de ansiedad, minimizando los efectos sobre la salud relacionados con el estrés. La transparencia de información genera conocimiento y empoderamiento entre los diferentes actores clave de un proceso, involucrándolos y haciéndoles partícipes conjuntamente de problemas y soluciones.

1.2.1 Conceptos base y definiciones

En el Glosario se presentan las definiciones y conceptos base, de referencia para abordar los siguientes capítulos. Los conceptos se definen a través de la bibliografía referenciada en la Norma UNE-EN 13725, los avances del Comité CEN/TC 264 "Air quality" y el Documento del Grupo de Trabajo de Conama, España 2014: GT-11, así como mediante la bibliografía específica referenciada. Se reitera el concepto de olor y se incluyen otras que son importantes para diferenciar conceptos, no siempre y del todo, claros.

Olor

Según la Norma Chilena 3190:2010 "Calidad del aire – Determinación de la concentración de olor por olfometría dinámica" el olor se define como la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo, cuando inspira determinadas sustancias volátiles. Según la Air Guidance Note 5 (AG5), el olor es la propiedad de una sustancia que activa el sentido del olfato humano. El sistema olfativo humano es el sistema sensorial para la detección de olores, el cual es altamente sensible y en consecuencia, capaz de detectar concentraciones muy bajas de una amplia gama de productos químicos olorosos.

La definición de olor ofensivo por el Ministerio del Ambiente. Decreto 948 de 1995, dice: "el olor generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana". Esta misma definición se indica en la Resolución 1541 de 2013 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.

Mezcla compleja de gases, vapores y polvo, con una composición que influye directamente en la percepción del olor por un mismo receptor. La sensación tiene lugar cuando las sustancias volátiles estimulan los receptores sensoriales ubicados en la cavidad nasal (Schiffman, 1998).

Según la Odour Impact Assessment Guidance for EPA Licensed Sites, se define olor como "la propiedad de una sustancia que activa el sentido del olfato humano."

Impacto odorífero

Los malos olores causados por actividades tales como explotaciones de ganado, actividades industriales, depuradoras, vertederos, etc, se entienden como un tipo de impacto en el ambiente debido a que aunque los olores no lleguen a ser tóxicos, pueden llegar a provocar malestar, molestias respiratorias, alteraciones psicológicas, etc. Al ser los olores un factor para la aceptación o rechazo, la población puede llegar a percibir los olores como un peligro para su salud, ocasionando niveles de descontento tan negativas como cualquier otro problema ambiental (AEC-Asociación Española para la Calidad).

La concentración de olor en la fuente, superior a un determinado nivel de calidad que puede comportar de forma singular o simultánea molestia y efectos sobre la salud.

Diferencia entre molestia y malestar por olores

Se requiere definir correctamente estos 2 términos; malestar (annoyance) por olores y molestia (nuisance) por olores, ya que ambos términos llevan a confusión (van Harreveld, 2001). El término malestar (annoyance) por olores, hace referencia a caracterizar los efectos a corto plazo debido a la exposición aguda a olores en el medio ambiente. Más allá, el término molestia (nuisance) por olores, hace referencia a los efectos psicológicos adversos en un ser humano, debido a una exposición repetida a diversos episodios de olores durante un período prolongado de tiempo. Es decir, la molestia consiste en un efecto acumulativo, la cual se debe a eventos repetidos de malestar durante un período prolongado de tiempo.

En este punto es importante remarcar que el concepto de toxicidad de un compuesto no se asocia a molestia o malestar por un olor, ya que la mayoría de los miles de compuestos odoríferos identificados son detectables en concentraciones muy por debajo de la concentración a la cual, dichos compuestos, se vuelven toxicológicamente relevantes.

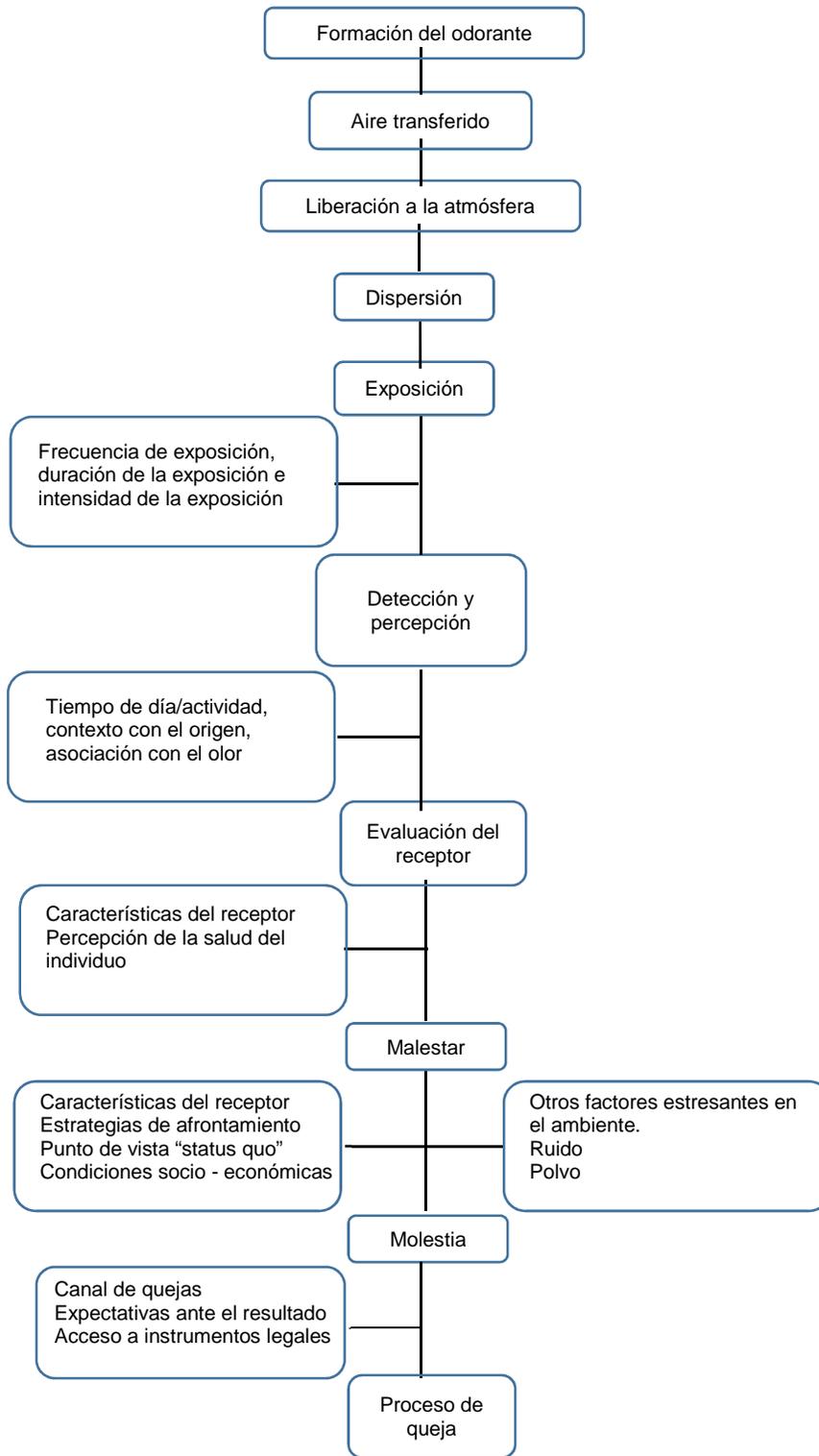
1.2.2 Proceso de formación de olor a queja

La siguiente figura, muestra el proceso que conduce a una molestia y cómo las quejas pueden generar la necesidad de una regulación (Van Harreveld, 2001). El proceso no es sencillo, ya que muchos de los actores/relaciones del proceso no se entienden o no fluyen adecuadamente. El hecho de no poder evitar la exposición, así como la visión con respecto a nuestro ambiente residencial, son factores relevantes a la hora de evaluar la probabilidad de experimentar molestias. Una vez que un olor se convierte en una molestia para un individuo en concreto, esto es un proceso difícil de revertir. Lo que empezó siendo un olor débil o tenue se convierte en una molestia, y una vez que se produce la primera queja, el problema es mucho más grave para todos los afectados.

El mecanismo que transcurre desde que se produce una emisión hasta que se origina una queja es complejo. Los factores influyentes son los siguientes:

- Las **características del olor emitido** (detectabilidad, intensidad, tono hedónico, potencial de molestias).
- **Porcentaje de dilución en la atmósfera** a través de la dispersión turbulenta (turbulencia o estabilidad de la capa límite, dirección y velocidad del viento, etc.)
- **Nivel de exposición** en los receptores (lugar de residencia, tiempo al aire libre, etc.)
- **Contexto de la percepción** por parte del receptor, es decir, potencial percepción de otros olores o trasfondo de olores, actividad y estado de ánimo respecto a esta percepción.
- **Características del receptor** (historial de exposición, asociación con riesgos, actividad que realiza durante la exposición, factores psicológicos asociados como el comportamiento para sobrellevar la situación, la percepción de la salud y la percepción de la enfermedad).

Figura 1 – Proceso de formación del olor y trayectoria para transformarse en queja



Fuente: Van Harreveld, 2001

Por otra parte, la Figura 2 complementa en detalle a la Figura 1, ya que muestra como los factores de carácter personal y de contexto pueden derivar en una alteración del comportamiento, efectos psicossomáticos y generación de quejas.

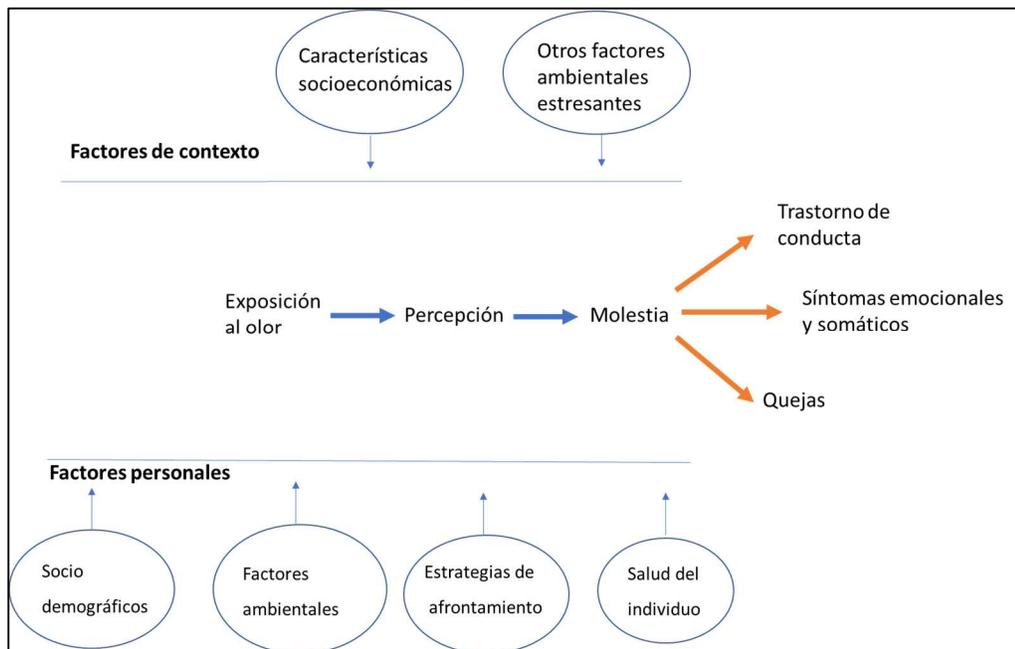
Los factores relacionados con el **contexto** incluyen:

- Características socioeconómicas (factores socioeconómicos, satisfacción con el entorno del área residencial, tiempo como residente, etc.).
- Otros factores ambientales estresantes (p. ej. ruido, polvo)

Los factores relacionados con la **persona** incluyen:

- Características sociodemográficas: edad, género, educación, etc.
- Preocupación sobre los efectos ambientales en la salud
- Estrategias de afrontamiento
- Percepción del propio estado de salud del individuo

Figura 2 – Esquema sobre respuestas de molestia y alteraciones del comportamiento, síntomas emocionales/somáticos y quejas después de la exposición al olor.



Fuente: modificado de Cavalini, 1992, Van Harreveld 2001; Cervinka&Neudorfer, 2007; Rethage et al., 2007; Steinheider&Winneke, 1993; Sucker et al., 2008a, b.

La molestia se produce cuando las personas se ven afectadas por un olor perceptible en su entorno diario: casa, trabajo, zona de ocio, etc. y la percepción del olor presenta las siguientes características (Van Harreveld, 2001).

- la *valoración* del olor es *negativa* (no puede elegir no tener o percibir ese olor).
- la *percepción* ocurre *repetidamente* y es difícil de evitar.
- el *olor* se considera como un *efecto negativo en el bienestar*.

1.2.3 Relación entre la percepción, valoración y malestar por olores

La molestia por un olor u olores ocurre cuando la persona expuesta lo percibe como no deseado. Los principales factores FIDOL que influyen en la percepción de malestar y que según estos generará o no “molestia” por olores son:

- Ofensividad del olor
- Duración de la exposición al olor
- Frecuencia de la aparición del olor
- Tolerancia y expectativa de los sujetos expuestos.

La exposición a los olores que se perciben como desagradables pueden afectar al bienestar, a niveles de exposición muy inferiores a la que realmente podría tener efectos fisiológicos o patológicos, por ejemplo; trastornos de sueño, dolores de cabeza y/o problemas respiratorios. Generalmente, los efectos se generan como resultado de la valoración negativa del individuo, se perciben y atribuyen debido a un efecto fisiológico directo de la exposición química, a menos que se proporcione información a través de una fuente fiable.

Cabe remarcar que la valoración negativa no solo está asociada al tono hedónico; sino que entran en juego otros muchos factores identificados en la Figura 2 - personales y de contexto.

Las concentraciones a las que se producen efectos adversos se verán normalizadas mediante una exposición regular, lo cual conduce a habituarse, tal y como ocurre en el lugar de trabajo (Wysocki et al., 1997, Smeets y Dalton, 2002). De esta forma, es posible que las concentraciones que generan preocupación en una comunidad, no tengan consecuencias en un entorno ocupacional. Aquellas concentraciones detectables, las cuales pueden generar alarma en una comunidad, no se presentan necesariamente a niveles toxicológicos significativos. Un olor que se percibe como desagradable en el contexto de nuestro entorno personal, es difícil de ignorar y conduce fácilmente a una reacción negativa en el entorno en sí. La respuesta conductual más simple es "huir", en otras palabras, alejarse de la fuente del estímulo que causó el efecto negativo. En el mundo actual, las opciones para “huir” son limitadas, especialmente cuando la exposición ocurre en nuestra casa. Si la exposición a olores con valoración negativa ocurre de forma repetida, esta puede afectar a nuestro bienestar y causar síntomas relacionados con el estrés. Cuando esto ocurre, la exposición a los olores se convierte en un problema de salud pública.

1.3 Efectos de los olores en la salud de las personas

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1948), “la salud es un pleno estado de bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedad o padecimiento”. A pesar de que esta definición fue oficializada hace unos 70 años, es relevante por su institucionalidad, ya que sirve de base para el cumplimiento de las competencias de la OMS, que es el máximo organismo gubernamental mundialmente reconocido en materia de salud.

Los efectos de los olores sobre la salud han sido relativamente poco estudiados, en comparación con los causados por otros contaminantes atmosféricos como el material particulado, el sulfuro de hidrógeno o el amoníaco. Sin embargo, algunos estudios señalan que los olores pueden afectar al estado psíquico de las personas, influyendo negativamente sobre su estado anímico y pudiendo provocar situaciones de estrés. Si la exposición es crónica, los afectados pueden sentir frustración o enfado, especialmente cuando no obtienen un beneficio directo de la actividad o no tienen control sobre ella.

Otros estudios atribuyen al olor, en concreto del sector ganadero, a la aparición de síntomas físicos, entre los que se incluyen problemas de insomnio, dolores de cabeza, irritación de las mucosas, tos, náuseas y problemas estomacales. También puede agravar problemas médicos, como el asma, en pacientes hipersensibles. La aparición de estos síntomas puede estar relacionado con las propiedades irritantes de los compuestos que forman el mal olor, o bien por el efecto sinérgico de éstos con otros contaminantes atmosféricos. En conclusión, la población no suele percibir malestar físico causado por los síntomas indicados anteriormente, sino que suele tratarse de una situación estresante por la molestia que ocasiona. En cualquier caso, la reducción de las emisiones odoríferas es beneficiosa tanto para el conjunto de la comunidad de vecinos como para el sector ganadero, ya que de esta forma evitaría la aparición de quejas y en consecuencia los conflictos socio-ambientales (Consejería Medioambiente Valencia, 2008). Según el contexto nacional, en base a la revisión del documento elaborado y publicado por el Ministerio de Salud en 2012 “Olores molestos y sus efectos en la salud de la población”; si bien se reportan estudios en áreas próximas a centros de cría intensiva de animales y centros de tratamiento de residuos, donde se miden efectos potenciales en la salud (principalmente de tipo respiratorio), se concluye que dichos efectos son inespecíficos. El documento aconseja abordar los problemas de salud no solo con relación a la evaluación de la concentración de olor, sino a través de parámetros de calidad del aire a través y posterior modelización.

Así mismo, este estudio indica la influencia de algunos factores personales (índice de pobreza, minoría étnica) o de contexto (características socioeconómicas), los cuales afectan en cómo el individuo aborda un problema de impacto por olor y cómo puede afectar a la salud.

En el objetivo de avanzar en este campo, a continuación, la consultora presenta las siguientes tablas, con ciertos estudios que relacionan fuentes, metodología y efectos observados en la salud. Estos estudios son relevantes por su carácter significativo al desarrollo de este capítulo, así como por la participación de un número significativo de individuos en cada estudio.

Tabla 1 – Casos de estudio Olor y efecto en la salud en las personas Planta de Compostaje

Fuente / Metodología	Efectos salud	Conclusiones
<p>SOMS 2 acc. (Rief et al., 2001), 979 residentes fueron consultados por el grado de molestia del olor según su lugar de residencia.</p> <p>Índice Total de Quejas (ITQ), independientemente del género.</p> <p>En las áreas residenciales más próximas a dichas plantas, se midieron microorganismos en el aire, al mismo tiempo que se llevó a cabo una investigación epidemiológica en el vecindario próximo, de 150 m. a 1.500 m. de las 3 plantas de compostaje y el área residencial de control correspondiente.</p>	<p>El porcentaje de población del estudio que indicó síntomas somáticos, fue más alto en todas las muestras en comparación con el resto de población en Alemania (Rief et al., 2001). Así mismo, este porcentaje también fue más elevado en los grupos de personas residentes en el entorno de las plantas de compostaje, que en los grupos de control.</p> <p>El grupo de estudio que residía próximo al lugar A (expuestos a bioaerosoles y molestias por olores) tuvo las tasas más altas de quejas. Por otra parte, la disnea se manifestó más del doble de veces que en resto de grupos de control. Las náuseas fue el quinto síntoma más reportado en los 2 grupos que indicaron olores residenciales molestos (Anear y Bnear).</p> <p>Nota: No se especifica cuáles fueron los 4 síntomas, pero sí indica que el tipo de síntomas somáticos reportados con más frecuencia fue influenciado poco por los olores ambientales y las concentraciones de bioaerosoles médicamente relevantes, excepto por las náuseas en contexto con olores residenciales molestos.</p>	<p>El estudio indica síntomas somáticos en los tres grupos de estudio, siendo todos los grupos residentes próximos a plantas de compostaje.</p> <p>La frecuencia con la que se reportaron los síntomas somáticos generales estuvo influenciada por el ambiente percibido cerca de las 3 plantas de compostaje.</p> <p>Con respecto al Índice Total de Quejas, (ITQ), esto sólo fue significativo en el grupo expuesto a concentraciones médicamente relevantes de bioaerosoles, lo que estuvo acompañado de altas tasas de disnea.</p>

SOMS 2 acc.: instrumento que mide las quejas somáticas para determinar los síntomas somáticos
Fuente: E.W. Herr et al. 2003

Tabla 2 – Casos de estudio Olor y efecto en la salud en las personas Instalaciones Agrícolas

Fuente / Metodología	Efectos salud	Conclusiones
<p>(11 explotaciones ganaderas - en Alemania, Nordrhein-Westfalen aves de corral, cerdos, bovinos) y 6 plantas industriales (dulces, bizcochos, textiles, aceite de semillas, grasa, hierro fundido) <i>La evaluación del efecto se llevó a cabo mediante entrevistas directas (1.456 área industrial y 1.053 área agrícola) utilizando cuestionarios que cubrían la molestia por olores, la notificación de síntomas y las covariables pertinentes.</i> <i>El objetivo fue analizar los resultados de los 2 estudios de campo para evaluar la influencia del tono hedónico (agradable-desagradable) y la intensidad percibida del olor. Para ello se llevó a cabo una evaluación de la exposición a los olores mediante inspecciones sistemáticas sobre el terreno. Los datos se analizaron mediante análisis de regresión logística múltiple para establecer asociaciones dosis-respuesta entre la frecuencia del olor, la intensidad y el tono hedónico como variables independientes y el reporte de síntomas como variable dependiente.</i></p>	<p>La exposición a los olores, además de inducir respuestas de molestia en función de la dosis, está directamente relacionado con los síntomas gástricos. Las quejas generales están relacionadas con la salud en condiciones de exposición extrema, o indirectamente mediada por molestias por olores en condiciones de exposición moderada.</p>	<p>Los resultados que asocian a exposición y los síntomas están fuertemente influenciados por el tono hedónico, mientras que la intensidad no tiene valor predictivo adicional. La adición de molestias por olores al modelo de regresión muestra que la información sobre los síntomas está influenciada exclusivamente por las molestias.</p>

Fuente: Sucker et al. 2009

Tabla 3 – Casos de estudio Olor y efecto en la salud de personas - Instalaciones Ganaderas

Fuente / Metodología	Efectos salud	Conclusiones
<p>Se llevó a cabo análisis de COV's en el aire de establos y agua de lagunas en instalaciones porcinas de Carolina del Norte. Las muestras de aire se recogieron sobre 2 tipos de materiales adsorbentes: Tenax y algodón desodorizado.</p>	<p>Irritación, inducida por los COV's de los establos y las lagunas, así como por las partículas de polvo asociadas.</p> <p>Se deben realizar estudios médicos para evaluar el efecto sobre la salud de la exposición simultánea a 300 o más compuestos.</p>	<p>Se identificaron un total de 411 compuestos en las muestras analizadas, aunque cada compuesto individual se encontró en bajas concentraciones, incluso por debajo de los valores umbrales de olor publicados, el efecto aditivo y/o sinérgico de estos cientos de compuestos en conjunto producen fuertes intensidades de olor.</p>

Fuente: S. Schiffman et al. 2001

Tabla 4 – Casos de estudio de olor y efecto en la salud de personas – Instalaciones ganaderas

Fuente / Metodología	Efectos salud	Conclusiones
<p>2 instalaciones ganaderas de la Comunidad Valenciana en 4 municipios adyacentes. Total 187 encuestas, adoptando un error inicial de un 10% por zona encuestada. La encuesta presenta 11 preguntas específicas y 7 de índole general. El muestreo en cada una de las zonas, fue de tipo estratificado en función de la población real de cada uno de los términos municipales, y en cada una de las localidades se realizó al azar, sin realizar una selección previa de la población. Cada municipio recoge la frecuencia semanal y duración de los episodios de olor.</p>	<p>Los principales efectos sobre la salud humana son las náuseas, la irritación de las mucosas, los cambios de humor y los dolores de cabeza. La mayor parte de la población afirmaba no sentirse afectado negativamente por los olores ganaderos, sino que éstos resultaban simplemente molestos y/o desagradables.</p>	<p>En 3 de los municipios encuestados, un porcentaje entre un 75 y un 100% consideraba que en su localidad existía un problema por malos olores. Sin embargo, el porcentaje más bajo, 45%, corresponde al municipio donde la actividad ganadera es mucho menor en comparación con el resto de los términos municipales. El origen principal de las molestias por olores en los Municipios 1, 2 y 4 es la aplicación a campo de estiércoles y purines (70%) y en segundo lugar, la presencia de las explotaciones (30%). En el Municipio 3 se invierte esta tendencia, siendo la fuente de olor más importante las propias granjas (60%) y en segundo lugar la aplicación de estiércoles y purines (40%). El olor calificado como más molesto y frecuente fue el porcino.</p>

Fuente: Grupo STEPA, UPV, 2008

De la revisión realizada por Odournet a nivel internacional, se puede indicar que no hay más información, actualizada. Una razón sería el que los estudios dosis – efecto suponen un gran presupuesto, por lo que este tipo de estudios no es frecuente.

De esta forma, para los tres casos de estudio, muestra como el grado de molestia influye en síntomas somáticos, así mismo, el tono hedónico influencia en la exposición y los síntomas. El propio olor no es el único factor influyente en posibles síntomas, las características personales y de contexto son relevantes, por ejemplo, el mero hecho de tener una industria en proximidad del área residencial puede generar más molestia que el propio olor. La actitud de afrontamiento de cada individuo es sumamente relevante, ya que si bien hay individuos

afectados por episodios de olor que lo consideran molesto, no llegan a sentirse afectados negativamente, como hay otras personas que experimentan síntomas somáticos que sí afectan su salud, siempre a partir de una vía de estrés y ansiedad.

En concreto, y con relación a la cría intensiva de animales, los olores derivados son generados por múltiples compuestos, entre ellos el amoníaco (NH_3), compuestos orgánicos volátiles (COV) y el sulfuro de hidrógeno (H_2S). Algunas investigaciones, han registrado hasta 100 compuestos diferentes en muestreos realizados en instalaciones de cría y explotación de animales (LaMichane, 2002). Algunos de los compuestos anteriormente citados se encuentran presentes a niveles muy bajos en las proximidades de las instalaciones industriales porcinas (valores inferiores al límite en el que se sabe que estos contaminantes ocasionan irritaciones).

En estos casos, existen 2 mecanismos adicionales que podrían ocasionar problemas de salud:

- a) La carga total de varios COV's, así como otros compuestos que, al ser emitidos conjuntamente, pueden exceder el límite a partir del cual el ser humano empieza a sufrir problemas de salud (Schiffman SS, 2001).
- b) Vector material particulado unido al olor. El olor forma parte de una mezcla compleja que puede contener material particulado, pesticidas, toxinas bacterianas, etc. Estas partículas en suspensión pueden llevar asociada una carga pesada de olores, de forma que la intensidad de un olor puede incrementarse por la presencia de partículas. Es decir, las partículas en sí son la causa del impacto sobre la salud; sin embargo, el individuo asocia el olor con los síntomas ocasionados por las partículas. En el 2000 Schiffman SS. reportó que en las instalaciones de cría de gallinas, el amoníaco y las partículas ocasionan más problemas de salud conjuntamente que por sí solos.

Ciertos estudios realizados en Carolina del Norte y Iowa (USA), sugieren que las personas que residen en sitios de producción industrial de cerdos a menudo padecen dolores de cabeza, rinorrea, dolor de garganta, gripe frecuente, diarrea y ojos irritados, con más frecuencia que aquellas personas que no están en sitios cercanos a esta actividad económica. Los estudios también sugieren efectos sobre el estado de ánimo, ya que generalmente estas personas experimentan mayor tensión, depresión, angustia, fatiga, confusión, falta de energía, cuando los olores están presentes, que en ausencia de ellos (Avery RC et al. 2004; Blanes-Vidal V. et al., 2011; Jacho MA.; 2010).

1.3.1 Variación de la respuesta olfativa

La respuesta olfativa determina la capacidad por parte de cada individuo para detectar olores. Esta capacidad varía según diversos factores: edad, sexo, hábitos de cada persona, enfermedades, etc.

Este capítulo presenta un resumen de estudios relacionando una serie de factores (sexo, edad, hábitos, estado de salud, entrenamiento de cada individuo, etc.) con la variación de dicha respuesta olfativa. Así mismo, se evalúa la variación de esta respuesta en el mismo individuo y en un grupo determinado. Es importante remarcar que la variación en la respuesta olfativa, tal y como se comentó anteriormente, no va ligada únicamente a la propia variación de la capacidad de detección del individuo, sino que está sumamente relacionada con las estrategias de afrontamiento, ya sean activas o pasivas, así como con la sensibilidad a la molestia. Esto implica que el nivel de alarma será superior en aquellas personas que ya han experimentado episodios de olor que a posteriori hayan derivado en molestia y quejas.

Tabla 5 – Resultados sobre la variación de la respuesta olfativa

Objetivo	Resultados	Conclusiones	Referencia
Medir la influencia de factores tipo salud, sexo, edad, hábitos, en el grado de capacidad para medir un olor.	Los resultados obtenidos se compararon con el promedio de un hombre sano de cuarenta años (factor 1). La edad, hábitos como fumar, mascar chicle y el propio estado de salud (alergias, resfriados, dolor de cabeza) elevan el umbral de detección de 2 a 4 veces con respecto a la referencia 1 (hombre promedio de 40 años). Hombres jóvenes (18 años) y mujeres presentan un factor de 0,5 y 0,8 respectivamente respecto a la referencia. Hombres mayores (62 años) presentan un umbral de detección más alto (2) con respecto a la referencia.	Existen múltiples factores propios del individuo debido a los cuales existe variación en la respuesta olfativa.	1983 Amoores y Hautala

Objetivo	Resultados	Conclusiones	Referencia
<i>Evaluar la respuesta en 2 grupos de personas de diferente rango de edad, de 25 a 54 años, versus productos químicos irritantes</i>	El umbral de detección de olor en el grupo de personas de más de 45 años fue el doble con respecto al grupo de adultos jóvenes.	La edad disminuye la sensibilidad de detección de olores	Van Thriel et al., 2007
<i>Evaluar la sensibilidad hacia distintos odorantes según sexo y edad.</i>	Se determinó una disminución en la sensibilidad respecto a la discriminación de 16 tipos de olor con 'Sniffin' Sticks' en mujeres, lo cual no sucedió respecto a un grupo de 150 hombres en el rango de 47 a 78 años.	El grupo de hombres evaluado presenta una mejor sensibilidad a los diversos olores en el rango de edad indicado	Boesveldt, 2008
<i>Evaluar la sensibilidad hacia distintos odorantes por grupo de edad (niños – 6 años y jóvenes).</i>	Se determinó que el grupo de niños de 6 años discriminaba peor los olores que los adolescentes.	Este hecho muy probablemente fue debido a la menor capacidad para la descripción de los olores por parte del grupo de niños	Stevenson et al., 2007
<i>Evaluar la sensibilidad según hábito del individuo (fumadores y no fumadores)</i>	El umbral de olor con 'Sniffin' Sticks fue 4 veces superior en los fumadores, respecto a los no fumadores.	La capacidad de diferenciar los olores se redujo 5 veces en los fumadores, produciéndose además una disminución del umbral de olor con la edad.	Katotomichelakis et al., 2007

Objetivo	Resultados	Conclusiones	Referencia
<i>Evaluar la variación de la respuesta olfativa individual con respecto a la de un grupo de personas, en este caso 1000 personas, las cuales conformaron un panel de estudio para la percepción de olores</i>	<p>Generalmente, las personas con buena salud pueden reproducir umbrales de olor individuales para ciertos compuestos con un factor ± 2.</p> <p>La variación en los umbrales de detección de olor en este grupo fue significativa, con una diferencia aproximada de un factor 30 entre el 5% superior e inferior de la distribución.</p>	<p>El grupo no representaría una muestra aleatoria apropiada de la población, y es probable que la variación individual de cada persona con respecto a los umbrales de olor sea aún mayor.</p>	<p>Van Harreveld et al, 1999</p>

Fuente: Odournet, 2018.

Como se ha visto, la variación de sensibilidad en los distintos grupos de personas es considerable. La decisión de si ciertos grupos; niños, enfermos, ancianos tienen derecho a un mayor grado de protección es, una vez más, un tema ético y político. Desde una perspectiva legal y ética, todos los ciudadanos deberían tener un grado aceptable de protección contra la exposición a los malos olores, sumado a que las instalaciones con un aire sin carga odorante podrían gozar de un mayor grado de protección.

En concreto los ancianos no son un grupo de riesgo particular, ya que en promedio son menos sensibles a los odorantes.

1.3.2 Relaciones dosis-respuesta y olores

La relación entre la exposición a parámetros físicos o químicos, como el ruido o los olores, y la respuesta subjetiva, como la molestia, no es fácil de demostrar ni cuantificar (Berglund, Lindvall, 1995). La dificultad radica en la complejidad de la evaluación de la dosis de exposición y en la variedad de respuestas subjetivas que pueden estar relacionadas con esa exposición. Esto implica que, en muchas ocasiones, no es atribuible una relación entre la dosis y el efecto medido; lo cual no es sorprendente, teniendo en cuenta la complejidad de relacionar la dosis con el tiempo, espacio, variedad y complejidad de los aspectos sensoriales, cognitivos y conductuales que determinan el resultado del efecto en términos de "molestia".

Dentro de las limitaciones indicadas anteriormente, los estudios dosis-respuesta permiten generar información con el objetivo de determinar criterios de calidad del aire aceptables, asegurando que el grado de exposición a los olores es aceptable para el estado de bienestar y salud de los receptores. Para ello, se necesita establecer relaciones causa-efecto, que describan la relación entre exposición al olor y el grado de molestia. El 2001 Powers et al. Indicó un nivel aceptable de molestia como el experimentado por el 10% de la población de una zona.

1.3.3 Metodología para describir la respuesta o el efecto

De forma general, el método usado para evaluar la respuesta a los olores lleva asociado una categorización en (a) olores "molestos" y (b) "no molestos", en algunos casos añadiendo la categoría "muy molesto".

Ya sea vía telefónica, a través de un cuestionario escrito o vía web; todas las encuestas y/o entrevistas deben incluir los 2 siguientes criterios:

- Calidad en la comparación, niveles de escala o valoración; de manera que se pueda medir el grado de malestar o molestia por parte de los potenciales individuos afectados.
- Planificación y correcta realización de las encuestas.

La aplicación principal de los cuestionarios telefónicos estandarizados (STQ, por sus siglas en inglés; TLO en la literatura holandesa) es determinar las relaciones dosis-efecto. El STQ utiliza una lista estandarizada de preguntas, donde la molestia por olores es sólo uno de los temas cubiertos por el cuestionario en la entrevista telefónica. Es importante que las personas entrevistadas no sean conscientes de que la encuesta está dirigida específicamente a los olores para evitar sesgos. La lista abreviada si está dirigida específicamente a las molestias por olores y optimizada para su uso telefónico, lo que requiere una lista limitada de preguntas para garantizar la cooperación de los entrevistados. Esta metodología se aplica a muestras suficientemente grandes de la población expuesta, como mínimo en 4 áreas de estudio con diferentes niveles de exposición. Se deben recolectar entre 100 y 200 encuestas por área de estudio, de forma que se establezca una relación dosis-efecto. La metodología requiere experiencia en métodos de encuesta para aplicarlos con éxito.

En la práctica, una encuesta STQ implica los siguientes pasos:

Tabla 6 – Objetivo de la encuesta STQ y pasos a seguir para su realización.

<p>Objetivo: Las preguntas tienen por objeto caracterizar la valoración subjetiva del entorno residencial del individuo en cuestión. Las preguntas se formulan de tal manera, que no es obvio que la molestia por olores o la molestia en general, sea el principal objetivo de la encuesta. El método puede utilizarse en situaciones en las que la exposición es causada por múltiples fuentes, aunque será más difícil caracterizar la exposición debido a focos múltiples.</p>
<p>En primer lugar, se estudia el área alrededor de la fuente o fuentes en cuestión. De forma ideal, la exposición que experimenta la población debe ser el resultado de una sola fuente de olor.</p>
<p>Utilizar la modelización para indicar las zonas de exposición, seleccionando intervalos adecuados, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ $0.5 < C_{98, 1 \text{ hora}} < 1.5 \text{ ouE/m}^3$ ✓ $1.5 < C_{98, 1 \text{ hora}} < 3 \text{ ouE/m}^3$ ✓ $3 < C_{98, 1 \text{ hora}} < 6 \text{ ouE/m}^3$ ✓ $6 < C_{98, 1 \text{ hora}} < 13 \text{ ouE/m}^3$ ✓ Etc.
<ul style="list-style-type: none"> · Listado con las direcciones de los residentes con conexión telefónica · Seleccionar una muestra aleatoria entre 100 y 300 direcciones. · Enviar una carta a las personas seleccionadas para la realización de la encuesta telefónica, con el fin de evaluar la calidad de los servicios en el entorno (el anuncio previo aumenta la participación de la población en la encuesta).
<p>PREGUNTAS</p> <p>Voy a enumerar una serie de factores que pueden ser molestos y pueden afectar la calidad de vida alrededor de su casa. ¿Puede decirme con qué frecuencia ha sido afectado en el último año por? (selección de una lista detallada de factores de molestia)</p> <p>Si usted ha sido molestado por alguno de estos factores, me gustaría que indicase el grado en que ha sido afectado durante el último año, ¿casi nada, moderada o seriamente en términos de molestias?</p> <p>Acaba de indicar que experimenta molestias por los olores. ¿Podría indicar la fuente de estos olores?</p> <p>¿Podría describir qué tipo de empresa es o qué productos fabrican?</p> <p>¿Podría describir brevemente el olor en un par de palabras?</p>

Fuente: Odourmet, 2018.

No se dispone de mayores detalles para resultados de efectos en la salud y molestia no están definidos. Tampoco existe un estudio que defina distancia al receptor, en

general depende del tipo de foco, la clasificación de la industria y sobre todo los estudios dosis respuesta que son los que pueden proporcionar información sobre esto. Lo que sí está claro es que se define molestia cuando incide al 10% de la población.

Con relación a la regulación de olores, podría aplicarse un modelo con todos los parámetros que contribuyen a generar molestia, así como sus interacciones, concluyendo en que los intentos de elaboración de este modelo son demasiado simplistas para ser efectivos. En la actualidad, se prioriza un enfoque más pragmático, en el cual, a partir de la medición de emisiones en foco y los modelos de dispersión, se calcula el nivel de exposición, correlacionándose con los niveles de molestia en la población. Este enfoque epidemiológico considera los procesos intermedios como una "caja negra", pero relaciona la dosis y el efecto con una correlación lo suficientemente alta como para ser eficaz.

Para valorar correctamente esta respuesta o efecto, se remarca la importancia de la regulación en base a la historia clínica. Los objetivos de una sociedad en cuanto a la calidad del aire, en términos de olores, deben fijarse en la experiencia práctica de dicha sociedad. Probablemente el mejor protocolo consiste en revisar el mayor número de casos posibles, así como el resultado de los procesos regulatorios, evaluando si el resultado presenta un equilibrio satisfactorio entre los intereses de la industria y vecinos expuestos.

En el caso de que no haya experiencias existentes o sean escasas, se deben empezar a valorar casos prácticos a través de pilotos, estudios, etc. para obtener datos y resultados que puedan aproximarnos a lo que sería una correcta identificación y evaluación del efecto. El problema inherente de la exposición al olor como factor de estrés ambiental y sus efectos en las personas, se relaciona con efectos fisiológicos y conductuales, los cuales a menudo están mal definidos.

Estos valores de concentración son definidos en función del 10% de población que manifiesta molestia, esto se lleva a cabo en base a encuestas. Esto junto con las decisiones del organismo que aplique, definirá el límite en ouE/m^3 .

1.3.4 Metodología para describir la exposición

La exposición a los olores en industrias en funcionamiento se caracteriza normalmente mediante la medición en las fuentes de olor, utilizando diversos métodos de muestreo y medición de la concentración de olor por Olfatometría dinámica acorde a NCh3386:2015 (muestreo) NCh 3190 Of. 2010 (análisis), esta última homóloga de la norma europea UNE-EN-13725.

Puede ser que la industria en operación tenga varias fuentes que no puede ser muestreado de la forma representativa mediante el muestreo al uso como fuente puntual o de área. En estos casos, la medición de la frecuencia del impacto de olor se lleva a cabo mediante Parte 2: Método de la pluma - NCh 3533/2 Of 2017” y panel de campo, permitiendo determinar la máxima distancia a la que puede detectarse el olor asociado a la fuente existente y calculando la tasa de emisión de olor de esta fuente.

Lo correcto es medir mediante pluma belga, ya que muestrear en un punto en una superficie tan grande no sería representativo.

En aquellos casos donde se requiere evaluar la factibilidad de un proyecto previa construcción, los factores de emisión se obtienen en base a guías de referencia y experiencia de consultorías especializadas en este campo, las cuales poseen datos numéricos de factores de emisión debido a previa experiencia en un amplio rango de sectores y procesos industriales asociados.

A partir de estos factores de emisión en el caso de las estimaciones previa construcción, o bien mediante las mediciones en campo en industrias en operación, se puede **alimentar un modelo matemático de dispersión** (Van Broecke.a., 2000, Van Broecke.a. 2001) y calcular el impacto.

Todos los métodos exitosos de caracterización de emisiones proporcionan al final una **tasa de emisión en olor**, en unidades de olor por unidad de tiempo. Estos datos alimentan la modelización de la dispersión, siendo esta una herramienta esencial para evaluar la exposición a los olores. El resultado final de la caracterización y modelización de la fuente, es un mapa que describe la exposición al olor, contornos (isodoras) que delimitan zonas en las que se rebasa una determinada exposición con una determinada frecuencia (valor del percentil). El modelo requiere, también, las observaciones meteorológicas a partir del modelo WRF y/o estación meteorológica local. La relación entre la exposición a los olores (dosis) y la molestia (efecto) puede describirse mediante una función matemática.

La modelización de la dispersión de olores es el método más utilizado en Países Bajos, mientras que el método de la grilla, NCh 3533/1 "Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles Parte 1", homóloga de la VDI 3940:2006, método de la malla, se ha utilizado principalmente en Alemania y Suiza. De esta forma, **la medida de la molestia puede basarse en el área y valores de percentil o en las respuestas individuales de personas.**

1.4 Antecedentes internacionales sobre dosis respuesta y olores

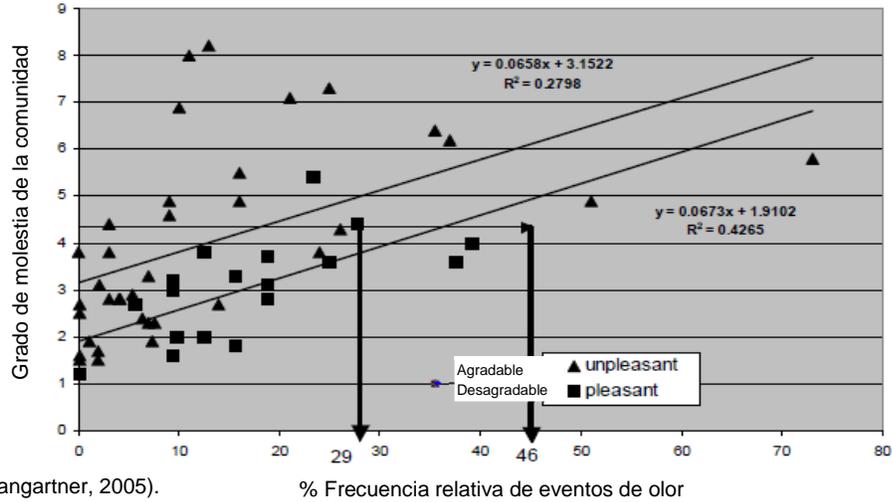
En este apartado la consultoría selecciona determinados estudios epidemiológicos, tanto en el ámbito industrial como en concreto para el sector de cría intensiva de ganado. Estos estudios se muestran en la siguiente tabla y son seleccionados en base a las metodologías (modelización, panel de campo) y variedad de fuentes seleccionadas.

Tabla 7 – Estudios epidemiológicos dosis – efecto

Fuentes / metodología	Resultados	Efectos	Referencia
Estudiaron fuentes continuas e intermitentes . Se llevan a cabo modelos de dispersión atmosférica a corto y largo plazo .	Modelizar a corto plazo para intentar caracterizar episodios de olor a tiempo real en periodos relativamente cortos, no proporcionaban una mejor estimación de las molestias que el uso de modelos a largo plazo .	Los efectos de exposición durante episodios de olores fuertes de carácter intermitente, son similares a los efectos de exposición a olores moderados de carácter permanente .	Cavalini 1992
Fuentes que habían sido eliminadas hacía 3 años	El porcentaje de personas molestas fue significativamente menor en aquella parte de la población que había vivido en el área impactada menos de 3 años .	Mayor sensibilidad a la molestia a largo plazo .	Winneke 1998
Panel de campo entrenado en Suiza Mediciones sistemáticas por un periodo largo. Industrias de fabricación de alimentos, secado de césped, pintura, productos químicos y alimentación animal.	Las industrias relacionadas con la fabricación de alimentos, secado de césped y pintura se clasificaron en los cuestionarios como olor " menos desagradable ", respecto a las industrias de productos químicos, producción de asfalto, creosota, látex de caucho, producción de gelatina y alimentación animal – las cuales se clasificaron como olor " muy desagradable ".	Ver gráfico 84, las ecuaciones muestran aproximadamente un desplazamiento de 1 unidad en la escala de molestia (eje Y) si se tiene en cuenta el tono hedónico. De nuevo se vuelve a poner en relevancia la influencia del tono hedónico en el grado de molestia .	Hangartner & Wüst 2005

Fuente: Odournet, 2018.

Gráfico 1 – Relación entre Molestia- Frecuencia y Tono Hedónico



Fuente: (Hangartner, 2005).

El gráfico 1, relaciona la frecuencia de molestia y el tono hedónico, en relación a los residentes en las proximidades de varias fuentes de olor en Suiza. Las fuentes de olor se clasificaron en "menos desagradables" o "muy desagradables". La frecuencia de los eventos de olor se midió mediante observaciones de campo con panel de expertos entrenados durante un período de tiempo prolongado. Las mediciones tuvieron lugar en las cercanías de varias fuentes de olor industriales y agrícolas mencionadas anteriormente.

Estos resultados muestran que la molestia a la exposición al olor en términos de frecuencia de olores en las áreas que rodean las fuentes de olor genera una ecuación casi lineal. El grado de adversidad para olores clasificados como muy desagradables, aumenta aproximadamente una unidad de escala en una escala de molestias de 11 puntos.

Tabla 8 – Estudios epidemiológicos dosis – efecto (continuación).

Fuentes / metodología	Resultados	Efectos	Referencia
<p>11 tipos de fuentes industriales encuestas a 6.276 individuos El estudio analizó los datos brutos, estableciendo una relación entre la dosis (exposición al olor) y la respuesta (porcentaje de población molesta). La molestia se expresa como el porcentaje de personas encuestadas seriamente molestas (%HA – high annoyance), lo cual supone aproximadamente el tercio superior de las personas "molestas"</p>	<p>Los datos combinados de todos los estudios ofrecen un coeficiente de correlación r de 0,889. Este coeficiente mejora a 0,945 cuando se introduce la variable adicional potencial de molestia por olores.</p>	<p>La importancia del potencial de molestia por olores.</p>	<p>Miedema, 2000</p>

Fuente: Odournet, 2018.

A continuación, se presenta un estudio específico de dosis - efecto referido al sector porcino en Holanda. Se seleccionó este estudio ya que Holanda fue el país precursor en estos estudios, así como por ofrecer datos de referencia que a hoy en día siguen siendo referentes a falta de otros estudios de envergadura, probablemente debido a la inversión requerida por parte de cada gobierno o administración en cuestión.

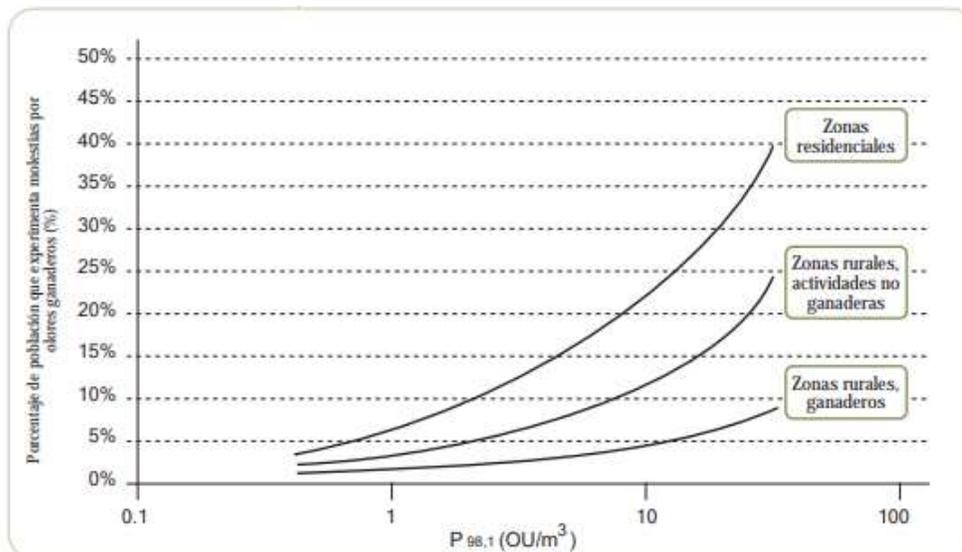
Tabla 9 – Estudio dosis-efecto en el sector porcino.

Fuentes	Metodología	Objetivo
Industria porcina	<p>Cuestionario STQ a 2.303 personas expuestas a diferentes grados de olor proveniente de granjas de cerdos.</p> <p>La relación dosis-efecto se calcula mediante: Exposición al olor, calculado mediante modelo de dispersión, mediante el percentil 98 con concentraciones en promedio horario y meteorología asociada un año lectivo ($C_{98,1h}$)</p> <p>Porcentaje de la población clasificada como molesta de forma ocasional o frecuente, según la consulta de un cuestionario normalizado, mediante entrevistas telefónicas.</p>	<p>Proporcionar una mayor base científica para la gestión de las molestias por olores, para la concesión de licencias a las unidades de ganadería intensiva.</p>

Fuente: Odournet, 2018.

Resultados

Gráfico 2 – Relación entre el porcentaje de la población que experimenta "molestia" (efecto) y la exposición al olor calculada (dosis) en situaciones de una sola fuente, expresada como $C_{98,1h}$ durante un año meteorológico normal.



Fuente. Bongers, 2001, Vrom, 2001.

Las ecuaciones de dichas curvas de regresión logística se basan en las siguientes fórmulas:

$$\text{Logit}(H) = \beta_0 + \beta_1 * \ln(C_{98}) \quad \text{ó}$$

$$H = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 * \ln(C_{98}))}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 * \ln(C_{98}))}$$

Donde:

H: Probabilidad de molestia en %.

β_0 : Constante.

β_1 : Coeficiente de dirección

$\ln(C_{98})$: Logaritmo natural de la concentración de olor a percentil 98 en la inmisión.

Las ecuaciones de la gráfica anterior son:

Zonas residenciales: $\text{Logit}(H) = -2,97 + 0,74 * \ln(C_{98})$

Zonas rurales, actividades no ganaderas: **$\text{Logit}(H) = -3,71 + 0,74 * \ln(C_{98})$**

Zonas rurales con actividad ganadera: **$\text{Logit}(H) = -4,89 + 0,74 * \ln(C_{98})$**

Observación: Las ecuaciones pueden servir para hacer una estimación como referencia, pero no para establecer valores normativos; para esto se sugiere desarrollar estudios en el contexto nacional.

Conclusiones

Se observa que, en términos generales, la población de zonas residenciales era más sensible al olor que la de núcleos rurales, ya que para un mismo porcentaje de población (10%)-eje Y, el valor de exposición – eje X, al que empezaban a sentir molestia era menor en el primer caso – residentes en área porcina expuestos a 1 o varias fuentes porcinas ($C_{98, 1h} = 3,2$ y $6,3$ ou/m³ respectivamente). Respecto de la población involucrada directamente en ganadería, una tolerancia al olor muy elevada, $C_{98, 1h} = 13$ ou/m³, nivel por encima del límite de exposición superior aceptable para la salud humana.

Para el público en general, expuestos a una única fuente porcina, el nivel de molestia asociado al 10 % se sitúa en $C_{98,1h} = 1,3$ ouE/m³

Se seleccionó **un nivel de molestia del 10 % de los encuestados como un valor guía referencial práctico**, ya que es el doble de la línea base para la molestia por olores, evaluado en zonas no expuestas a olores (bio) industriales. El valor porcentual del 10% es ligeramente inferior al objetivo político regulador en Países Bajos (12%). Aunque este objetivo regulador carece de una motivación científica bien razonada, se ha utilizado en la práctica regulatoria desde 1985 en cientos de casos de licencias, con resultados globalmente satisfactorios para los Países Bajos.

Criterios de calidad

Valor objetivo $C_{98,1h} \leq 1,5 \text{ ouE/m}^3$

Valor objetivo para nuevas instalaciones porcinas $C_{98, 1 \text{ hora}} < 3 \text{ ouE/m}^3$

Valor objetivo para instalaciones existentes $C_{98, 1 \text{ hora}} < 6 \text{ ouE/m}^3$

Análisis estadístico

El **grado de sensibilidad a la molestia** por parte de las personas expuestas **a una sola fuente, fue mayor que el de las personas expuestas a dos o más fuentes.**

La correlación entre el porcentaje de molestia en función de la exposición al olor mejora cuando se considera una única fuente preferencial.

La sensibilidad a las molestias por parte de las personas directamente involucradas en la producción agropecuaria, fue significativamente inferior a la de la población general que vive en el área. Este hecho se acusa aún más, en el caso de la población que vive en zonas de concentración de producción porcina, donde la población muestra una actitud más tolerante. Esto se traduce en niveles más bajos de molestia de exposición a los olores con respecto a los demás grupos.

Las personas que vivían en un entorno rural o periurbano no presentaban diferencia significativa con relación a la sensibilidad a las molestias. **Solamente las personas que viven en el área de producción porcina "zonas de concentración", mostraron una sensibilidad a la molestia menor que en otras zonas,** lo cual indica una mayor tolerancia a la exposición al olor porcino cuando se calculó la exposición acumulada, incorporando todas las fuentes pertinentes.

Según este estudio, el Reino Unido aceptó el criterio de los estudios epidemiológicos de Países Bajos, aplicando un nivel de exposición de $C_{98, 1 \text{ hora}} < 5 \text{ ouE/m}^3$, asumiendo un criterio conservador donde el potencial de molestia se consideraba similar en una planta de tratamiento de aguas residuales que en una porcina.

Si bien todos los estudios aportan referencias, cada país debería definir tanto los criterios ambientales generales como los límites específicos, reflejando un nivel de calidad y protección ambiental compatible con las aspiraciones de su sociedad. Este proceso debe ser tanto; eficaz como flexible en su evolución, en el sentido de poder evaluar y reevaluar de forma periódica la respuesta por parte de la sociedad. Ésta, reflejará a través de potenciales quejas y/o conflictos socio ambiental en función del grado de acuerdo o desacuerdo con las medidas aplicadas.

Estudios llevados a cabo en Estados Unidos y Europa indican una asociación entre resultados clínicos y la proximidad a centros productivos de cría intensiva de animales; sin embargo, no se observó una relación dosis respuesta entre la exposición y enfermedad. Es importante destacar que, en este tipo de actividades, la presencia de endotoxinas es un factor de riesgo en la exacerbación de síntomas en personas con asma y enfermedades respiratorias (Avery RC. Et al 2004; Blanes-Vidal V et al. 2011; O'connor AM et al.2010).

A pesar de que existe evidencia de variables de exposición-dosis-respuesta que describen la aversión al olor desagradable, ninguna de las mediciones clínicas mostró una asociación con mediciones del olor. La ubicación de las mediciones de efecto estimadas y el rango de los

intervalos de confianza para las mediciones clínicas de la enfermedad, mostraron poca evidencia de asociación, además de una débil asociación a través de los diferentes estudios. Los resultados sugieren que se desarrollen investigaciones adicionales en poblaciones cercanas a operaciones de cría de animales, especialmente estudios de salud mental y en grupos vulnerables que presenten enfermedades de tipo alérgico (O'connor AM et al. 2010).

1.4.1 Estudios de dosis-efecto en el establecimiento de criterios de calidad para olores

El objetivo de un criterio de calidad ambiental odorante es evitar que se produzca un olor medible, así como la consecuente respuesta de molestia, claramente significativa desde el punto de vista estadístico. La correlación entre la molestia, por parte de la población encuestada objeto de estudio, y la exposición calculada, es estadísticamente muy significativa. Los coeficientes de correlación r son superiores al valor 0,9.

La incertidumbre del método de la encuesta es del orden de $\pm 3\%$ (puntos porcentuales en la población encuestada). En consecuencia, el valor de molestia del 10% como criterio operativo debe considerarse como un valor en el que un efecto es detectable con un alto grado de confianza. De todas formas, la definición sobre un objetivo de calidad medioambiental adecuado en materia odorífera no solo es una cuestión científica, ya que lo que indica es el nivel al que un efecto es claramente detectable en la población. Lo que es aceptable o inaceptable como un nivel de molestia es una cuestión también política y de consenso sobre las prioridades y aspiraciones de una sociedad, lo cual deriva en cómo estos valores pueden reducirse o incrementarse según el margen de seguridad que se considere adecuado.

Como ejemplo, en Países Bajos, el objetivo político fue limitar el porcentaje de población molesta al 12% (VROM, 1988), lo cual se expresó en un principio como un número máximo de 750.000 viviendas expuestas a olores molestos. Este objetivo fue más bien una decisión política que un objetivo con motivación científica razonada. En un principio, este objetivo se hizo operativo mediante la aplicación de límites de exposición de $C98, 1 h < 0,5 \text{ ouE/m}^3$ para las fuentes existentes y un $C99, 5 < 0,5 \text{ ouE/m}^3$ para las licencias aplicadas a terrenos nuevos (VROM, 1984). Estos criterios, aplicados hasta 1995, demostraron su eficacia para reducir las molestias en zonas residenciales, sin embargo, desde un punto de vista económico, puede ser que fuesen demasiado severos.

Generalmente, el marco conceptual utiliza la relación dosis-efecto general para establecer un criterio inicial de calidad odorífera del aire basándose en la exposición a olores, según el límite de $C98, 1 h < x \text{ ouE/m}^3$. A su vez, existen mecanismos para aplicar correcciones en caso de molestias y adaptar estos valores a un olor específico y su potencial de molestias.

1.4.2 Beneficios en la reducción o mitigación de olores en la salud de las personas.

Organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), han instituido proyectos de vigilancia e investigación para aclarar las cuestiones relacionadas con la contaminación atmosférica y promover medidas que eviten un mayor deterioro de la salud pública, de las condiciones ambientales y climáticas (Control Contaminación Ambiental. Cap. 55).

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. La disminución de los niveles de contaminación del aire en los países puede reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neuropatías crónicas y agudas, entre ellas el asma. Es decir, cuanto más bajo sean los niveles de

contaminación del aire mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo.

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire ofrecen una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire, así como de los niveles de contaminación perjudiciales para la salud. En 2016, el 91% de la población vivía en lugares donde no se respetaban las Directrices de la OMS sobre la calidad del aire. Según estimaciones de este mismo año 2016, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de defunciones prematuras. Un 91% de esas defunciones prematuras se producen en países de bajos y medianos ingresos, y las mayores tasas de morbilidad se registran en las regiones de Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental.

Las políticas y las inversiones de apoyo a medios de transporte menos contaminantes, viviendas energéticamente eficientes, generación de electricidad y mejor gestión de residuos industriales y municipales permitirían reducir importantes fuentes de contaminación del aire en las ciudades. Además de la contaminación del aire exterior, el humo en interiores representa un grave riesgo sanitario para unos 3.000 millones de personas que cocinan y calientan sus hogares con combustibles de biomasa y carbón.

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire publicadas en 2005, ofrecen orientaciones generales relativas a umbrales y límites para contaminantes atmosféricas clave que entrañan riesgos sanitarios. Las Directrices señalan que mediante la reducción de la contaminación con partículas (PM₁₀) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico (µg/m³), es posible reducir en un 15% el número de defunciones relacionadas con la contaminación del aire. Las Directrices se aplican en todo el mundo, y se basan en la evaluación realizada por expertos de las pruebas científicas actuales concernientes a:

- Partículas (PM)
- Ozono (O₃)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂) y
- Dióxido de azufre (SO₂), en todas las regiones de la OMS.

Las Directrices de la OMS sobre calidad del aire se encuentran actualmente en proceso de revisión y su publicación está prevista para 2020. Estas Directrices, hasta el momento, **no contemplan los olores como efectos adversos para la salud en el sentido estricto de la palabra, aunque sí reconoce que puede alterar la calidad de vida.**

En consecuencia, si bien los malos olores no producen la muerte, si producen alteración del bienestar, según indica la propia definición de la OMS. Efectos como el insomnio, mal humor, dolor de cabeza, irritación de las mucosas, tendencia a desarrollar situaciones de estrés, náuseas, vómitos, reacciones aparentemente neurotóxicas; tales como comportamiento evasivo, pérdidas de memoria o problemas de concentración, interacciones con otros sistemas sensoriales o biológicos que provocan cambios de hipersensibilidad y cambios en las pautas de respiración, alteran este bienestar, y en consecuencia, nuestra percepción en la calidad de la salud.

1.5 Olor, sustancia odorífera y otros términos de interés.

Antes de abordar la toxicología de los odorantes y sus potenciales efectos sobre la salud, a continuación se definen ciertos términos de interés. De esta forma; **el olor** se define como la propiedad organoléptica detectable por el sentido del olfato durante la respiración de ciertos compuestos volátiles. Un **gas odorífero**, se define como aquel gas con una concentración de olor superior a 1 ouE/m³. El olor es el resultado de una mezcla compleja de compuestos, la molestia se genera en un individuo concreto localizado en el entorno por el impacto de olor global, y no solamente por un odorante en concreto.

Cuando se habla de “umbrales” se deben reconocer 3 tipos: umbral de detección, umbral de reconocimiento (Conama España 2014: GT-11) y umbral de molestia. El umbral de detección, es la concentración mínima del compuesto que produce una respuesta sensorial en los receptores olfativos de una población dada, en un porcentaje que, por convención, se ha especificado en el 50%, que es el valor que se describe y se encuentra publicado como “umbral de olor”. Se trata de un valor teórico obtenido a partir de las personas que participan en el estudio, las cuales no son ni muy ni poco sensibles (mediana geométrica de umbral de detección entre 20 y 80 ppb v/v) a las diferentes sustancias olorosas de referencia, y exentas de patologías que afecte a la olfacción.

Hay que tener en cuenta que los umbrales de olor se determinan en condiciones de laboratorio, estas condiciones generalmente son distintas a las que se encuentran en el medioambiente externo y sin otro tipo de sustancias olorosas presentes en el ambiente, situación que sí puede ocurrir en el lugar de trabajo, en nuestras casas o nuestro entorno. No es un dato fisiológico o una constante física, sino que representa un valor estadístico. El porcentaje de detección del olor se puede aumentar al 100%, si se quiere incluir a la población menos sensible, o reducirlo al 10%, para considerar sólo a la más sensible. Así mismo, el umbral de reconocimiento es la concentración mínima a la que el 50% de la población es capaz de describir el olor (3 ouE/m³), y el umbral de molestia (5-10 ouE/m³) es la concentración a la que una pequeña parte de la población (<5%) manifiesta molestias durante al menos el 2% del tiempo (Candenas, 2007). Este umbral viene determinado por factores psicológicos y socioeconómicos.

La siguiente tabla muestra los valores de OTV de ciertos COV's y mercaptanos, pudiendo ver claramente como los mercaptanos son sumamente relevantes en el impacto de olor, ya que tiene un umbral de detección muy bajo. Cabe remarcar que:

Un OTV indica la masa de un compuesto que sólo puede percibirse cuando se evapora en un m³ de aire neutro.

El OTV es una característica específica de cada compuesto.

El valor del OTV varía mucho entre compuestos de ppt a ppm, es decir, 1: 1.000.000 a 1 : 1.000.000.000.000.000

Típicamente, el OTV se usa para estimar el “Valor de Actividad de Olor”. Esto es el número estimado de unidades de olor, calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Valor de actividad del olor} = \text{concentración del compuesto} / \text{valor OTV}$$

Tabla 10 – OTV de ciertos COV's y mercaptanos.

Compuesto químico	Umbral de olor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Descripción del olor
Ácido acético	43	Vinagre, agrio, pungente
Ácido butanoico	0,35-86	Rancio, pungente
Ácido pentanoico	8-12000	Dulce
Formaldehído	490	Picante, penetrante
Acetaldehído	0,01-4	Fruta, manzana
Butiraldehído	15	Rancio
Pentanal	2,5-34	Fruta, manzana
Butanona	870	Manzana verde, etéreo
Etil butirato	0,017	Fruta, piña, etéreo
Isoamil mercaptano	0,0033	Repulsivo
Pentil mercaptano	0,0034	Ofensivo
Butil mercaptano	0,0105	Repollo, sulfuroso
Isopropil mercaptano	0,0190	Cebolla, ajo, azufre

Fuente: Odournet en base a Cnama España, 2014,

Una vez claros estos conceptos, se expone la potencial afección de la salud debido a la toxicología de los odorantes.

1.6 Efectos a la salud por exposición a sustancias odoríferas. Toxicología de los odorantes.

Una de las funciones principales de nuestro sentido del olfato, es advertir la presencia de compuestos tóxicos, antes de que dichos compuestos puedan dañarnos. En la actualidad, hay una alta sensibilidad hacia los odorantes asociados con procesos de descomposición, como, por ejemplo, el compuesto tóxico ácido sulfhídrico (H_2S). Sin embargo, el OTV o umbral de detección de este compuesto es de 0,4 ppb, mientras que los efectos toxicológicos se asocian a concentraciones superiores a 15 ppm. De esta forma, se manifiesta claramente que la toxicología y el olor no son conceptos correlacionados, ya que la mayoría de los miles de compuestos odoríferos identificados son detectables en concentraciones muy por debajo de la concentración a la cual, dichos compuestos, se vuelven toxicológicamente relevantes.

Un ejemplo es el estudio de Capelli et al. 2012, para la evaluación tanto del impacto por olor como de los efectos no cancerígenos sobre la salud según los olores en la ciudad de Terni, Italia. Inicialmente, el estudio cuantifica emisiones mediante Olfatometría dinámica y análisis químicos; aplicando a posteriori modelos de dispersión, que evalúen la exposición de los ciudadanos tanto a los olores como a su toxicidad no cancerígena. Los resultados muestran que el impacto por olor es considerable y afecta a casi toda la ciudad de Terni, sin embargo, el impacto tóxico, expresado en términos del Índice de Peligrosidad (IH), es aproximadamente tres órdenes de magnitud inferior al nivel al que se espera produzca efectos adversos para la salud humana a lo largo de toda la vida.

En el caso de compuestos potencialmente relevantes desde el punto de vista de la toxicidad, existe una legislación específica para limitar la exposición, basada en las relaciones dosis-efecto de la toxicidad. Esto aplica a compuestos como SO_2 , H_2S y NH_3 . Se debe tener en cuenta que estos 3 compuestos pueden ser relevantes como un "odorante" o irritante en el caso de NH_3 y SO_2 , ya que son compuestos que activan las sensaciones del nervio trigémino, a niveles que pueden estar dentro de los límites de calidad del aire basados en la toxicidad; (tener en cuenta que SO_2 y NH_3 tienen umbrales de detección sensorial de alrededor de 1 ppm).

Un ejemplo práctico es el gas combustible de las cocinas, al cual se le añaden sustancias olorosas que permiten advertir posibles fugas, en concentraciones siempre muy por debajo del límite de explosividad. Por otra parte, si existen otros compuestos tóxicos relevantes, como puede ser el CO, el cual no genera ningún tipo de respuesta olfativa, ya que es inodoro incluso a concentraciones letales.

Generalmente los malos olores tienen compuestos volátiles de sulfuro (azufre), así como también compuestos aromáticos orgánicos como ácidos grasos. Bastan pequeñas cantidades a concentraciones bajas o muy bajas para estos compuestos sean percibidos por la nariz (León C. et al. 2007). Aunque a momento presente no se ha podido establecer una relación directa entre el olor de las sustancias y su toxicidad, si se han observado reacciones fisiológicas del sistema nervioso central o periférico causadas por la percepción de olores. Por otro parte, se conoce que la exposición continua a sustancias químicas en dosis bajas puede causar efectos crónicos en la salud de las personas expuestas (Avery et al. 2004 / Canales P. et al. 2007).

Cuando las personas se exponen frecuentemente a un mismo olor, estas pueden sufrir fatiga olfativa o fatiga al olor. La fatiga olfativa puede ser a corto o largo plazo. La primera actúa en cuestión de horas y solo requiere de unos cuantos minutos para desaparecer. La otra actúa a

lo largo de semanas y meses, de forma que se requiere un descanso de meses para recuperar la sensibilidad (Sánchez JI et al. 2008).

El impacto a la salud por exposición crónica o aguda a emisiones atmosféricas, puede estar mediado por mecanismos toxicológicos, caracterizados por respuestas fisiopatológicas que difieren según la naturaleza y características físicas y químicas de las sustancias (Aubry C et al. 2011). Sin embargo, los olores y su regulación no están basados en la toxicología, ya que la detección del olor se realiza en una etapa mucho más temprana (detección a niveles de ppb); es la percepción de ciertos olores a concentraciones sumamente bajas lo que genera alerta en el individuo.

En el caso de los olores ofensivos, es vital tener en cuenta los mecanismos no toxicológicos, los cuales se asocian con efectos sobre la calidad de vida de las personas, familias y comunidades. La OMS sugiere usar gradientes biológicos en los estudios de evaluación ambiental, lo cual ayuda a proponer una asociación causal para riesgos ambientales de la salud dando peso a la evidencia.

No es correcto relacionar molestia y efectos toxicológicos (que sí corresponde a un gas) en la salud. Son dos cosas diferentes. La molestia aparece mucho, mucho antes que los efectos tóxicos sobre la salud. A continuación información que relevante y que aplica (Susan S. Schiffman* and C. M. Williams)

1.6.1 Mecanismos mediante los que el olor puede producir efectos de salud

Históricamente, los olores desagradables se han considerado signos de advertencia o indicadores de riesgos potenciales para la salud humana, pero no necesariamente desencadenantes directos de los efectos sobre la salud. Sin embargo, las quejas de los ciudadanos a las agencias de salud pública sugieren que los olores no sólo pueden servir como una advertencia de riesgos potenciales, sino que las sensaciones del olor en sí mismo pueden causar alteraciones de salud.

Los malos olores emitidos por las grandes instalaciones de producción animal y las plantas de tratamiento de aguas residuales, por ejemplo, provocan irritación de los ojos y la garganta, dolor de cabeza, náuseas, diarrea, ronquera, dolor de garganta, tos, opresión en el pecho, congestión nasal, palpitaciones, falta de aliento, estrés, somnolencia y alteraciones en el estado de ánimo. Existen al menos tres mecanismos por los cuales los olores ambientales pueden producir síntomas de salud (ver la siguiente tabla).

Tabla 11 – Mecanismos de relación olor – Efecto salud

Mecanismo	Descripción	Ejemplo
1	Los síntomas pueden ser inducidos por la exposición a compuestos odorantes a niveles a los que producen irritación u otros efectos toxicológicos. Este es el punto, la irritación más que el olor en sí es la causa del efecto sobre la salud, mientras que la sensación de olor simplemente es un marcador de exposición;	El amoníaco, con un umbral de olor de 0,8 ppm (v/v) y un umbral de irritación de 4 a 8 ppm (v/v). En concentraciones de 4 a 8 ppm y superiores, el olor simplemente coincide con el proceso irritativo más relevante, y es más probable que los síntomas de salud sean causados por la irritación que por el "olor inducido".
2	Los efectos sobre la salud pueden ocurrir con concentraciones de odorantes que se sitúan por encima del umbral de olor pero <u>no son irritantes</u> , lo cual ocurre típicamente con la exposición a ciertas clases de odorantes como los compuestos que contienen azufre.	Sulfuro de hidrógeno, H ₂ S. El umbral de olor para el H ₂ S oscila entre 0,5 y 30 ppb (v/v) para el 83% de la población, mientras que el umbral de irritación oscila entre 2,5 y 20 ppm (v/v). Seis estudios comunitarios (Jaakkola et al., 1990, 1991; Haahtela et al., 1992; Kilburn y Warshaw, 1995; Legator et al., 2001; Campagna et al., 2000) han reportado que la exposición al H ₂ S en concentraciones no irritantes está asociada con síntomas de salud.
3	El odorante es parte de una mezcla que contiene un co-contaminante (como un pesticida o endotoxina bacteriana) que es fundamentalmente responsable del síntoma de salud reportado. Las mezclas de olores pueden contener: i) coproductos no olorosos como el dióxido de nitrógeno (NO ₂) y/o el monóxido de carbono (CO), (ii) partículas o (iii) sustancias tóxicas del moho que son la causa real de los efectos sobre la salud.	Cabe remarcar la importancia de utilizar biomarcadores objetivos para determinar si los problemas constituyen efectos sobre la salud. Además, los participantes también concluyeron que se necesitan tecnologías mucho mejores para mitigar los olores a fin de reducir cualquier efecto potencial sobre la salud.

(Adaptado de S. Schiffman & Willians)

A continuación, la siguiente tabla muestra los niveles de olor asociados a potenciales efectos de salud.

Tabla 12 – Niveles de exposición de olor asociados a potenciales efectos de salud

<i>Nivel</i>	<i>Descripción</i>
<i>(1) Detección del olor</i>	Nivel al que el olor se diferencia del aire ambiente
<i>(2) Reconocimiento del olor</i>	Nivel al que el olor puede caracterizarse (ejemplo; reconocer si el olor es manzana o estiércol).
<i>(3) Molestia de olor</i>	Nivel al cual un olor molesta al individuo pero no muestra o percibe reacción física. Nota: No se esperan síntomas de salud en estos 3 primeros niveles a menos que el olor se produzca con un co-contaminante como el polvo, como en el Mecanismo 3, o que el nivel de molestia sea intenso o prolongado.
<i>(4) Intolerancia al olor (causa síntomas somáticos)</i>	Nivel en el cual un individuo puede mostrar o percibir síntomas físicos (somáticos) de un olor. Nota: Este nivel corresponde al Mecanismo 2 en el que el olor induce síntomas a pesar de que la concentración de olor es inferior a la que se sabe que causa irritación.
<i>(5) Percepción de irritación</i>	Nivel en el que un individuo indica irritación o síntomas somáticos como consecuencia de la estimulación del nervio que termina en el tracto respiratorio.
<i>(6) Irritación somática</i>	Nivel en el cual un odorante (no un olor) resulta en una reacción física negativa sin importar la predisposición de un individuo. Esto puede ocurrir cuando un compuesto oloroso (por ejemplo, el cloro) daña el tejido. Nota: La irritación percibida y somática corresponde al Mecanismo 1.
<i>(7) Toxicidad crónica</i>	Nivel al que un odorante puede producir efecto sobre la salud a largo plazo.
<i>(8) Toxicidad aguda</i>	El nivel en el que se experimenta un efecto tóxico inmediato (por ejemplo, un solo evento puede evocar un efecto agudo en la salud). Nota: En el caso de toxicidad crónica o aguda, el compuesto no debe considerarse un odorante, sino más bien un compuesto con efectos tóxicos que resulta tener un olor.

(Adaptado de Schiffman et al. 2000).

1.7 Costos por olores: ¿existe un costo ambiental por olores?

Los impactos y las acciones asociadas con "olores" pueden subdividirse en varias categorías o componentes de costos. Muchos de estos costos, como gastos médicos o legales, se producen como resultado directo de las respuestas que la gente hace para hacer frente a los olores "ofensivos". Estos son costos intencionales que la gente elige incurrir para aliviar el negativo impactos de los olores. Sin embargo, hay otros costos, importantes, como la devaluación de la propiedad y la interferencia con el desarrollo de la comunidad, que no están directamente relacionadas con lo intencional. Estos son los costos de las oportunidades perdidas, y son impuestos por el sistema. Son los costos más difíciles de cuantificar y proyectar en el futuro.¹

1.7.1 Costos Voluntarios

Costos médicos.

Los síntomas de la enfermedad física o psicológica debido a olores molestos, podría llevar a una persona a visitar a un médico, auto prescripción y compra de fármacos, volverse menos productivos, o incluso faltar al trabajo. Estos costos directos, así como el valor del tiempo de la persona, son los costos soportados por la sociedad. Podrían medirse potencialmente en una variedad de formas, incluyendo el uso de encuestas.

Los costos de reducción de olores para los individuos (Costo voluntario).

Las personas pueden hacer compras para sus hogares, como la mejora del aire acondicionado sistemas, purificadores de aire, o productos para enmascarar el olor y disminuir los impactos de olores "ofensivos" externos. Los costos incurridos serán el costo del equipo o productos que fueron comprados.

Costo gubernamental

Como ejemplo, en los Estados Unidos, se regulan los olores a través de agencias estatales y locales. La normativa de aplicación se basa en la ley de molestia ejecutable en el Estado y según niveles locales.

Cuando algún individuo genera una queja de olor con la ciudad o la agencia reguladora local, la denuncia debe ser investigada. Los costos generados son todos aquellos que implican el tiempo empleado por el fiscalizador(es) para llegar a la dirección del demandante, hablar con el denunciante, investigar el olor, escribir los informes necesarios, definir qué seguimiento es necesario hacer con la instalación de emisión de olor, en el caso de que haya un potencial de molestia por olores. Los diversos costos del gobierno pueden subdividirse en varias categorías, incluidos los costos de investigación y compra de equipos relacionados, entre otros. Si el gobierno se involucra en un juicio, el litigio se añade como otra categoría de costos.

Costos de grupo de interés público

Si los ciudadanos deciden organizarse, en un esfuerzo para obtener alivio ante la molestia por olores, el costo será medido por las horas dedicadas por los grupos de trabajo de ciudadanos a este fin. Grupos pudieran actuar en actividades tales como la recopilación

¹Beth R Beloff, Earl R. Beaver, and Hiede Massin, 2000.

y difusión de información, celebración de reuniones y participación de reuniones con agencias gubernamentales. También pueden participar en la no concesión de permisos, y hacer muy difícil para una instalación, que emite olores, el continuar operando o ampliar su operación.

Costos Legales

Un recurso que los ciudadanos tienen cuando se sienten que han sido impactados por olores, es una demanda contra la parte infractora. El estado, municipio o agencia de fiscalización puede presentar una demanda para abatir la molestia del público, mientras que los particulares pueden interponer acciones contra privados. Acciones por molestias generadas por las empresas están siempre a la mano, y el demandante debe demostrar la causalidad y los daños. En casos de molestia, la corte equilibra la utilidad social de la conducta incriminada como una molestia contra el valor social de los derechos invadidos. Las decisiones son en base a la comunidad específicamente y los tribunales muestran tener amplia discreción. Los costos legales se incluirían en el costo social al traer una demanda por molestia. Abogados ambientales a menudo toman estos casos bajo modalidad de honorarios basados en los resultados positivos del juicio para quien demanda. Aunque la sociedad no termina pagando por estos costos directamente, hay implícito un costo de oportunidad. En lugar de tomar casos de molestias por olores, los abogados ambientalistas y expertos del área, podrían estar haciendo otro trabajo de mayor valor a la sociedad.

1.7.2 Oportunidades perdidas

La devaluación de la propiedad

Cuando una instalación que emite olor se construye cerca de una zona residencial, existe un potencial de disminución o depreciación de los valores de propiedades afectadas por los olores respecto de otras propiedades comparables y cercanas y no afectadas. La disminución de los valores de las propiedades son un costo o externalidad social porque la pérdida de valor no la asumen los propietarios de la industria que emite olores. Es cargo de los propietarios de las viviendas y en general por la sociedad. Tasadores que fueron entrevistados en USA declararon que sería necesario pruebas de mercado para medir con precisión el efecto de olores en los valores de propiedades de una zona determinada. Teniendo en cuenta que el comprador de una propiedad está consciente de la frecuencia, intensidad, y características de los olores que afectan la propiedad y de los tipos de riesgos planteados por el olor, la venta puede ser vista como una transacción de mercado que arroja la magnitud de los costos para la sociedad y riesgos explícitos. De acuerdo con John Williams, en un artículo en el Diario de la Ley Ambiental de Texas que analizó el uso de acciones de privados por molestias de tóxicos, el detrimento en el valor de una propiedad, al comparar el valor de venta con propiedades no afectadas, sigue siendo la mejor estimación de los costos sociales atribuibles a olores "ofensivos".

1.7.3 Costos de interferencia de Planificación y Desarrollo con la Comunidad

Si los habitantes de un municipio determinado han decidido que quieren parques, o una nueva escuela y el que haya olores en el ambiente en las zonas donde fuere ideal localizar esos parques, escuelas u otros, no lo hace posible, esto pasa a ser un costo para la comunidad asociada con estas oportunidades perdidas. Este tipo de pérdida es difícil de cuantificar directamente, aunque una parte podría ser capturada en un aumento de costos por desplazamiento, tiempos de viaje a instalaciones con ubicaciones menos óptimas. El costo global para la comunidad es muy difícil de estimar.

1.7.4 Costos Comerciales

El turismo y otras actividades comerciales de un área que se ve afectada por olores pueden sufrir una caída. Restaurantes, hoteles y parques de atracciones son algunos ejemplos de empresas que serían el riesgo de perder clientes debido a la presencia de olores. Las estimaciones de la pérdida de negocios se podrían hacer mediante la comparación de semejante negocios en comunidades similares, o mediante la revisión de las declaraciones de ingresos de períodos de tiempo comparables, uno de los cuales se vio afectado por los olores, y el otro no afectado, es decir en estas situaciones siempre comparar con un sector “control”.

1.7.5 Los costos de la pérdida de empleo

En algunos casos, el activismo ciudadano puede conducir al cierre eventual o permanente de una instalación que emiten olores "inofensivos" o no necesariamente tóxicos, sino molestos u ofensivos. Los costos de la defensa legal, equipos para control de olores, o los cambios realizados en el proceso de fabricación para disminuir los olores pueden combinarse hasta hacer imposible que la operación sea rentable. Se puede llegar al caso de que la industria sea cerrada como resultado directo de una decisión judicial o gubernamental o de la propia industria, ante el incierto escenario de tener pérdidas por la sumatoria de costos, antes mencionados. Las pérdidas de empleos directos e indirectos son consecuencia de los cierres de empresas. En casos extremos, la pérdida de un trabajo podría conducir a los efectos secundarios de muerte prematura.

1.7.6 Remediación / Restauración

Con respecto a los olores, si se ha disminuido el olor se elimina el problema, por lo que la remediación en el sentido tradicional no es necesario. El costo de la reducción cae en el emisor de olores, por tanto, es visto como un costo interno. Sin embargo, si los olores causan interferencia en el ecosistema, un cierto nivel de restauración de ecosistemas podría ser necesaria. Además, si los olores han causado pérdida de oportunidades en términos de valoración de bienes inmuebles y terrenos a usar, entonces se podría considerar el costo de cambiar la percepción del público una vez que el olor haya disminuido y estos van a ser costo de restauración.

Tabla 13 – Tipo de costos ambientales.

Tipo de Costo	Descripción	Ejemplos
I. Directo	Capital, trabajo, materias primas, disposición de desechos	Operación y mantención para el funcionamiento de la operación.
II. Indirecto	Costos no asignados al producto o proceso	Costos de reporte, costos regulatorios, costos de monitoreo.
III. Futuro y responsabilidades contingentes	Inesperados, pero muy real en realidad	Remediación, cargos, restauración y multas.
IV. Interno intangible	Difícil de medir, costos internos corporativos	Reemplazo empleados.
V. Externo intangible, costos sociales	Difícil de medir, costos públicos	Percepciones del consumidor, relaciones de consumidores, agotamiento de recursos, imagen, prestigio.

Fuente: Beth R Beloff, Earl R. Beaver, and HiedeMassin, 2000.

1.7.7 Costos por olores

Tabla 14 – Resumen costos por olores

Componente	Ejes del costo	Costos
Investigación de quejas en la ciudad	Salario de investigador senior, 3 días tiempo completo (se asumen 65.000 USD/año) más un ayudante 1 día (se asume 25.000 USD/año).	Aproximadamente 800 USD por queja.
Investigación de quejas a nivel de estado	Salario de un investigador 6 horas (tiempo de acceso al área, inspección y elaboración del reporte), se asume 50.000 USD/año.	Aproximadamente 200 USD por queja.

Componente	Ejes del costo	Costos
Pérdida de empleos	Pérdida del ingreso para trabajadores. Pérdidas de otras actividades comerciales por pérdida de poder adquisitivo. Pérdidas de impuestos para municipios.	(Ingresos anuales promedio por área) x (Nº de personas afectadas) + (Pérdida de poder adquisitivo en el área) + (Pérdida de impuestos)
Costos de interés público grupal	Valor promedio del tiempo de los ciudadanos (\$/h). Horas dedicadas mensualmente en participación de actividades de grupos.	Costo/mes = (Nº de ciudadanos participando) x (Valor promedio del tiempo del ciudadano/h) x (Horas por mes dedicadas a la participación)
Costos de remoción odorante en las viviendas.	Costo promedio para la compra de purificadores de aire o desodorizadores u otras mejoras para abatir olores. Costo promedio anual de operación y mantención de los equipos.	Pago único = (Nº de equipos para el hogar) x (costo inicial del equipo). Costos operacionales por año = (Nº de equipos) x (costo anual de operar y mantener el equipo).
Costos médicos	Visitas al médico, costo de las prescripciones médicas, días perdidos de los trabajadores por enfermedades atribuidas a olores, pérdida en la productividad para el empleador.	Costos individual: \$/año = (Nº de personas afectadas) x (Costos de visitas al doctor por año) + (Costo de la prescripción médica por año). Costo del empleador: pérdida de productividad por año = (Número de empleados afectados) x (sueldos por hora) x (número de horas de enfermedad por año).
Devaluación de la propiedad	Diferencia entre el precio de venta de la propiedad afectada por olores y el precio de venta de una propiedad no afectada por olores en una comunidad similar, para un mismo uso de suelo y mercado.	(Precio de venta de propiedad similar en un área similar no afectada) - (Precio de venta de propiedad afectada por olores). Propiedades dentro de un radio aproximado de 2,5 millas se devalúan por cada 0.5 millas de aproximación a la fuente odorante a partir de 2,5 millas.

Componente	Ejes del costo	Costos
Costos comerciales	La diferencia entre las ganancias de un negocio en un área afectada por olor, e ingresos de negocios similares en un área parecida no afectada por olores establecerán las pérdidas comerciales atribuibles al turismo, restaurantes, hoteles, etc.	(Ganancias de negocios similares no afectados por olor) - (Ganancias de negocios afectados por olor) o establecerlo estimando la reducción en ventas en la misma época del año, para una época del año que haya sido impactada por olores.
Interferencia con la planificación comunitaria	Pérdida de oportunidad para uso de suelo de valores más altos, incluyendo mayores valores de la propiedad, impuestos y otras actividades económicas asociadas con ese uso de suelo.	

Fuente: Beth R Beloff, Earl R. Beaver, and HiedeMassin, 2000.

Hay numerosos ejemplos de estudios que estiman los costes externos de la contaminación y molestias utilizando métodos de fijación de precios hedónicos para valores de la propiedad; Boyle y Kiel (2001) o Palmquist (1999, 2005). El origen del enfoque hedónico a los bienes de valor con múltiples características se remonta al menos a Rosen (1974). Muchos de los estudios hedónicos posteriores se han centrado en la contaminación acústica causada, por ejemplo, por aviones o tráfico por carreteras; Nelson (2008). Además, la contaminación del aire ha atraído mucha atención; por ejemplo. SmithyHuang (1993).

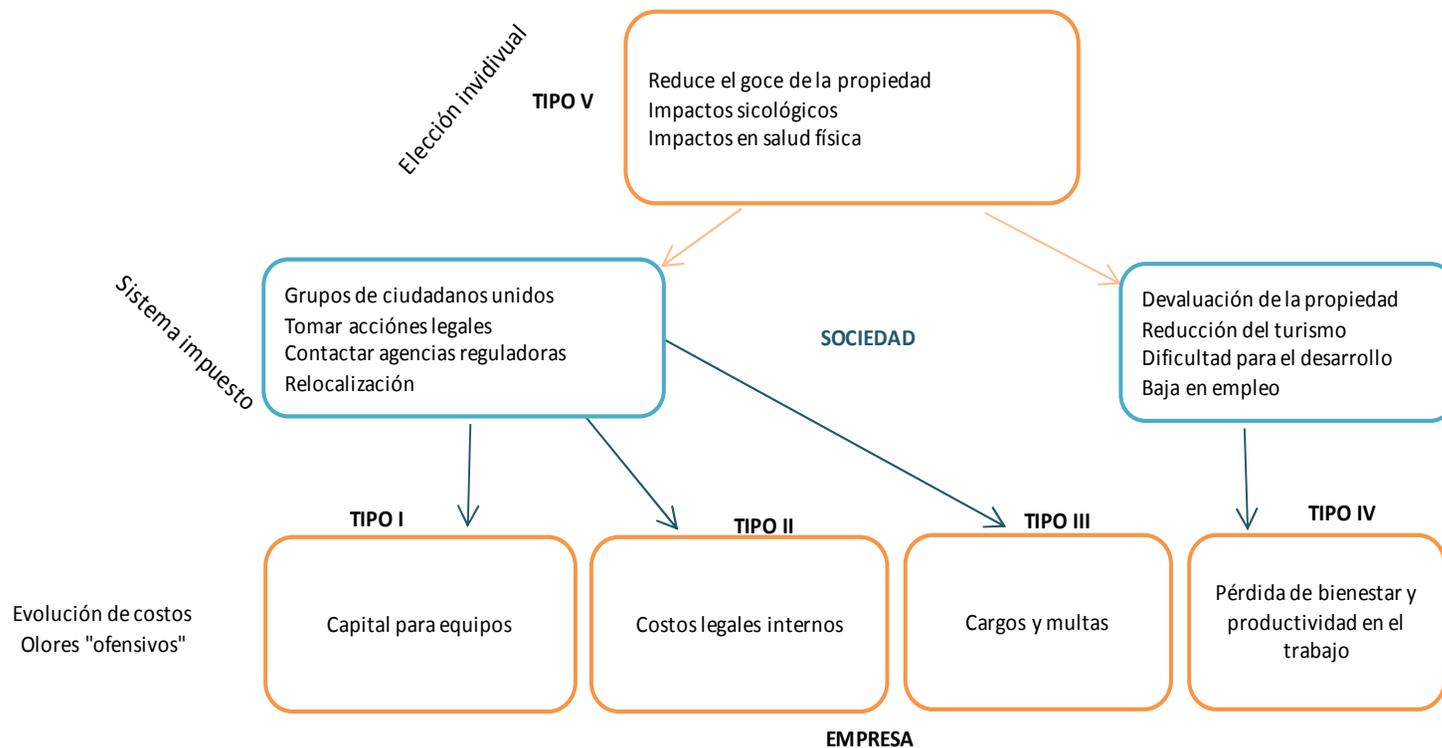
Sin embargo, y sorprendentemente pocos se han centrado a la valoración de olores molestos. Un número de estudios (ejemplos incluyen Nelson Génereux, y Génereux1992; Reichert, Pequeña y Mohanty1992) han estimado la disposición a pagar para reducir el efecto ambiental negativo de los vertederos ya que la molestia no sólo consiste en olores sino también de incomodidades visuales y externalidades en relación con el transporte de residuos. Algunos papers, sin embargo, abordan explícitamente olores molestos; como ejemplos de ello, Palmquist, Roka, y Vukina(1997) y Herriges, Secchi, y Babcock(2005), estudio sobre el impacto de malos olores relacionados con granjas porcinas en los Estados Unidos, y Saphores y Aguilar-Benítez (2005) se centran en instalaciones industriales en el condado de Orange, California.(Johan Eyckmans, 2013).

Una de las razones del relativamente pequeño número de estudios de valoración económica para olor, es probablemente la dificultad de medir de manera objetiva y científica la intensidad y la incomodidad causada por el mal olor. Los estudios anteriormente mencionados solían basarse únicamente en las medidas relacionadas con

la distancia entre la propiedad y la fuente del olor, aunque Herriges, Secchi, y Babcock (2005) también incluyeron un grupo de propiedades que estaban a favor del viento de las granjas porcinas. Hoy y en especial en Bélgica se ha mejorado y avanzado sustancialmente en la metodología para levantar los indicadores de molestias por malos olores, mediante mediciones de campo de la contaminación de olores en lugar de los indicadores vinculado a la (distancia a la) fuente del mal olor. Desde principios de 1990, las Autoridades ambientales Belgas han encargado campañas de medición de olores cerca las plantas o instalaciones que emiten olores. Utilizando un protocolo estandarizado, las personas han detectado los contornos exteriores de la zona en la que el olor es perceptible por los seres humanos. El uso de este contorno exterior, han sido para interpolar los contornos de olor en modelos numéricos para simulación. El cómo definir levantar la molestia por olores, se basa en observaciones recogidas en varias campañas entre 1991 y 2008 en el país Belga y a partir de ello, la metodología está pronta a oficializarse como norma metodológica europea, actual VDI 3940:2010 parte II.

1.7.8 Costos sociales por impacto odorante y pagados por la empresa

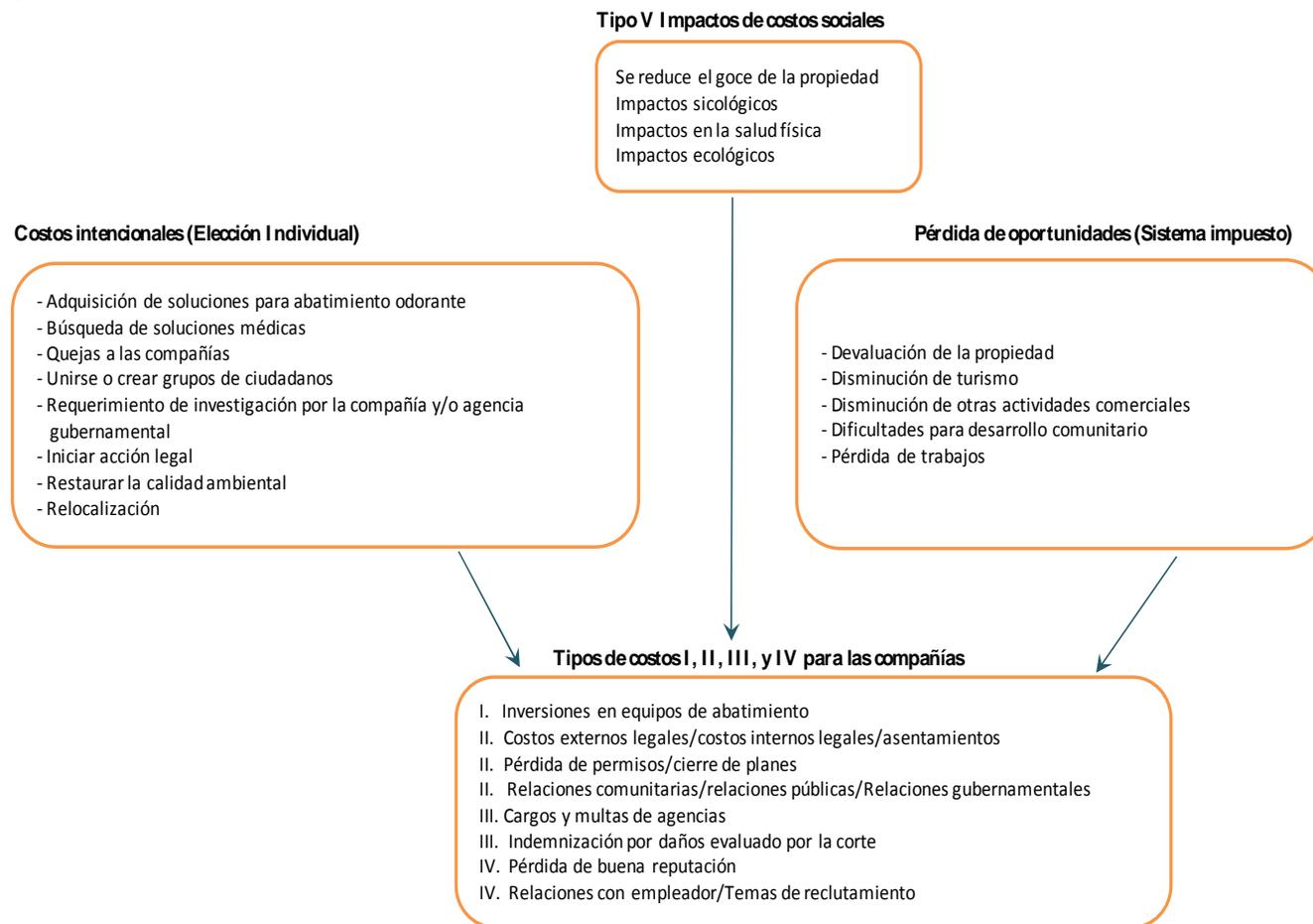
Figura 3 – Los costos sociales se convierten en costos para la compañía.



Fuente: Beth R Beloff, Earl R. Beaver, and HiedeMassin, 2000.

Los costos sociales por olor, serán costos de la empresa que los emite.

Figura 4 – Costos sociales son internalizados por las compañías.



Fuente: Beth R Beloff, Earl R. Beaver, and HiedeMassin, 2000.

La figura anterior muestra los principales factores que influyen en los costos sociales que deben considerar a las industrias o compañías, ya sea producto de impactos sociales, por gestión voluntaria (elección individual), por pérdida de oportunidades.

Aparte de todos los costos sociales que se mencionan, y que pasan tarde o temprano a ser internalizados por las compañías, en algunos pocos casos y siempre que se demuestre, se suma la remediación.

Las comunidades pueden verse afectadas por olores "inofensivos" de diversas fuentes, incluidas fábricas de papel, plantas químicas, plantas de asfalto y operaciones agrícolas. Para los fines del estudio, los olores se definieron como "inofensivos" si la sustancia que los causa no aparece en la lista de materiales peligrosos del Inventario de Emisiones Tóxicas o de la Ley de Recuperación y Recuperación de Recursos (RGRA). Aunque denominados "inofensivos", tales olores pueden tener efectos negativos en individuos y comunidades. El estudio identificó los impactos de los olores "inofensivos" y sus costos relativos para la sociedad.

Varios de los impactos de olores "inofensivos" que se identificaron afectan directamente a las personas y es probable que ocurran en o alrededor de sus hogares. La reducción de goce de la propiedad es una queja importante de aquellos que están sujetos a olores ofensivos. Las personas pueden sentir que no pueden usar su propiedad en los espacios al aire libre, como jardines o patios, o entretener a los invitados en sus hogares. Incluso pueden sentir la necesidad de abandonar sus hogares para alejarse del olor.

También se pueden experimentar impactos físicos y psicológicos. Las investigaciones han demostrado que las personas reportan una amplia gama de efectos físicos asociados con olores "inofensivos", que incluyen dolores de cabeza, congestión nasal, ataques de asma, tos, falta de aliento, trastornos del sueño, náuseas, tos y vómitos.

Los efectos psicológicos pueden incluir el aislamiento de familiares y amigos, el miedo a la salud, la ira, el estrés, el apetito alterado, la tensión dentro de la familia y la pérdida del placer de regresar a casa. Aunque no bien documentado en la literatura, también hay algunos indicios de que los olores "inocuos" pueden interferir con los ecosistemas. Los olores pueden interrumpir el apareamiento, interferir con las feromonas o causar el hostigamiento de especies en peligro de extinción.

Las personas que se ven afectadas por olores "ofensivos" pueden responder de una manera u otra. Una persona que experimenta los efectos físicos o psicológicos de un olor "ofensivo" puede buscar atención médica. Algunas personas pueden realizar modificaciones en sus hogares, como instalar puff para reducir su exposición al olor. Pueden optar por mantener las ventanas cerradas con más frecuencia mientras usan más el aire acondicionado.

Aquellos que están dispuestos a tomar medidas para disminuir el olor tienen varios recursos. Pueden quejarse directamente a la instalación que ha emitido el olor, aunque si están cerca de un área industrial concentrada, puede ser difícil para ellos saber qué instalación es responsable. También pueden quejarse ante la agencia reguladora local o la jurisdicción política y depender de ellos para tomar las medidas necesarias para eliminar el olor.

La comunidad también puede presentar una demanda contra una instalación, alegando molestia. Si se utiliza este recurso, el ciudadano asumirá la carga de probar que la instalación ha causado el olor y que se han sufrido daños. Los ciudadanos afectados pueden organizar y movilizar a la comunidad para presionar la instalación para controlar el olor. En los casos legales revisados en nuestra investigación, encontramos

precedentes en los que el activismo comunitario ha progresado hasta el punto de cerrar la instalación ofensiva.

Si estos enfoques para la eliminación de olores fallan, el ciudadano puede evitar el problema al reubicarse.

1.8 Antecedentes nacionales sobre denuncia de olores

Durante los últimos años, la comunidad ha tomado una fuerza importante en los distintos temas medioambientales a nivel mundial y Chile no es la excepción. Dentro de estos temas se encuentra una variable ambiental relacionada directamente con la componente aire: el olor.

En nuestro país, hechos emblemáticos relacionados con el olor, mal olor para ser más precisos, han dado cuenta que ya no es una variable que se pueda obviar al momento de hablar de calidad de vida y/o de la evaluación de proyectos o actividades industriales potencialmente generadoras de olores molestos. Entre estos hechos podemos mencionar algunos de los más emblemáticos como por ejemplo:

- a) El caso ocurrido el año 2004 de eventos de olores molestos en algunas comunidades de Maipú, producto de la operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Farfana de Aguas Andinas S.A.
- b) El caso ocurrido el año 2008 en la región de Tarapacá, asociado a eventos de olores en la localidad de Chanavayita, producto de la operación de la planta recuperadora de molibdeno de la Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM.
- c) El caso más emblemático referido a olores ocurrido el año 2012 en la comuna de Freirina, producto de la operación de un plantel de crianza intensiva de cerdos y sus plantas de tratamiento de purines, pertenecientes de la empresa Agrocomercial AS Ltda. que culminó con el cese total de las operaciones y cierre de las instalaciones más modernas de Sudamérica.

1.8.1 Alcances

El listado de denuncias incluyó antecedentes recopilados a Enero de 2018 y entregados en agosto de 2018:

- Denuncias SMA de todas las regiones a nivel nacional para el período entre 2013 y 2018.
- Se recopilaron denuncias de SEREMI de Salud, SEREMI de Medio Ambiente de 11 de las 15 regiones a agosto'18 y de 13 de los 345 municipios del país por lo tanto en el análisis se incluye sólo las denuncias al SMA por considerar todas las regiones del país.

1.8.2 Canalización de las denuncias

Hoy en Chile, existen canales formales para generar las denuncias por distintos aspecto ambientales, y en consecuencia, olor. En la mayoría de los casos, existen quejas o reclamos realizados directamente a las distintas plantas pertenecientes a actividades industriales generadoras de olor y en otros casos, se realizan de manera formal a través de organismos públicos.

A partir de lo anterior y en base a los antecedentes proporcionados por el MMA, se recopilaron denuncias formales, catastradas por la Superintendencia del Medio Ambiente para el período entre 2013 y 2018.

Cabe señalar que los registros recopilados corresponden a denuncias formales y que han sido catastradas por las entidades antes mencionadas lo que no implica que a nivel país no exista un número mayor de denuncias producto de aquellas no formalizadas o no catastradas.

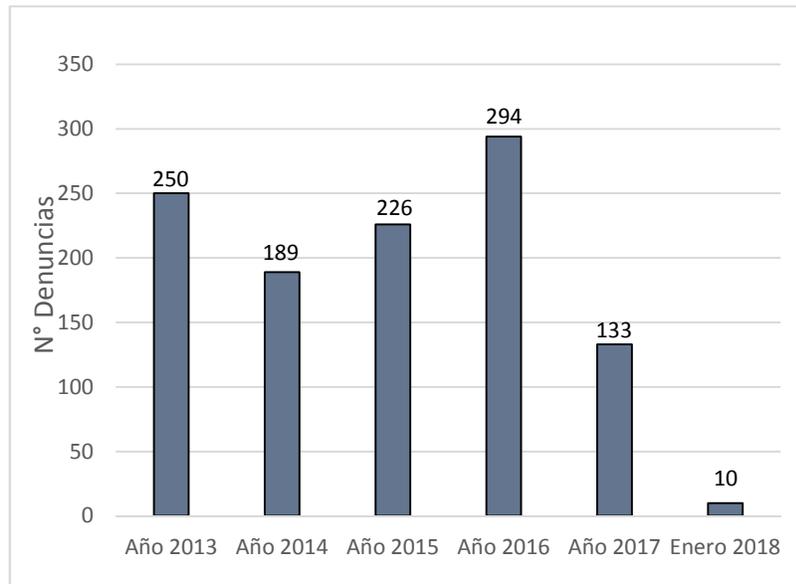
1.8.3 Catastro Denuncias a través de la Superintendencia del Medio Ambiente

El total de denuncias catastrados a través de la Superintendencia del Medio Ambiente correspondientes al período 2013 – 2018, fue de 1.102 denuncias. Una proporción importante no indicaban asociación o descripción de algún rubro en específico ya que es un dato que se dispone una vez que dicha entidad pública, a través del avance en las respectivas fiscalizaciones, concluyen con el dato de manera fehaciente. A su vez, por la misma causa antes mencionada, se tiene que los registros de denuncias por esta vía se actualizan, conforme avanzan los procesos de fiscalización. Por lo anterior, para el presente análisis se consideran aquellas denuncias y su estado de avance enero de 2018. **A la fecha de recopilación de antecedentes, aún no se oficializaba la promulgación de la región del Ñuble, cuya vigencia comenzó a partir desde el 6 de septiembre de 2018 por lo que no fueron consideradas o no estaban disponibles para el presente análisis.**

A) Denuncias SMA a nivel país

Durante el período comprendido entre los años 2013 y 2018, las denuncias referidas a olores generados por distintas actividades industriales a nivel país se distribuyen de la siguiente manera:

Gráfico 3 –
Número de denuncias por año a nivel nacional.



Fuente:
Elaboración Propia en base a SMA.

El detalle por rubro o actividad para el total de denuncias catastradas se observa a continuación:

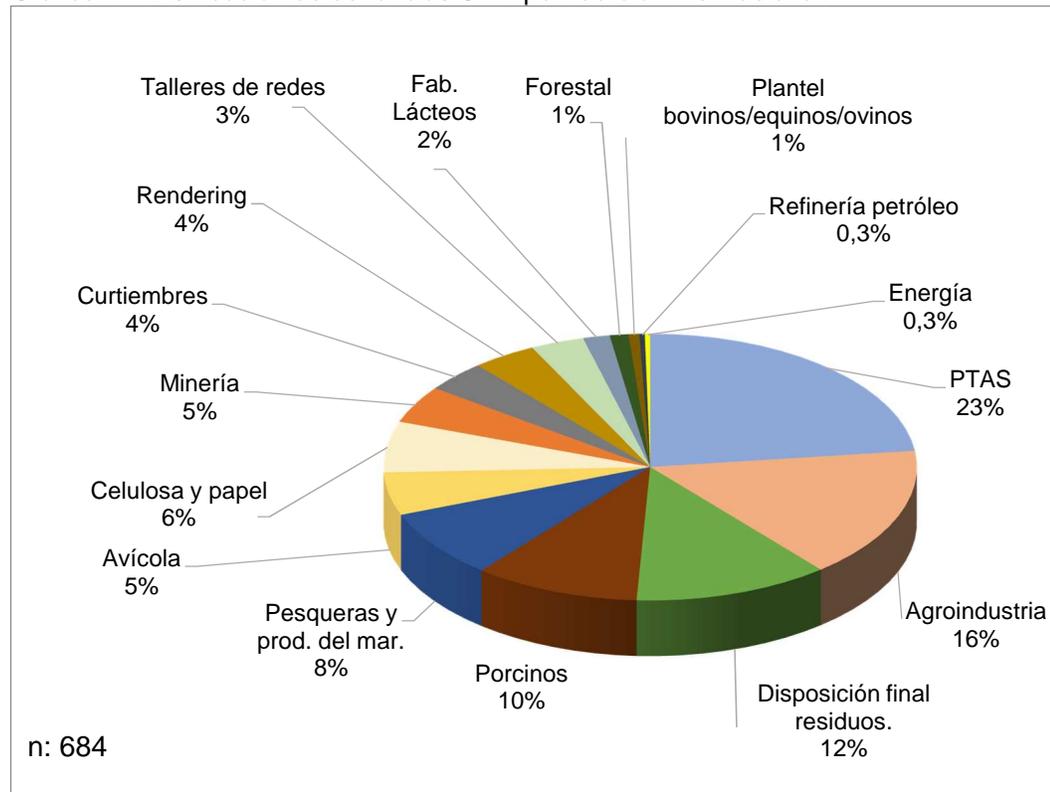
Tabla 15 – Catastro de denuncias por olores recepcionadas por SMA.

Región	Agroindustrial (en general)	Avícola	Curtiembres	Energía	Fab. de celulosa y papel	Fab. prod.lácteos	Forestal	Minería	otros	Pesqueras y prod. del mar	PTAS	Bovinos/equinos/ovinos	Porcino	Refinería de petróleo	Rendering	Disp. final de residuos	Talleres de redes	Sin categorización	Total
Arica y Parinacota	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	2	9
Tarapacá	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	-	-	-	-	-	-	17	24
Antofagasta	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	81	-	-	-	-	1	-	10	96
Atacama	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	3	8
Coquimbo	1	-	-	-	-	-	-	15	3	1	2	-	-	-	-	5	-	8	35
Valparaíso	7	11	-	-	-	-	-	1	4	3	5	-	-	-	-	-	-	34	65
Metropolitana	47	15	13	-	2	2	-	7	28	2	15	-	40	-	-	8	-	172	351
De la Araucanía	1	-	-	1	-	3	-	1	1	7	11	-	-	-	-	-	-	29	54
L. G. B. O'Higgins	13	1	-	-	3	-	-	2	2	-	-	-	8	-	24	1	-	33	87
Del Maule	16	3	10	-	-	-	1	-	3	-	2	-	6	-	-	33	-	38	112
Del Biobío	4	-	-	1	29	1	4	-	10	2	4	4	8	2	-	4	-	24	97
De Los Ríos	1	-	-	-	4	1	2	-	3	1	1	-	-	-	-	3	-	8	24
De los Lagos	2	-	-	-	-	3	-	-	5	29	13	-	-	-	-	17	18	23	110
De Aysén	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1	2	8	14
Magallanes y la Antártica Chilena	2	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	9	16
Total	98	32	23	2	38	10	7	28	68	51	142	4	62	2	24	73	20	418	1.102
Ranking	2°	7°	10°	15°	6°	12°	13°	8°	-	5°	1°	14°	4°	16°	9°	3°	11°	-	-

Fuente: Elaboración Propia en base a Superintendencia del Medio Ambiente, 2018.

Se tiene un total de 418 denuncias que a la fecha de análisis no estaban categorizadas por lo que no serán incluidos en los análisis siguientes. Estas denuncias equivalen a un 38% del total de denuncias por olor.

Gráfico 4 – Distribución de denuncias SMA por rubro a nivel nacional.



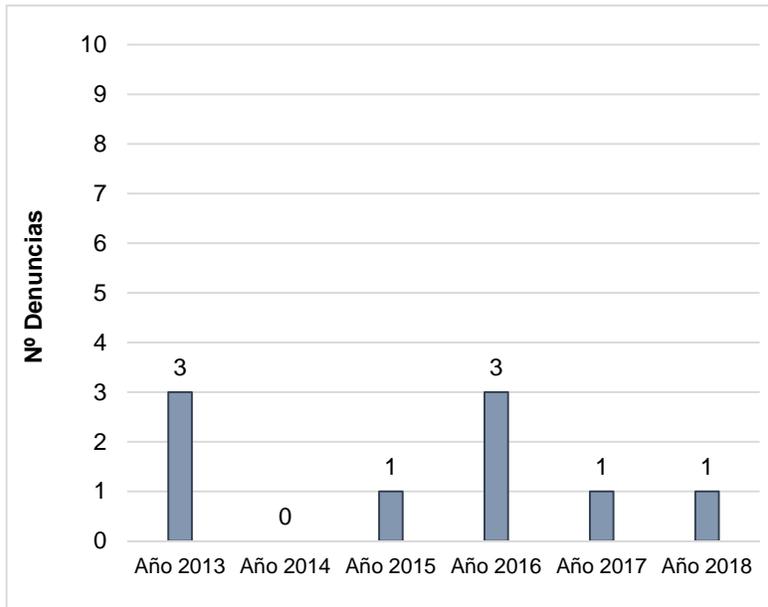
Fuente: Superintendencia del Medio Ambiente

Se puede observar en el gráfico anterior, que los principales rubros denunciados serían las Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) con un 23%, seguido de la agrupación de actividades agroindustriales (no incluye planteles de crianza intensiva de animales) con un 16%. En tercer lugar los sitios de disposición final de residuos con un 12%, luego el sector porcino con un 10% y 8% las pesqueras y procesamiento de productos del mar. En total, entre las primeras cinco actividades industriales suman cerca del 70% del total de las denuncias. Bajo estas actividades está el sector avícola compartiendo el séptimo lugar junto al rubro minero con un 5% cada uno.

B) Región de Arica y Parinacota

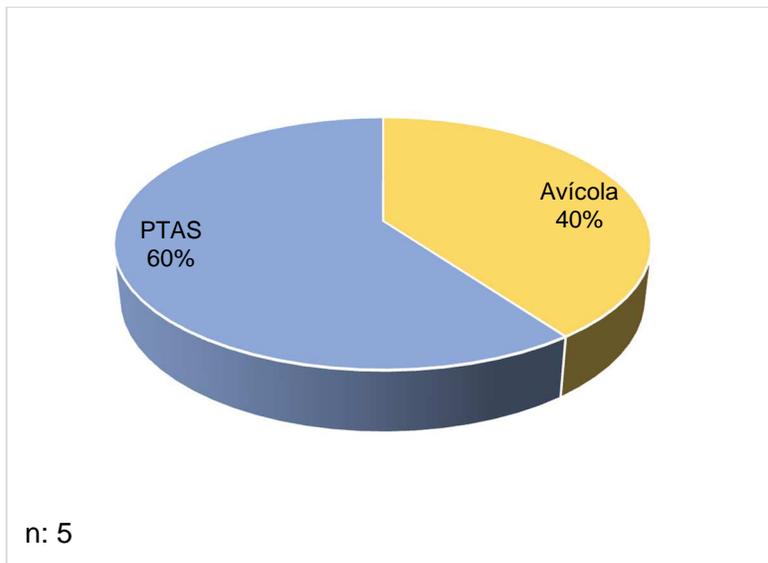
Durante el período 2013 – 2018, en esta Región se han catastrado 9 denuncias de las cuales 4 no han sido categorizadas. De las 5 restantes, 3 están asociadas a olores emitidos por PTAS y 2 al sector avícola.

Gráfico 5 – Número de denuncias SMA por año en Región Arica y Parinacota.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 6 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Arica y Parinacota.

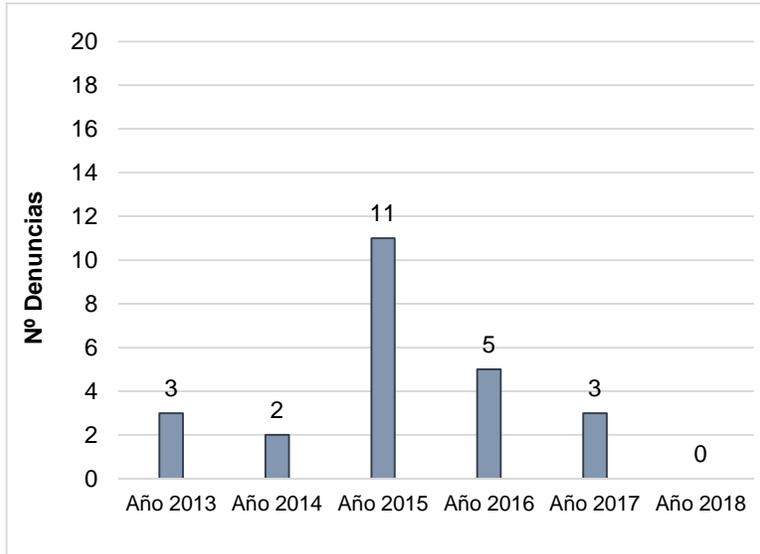


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

C) Región de Tarapacá

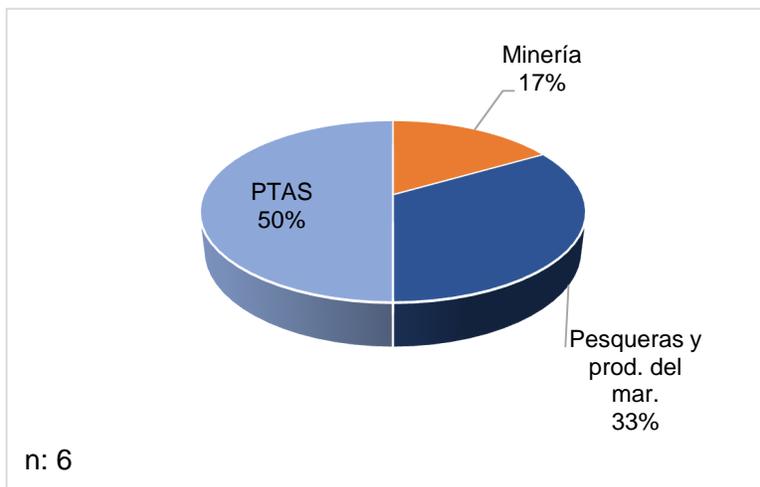
El número de denuncias en esta Región es de 24 catastros, y 6 denuncias han sido categorizadas. El detalle de dichas denuncias es: 3 atribuibles a PTAS, 2 a plantas pesqueras y procesamiento de productos del mar y 1 denuncia asociada a minería.

Gráfico 7 – Número de denuncias SMA por año en Región Tarapacá.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 8 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Tarapacá.

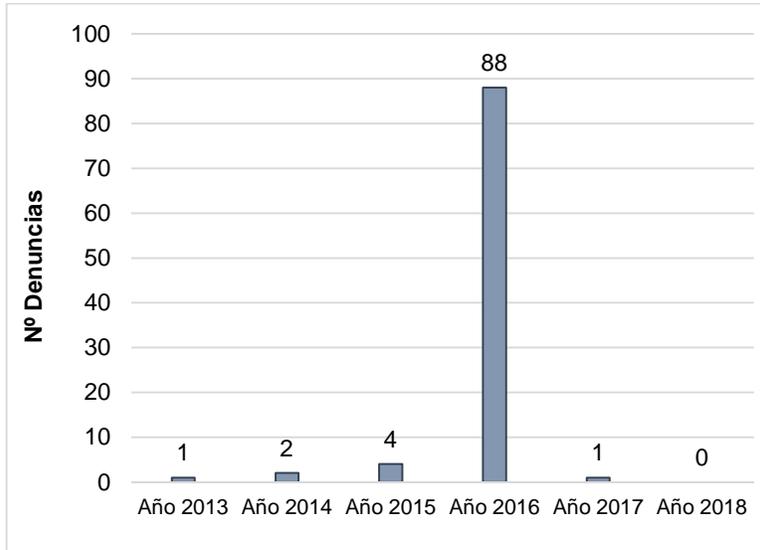


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

D) Región de Antofagasta

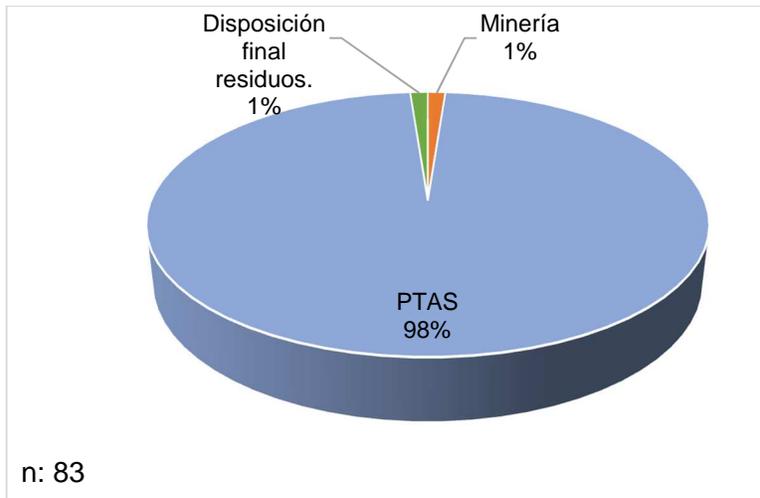
La Región de Antofagasta es la cuarta con mayor número de denuncias a nivel país después de RM, Región del Maule y de la Región de Los Lagos. El total de denuncias es de 96, de las cuales 83 se encuentran categorizadas predominando denuncias asociadas a PTAS, especialmente el año 2016 con un total de 81 denuncias. Las otras dos corresponden al rubro de minería y sitio de disposición de residuos.

Gráfico 9 – Número de denuncias SMA por año en Región Antofagasta.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 10 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Antofagasta.



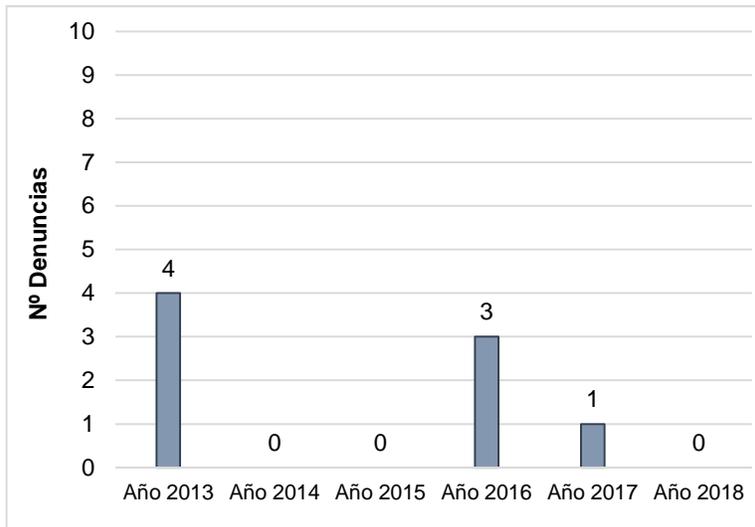
Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

El peak registrado el año 2016 y la mayor proporción de denuncias asociadas a PTAS están relacionados con una situación puntual acontecida en la ciudad de Antofagasta por eventos de olor que fueron atribuibles a la operación de una sanitaria local por parte de los denunciantes.

E) Región de Atacama

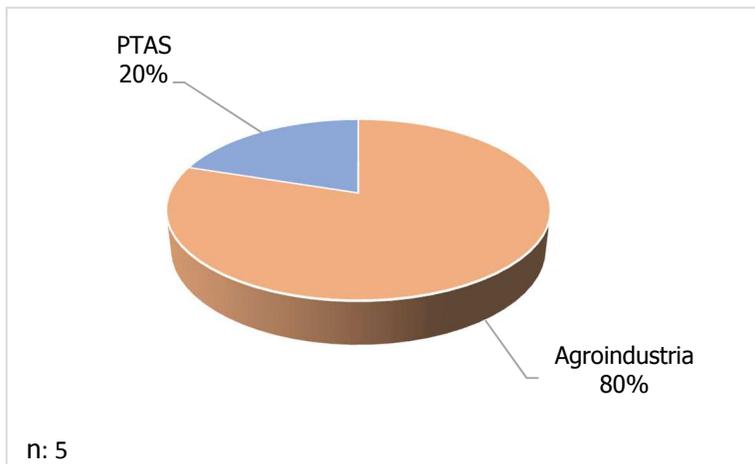
La región de Atacama es la que presenta el menor número de denuncias en el país. De las 1.102 denuncias registradas, 8 se concentran en esta región, 3 sin categorizar y cinco denuncias, son las actividades agroindustriales que presentan la mayor proporción.

Gráfico 11 – Número de denuncias SMA por año en Región Atacama.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 12 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Atacama.

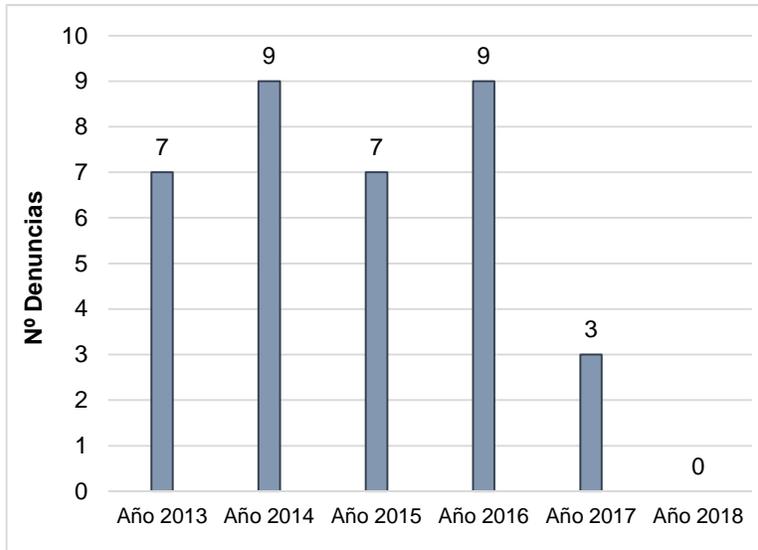


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

F) Región de Coquimbo

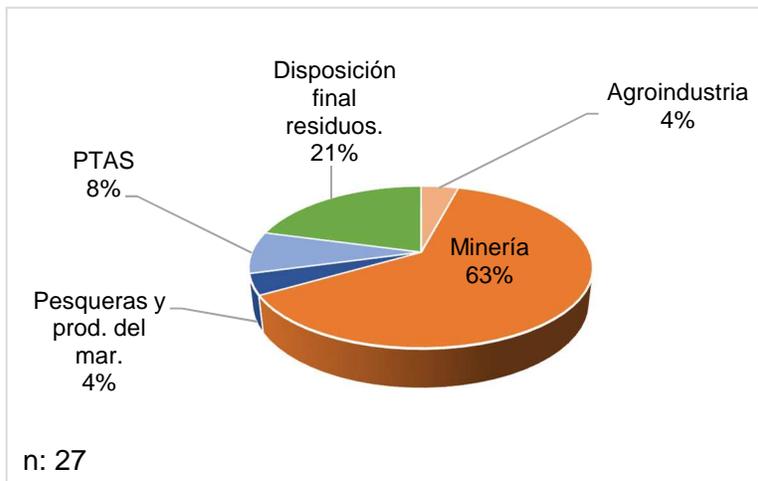
En la región de Coquimbo, el número de denuncias es de 35. Para 8 no hay categorización. De las 24 denuncias que sí se encuentran identificadas, el 63% está relacionada con el rubro minero, seguido de sitios de disposición final de residuos. En menor proporción se encuentran actividades relacionadas con PTAS, Agroindustriales y productos del mar.

Gráfico 13 – Número de denuncias SMA por año en Región Coquimbo.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 14 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Coquimbo.

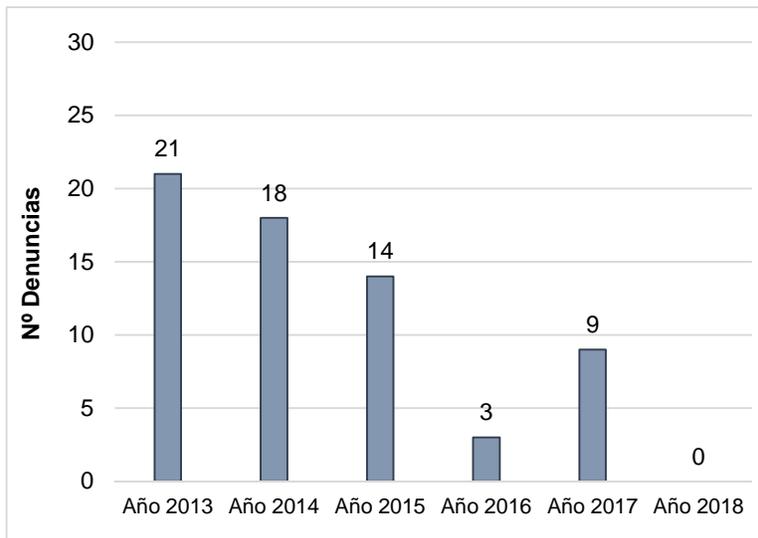


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

G) Región de Valparaíso

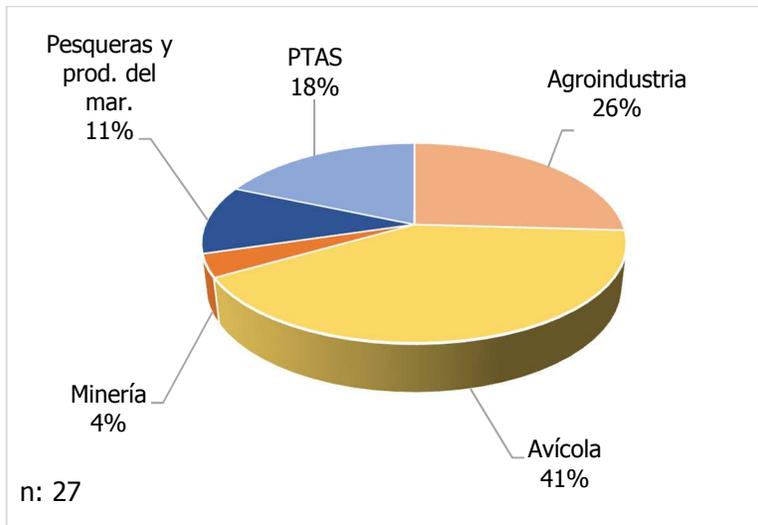
En esta región, se han catastrado 65 denuncias de las cuales 27 han sido identificadas y categorizadas. El 41% está relacionado con el sector avícola (11 denuncias), 7 denuncias al rubro agroindustrial, 5 a PTAS, a los rubros de productos del mar 3 y minería con 1.

Gráfico 15 – Número de denuncias SMA por año en Región Valparaíso.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 16 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Valparaíso.

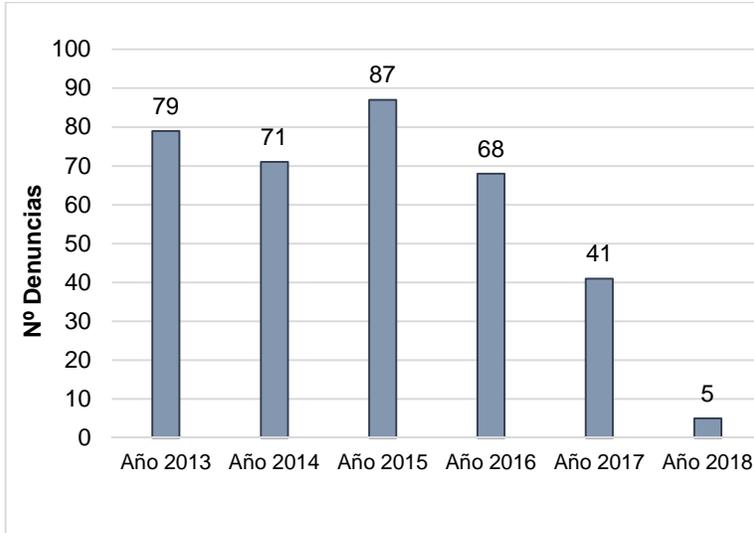


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

H) Región Metropolitana

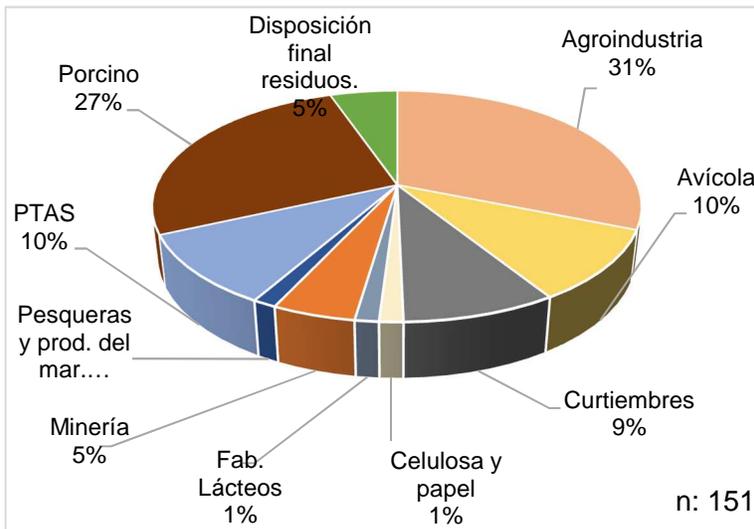
La Región donde se concentra el mayor número de denuncias registradas por el SMA, es la RM con 351 denuncias equivalentes a un 32% del total de denuncias a nivel país (1.102). De estas, 200 no fueron sido categorizadas. De las 151 que sí han sido identificadas, los principales rubros denunciados por olores fueron: Agroindustria con 47 denuncias (31%), sector porcino con 40 denuncias (26%) y luego el rubro sanitario y avícola con 15 denuncias (10%), respectivamente.

Gráfico 17 – Número de denuncias SMA por año en Región Metropolitana.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 18 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Metropolitana.

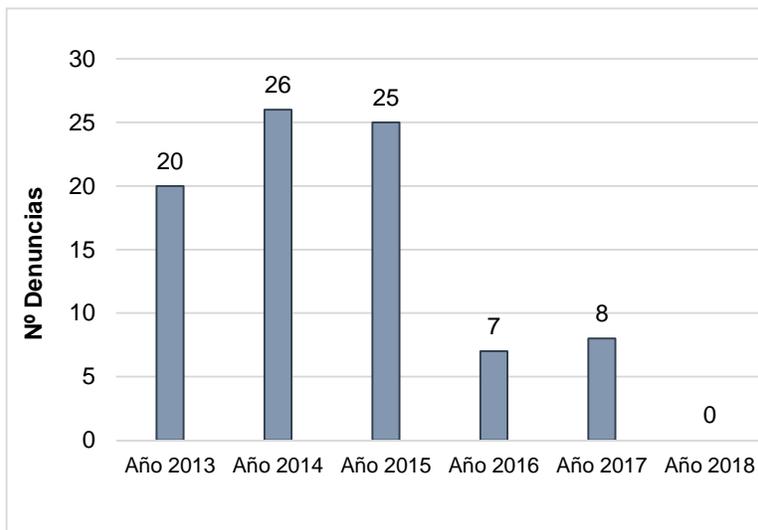


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

I) Región del Libertador General Bernardo O'Higgins

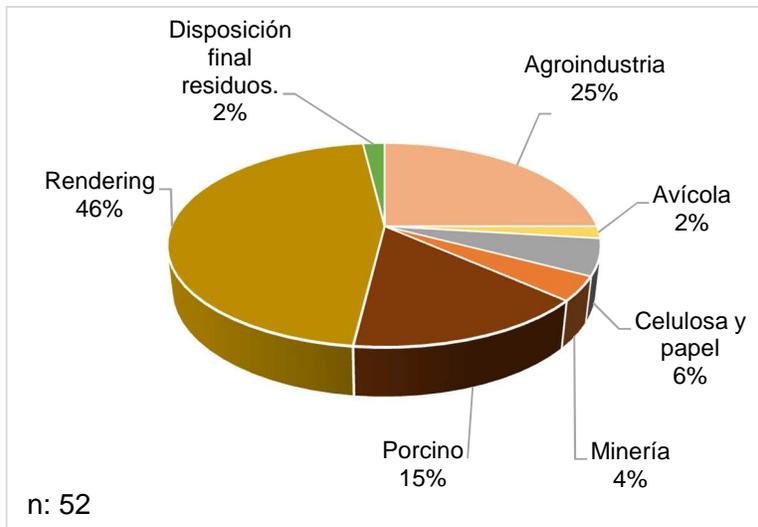
Una de las regiones que concentra el mayor número de actividades agroindustriales y crianza intensiva de animales, es la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Esta Región es la que alcanza el mayor número de planteles de cerdos. Cabe destacar que el mayor número de denuncias está asociado a la industria Rendering o elaboración de harinas y aceites a partir de subproductos cárnicos. En la Región se han catastrado 86 denuncias, 52 de ellas categorizadas, de las cuales el 46% corresponden a Rendering. La crianza intensiva del sector porcino se encuentra en el tercer lugar con un 15% y el sector avícola se encuentra en el sexto lugar con un 2%.

Gráfico 19 – Número de denuncias SMA por año en Región de O'Higgins



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 20 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de O'Higgins.

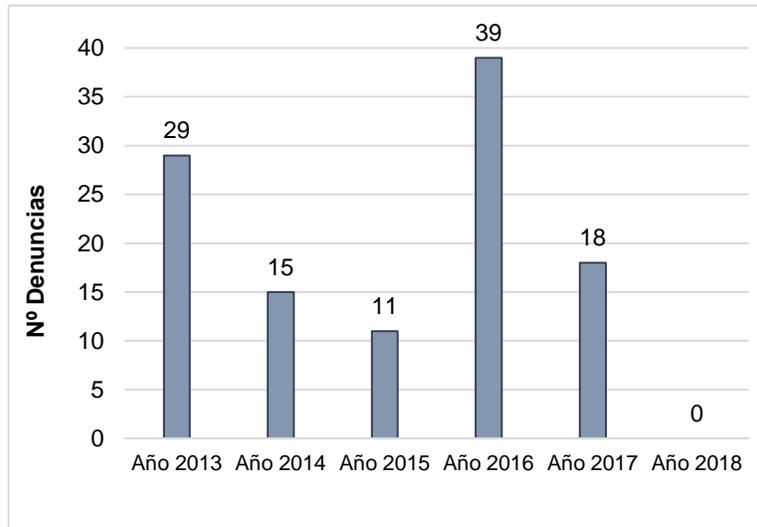


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

J) Región del Maule

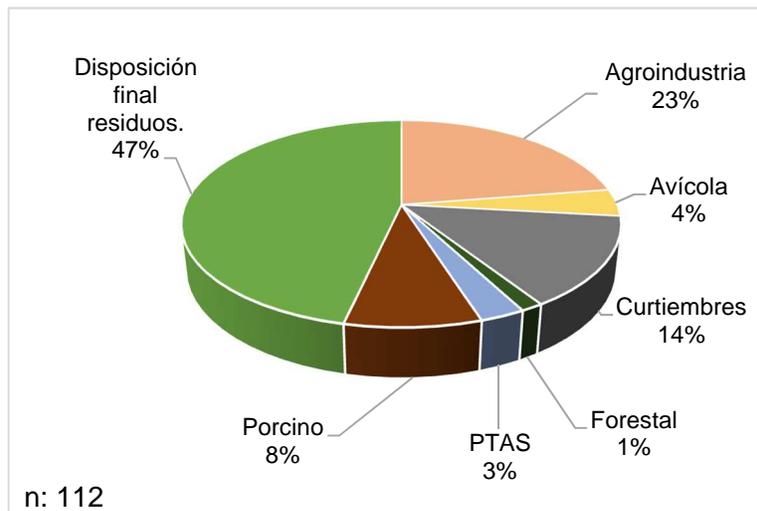
La Región del Maule con 112 denuncias es la segunda región con mayor número de denuncias después de la RM. Han sido categorizadas 71 denuncias donde el rubro de disposición de residuos, es el que lidera el ranking con 33 denuncias equivalente al 44% y seguidos del sector agroindustrial con un 23%. El sector porcino aparece en cuarto lugar con 6 denuncias (8%) y el sector avícola en el quinto lugar con 3 denuncias equivalentes a un 4%.

Gráfico 21 – Número de denuncias SMA por año en Región del Maule.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 22 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región del Maule.

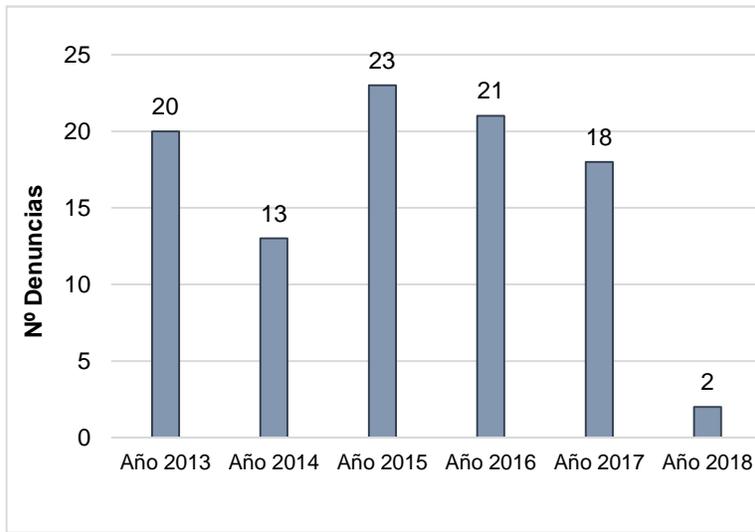


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

K) Región del Biobío

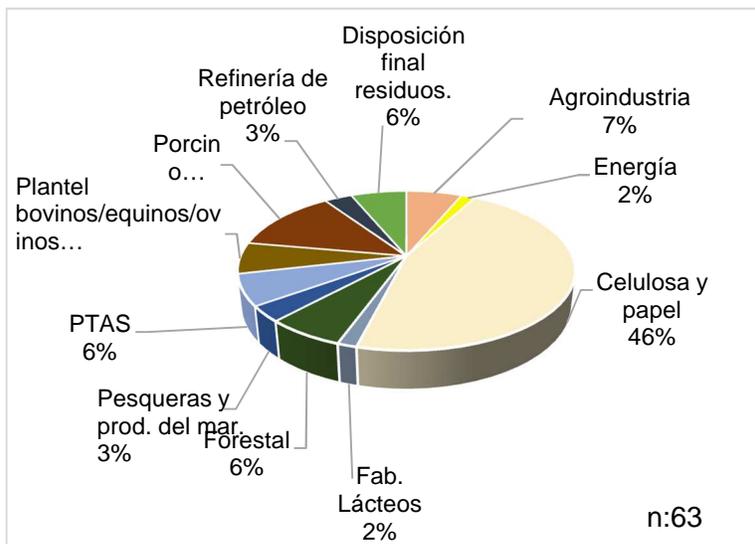
Esta Región concentra el 9% del total del país, que corresponden a 97 denuncias. Fueron categorizadas 63 de ellas siendo el rubro de celulosa el que lidera con un 46%, equivalente a 29 denuncias, seguido del sector porcino con un 13% (8 denuncias). El tercer lugar lo comparten 5 varios rubros cada uno de ellos con un 6% de las denuncias.

Gráfico 23 – Número de denuncias SMA por año en Región del Biobío.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 24 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región del Biobío.

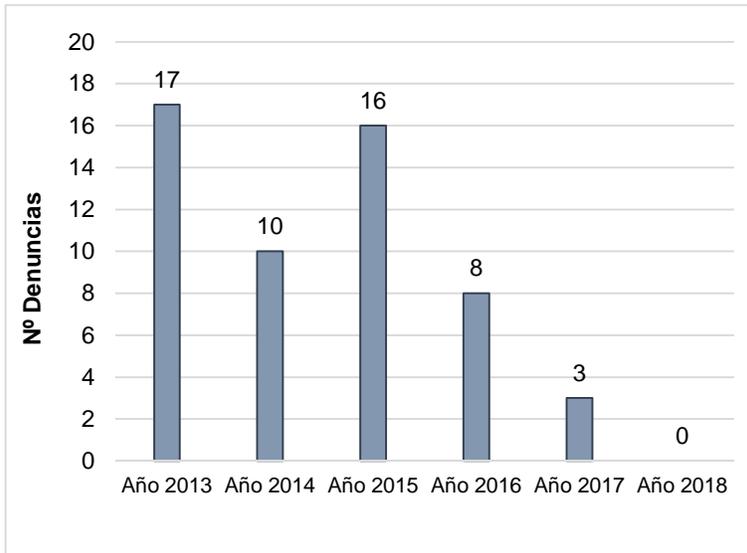


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

L) Región de la Araucanía

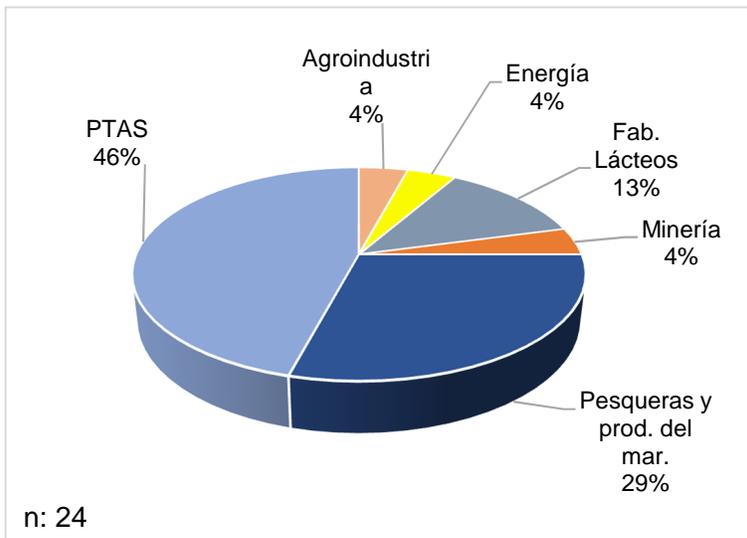
Esta Región catastra un total de 94 denuncias, y 24 fueron categorizadas por rubro. De estas 24 denuncias, 11 fueron atribuidas a PTAS lo que equivale a un 46%, seguidas del rubro de productos del mar con un 29% (7 denuncias). Esta Región no registra denuncias asociadas a sectores cerdos ni avícolas.

Gráfico 25 – Número de denuncias SMA por año en Región de la Araucanía.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 26 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de la Araucanía.

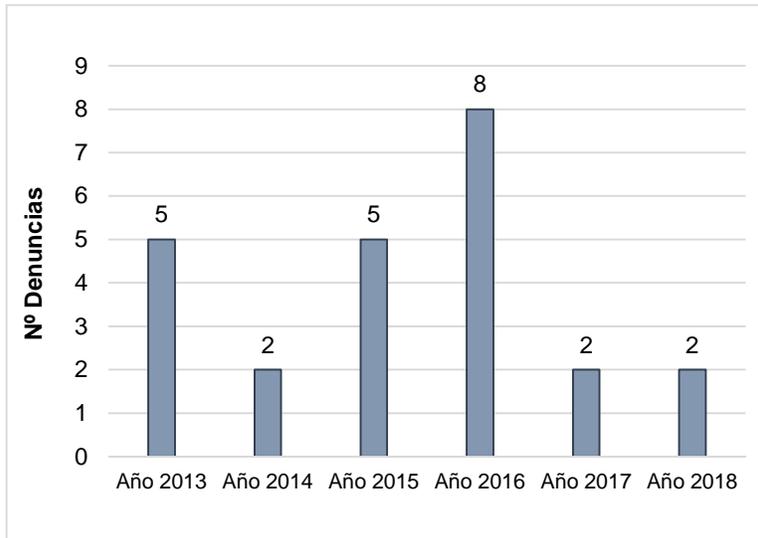


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

M) Región de Los Ríos

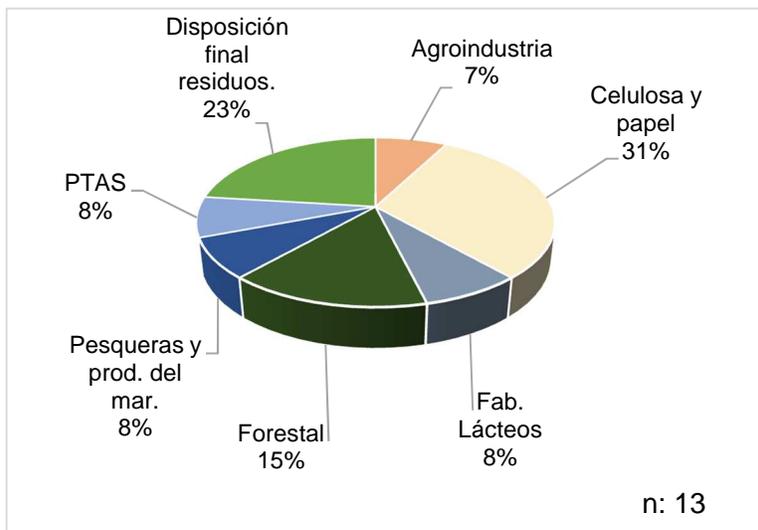
Se han catastrado 24 denuncias, 13 de ellas categorizadas y que se concentran principalmente entre los rubros de celulosa y papel con un 31%, disposición de residuos con un 23% y un 15% la industria forestal, lo que equivale a 4, 3 y 2 denuncias, respectivamente.

Gráfico 27 – Número de denuncias SMA por año en Región de Los Ríos



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 28 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de Los Ríos.

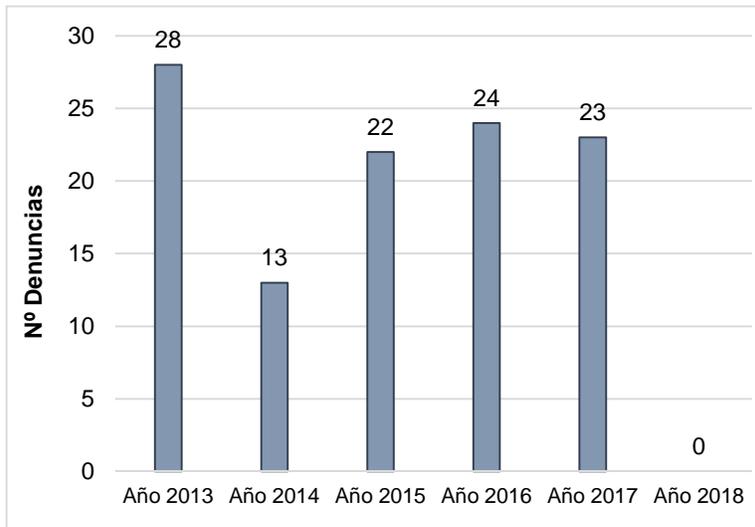


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

N) Región de Los Lagos

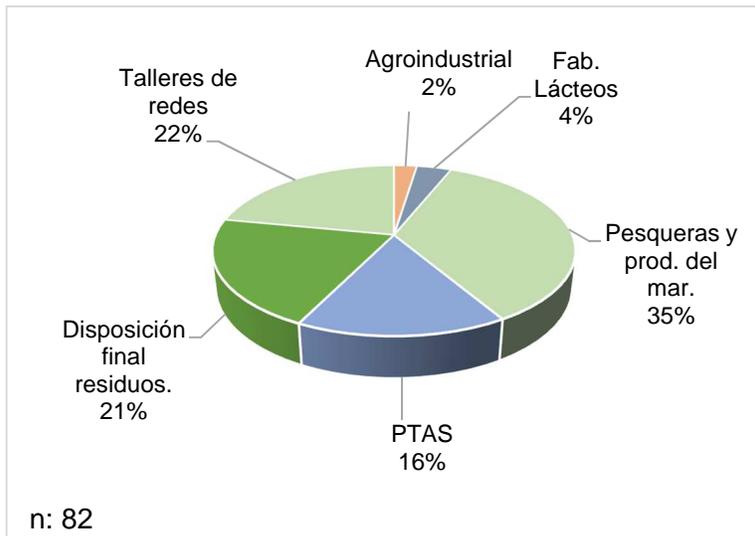
La tercera Región que presenta el mayor número de denuncias, sólo 2 denuncias por debajo de la región del Maule, es la de Los Lagos con un total de 110 denuncias. De ellas, 82 han sido categorizadas siendo el rubro de pesqueras y productos del mar el que concentra el mayor número de denuncias, con 29 y equivalen al 35%. Le sigue el rubro de talleres de redes con 18 denuncias (22%) y disposición de residuos con 17 denuncias (21%).

Gráfico 29 – Número de denuncias SMA por año en Región de Los Lagos.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 30 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de Los Lagos

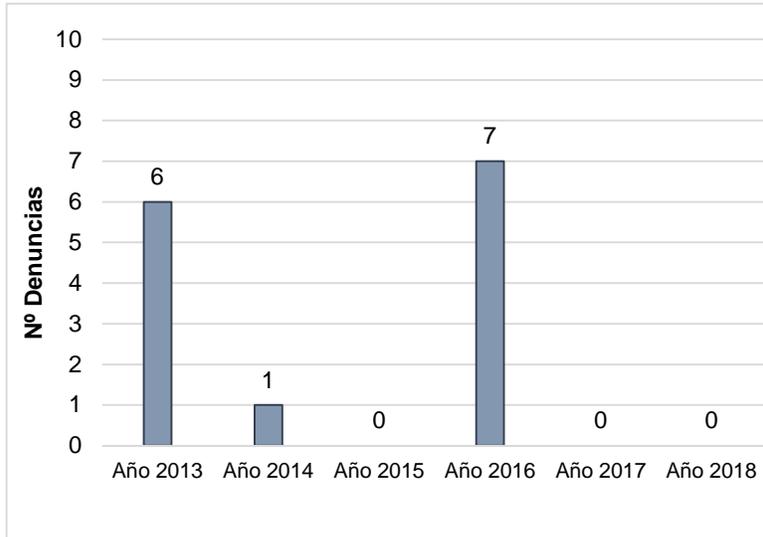


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

O) Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo

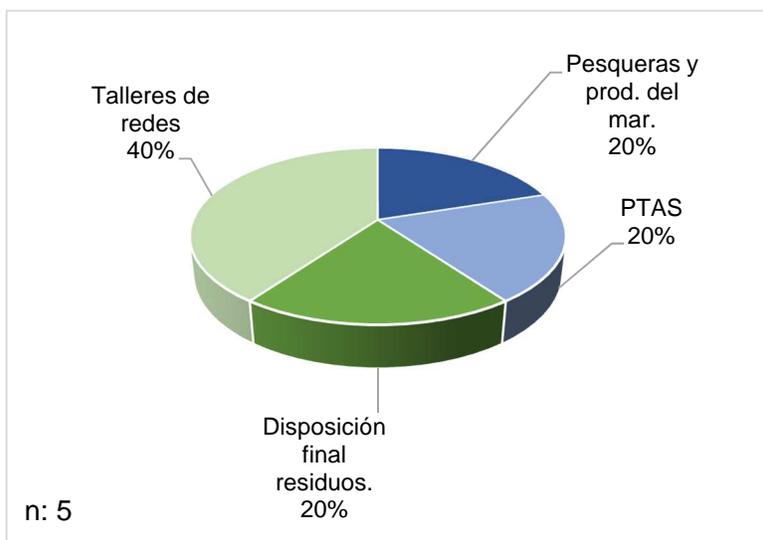
Esta es la tercera con menor número de denuncias después de Atacama y de Arica y Parinacota. En la región de Aysén se catastran 14 denuncias donde 5 se han categorizado.

Gráfico 31 – Número de denuncias SMA por año en Región Aysén.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 32 – Distribución de denuncias SMA por rubro en Región de Aysén.

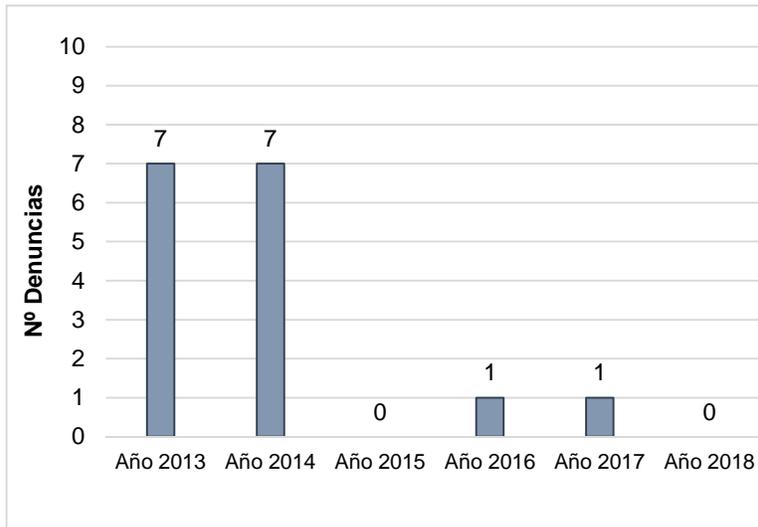


Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

P) Región de Magallanes y la Antártica Chilena

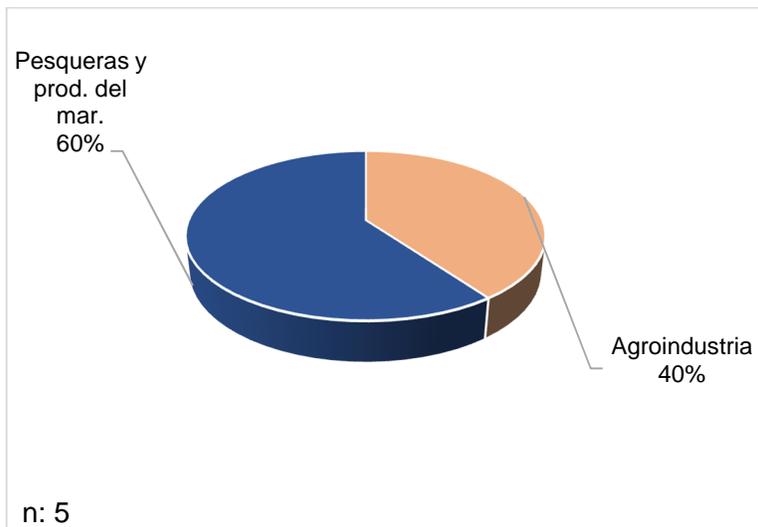
Se han catastrado 16 denuncias de las cuales se han categorizado 5 y que se concentran en 2 rubros: Pesqueras y productos del mar con 60% de las denuncias y el rubro agroindustrial con el 40% restante.

Gráfico 33 –
Número de denuncias SMA por año en Región Magallanes.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

Gráfico 34 –
Distribución de denuncias SMA por rubro en Región Magallanes.



Fuente: Elaboración Propia en base a SMA.

1.9 Sugerencias y recomendaciones

Las Directrices de la OMS sobre calidad del aire se encuentran actualmente en proceso de revisión y su publicación está prevista para 2020. Estas Directrices, hasta el momento, **no contemplan los olores como efectos agentes adversos para la salud en el sentido estricto de la palabra, aunque sí reconoce que pueden alterar la calidad de vida.**

En consecuencia, si bien los malos olores no producen la muerte, sí producen alteración del bienestar, según indica la propia definición de la OMS. Efectos como el insomnio, mal humor, dolor de cabeza, irritación de las mucosas, tendencia a desarrollar situaciones de estrés, náuseas, vómitos, reacciones aparentemente neurotóxicas; tales como comportamiento evasivo, pérdidas de memoria o problemas de concentración, interacciones con otros sistemas sensoriales o biológicos que provocan cambios de hipersensibilidad y cambios en las pautas de respiración, alteran este bienestar, y en consecuencia, nuestra percepción en la calidad de la salud.

Si bien generalmente los malos olores tienen compuestos volátiles de sulfuro (azufre), así como también compuestos aromáticos orgánicos como ácidos grasos, bastan pequeñas cantidades a concentraciones bajas o muy bajas para que estos compuestos sean percibidos por la nariz (León C. et al. 2007). Al presente no se ha podido establecer una relación directa entre el olor de las sustancias y su toxicidad pero se han observado reacciones fisiológicas del sistema nervioso central o periférico causadas por la percepción de olores. El impacto a la salud por exposición crónica o aguda a emisiones atmosféricas puede estar mediado por mecanismos toxicológicos, caracterizados por respuestas fisiopatológicas que difieren según la naturaleza y características físicas y químicas de las sustancias (Aubry C et al. 2011). Sin embargo, los olores y su regulación no están basados en la toxicología, ya que la detección del olor se realiza en una etapa mucho más temprana (detección a niveles de ppb); es la percepción de ciertos olores a concentraciones sumamente bajas lo que genera alerta en el individuo.

En el caso de los olores ofensivos, es vital tener en cuenta los mecanismos no toxicológicos, Un ejemplo práctico es el gas combustible de las cocinas, al cual se le añaden sustancias olorosas que permiten advertir posibles fugas, en concentraciones siempre muy por debajo del límite de explosividad. Por otra parte, existen otros compuestos tóxicos relevantes, como puede ser el CO, el cual no genera ningún tipo de respuesta olfativa ya que es inodoro incluso a concentraciones letales.

Lo anterior, marca claramente el sendero de legislar: olor si se quiere limitar la molestia odorante y no gases o compuestos odorantes.

1.10 Conclusiones

El tener olores ofensivos en una comunidad, puede crear un número de impactos que conducirán a pérdidas económicas y costos adicionales por parte de los ciudadanos en la comunidad. Los olores reducen el bienestar y disfrute de la propiedad debido a la imposibilidad de uso el exterior de la instalación y/o la incapacidad para tener ventilación desde el aire ambiente. La percepción de olores desde una fábrica, puede causar incertidumbres en la comunidad respecto de la naturaleza de los compuestos que están presentes en el olor, y normalmente, se asociará a compuestos y niveles tóxicos. Esta preocupación de la población puede tener efectos psicológicos, impactos en la salud física e incluir trastornos relacionados con el estrés, tales como la pérdida de sueño, síntomas gastrointestinales, y la hipertensión. Estos trastornos pueden requerir de visitas al médico y farmacéutico y aumento en exceso de medicamentos de venta libre. Los ecosistemas también pueden ser desestabilizados por los efectos de los malos olores. Se ha establecido la hipótesis de que, algunos olores pueden interrumpir el comportamiento de apareamiento de los animales, especialmente los insectos, y también pueden afectar a los patrones de migración de varias especies.

Es probable que las reacciones de los interesados se orienten más a una mirada política, que a una respuesta directa a costos sociales totales. Las partes interesadas son individuos y la acción eficaz depende de la actividad del grupo. Las personas enojadas pueden ser ineficaces como individuos, y el más enojado se convierte normalmente en el líder que reúne a los demás. Personas agrupadas en torno a la molestia forman comités de acción política, que pueden iniciar pleitos, crear publicidad negativa, y tomar acciones en los organismos pertinentes (ejemplo: de autorización, planificación, zonificación) para bloquear la expansión de la empresa. Es evidente que existe una "masa crítica" para este aspecto.

Los límites de calidad del aire en materia de olor, deben considerar la base de estudios epidemiológicos describiendo la relación entre dosis y efecto. En el caso de que a nivel nacional no haya experiencias existentes o sean escasas, el recopilar la información existente para ser analizada, así como valorar la puesta en marcha de casos prácticos a través de pilotos, estudios, etc. para obtener datos y resultados que puedan aproximarnos a lo que sería una correcta identificación y evaluación dosis-efecto, sería lo recomendable.

Un nivel de exposición al olor asociado con un efecto conductual medible es un buen punto de partida científico, aunque los niveles reales los criterios de calidad deben establecerse desde una perspectiva política, teniendo en cuenta las prioridades y aspiraciones de una sociedad concreta en una etapa particular de su historia.

Un nivel del 10% de población molesta puede ser detectado con la suficiente confianza estadística de que el efecto medido, no es el resultado de un error metodológico. En consecuencia, un nivel de molestia del 10% levantado mediante encuesta es un buen indicador de que la exposición al olor causará un efecto en el comportamiento. El tono hedónico influye de manera significativa en el grado de molestia.

Se puede indicar que un valor $C_{99,5}$, 1 hora $< 0.5 \text{ ouE/m}^3$ es un valor asociado a un índice de quejas bajo, y un valor C_{98} , 1 hora $\leq 5 \text{ ouE/m}^3$ derivaría en un nivel de quejas no sostenible. Según estos criterios y los órganos competentes, se deben tomar decisiones, sin dejar de tener en cuenta factores históricos, socio-económicos, etc.

Como ejemplo, los niveles de exposición actualmente asociados en el Reino Unido de $C_{98, 1 h} < 5 \text{ ouE/m}^3$ son relativamente indulgentes en relación con los resultados de los estudios dosis-efecto en otros países del norte de Europa.

El concepto de "nivel de molestia aceptable" puede cambiar con el tiempo, se requieren revisiones periódicas de las políticas, teniendo en cuenta la eficacia percibida de dicha política y resultados actualizados de la misma, así como de la información epidemiológica. Este caso sucede en Holanda, donde a pesar de la reducción de las emisiones, la exigencia de la ciudadanía ha ido en aumento.

Actualmente, el marco regulatorio que aplica a la calidad del aire está claramente diferenciado en cuanto a:

- La calidad del aire basado en los efectos sobre la salud pública debido a la toxicidad de los compuestos y la exposición,
- Las molestias asociadas a olores.
- El marco reglamentario para limitar el impacto de los malos olores en los Países Bajos (y también en Alemania), pretende explícitamente limitar las molestias. La molestia se considera relevante en salud pública en términos de bienestar y, por lo tanto, dentro de la definición de salud de la OMS, es decir, no sólo la ausencia de enfermedad. El olor se considera, al igual que el ruido, con un efecto potencialmente perjudicial para la salud a través de mecanismos de estrés. Las molestias (cognitivas) pueden dar lugar a estrés y esto puede tener efectos fisiológicos sobre la salud, por ejemplo, aumento de la presión arterial y sus síntomas secundarios, trastornos del sueño, efectos psicológicos, etc.

Los reclamos a nivel nacional de los datos obtenidos de la SMA, desde el año 2013 a Enero de 2018 indican que el mayor nivel de quejas se sitúa en la RM (41%), lideran esta cifra olores provenientes de la agroindustria y la industria porcina.

2 CAPÍTULO II: CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR PORCINO

2.1 Introducción

El presente capítulo aborda el escenario actual e histórico del mercado de las carnes a nivel nacional e internacional. Se desarrolla para la situación nacional lo referido a carne de cerdos, con la evolución de niveles de producción, exportación y consumo interno.

Seguido a lo anterior, se aborda el catastro nacional del sector porcino, identificando el número de total de establecimientos o planteles de cerdos a nivel nacional, junto con el listado de sus respectivos titulares, localización geográfica y tipo de producción de cada plantel, esto es, si obedece a sistemas de reproducción y/o de crianza y engorda, además de las distancias entre planteles (los más cercanos entre sí) y respecto a los receptores más cercanos.

El objetivo principal del capítulo es identificar el nivel económico actual nacional del sector porcino, identificando las principales características comerciales y necesidades del sector, junto con disponer de un listado actualizado de planteles. Para llevar a cabo este objetivo se realizó un levantamiento y revisión bibliográfica, en 2 etapas: En la primera etapa se revisaron los antecedentes e información disponible del Ministerio del Medio Ambiente en relación a estudios antes realizados y en la segunda etapa, complementaria, se realizó un levantamiento de información actualizada en base a antecedentes disponibles a nivel público y privado.

La información recopilada permitirá por un lado disponer de datos que posteriormente servirán para evaluar la estimación de proyección del mercado y por otro, conocer exactamente la cantidad de planteles de cerdos en Chile, la localización individual y regional de dichos planteles junto con los tipos y niveles de producción, operación y cercanía respecto a los receptores más cercanos, para posteriores análisis orientados a establecer una normativa ambiental que permita la convivencia de la industria porcina con los distintos componentes medioambientales como la componente medio humano, valor paisajístico, valor turístico de la zona, etc, que se desarrollan en el entorno de dichas actividades de crianza intensiva de cerdos.

En términos generales, la información más relevante contenida en el presente capítulo se resume de la siguiente manera:

- Descripción del mercado de carne de cerdos.
- Análisis del mercado chileno.
- Distribución de planteles y sectores de cerdos por titular.
- Planteles de reproducción y crianza.
- Distribución territorial de los planteles de cerdos a nivel país y por región.
- Descripción general de la localización entre planteles y respecto a receptores.

La metodología desarrollada se centró principalmente en la revisión bibliográfica de antecedentes económicos de consulta pública del sector porcino tanto a nivel nacional como internacional, mientras que para la elaboración del catastro se trabajó con la información disponible por parte del Ministerio del Medio Ambiente, específicamente de catastros levantados en estudios anteriores junto con el levantamiento de información a través de proyectos

evaluados en el Servicio de Evaluación Ambiental de Chile e información aportada por los propios productores ya sea en forma individual como a través de la Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile, ASPROCER.

2.2 Alcances

Los alcances de esta actividad comprenden un levantamiento de información respecto a las fuentes generadoras de olores de la crianza intensiva de cerdos existentes en el país, y la identificación a través de los proyectos que ingresan al SEIA, de las futuras fuentes generadoras de olores.

Como primer paso del estudio, se hizo un levantamiento y revisión bibliográfica, en 2 etapas. En una primera etapa se revisó antecedentes, información o estudios realizados y proporcionados por el Ministerio del Medio Ambiente. Como segunda etapa y complementaria, se realizó un levantamiento de información en base a antecedentes disponibles a nivel público y privado, y requirió del apoyo o gestión por parte de la contraparte técnica como interlocutor.

En el presente capítulo se consolidó la información para la industria de crianza intensiva de cerdos, la que se presenta además en anexo digital en formato Excel.

Como resultado, se presenta una base de datos de producción, existencia y clasificación de la crianza intensiva de cerdos a nivel nacional.

Para el cumplimiento de este objetivo, las actividades ejecutadas fueron:

- Identificar el nivel de actividad de la industria dedicada a la crianza intensiva de animales, acotado a porcinos, identificando mercados, niveles de crecimiento y crecimiento proyectado, tanto nacional como internacionalmente.
- Catastrar a nivel nacional el sector de crianza de porcinos, identificándola al menos por plantel.
- Caracterizar el entorno.

Para las tablas, gráficos y figuras cuyo origen es el consolidado de sector porcino del presente Estudio, se consideró la fuente de información consultada según se detalla en el punto 2.2.1.

2.2.1 De las fuentes de información y revisión bibliográfica

Se realizó una recopilación general de documentos y antecedentes de consulta pública específica del sector en estudio:

- a) Consejo de Producción Limpia (CPL):
 - APL Cerdos (1999, 2005).
- b) Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile (ASPROCER):
 - Informe Sustentabilidad
 - Reporte ASPROCER 2014
 - Reporte ASPROCER 2015
 - Reporte ASPROCER 2016
 - Reporte ASPROCER 2017
- c) PROCHILE – Ministerio de Relaciones Exteriores:
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo- Argentina Agosto 2013
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo- China Septiembre 2011
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo- Japón Julio 2013
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo- República Dominicana Junio 2013
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo- Suecia Mayo 2013
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo- Taiwán Mazo 2017
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo- Uruguay Julio 2013
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo y Ave- EE.UU Abril 2013
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo y Ave- Hong Kong Mayo 2013
 - Estudio de Mercado Chorizo y salchicha de cerdo; Jamón de Pavo- México Abril 2011
 - Ficha de Mercado Carne Cerdo- India Abril 2017
 - Ficha de Mercado Carne Cerdo- Rusia Abril 2015
- d) Servicio Agrícola y Ganadero – SAG:
 - Listado Establecimientos Pecuarios Inscritos 2015
- e) Servicio de Evaluación Ambiental:
 - Proyectos presentados entre los años 2010 y 2017 (aprobados, en calificación y rechazados).
- f) Ministerio de Economía - Instituto Nacional de Estadística:
 - Censo 2002
 - Censo 2017
 - Encuestas de criaderos de cerdos 2017 y 2018

- g) Ministerio de Vivienda y Urbanismo:
- Plan regulador comunal
 - Plan Regulador Intercomunal
 - Plan Regulador Metropolitano Región Valparaíso, Metropolitana y Lib. Bernardo O'Higgins

El Ministerio del Medio Ambiente aportó los estudios técnicos relacionados a regulación por olores y el listado de denuncias a nivel nacional presentados ante Municipios, SEREMI de Salud, SEREMI de Medio Ambiente y Superintendencia del Medio Ambiente. Los estudios proporcionados fueron:

- a) Estudio “Antecedentes para la Regulación de Olores en Chile” de la Consultora ECOTEC Ingeniería Ltda. para la Subsecretaría del Medio Ambiente, 2012.
- b) Estudio “Generación de Antecedentes para la Elaboración de una Regulación para el Control y Prevención de Olores en Chile” de la Consultora AQUALOGY Medio Ambiente Chile S.A., 2014.
- c) Estudio “Generación de Antecedentes Técnicos y Económicos para la Elaboración de Medidas para la Reducción de Emisiones en el Sector Agropecuario, en el marco del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para la Región Metropolitana de Santiago” de la Consultora POCH Ambiental para la Subsecretaría del Medio Ambiente, 2015.

La información aportada por el sector privado a través de ASPROCER y/o en forma directa por los titulares fue:

- a) Estudio “Programa de transformación tecnológica, energética y ambiental para el segmento Pyme de la industria porcina” de Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2017:
- Informe Agrícola e Inversiones Cavas de Codigua SPA
 - Informe Agrícola Jacques y Lorenzini
 - Informe Agrícola y Comercial Fernando Urzúa Ortiz
 - Informe Agrícola y Forestal Las Astas S.A.
 - Informe Agrícola y Frutícola Veneto
 - Informe Cerdodag
 - Domingo Sepúlveda Villagra
 - Informe León de Algarrobo
 - Informe Dinacar Ltda.
 - Informe Agrícola Mansel
 - Informe Agrícola N° 1
 - Informe Agrícola Los Tilos
 - Informe Carlos Tapia Azocar
 - Informe Chorombo

- Informe Pro Granja
 - Informe Sta. Inés de la Morera
 - Informe Orlando Barra
 - Informe Agrícola N°2
 - Informe Agrícola San Ramón y Ramón Achurra
 - Informe Emilio Fernández Ferrera
 - Informe Agrícola Soler
 - Informe San Pedro y Santa Clara
 - Informe Agrícola Chillan Viejo
 - Informe San Guillermo y Criadero Norte
 - Informe Agrícola Santa Anita
 - Informe Pehuén
 - Informe San José de Apalta
- b) Listado de empresas y planteles PYME porcina, con información respecto al número de madres, RUT, número y nombre de plantel, comuna y región:
- Agrícola y Ganadera Chillan Viejo S.A: Planteles Rucapequen y El Peumo
 - Agrícola Jacques y Lorenzini Ltda.: Planteles Perla y Tres Esquinas
 - Cerdodag Ltda.: Planteles Sitio 34, Parcela 9 y El Milagro
 - Soc. Agrícola y Ganadera Pehuén Ltda.: Plantel Las Mariposas.
 - Agrícola Soler Cortina S.A.: Plantel Fundo Los Castaños
 - Soc. Agrícola N° 1 Ltda.: Plantel Santa Margarita
 - Soc. Agrícola Los Tilos Ltda.: Las Pircas y Santa Mariana
 - Progranja S.A.: Plantel Progranja
 - Soc. Ag. Santa Inés de la morera Ltda.: Plantel Ag. Santa Inés de la Morera
 - Carlos Tapia Azócar: Plantel Agropecuaria TAMAR
 - Agrícola Mansel Ltda.: Plantel Ag. Mansel
 - Yanine Milad Ricardo S.: Plantel Fundo San Pedro Sur
 - Sucesión Salvador Yanine Abadi: Plantel Criadero Norte y San Guillermo
 - Agrícola Chorombo S.A.: Planteles Pelarco (Sitio 1 y 2), Paine, El Guindo y Mallarauco
 - Ramón Achurra y CIA Ltda.: Planteles Lo de Cuevas, El Sauce y El Molino
 - Soc. Agrícola San Ramón Ltda.: Plantel Bellavista San Ramón Recría
 - Dinacar Ltda.: Plantel Dinacar
 - Agrícola. Santa Anita: Plantel Agrícola. Santa Anita
 - Agrícola N°2: Plantel Agrícola N°2
 - Orlando Barra Castañeda: Plantel Orlando Barra
 - Emilio Fernández Ferrera: Plantel La Ponderosa
 - Agrícola y Ganadera Santa Clara Ltda. (arrendado por Ricardo Yanine: Plantel Santa Clara
 - Ag. Y Forestal Las Astas Ltda.: Plantel Las Astas
 - Ag. Y Comercial Fernando Urzúa Ortiz E.I.R.L: Plantel El Peñón
 - Agrícola Veneto Ltda.: Plantel Santa Josefina

- Domingo Sepúlveda: Plantel Domingo Sepúlveda
 - J. Ramón Vega Artus: Plantel Apalta
 - León de Algarrobo: Plantel El León de Algarrobo
 - Agrícola Súper con 22 familias de crianza de cerdo asociado a 98 sectores.
 - Agrícola AASA Con 5 planteles: Campesino, Aguas Claras, La Gloria, Leñadura y Basal.
 - Maxagro a través de Agrícola Santa Lucía con 3 planteles: Santa Irene, Quillay y Las Pampas.
- c) Estudios de Impacto de Olores de Agrícola AASA:
- Plantel Aguas Claras
 - Planta purines y riego La Gloria
 - Plantel Campesino
 - Plantel Basal
- d) Base de datos general de Estudios de Olores Envirometrika para Agrícola Súper Ltda.
- e) No se dispone de información actualizada de las empresas que no confirmaron participación en el presente estudio o decidieron no participar: Moedinguer, Soc. Agroindustrial Angostura Ltda., Porkland, etc.

2.2.2 Consumo de carnes en Chile

Dentro de las principales fuentes de proteína para el consumo humano se encuentran las carnes de todos los tipos. El mercado interno ha ido evolucionando a una mayor exigencia en calidad, exigiendo alimentos saludables y altos estándares en seguridad alimentaria. Entre las carnes que más destacan para el consumo en Chile, tenemos el vacuno, pavos, cerdos y las aves, además como las de mayor consumo per cápita.

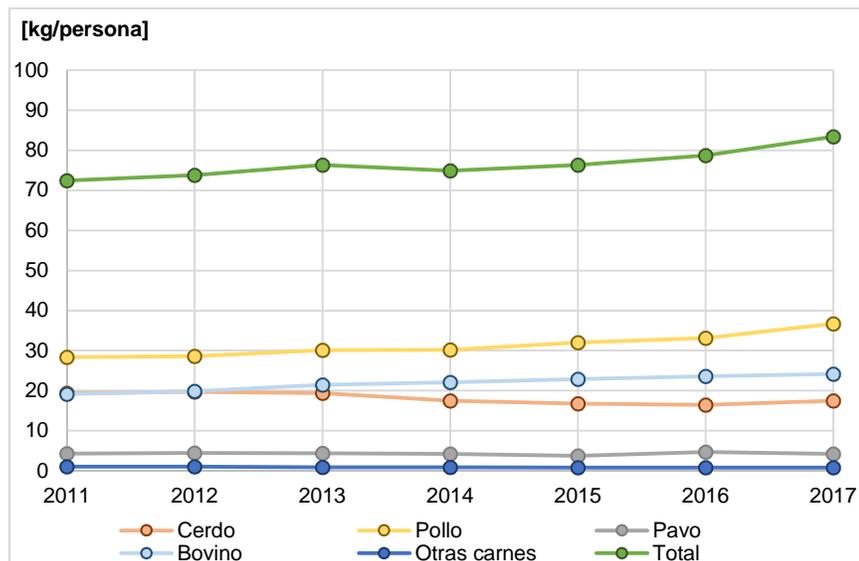
En Chile, el consumo per cápita de carne en los últimos 8 años muestra un 15% de aumento, y la distribución por tipo se observa en la siguiente tabla:

Tabla 16 – Evolución de consumo per cápita por tipo de carne en Chile.

Tipo de Carne	Consumo per cápita [kg/persona]						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Cerdo	19,4	19,7	19,4	17,5	16,8	16,5	17,5
Pollo	28,4	28,6	30,1	30,2	32,0	33,1	36,7
Pavo	4,3	4,5	4,4	4,2	3,8	4,7	4,2
Bovino	19,2	19,9	21,5	22,1	22,9	23,6	24,2
Otras	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
Total	72,4	73,8	76,3	74,9	76,3	78,7	83,4

Fuente: ASPROCER, INE y Aduanas Chile, 2018.

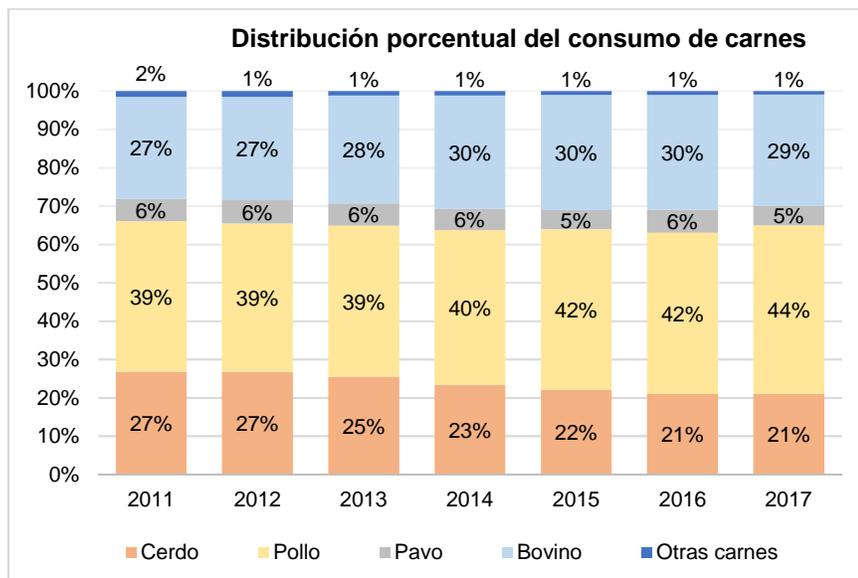
Gráfico 35 – Consumo per cápita en Chile según tipo de carne.



Fuente: ASPROCER, a partir de datos INE y Aduanas Chile, 2018.

La carne de mayor consumo corresponde a la carne de pollo, que durante el año 2017 alcanzó un 44% del total de carne consumida por persona al año y a su vez, corresponde a la carne de mayor accesibilidad económica por los consumidores. La carne de cerdo, se encuentra en tercer lugar para los chilenos, con un nivel de consumo de un 21% per cápita durante el año 2017.

Gráfico 36 –
Proporción de
consumo de
carnes a nivel
nacional.



Fuente:
ASPROCER,
a partir de
datos INE y
Aduanas
Chile, 2018.

2.2.3 Tendencia internacional

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, en su análisis del comercio mundial de carne de noviembre de 2017 menciona que *“después de estancarse en 2016, la producción mundial de carne debería de recuperarse en 2017, con un aumento del 1,1 por ciento, o 3,5 millones de toneladas, y situarse en 324,8 millones de toneladas, dado los moderados aumentos de las producciones de carne de bovino, porcino y aves de corral y el modesto incremento de la de ovino.”*. Por su lado, la misma FAO en su informativo Perspectivas alimentarias - Resúmenes de mercado de julio de 2018 señaló que *“dado que la mayor parte de la carne producida se destina al consumo inmediato y no al almacenamiento, se calcula que el consumo de las cuatro categorías principales de carne rondará los 335 millones de toneladas en 2018, lo que corresponde prácticamente a las previsiones relativas a la producción. En términos per cápita, el consumo de carne se situaría por término promedio en 43,9 kilogramos en 2018, es decir, un 0,6 por ciento más que en 2017, en consonancia con las perspectivas económicas generales para 2018 y el proceso de urbanización en curso en muchos países en desarrollo. Se pronostica que el comercio mundial de carne en 2018 aumentará en unas 600 000 toneladas, o el 1,8%, hasta alcanzar un volumen sin precedentes de 33,3 millones de toneladas.”* Lo anterior, detallando los número que informa la FAO respecto a la producción a nivel mundial de carne, sitúa la producción de carne de ave y de cerdo como las de mayores niveles de producción y a su vez, sitúa la carne de cerdo como la de mayor variación 2017-2018, proyectando un 2% de aumento; seguido de la carne de bovino con un 1,8%; y en tercer lugar la carne de ave con un aumento proyectado de un 1,6%.

Tabla 17 – Evolución de consumo per cápita por tipo de carne en Chile

Balanza mundial	2016	2017 estimado	2018 pronosticado	Variación 2017-2018 %
	Millones de toneladas			
Producción	327,1	330,4	336,2	1,7
Carne de bovino	69,7	70,8	72,1	1,8
Carne de ave	119,2	120,5	122,5	1,6
Carne de cerdo	117,8	122,5	121,1	2,0
Carne de ovino	14,7	14,8	14,9	0,5

Fuente: FAO, 2018.

2.2.4 Mercado chileno

En términos económicos, la carne porcina lideró el 2017 en precios, lo que generó ventas por más de US\$465 millones, representando un 56% de la participación de mercado, seguido de la carne de pollo con 29%. Muy por detrás de estas variedades aparece el pavo, el vacuno y otros tipos.

De la información obtenida de la Oficina de Estudio y Políticas Agrarias de Chile ODEPA, la producción de carnes de consumo a nivel nacional es liderada por las aves, seguido por la carne de cerdo, con un importante volumen destinado a exportación. En tercer lugar, se encuentra la producción bovina, cuyo principal mercado está orientado al consumo interno.

2.3 Descripción del mercado de la carne de cerdo

El consumo interno de carne de cerdo durante el 2017, alcanzó 312 mil toneladas vara, representando un alza de 2% respecto del 2016. Equivale a un porcentaje cercano al 22% del consumo total de carnes, con una cifra per cápita de 18 kg año por persona, situándose en el tercer lugar de preferencia en Chile².

Las exportaciones se concentraron principalmente en el mercado asiático, siendo Japón y Corea del Sur los principales importadores de carne de cerdo chilena, con una participación de un 25% cada uno. China en tercer lugar representó el 21%, con lo cual el mercado asiático concentró el 71% de las exportaciones de carne de cerdo desde Chile.

En cuarto lugar se encuentran las exportaciones al mercado de Rusia con un 11% del total de carne de cerdo chilena, que según cifras del sector equivale a un 69% de incremento en el volumen de carne demandada y un 116% en su valor. El 18% de exportaciones restantes se distribuye de la siguiente manera: 5% Costa Rica, 3% Perú, 2% la Unión Europea, 2% México y 6% otros países.

Si bien durante el 2017 disminuyó en un 2% las toneladas de carne producidas, su valor se incrementó en 2%.

La Figura 5 muestra los países a los que Chile puede exportar carne de cerdo: 5 en América del Norte; 6 países en América Central; Unión europea y Rusia en el continente Europeo; 6 países en Asia; 2 en Oceanía; y 12 en África.

Referido a las importaciones a Chile, Estados Unidos es el principal proveedor de carne de cerdo con un 38% respecto a un total de 109.764 ton vara el 2017, seguido de Brasil con un 31%, Canadá con un 18%, Polonia con 8%, España con 2% y otros países con un 3%. Las importaciones entre el año 2016 y 2017 presentaron un incremento de un 23%. Este porcentaje corresponde a la demanda interna no cubierta ya que con los años, el nivel de producción de carne de cerdo a nivel país no permite satisfacer el mercado interno junto con la demanda a nivel de exportaciones. Este fenómeno se ha incrementado durante los últimos 10 años, donde la demanda interna no cubierta por la producción nacional ha aumentado, junto con una leve disminución en la producción nacional de carne de cerdo desde el año 2012 a la fecha y sumado a un incremento sostenido en las exportaciones.

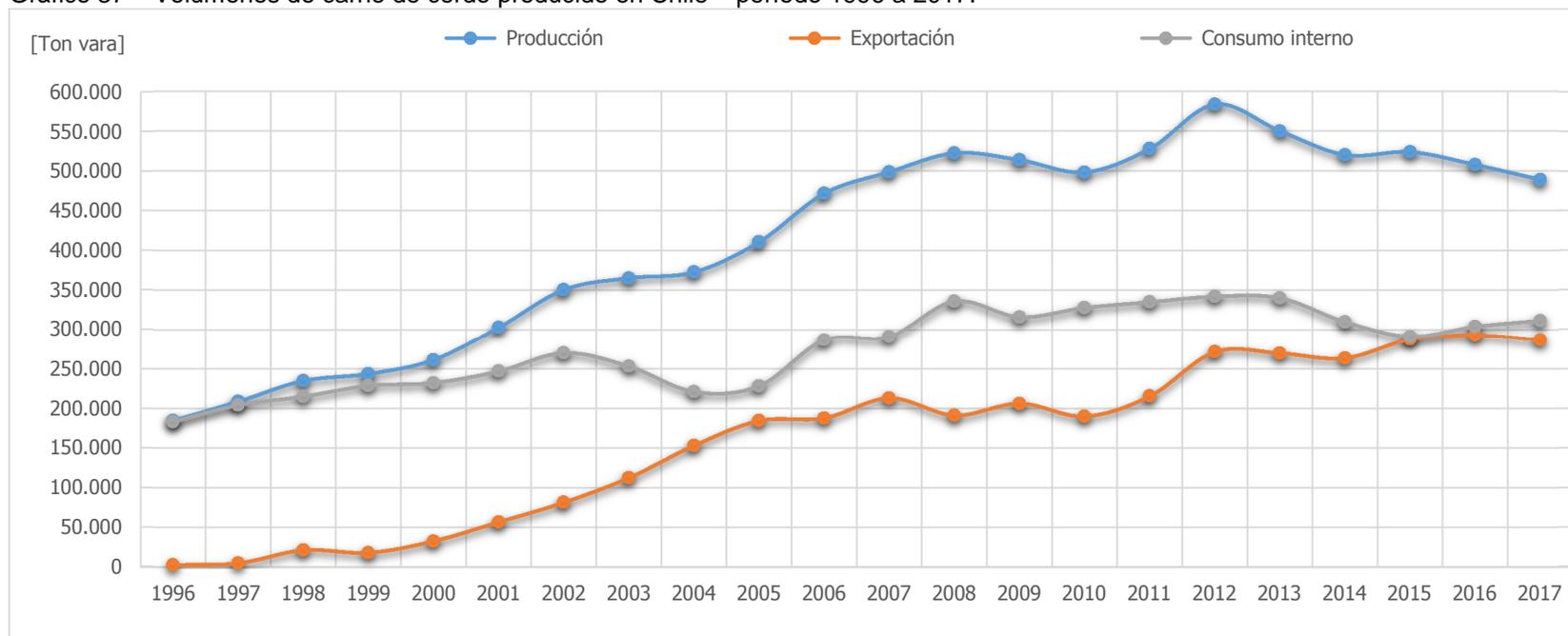
²Reporte 2017 ASPROCER.

Figura 5 – Países habilitados para importar carne de cerdo de origen chilena.



Fuente: Basado en ASPROCER, 2017.

Gráfico 37 – Volúmenes de carne de cerdo producido en Chile – período 1996 a 2017.



Fuente: Datos de ASPROCER en base a Aduana de Chile, 2017.

El Gráfico anterior muestra la evolución en la producción de carne de cerdo en Chile. Se aprecia que existe una clara tendencia al alza en la producción y dirigida a la exportación, que tiene un crecimiento sostenido desde el año 2000.

A partir de la información histórica del período 1996 – 2017, aplicando el método de previsión de tendencias basado en regresión lineal de previsión de series temporales, se estimó una proyección en los volúmenes nacionales tanto para los niveles de producción, consumo interno y exportación. De esta forma se estimó que para el año 2035, los niveles de producción estarían en el orden de las 900.000 [ton vara] de carne de cerdo, y las exportaciones alcanzarían volúmenes cercanos a las 600.000 [ton vara]. El consumo interno bordearía los 460.000 [ton vara]. Se destaca el que los niveles de producción han presentado una tendencia a la baja en los últimos 5 años, desde el año 2013, por lo que la proyección realizada podría ser altamente influenciada si esta tendencia varía.

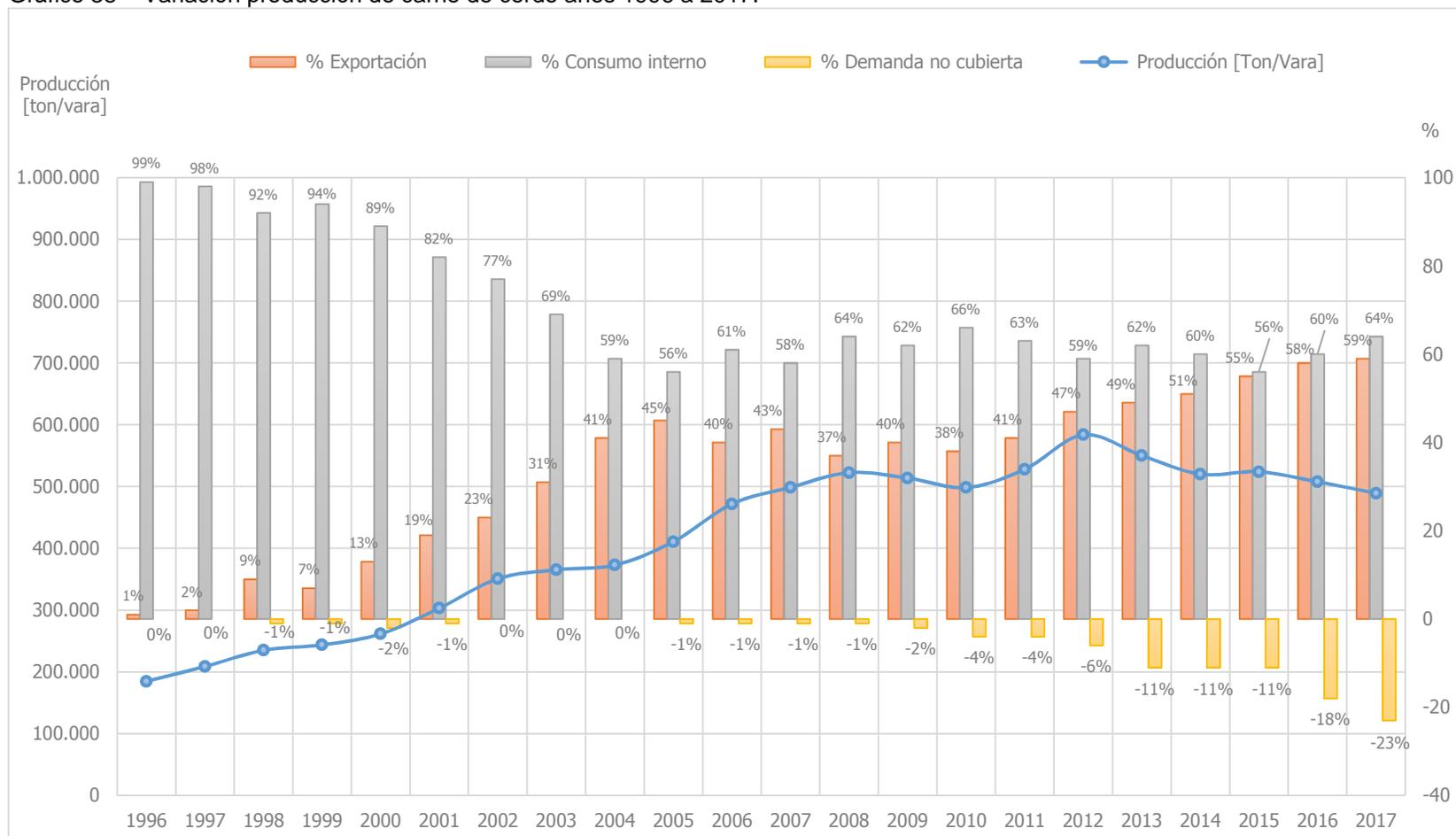
Caso contrario se da con los niveles de exportación, que año a año han presentado niveles de crecimiento sostenido, lo que permite tener una proyección que podría ajustarse de mejor manera a la realidad del año 2035.

Tabla 18 – Proyección producción cerdo en Chile.

Año	Producción	Consumo (Tonelada vara)	Exportación
2020	656.159	363.685	368.196
2025	745.254	396.070	444.866
2030	834.349	428.456	521.536
2035	923.444	460.841	598.206

Fuente: Envirometrika en base a cálculo de proyección lineal período 1996-2017, 2018.

Gráfico 38 – Variación producción de carne de cerdo años 1996 a 2017.



Fuente: Datos de ASPROCER en base a Aduana de Chile, 2017.

El gráfico anterior, muestra la variación porcentual año a año en toneladas vara de producción nacional, para exportación, consumo interno y demanda no cubierta. Se observa que hace 20 años, los niveles de producción de carne de cerdo permitían cubrir el 98% del mercado interno y el 2% restante se destinaba a exportación. El porcentaje de consumo interno fue disminuyendo hasta alcanzar niveles promedio de 61% que se han mantenido desde el año 2005 a la fecha. Las exportaciones aumentaron paulatinamente y generó que a partir de dicho año (2005) y hasta la fecha, la relación Consumo interno vs Exportación haya generado una proporción de “demanda no cubierta” en crecimiento, llegando a 23% el año 2017, demanda que es cubierta con importaciones.

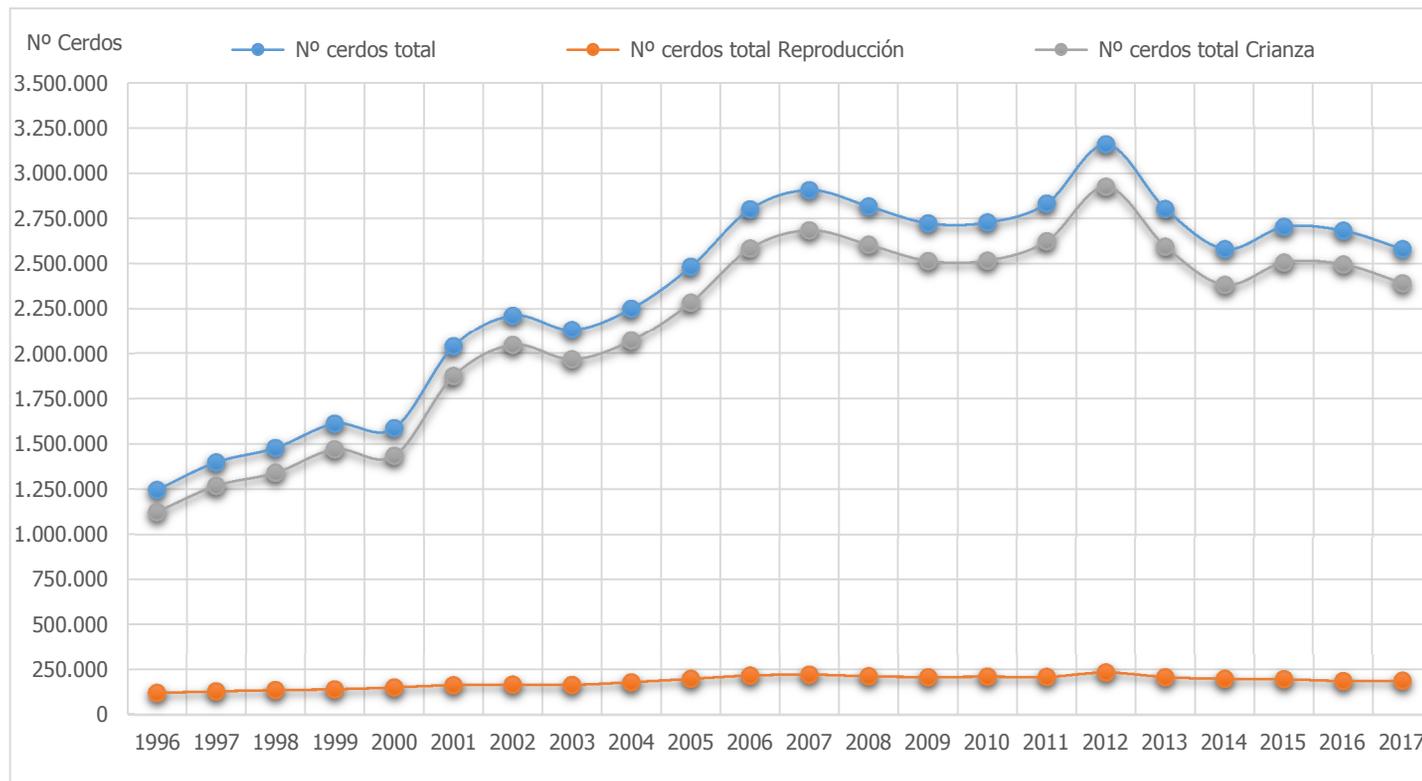
En número de animales, la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) dispone de un catastro a nivel nacional desde el año 1986 a la fecha, basado en información del Instituto Nacional de Estadísticas, que permite visualizar la evolución del sector:

Tabla 19 – Cantidad de cerdos a nivel nacional

Año	Semestre	Total	Reproducción				Crianza					
			Machos en servicio	Machos en crianza	Hembras	Total	Hembras en crianza	Engorda Hembras de desecho	Engorda Lechones	Engorda Crianza y recría	Engorda	Total crianza
2017	1er. Sem.	2.505.503	1.399	259	184.670	186.328	39.115	567	296.010	371.160	1.612.323	2.319.175
2017	2do. Sem.	2.657.055	1.580	285	188.739	190.604	39.735	602	331.405	390.655	1.704.054	2.466.451

Fuente: Datos de ODEPA en base INE, 2018.

Gráfico 39 – Cantidad de cerdos a nivel nacional período 1996 – 2017.



Fuente: Datos de ODEPA en base INE, 2018.

En la gráfica se observa un incremento de un 153% en el número de animales entre el período 1996 y 2012, situación que no se replica en el período 2012 y 2017, donde se observa una disminución.

2.4 Catastro del sector

Para dar cumplimiento al presente objetivo, se recopiló información general respecto a estudios ya realizados para el Ministerio del Medio Ambiente sobre planteles de crianza intensiva de cerdos.

- a) Estudio “Antecedentes para la Regulación de Olores en Chile” de la Consultora ECOTEC Ingeniería Ltda. Para la Subsecretaría del Medio Ambiente, 2012.
- b) Estudio “Generación de Antecedentes para la Elaboración de una Regulación para el Control y Prevención de Olores en Chile” de la Consultora AQUALOGY Medio Ambiente Chile S.A., 2014.
- c) Estudio “Generación de Antecedentes Técnicos y Económicos para la Elaboración de Medidas para la Reducción de Emisiones en el Sector Agropecuario, en el marco del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para la Región Metropolitana de Santiago” de la Consultora POCH Ambiental para la Subsecretaría del Medio Ambiente, 2015.

Adicionalmente, la Asociación de Productores de Cerdos ASPROCER generó el nexo directo con las grandes empresas (Agrícola Súper, Agrícola Santa Lucía (Maxagro) y Agrícola AASA) para el envío de la información requerida respecto al catastro de planteles de cerdos. Además facilitó la información recopilada de los planteles Pyme asociados en el siguiente estudio:

- a) Estudio “Programa de transformación tecnológica, energética y ambiental para el segmento Pyme de la industria porcina” de Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Finalmente, TSG Environmental actualizó y complementó la información antes mencionada con la recopilación de antecedentes disponibles a nivel nacional:

- a) “Listado Establecimientos Pecuarios Inscritos” por el Servicio Agrícola y Ganadero – SAG su última actualización 2015.
- b) Proyectos presentados entre los años 2010 y 2017 (aprobados, en calificación y rechazados) por el Servicio de Evaluación Ambiental.
- c) Encuestas de criaderos de cerdos / aves 2017 y 2018 por el Ministerio de Economía – Instituto Nacional de Estadística.

2.4.1 Listado de titulares Sector Porcino

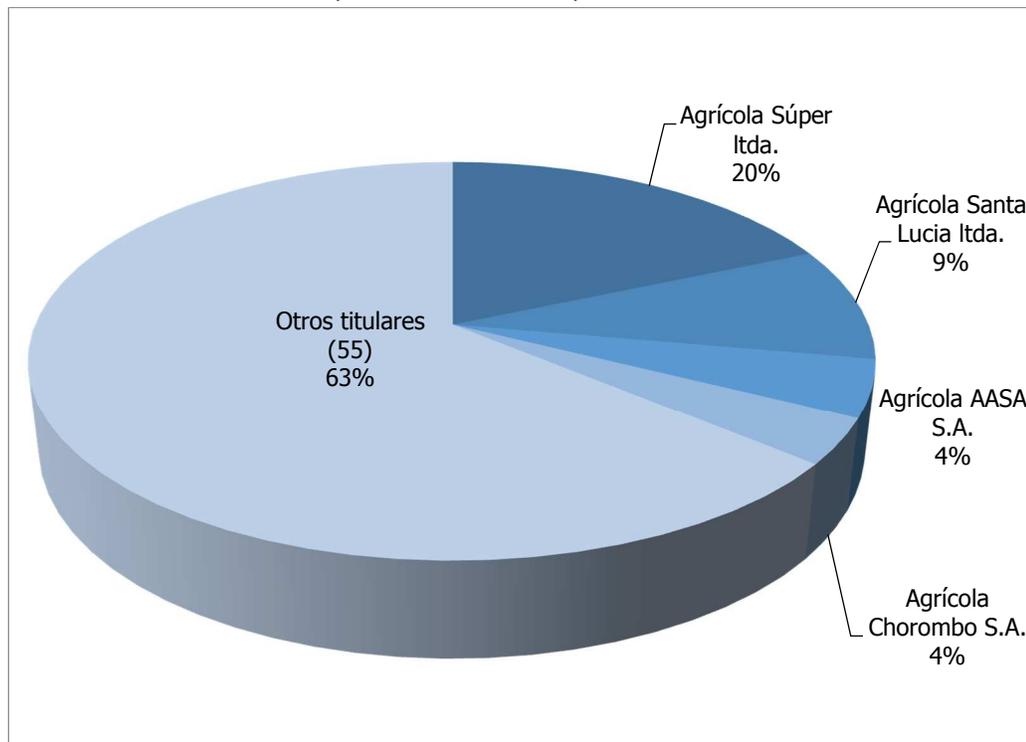
Para la interpretación de la información que se presenta a continuación, hay 2 definiciones:

Plantel: Espacio físico que consta de uno o más sectores, donde se encuentran los animales, operado en forma técnicamente independiente o con un manejo sanitario y administrativo común.³

Sector: Unidad física delimitada por uno o más pabellones que alojan animales que tienen un manejo sanitario productivo y medidas de bioseguridad comunes.⁴

En la actualidad, de la información disponible y lo catastrado, la cantidad de planteles porcinos en funcionamiento a nivel nacional corresponden a 110. Estos planteles pertenecen a 59 titulares con un total de 201 sectores distribuidos entre reproducción y crianza de cerdos.

Gráfico 40 – Distribución de planteles de cerdos por titular.



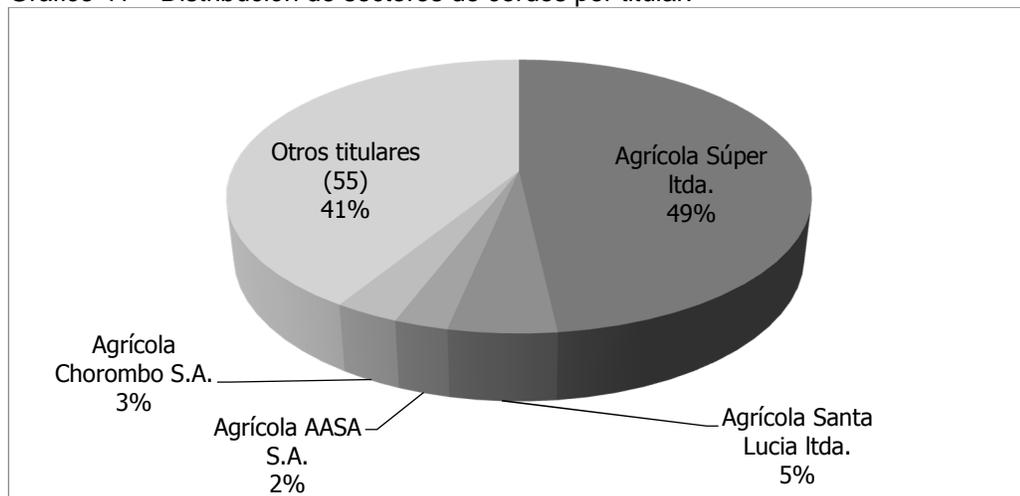
Fuente: Envirometrika en base a Ecotec (2013), Poch (2016), Asprocer-PUCV (2017) y Titulares, 2018.

De la figura anterior, se observa que los grandes productores representan el 63% del total. Sin embargo, al analizar la cantidad de sectores por titular, se observa que los grandes productores son los que poseen mayor cantidad de sectores de producción, como se observa en la siguiente figura:

³ Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental de la Región Metropolitana, Ministerio del Medio Ambiente, 2016.

⁴ Instructivo Planteles de Animales Porcinos Bajo Certificación Oficial, SAG, Ministerio de Agricultura, 2010.

Gráfico 41 – Distribución de sectores de cerdos por titular.



Fuente: Envirometrika en base a Ecotec (2013), Poch (2016), Asprocer-PUCV (2017) y Titulares, 2018.

Por otro lado, 6 titulares poseen planteles cerrados o en vías de cese de sus operaciones. Estos titulares consolidan 12 planteles de cerdos en igual número de sectores.

Tabla 20 – Listado de titulares con planteles cerrados o en proceso de cierre.

Nº	Titular	Nº Planteles	Nº de sectores
1	Agrícola El Monte S.A.	5	5
2	Agrícola Jacques y Lorenzini Ltda.	1	1
3	Agrícola Veneto Ltda.	1	1
4	Agrícola y Ganadera Chillan Viejo Ltda.	3	3
5	Agrocomercial AS Ltda.	1	1
6	PIC Andina	1	1
	Total	12	12

Fuente: Envirometrika en base a Ecotec (2013), Poch (2016), Asprocer-PUCV (2017) y Titulares, 2018.

2.4.2 Listado de Planteles de reproducción y crianza

La recopilación de información respecto a este punto, se realizó utilizando los estudios realizados por Ecotec (2012), Poch (2016) y la información proporcionada por Asprocer de sus asociados Pyme y grandes productores, los cuales proporcionaron información de planteles porcinos y etapas de crianza.

Del total de planteles porcinos catastrados se dispone de información del tipo de producción de 78 de los 110 planteles. De lo anterior se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 21 – Cantidad de planteles según etapa de producción

Tipo de Producción	Cantidad de planteles
Crianza	31
Reproducción	20
Ciclo completo	27
Total	78

Fuente: Envirometrika en base a Ecotec (2013), Poch (2016), Asprocer-PUCV (2017) y Titulares, 2018.

De lo anterior, se puede afirmar que los plantel de los cuales fue posible obtener el tipo de producción, el 40% corresponden a la etapa de crianza (Recría y Engorda); Le siguen los planteles de producción del ciclo completo con un 35%, y por último, Los planteles de Reproducción (Gestación y maternidad), con un 26%.

2.4.3 Tamaño de los planteles

La definición de los tamaños de los planteles se realizó acorde al número de animales y se ha definido en base a la información validada por Asprocer para determinar los planteles según la descripción de planteles pequeños, medianos y grandes:

Plantel Pequeño ≤ 12.500 animales

Plantel Mediano entre 12.501 y 50.000 animales

Plantel Grande \geq de 50.001 animales

2.5 Localización territorial sector

2.5.1 Distribución de planteles de cerdos a nivel país

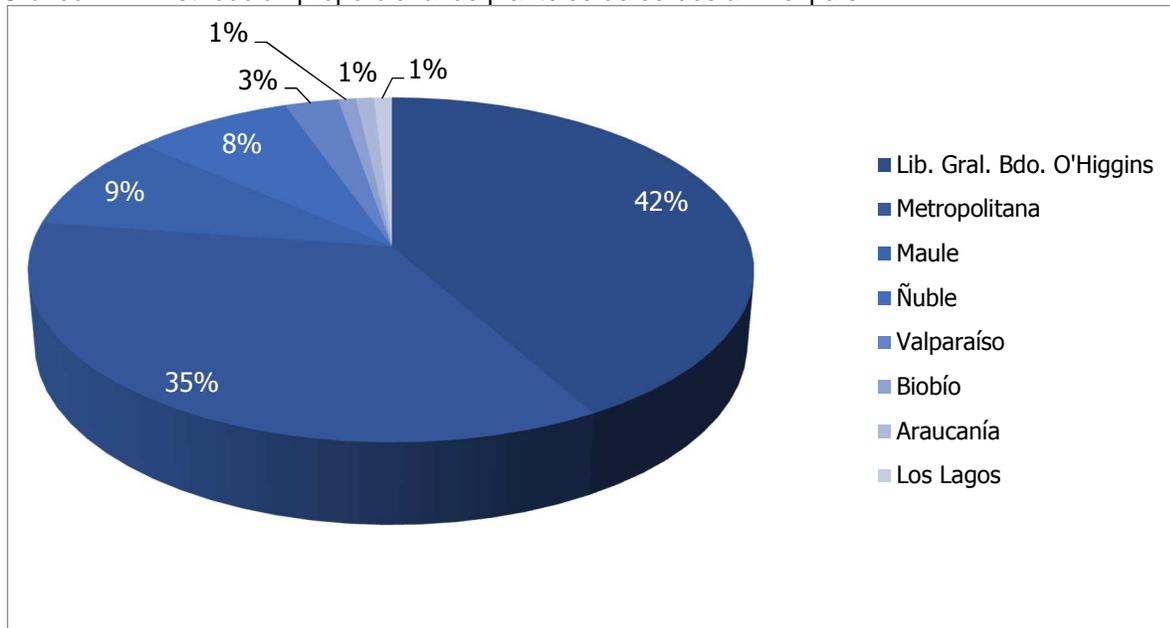
El total de planteles de cerdos a nivel país ascienda a 110 planteles distribuidos en 8 regiones, siendo las regiones de O'Higgins (42%) y Metropolitana (35%) las que concentran el 77% del total de planteles, como se observa a continuación.

Tabla 22 – Distribución planteles de cerdos a nivel país

Región	Cantidad de Planteles	% país
Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	46	42%
Metropolitana	39	35%
Maule	10	9%
Ñuble	9	8%
Valparaíso	3	3%
Biobío	1	1%
Araucanía	1	1%
Los Lagos	1	1%
Total país	110	100%

Fuente: Envirometrika en base a Ecotec (2013), Poch (2016), Asprocer-PUCV (2017) y Titulares, 2018.

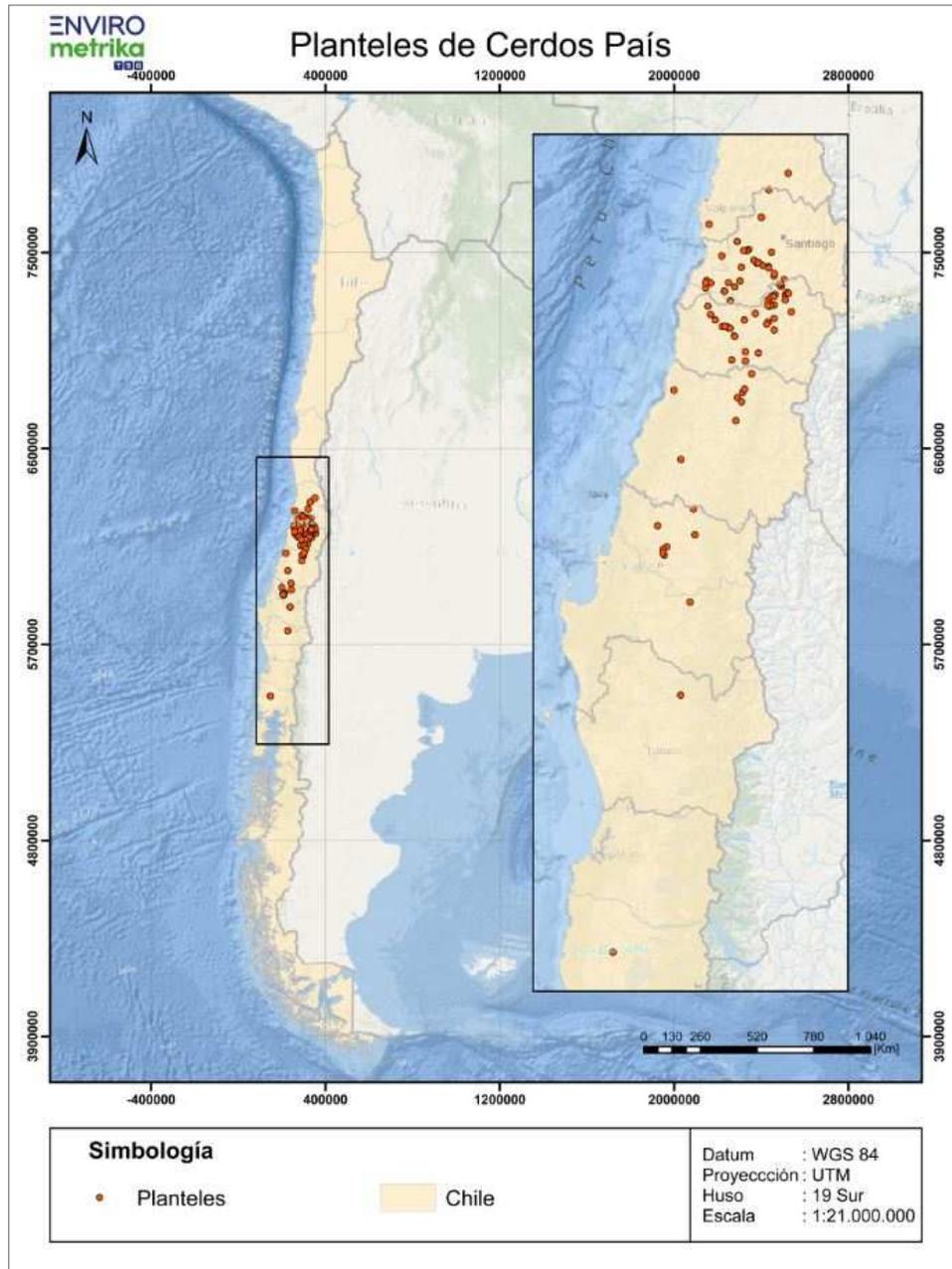
Gráfico 42 – Distribución proporcional de planteles de cerdos a nivel país.



Fuente: Envirometrika en base a Ecotec (2013), Poch (2016), Asprocer-PUCV (2017) y Titulares, 2018.

Del total de 110 planteles porcinos catastrados, consolidan un total de 201 sectores, se dispone de localización (georreferencia) de 185. De los 17 restantes no se dispuso de información de localización.

Figura 6 – Distribución de planteles de cerdos a nivel país



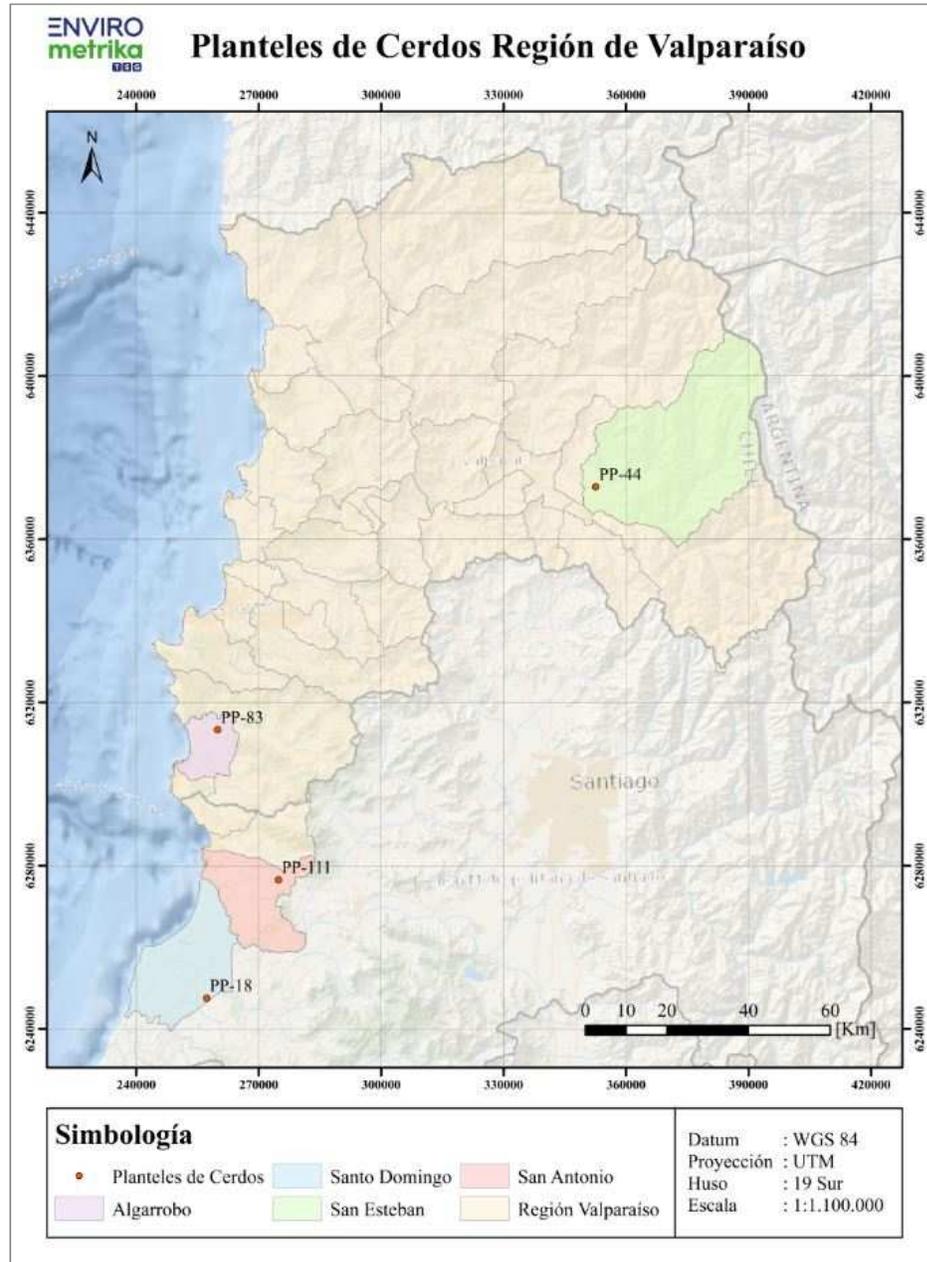
Fuente: Envirometrika, 2018.

Observación: A la fecha de realización del catastro del presente estudio aún no entraba en vigencia La Ley N°21.033 que crea la XVI Región del Ñuble.

2.5.2 Distribución de planteles de cerdos por región

A) Región de Valparaíso

Figura 7 – Distribución de planteles de cerdos Región de Valparaíso



Observación: En la imagen se observa el plantel PP-18 ya que los sectores que lo componen se encuentran entre las comunas de Santo Domingo en la Región de Valparaíso y San Pedro en la Región Metropolitana. También se observa el plantel PP-111 ya que los sectores que lo componen se encuentran entre las comunas de San Antonio en la Región de Valparaíso y Coltauco en la Región Bernardo O'Higgins.

Fuente: Envirometrika, 2018.

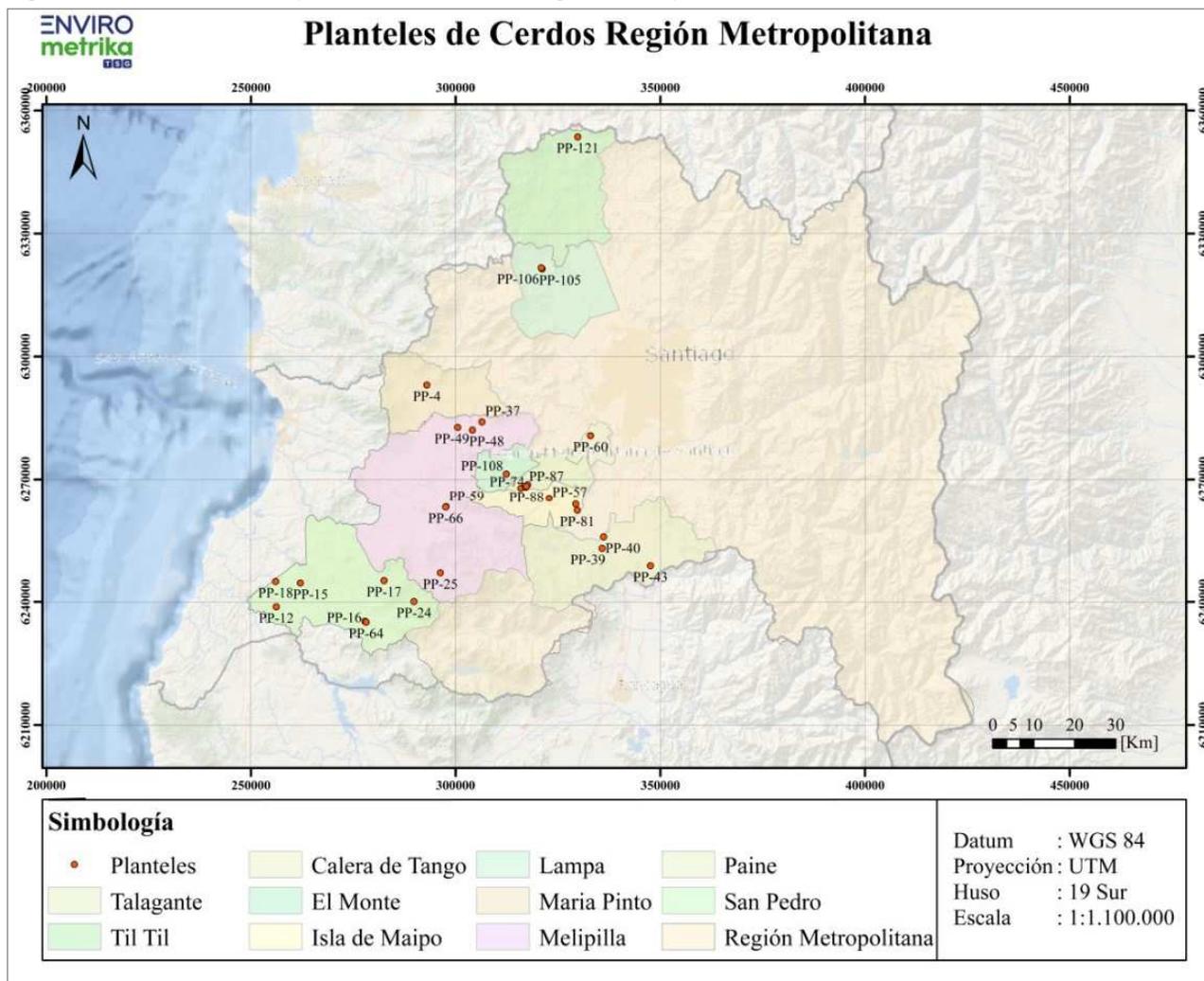
Tabla 23 – Distribución de planteles de cerdos Región de Valparaíso

Provincia	Comuna	Cantidad de Planteles
Los Andes	San Esteban	1
San Antonio	Algarrobo	1
San Antonio	San Antonio	1
	Total	3

Fuente: Envirometrika, 2018.

B) Región Metropolitana

Figura 8 – Distribución de planteles de cerdos Región Metropolitana



Fuente: Consolidado Sector Porcino, Envirometrika 2018

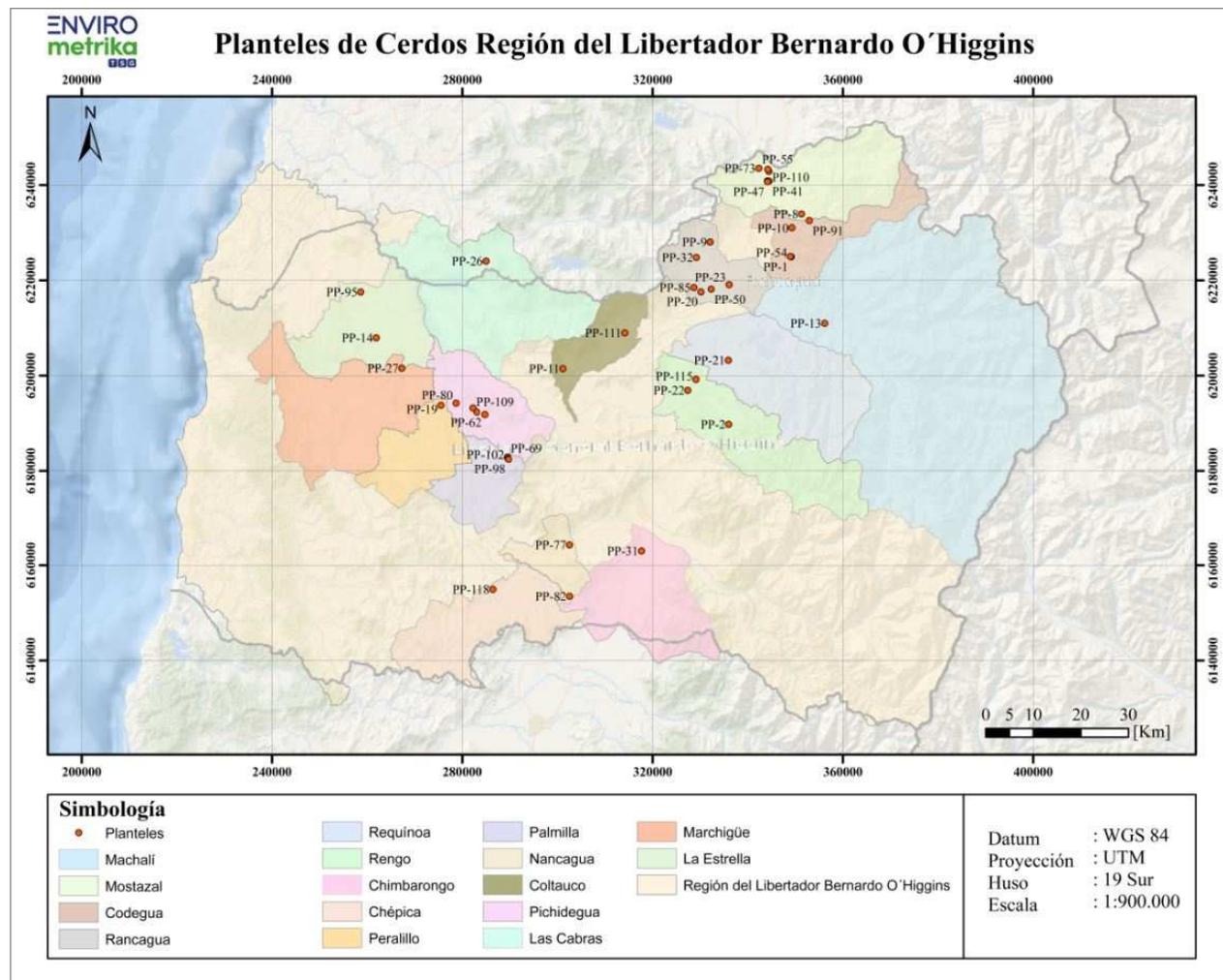
Tabla 24 – Distribución de planteles de cerdos - Región Metropolitana

Provincia	Comuna	Cantidad de Planteles
Chacabuco	Colina	1
Chacabuco	Lampa	4
Chacabuco	Til Til	1
Maipo	C. de Tango	1
Maipo	Paine	3
Maipo	San Bernardo	1
Melipilla	María Pinto	1
Melipilla	Melipilla	9
Melipilla	San Pedro	7
Talagante	El Monte	3
Talagante	Isla de Maipo	4
Talagante	Talagante	4
	Total	39

Fuente: Envirometrika, 2018.

C) Región de O’Higgins

Figura 9 – Distribución de planteles de cerdos Región O’Higgins



Fuente: Envirometrika, 2018.

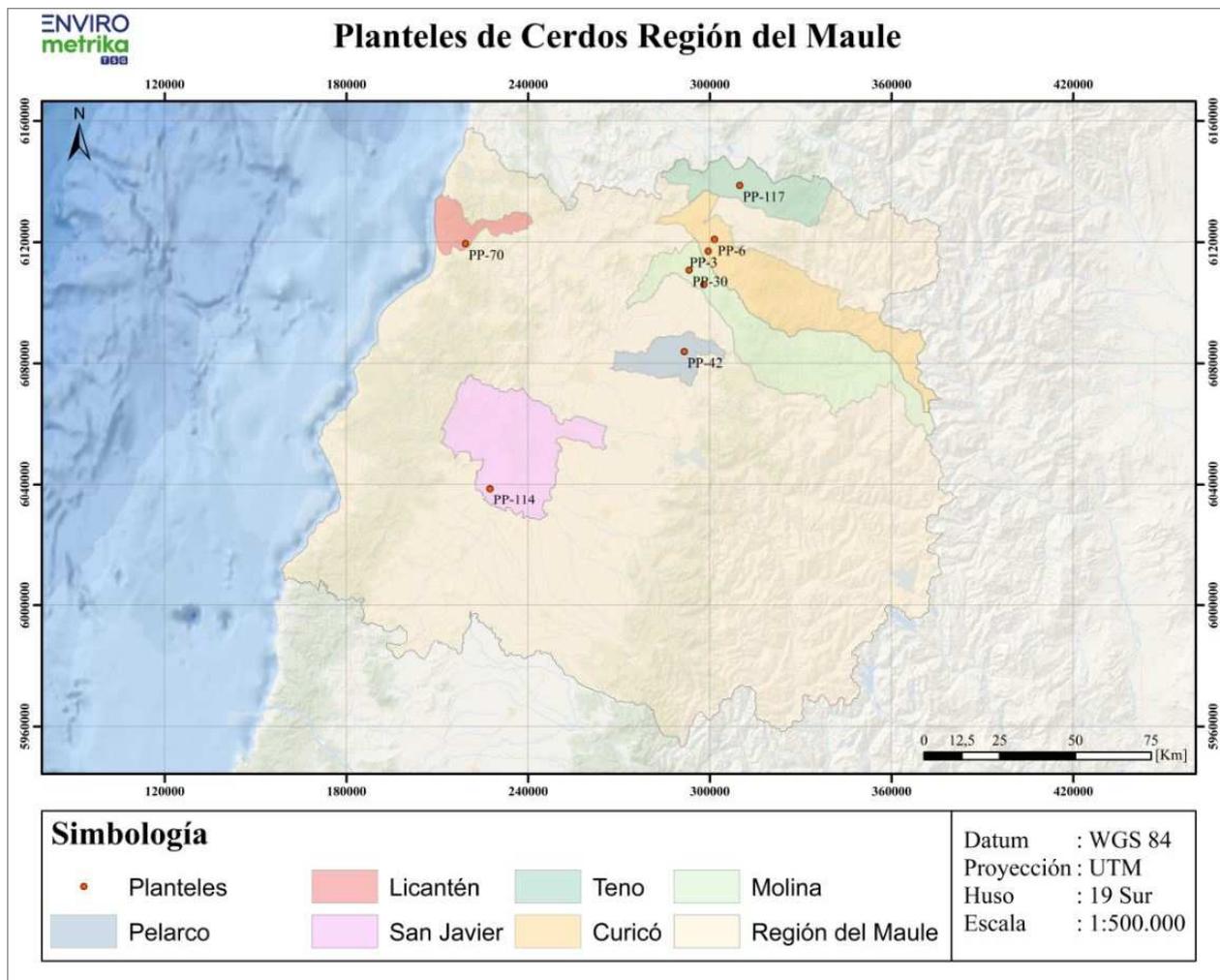
Tabla 25 – Distribución de planteles de cerdos Región de O’Higgins

Provincia	Comuna	Cantidad de Planteles
Cachapoal	Codegua	4
Cachapoal	Coltauco	2
Cachapoal	Graneros	2
Cachapoal	Las Cabras	1
Cachapoal	Machali	1
Cachapoal	Mostazal	6
Cachapoal	Pichidegua	5
Cachapoal	Rancagua	7
Cachapoal	Rengo	3
Cachapoal	Requinoa	1
Cachapoal	San Vicente	1
Cardenal Caro	La Estrella	2
Cardenal Caro	Marchihue	1
Colchagua	Chépica	1
Colchagua	Nancagua	2
Colchagua	Palmilla	3
Colchagua	Peralillo	1
Colchagua	San Fernando	1
Colchagua	Santa Cruz	1
Total		45

Fuente: Envirometrika, 2018.

D) Región de Maule

Figura 10 – Distribución de planteles de cerdos Región del Maule



Fuente: Envirometrika, 2018

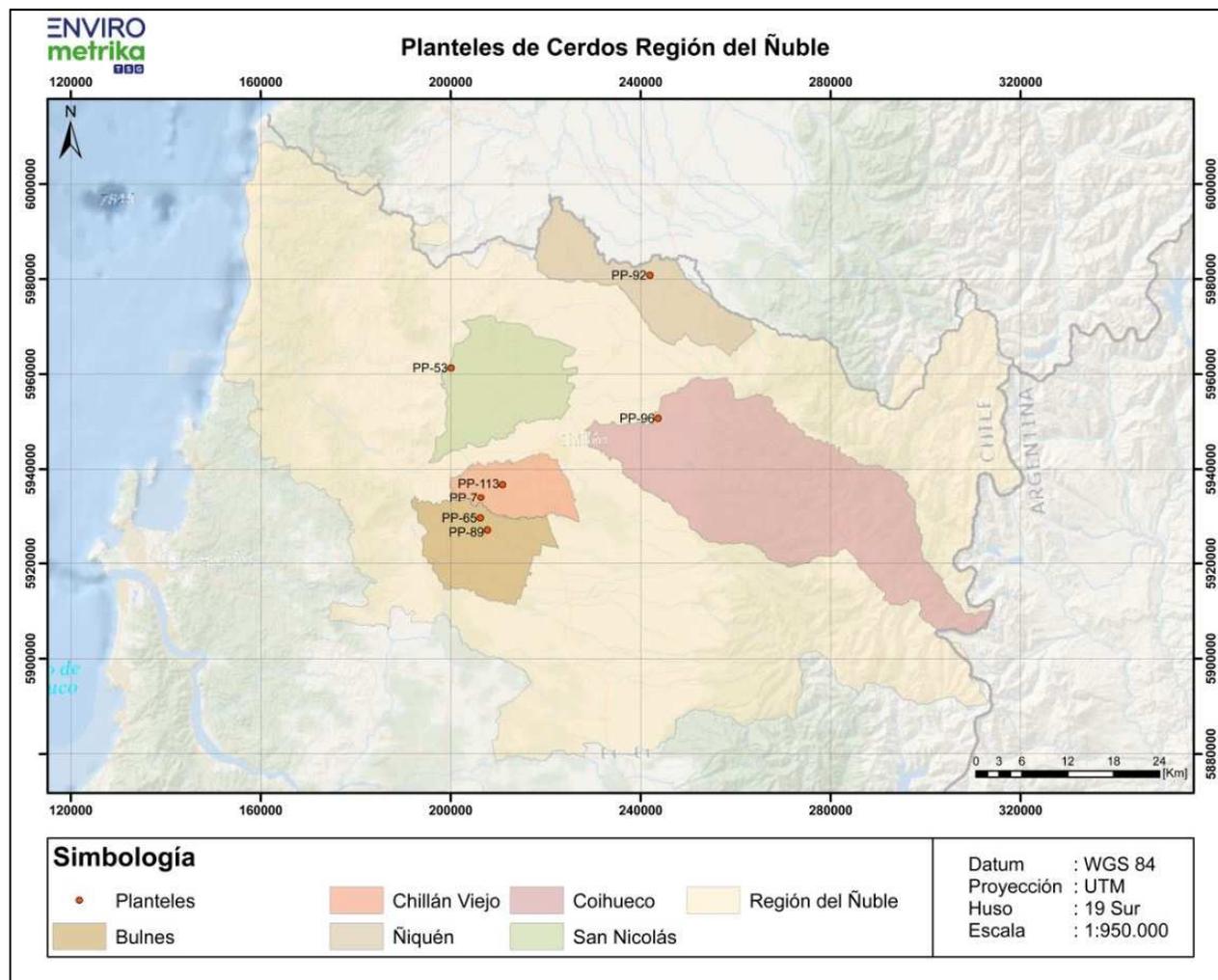
Tabla 26 – Distribución de planteles de cerdos Región del Maule

Provincia	Comuna	Cantidad de Planteles
Curicó	Curicó	3
Curicó	Licantén	1
Curicó	Molina	2
Curicó	Teno	2
Linares	San Javier	1
Talca	Pelarco	1
	Total	10

Fuente: Envirometrika, 2018.

E) Región del Ñuble

Figura 11 – Distribución de planteles de cerdos Región del Ñuble



Fuente: Envirometrika 2018.

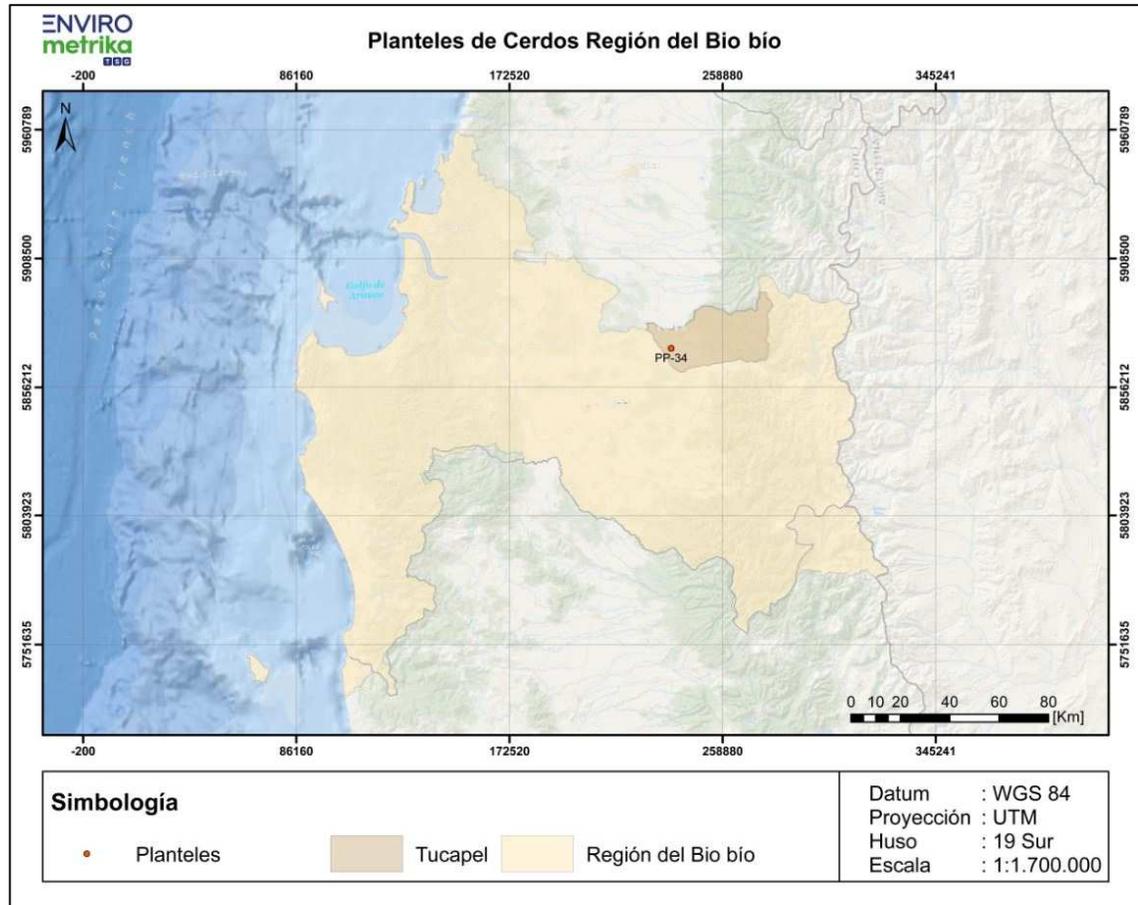
Tabla 27 – Distribución de planteles de cerdos Región del Ñuble

Provincia	Comuna	Cantidad de Planteles
Diguillín	Bulnes	3
Diguillín	Chillán Viejo	2
Diguillín	San Carlos	1
Punilla	Coihueco	1
Punilla	Ñiquén	1
Punilla	San Nicolás	1
	Total	9

Fuente: Envirometrika, 2018.

F) Región del Biobío

Figura 12 – Distribución de planteles de cerdos Región del Biobío



Fuente: Envirometrika, 2018.

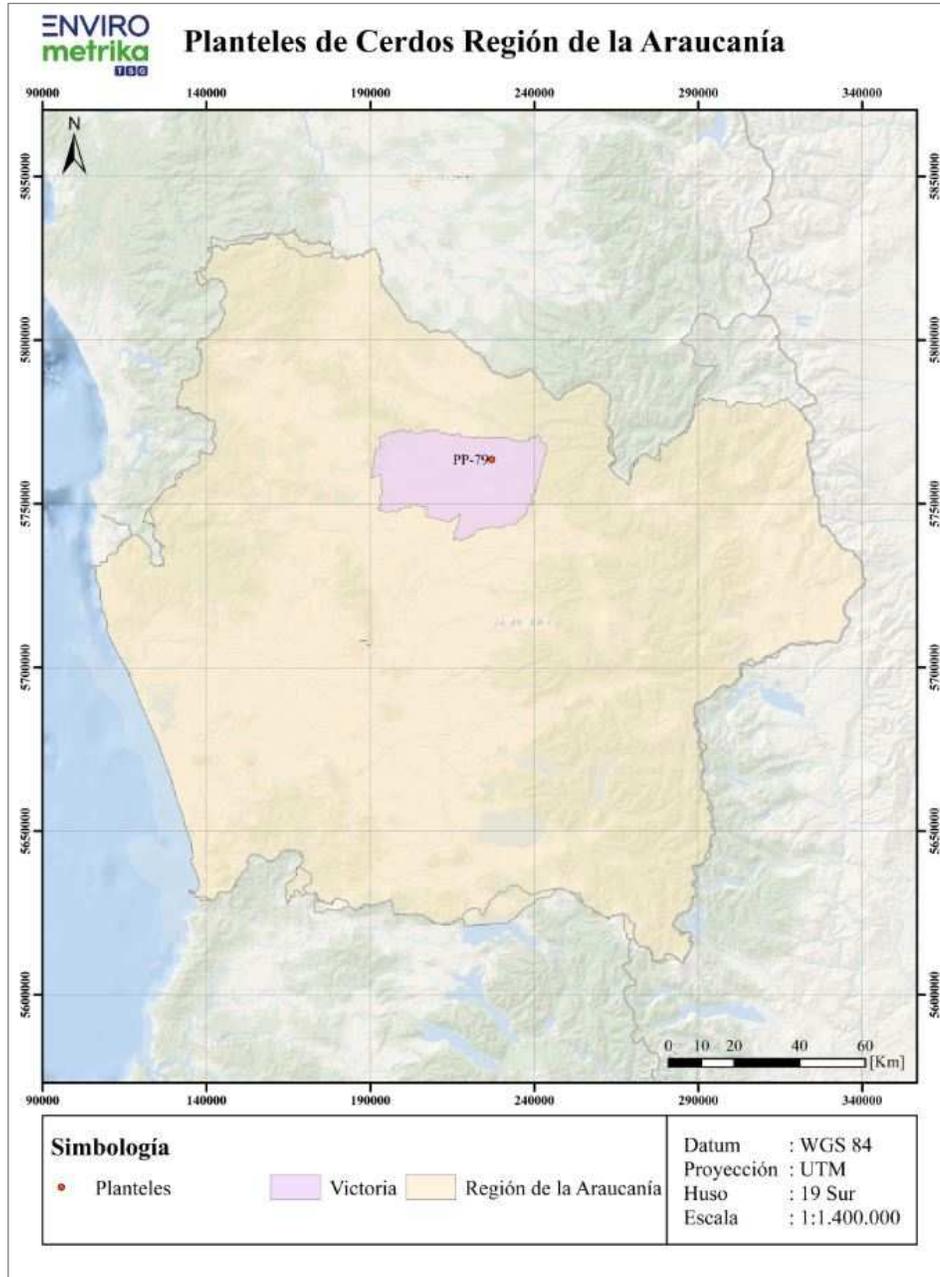
Tabla 28 – Distribución de planteles de cerdos Región del Biobío

Provincia	Comuna	Cantidad de Planteles
Biobío	Tucapel	1
	Total	1

Fuente: Envirometrika, 2018.

Región de la Araucanía

Figura 13 – Distribución de planteles de cerdos Región de la Araucanía



Fuente: Envirometrika, 2018.

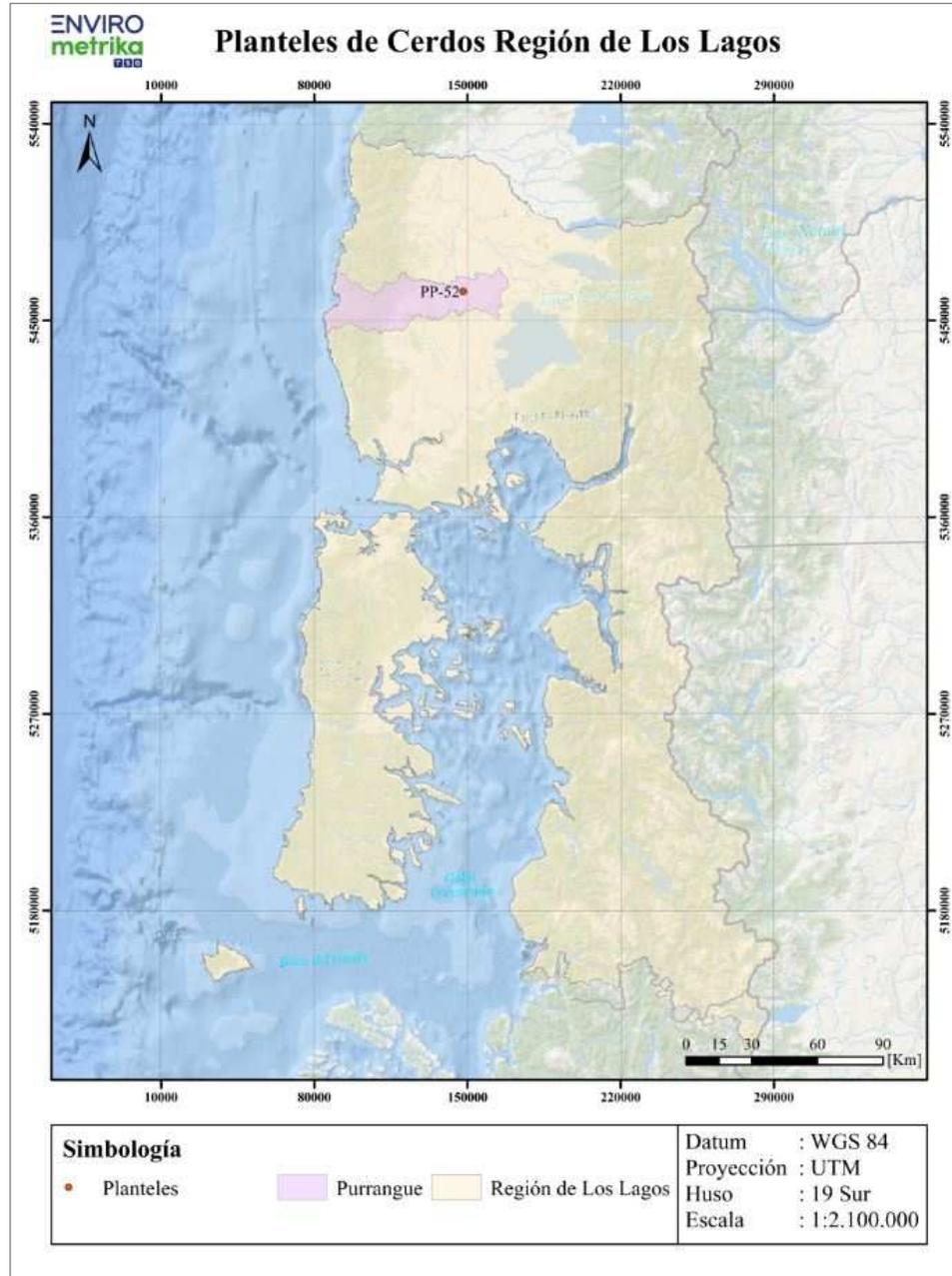
Tabla 29 – Distribución de planteles de cerdos Región de la Araucanía

Provincia	Comuna	Cantidad de Planteles
Malleco	Victoria	1

Fuente: Envirometrika, 2018.

G) Región de los Lagos

Figura 14 – Distribución de planteles de cerdos Región de Los Lagos



Fuente: Envirometrika, 2018.

Tabla 30 – Distribución de planteles de cerdos Región de los Lagos

Provincia	Comuna	Cantidad de Planteles
Osorno	Purrangué	1

Fuente: Envirometrika, 2018.

2.5.3 Entorno: Caracterización topográfica y geográfica

A continuación se presenta la caracterización del entorno topográfico y geográfico de las regiones que concentran el 77% de los planteles a nivel nacional: Región Metropolitana y Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Para lo anterior, se utilizó información cartográfica para determinar lo siguiente:

- Elevación [msnm]
- Unidades Geomorfológicas
- Cuencas Hidrográficas
- Clima
- Zonificación

Las fuentes consultadas fueron:

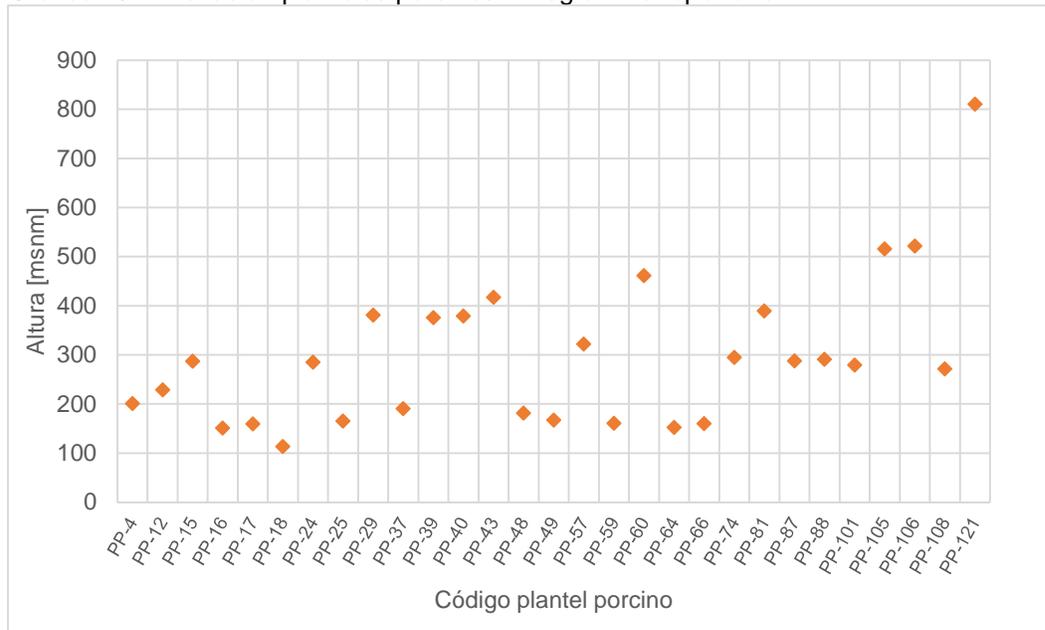
- IDE Chile: Infraestructura de Datos Geospaciales de Chile
- Plan Regulador Metropolitano de Santiago
- Plan Regulador Intercomunal de Rancagua
- Plan Regulador Intercomunal de Río Claro
- Plan Regulador Intercomunal Borde Costero de la Región de O'Higgins
- Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger, 2017.
- United States Geological Survey, 2000.
- Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería, 2003.

a) Región Metropolitana (RM)

2.5.3.1 Elevación - RM

Tres unidades de relieve se distinguen en la región, de oriente a poniente: La cordillera de los andes, la cuenca de Santiago y la Cordillera de la costa⁵; siendo las dos últimas, los lugares donde se emplazan en mayor proporción los planteles, en un rango desde los 113,98 a 811,04 msnm. Como se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico 43 – Elevación planteles porcinos – Región Metropolitana.



Fuente: US. Geological Survey, 2000.

De lo anterior, no es posible establecer si existe alguna relación entre el relieve y la localización de los planteles porcinos.

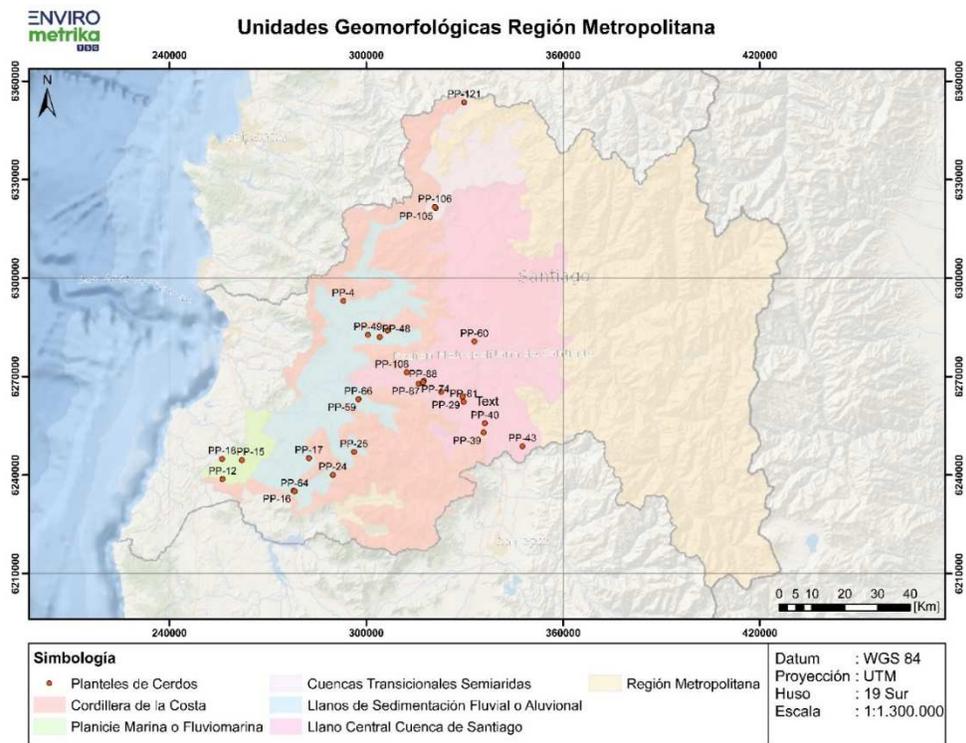
La mayor proporción se ubican entre los 100 y 400 msnm.

⁵ Relieve Región Metropolitana. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile www.bcn.cl

2.5.3.2 Unidad Geomorfológica - RM

En la cuenca de la Región Metropolitana se diferencian las unidades geomorfológicas por sus antecedentes, características y proceso evolutivo, los cuales tienen una relación directa con las restricciones existentes en cuanto a su aprovechamiento de uso urbano y rural. En este contexto, la recopilación de las características geomorfológicas del lugar de emplazamiento de cada uno de los planteles porcinos, permite identificar en cuál de sus unidades se agrupan, como se observa en la siguiente figura:

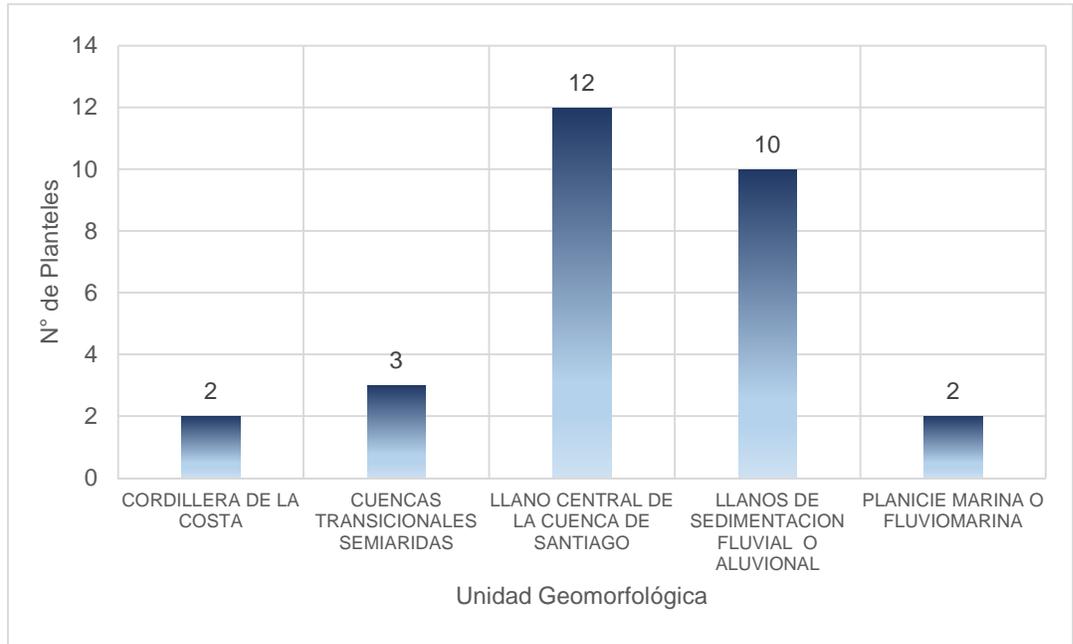
Figura 15 – Unidades geomorfológicas – Planteles de cerdos Región Metropolitana



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin., 2013.

La figura anterior permite establecer que, en su mayoría, los están emplazados en llanos de sedimentación fluvial o aluvial, así como el llano central de la cuenca de Santiago. En el siguiente gráfico, es posible observar la distribución según unidad:

Gráfico 44 – Unidades Geomorfológicas – Región Metropolitana



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

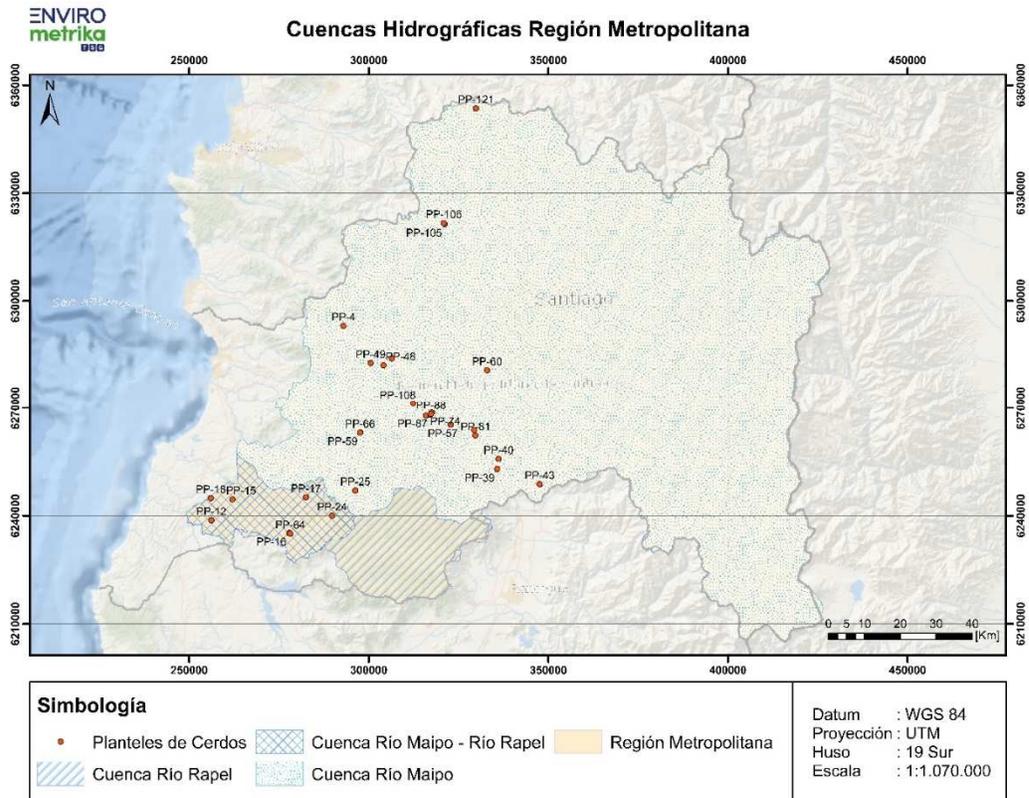
Como se observa en el cuadro anterior, el 41,3% de los planteles se ubican en la zona del llano central de la cuenca de Santiago y un 34,4% en llanos de sedimentación fluvial o aluvional. Lo anterior permite relacionar que la superficie donde se localizan los planteles requiere relieves planos para una operación más óptima.

2.5.3.3 Cuenca Hidrográfica - RM

Las cuencas hidrográficas son consideradas ecosistemas estratégicos regionales, en especial para los asentamientos humanos por las funciones territoriales y ambientales que cumple, en especial lo referido a la regulación del ciclo hidrológico, la protección del suelo, la amortiguación en crecidas de cauces y el suministro de agua para consumo humano. Las cuencas representan el ámbito físico-natural que asociado al agua, tiene relevancia determinante en la conformación del ambiente y principalmente todo desarrollo viviente. En este sentido la cuenca hidrográfica es funcional al resto del territorio como la “fábrica natural” del elemento vital de la naturaleza, la sociedad y la economía⁶.

Las cuencas hidrográficas de la región metropolitana, se caracterizan por ser del tipo exorreica, las cuales están asociadas con el tipo de drenaje que se presenta en gran parte del territorio nacional. Las cuencas exorreicas reciben los aportes de las precipitaciones, evacuando las aguas hacia el mar. A continuación se presenta la distribución de los planteles de cerdos en la región metropolitana según cuenca hidrográfica:

Figura 16 – Cuencas Hidrográficas Región Metropolitana

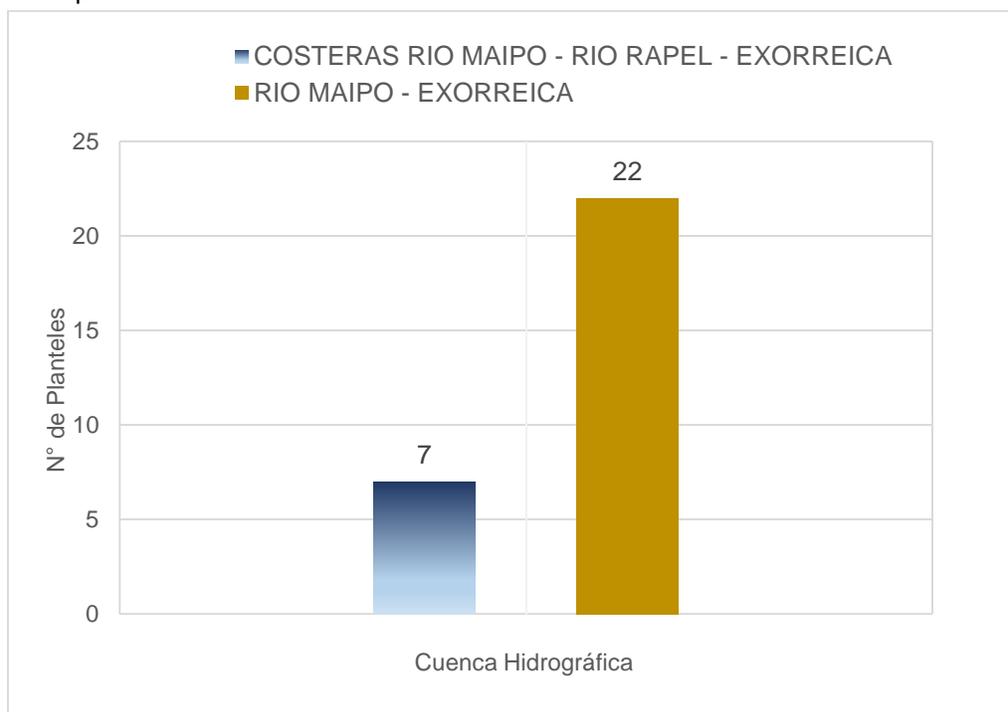


Fuente: Cartografía Rulamahue en base Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2003.

⁶Guía análisis y Zonificación de Cuencas Hidrográficas para el Ordenamiento Territorial. SUBDERE, 2013.

La cuenca del Río Maipo que se observa en la imagen anterior, según clasificación, corresponde a una cuenca de origen Andino, la cual se caracteriza porque sus cabeceras coinciden con las altas cumbres del relieve andino nacional y sus aguas desembocan en el mar⁷. Al sur desemboca con el Río Rapel, formándose el interfluvio Maipo-Rapel⁸ donde se ubica una menor proporción de planteles. En cuanto a la cuenca del Río Rapel, esta no alberga planteles, a diferencia de la cuenca del Río Maipo donde se encuentra la mayor proporción cuya distribución corresponde a la siguiente:

Gráfico 45 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región Metropolitana



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2003.

De lo Anterior, se tiene que los planteles ubicados en la cuenca hidrográfica del Río Maipo representan un 75,8% del total de la región metropolitana.

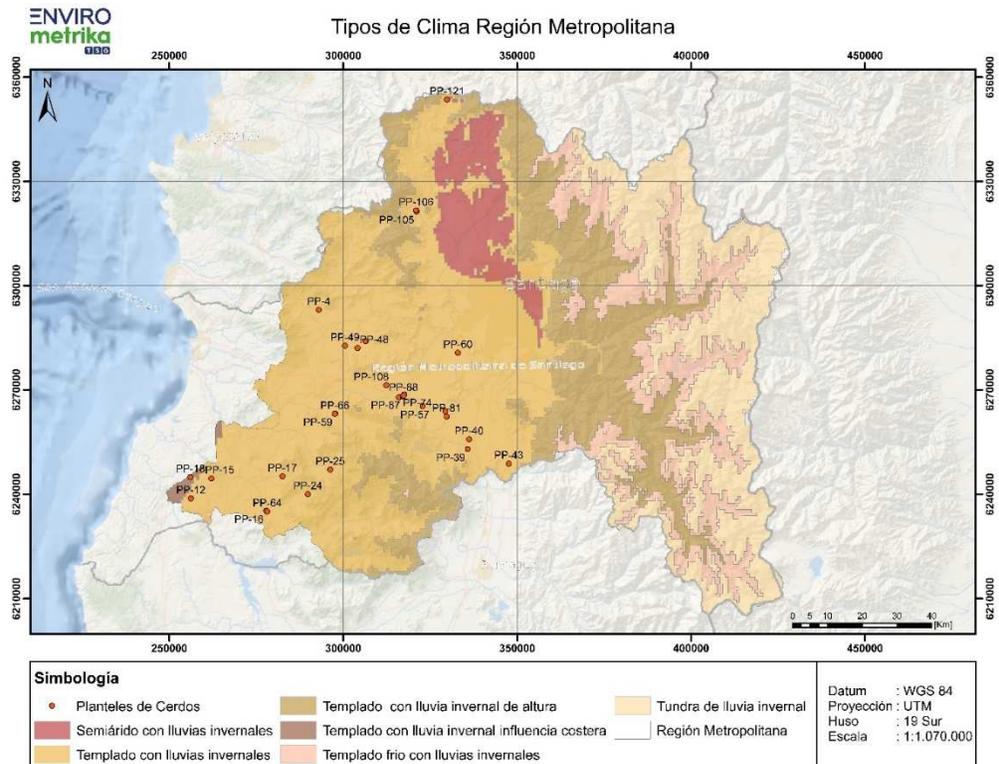
⁷ Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivo de Calidad. Cuenca del Río Maipo. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas, 2004.

⁸ Hoyas Hidrográficas de Chile: Región Metropolitana. Dirección General de Aguas, 2015.

2.5.3.4 Clima - RM

Las principales características climáticas de la región metropolitana corresponden al tipo mediterráneo, en este sentido, es posible identificar 6 zonas como se observa en la siguiente imagen:

Figura 17 – Tipo de clima Región Metropolitana



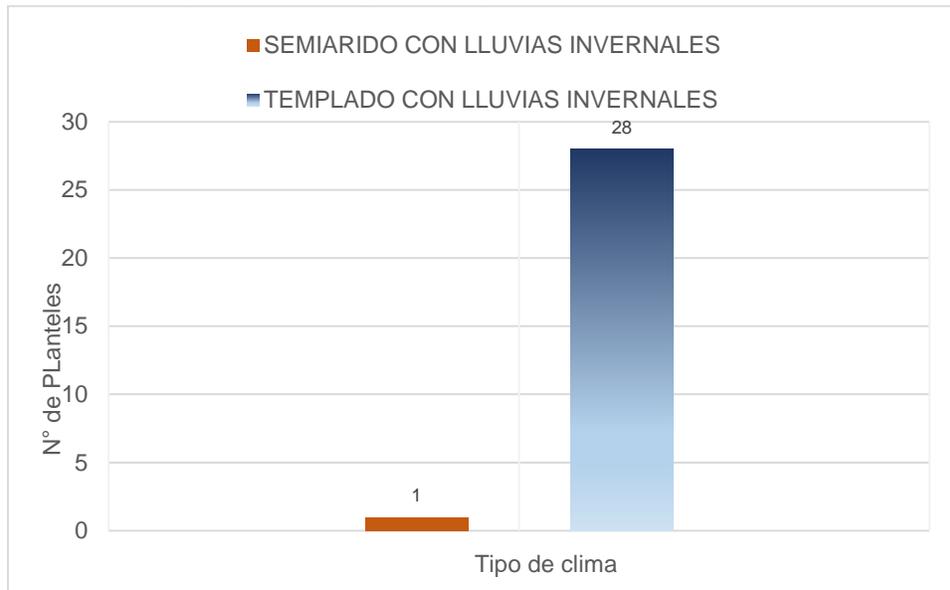
Fuente: Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger. IDE-Chile, 2017.

Se tiene que las zonas climáticas de la Región Metropolitana corresponden a:

- Semiárido con lluvias invernales
- Templado con lluvias invernales
- Templado con lluvia invernal de altura
- Templado con lluvia invernal influencia costera
- Templado frío con lluvias invernales
- Tundra por efecto de altura

De lo anterior, i y ii albergan planteles porcinos con la siguiente proporción:

Gráfico 46 – Tipo de clima Región Metropolitana



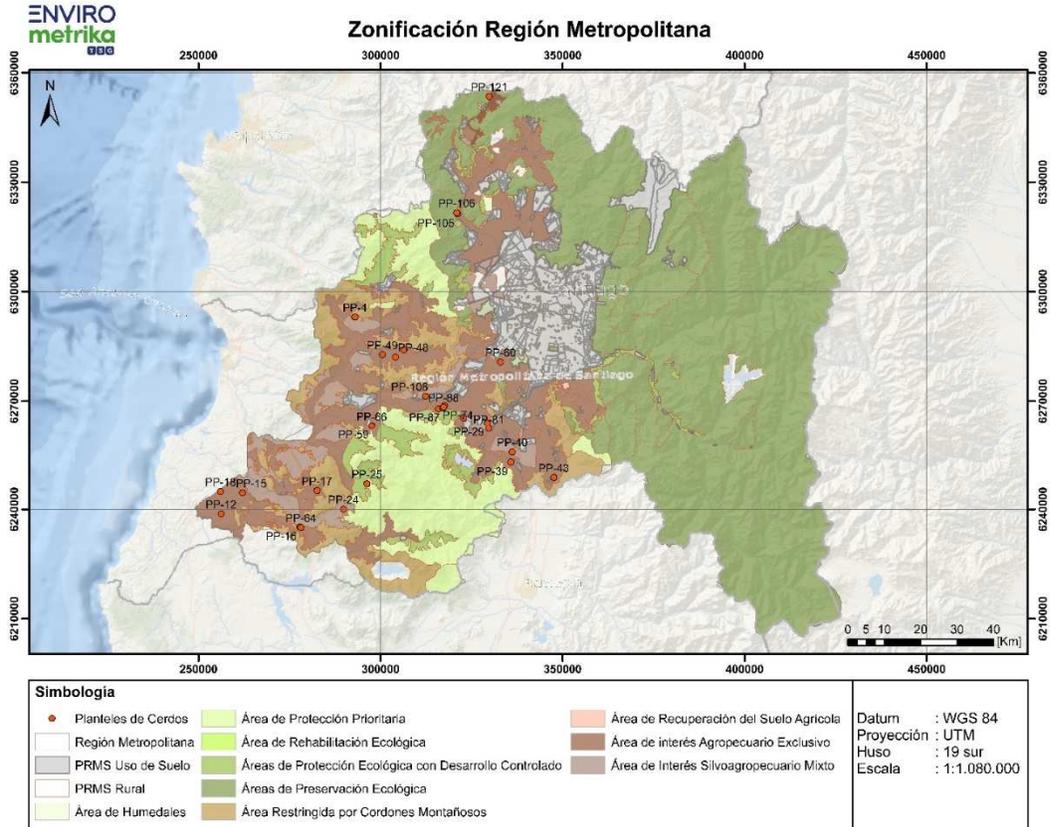
Fuente: Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger. IDE-Chile, 2017.

En su mayoría, los planteles se ubican en la zona de clima templado con lluvias invernales cuya proporción corresponde al 96,5%.

2.5.3.5 Zonificación - RM

El uso de suelo de la región metropolitana se encuentra definido para 51 comunas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago. De este es posible obtener tipo de uso de suelo de las comunas donde se encuentran ubicados los planteles porcinos, como se observa a continuación:

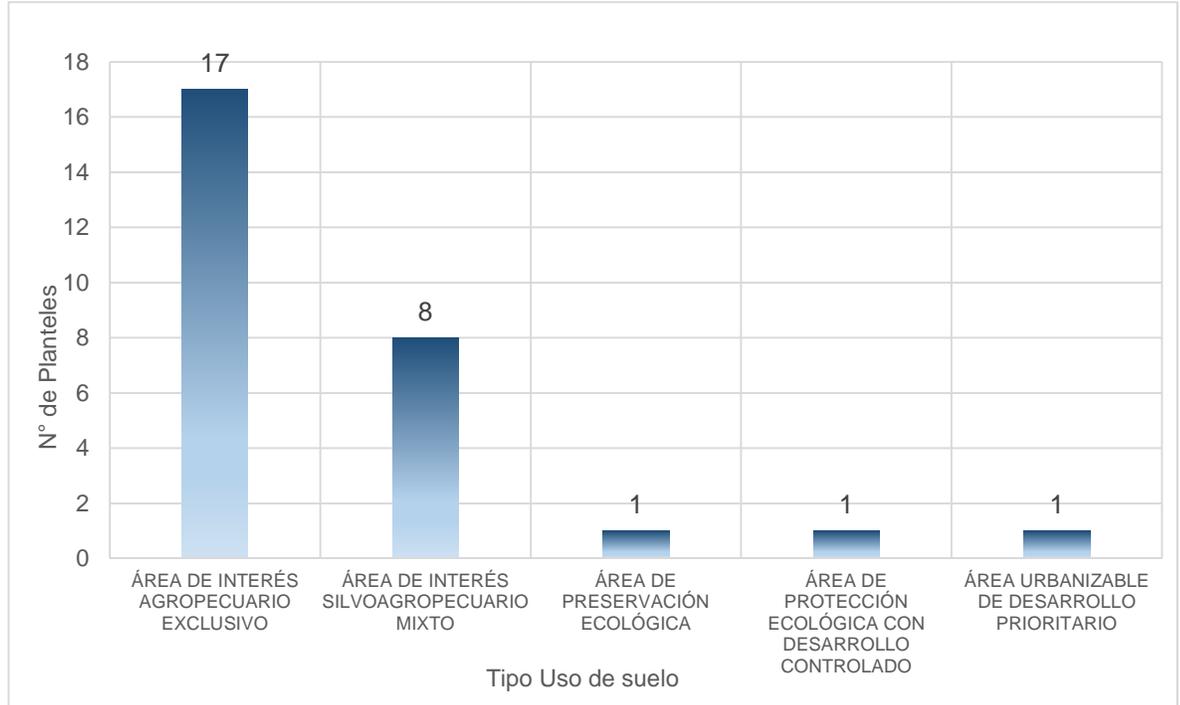
Figura 18 – Zonificación Región Metropolitana



Fuente: Plan Regulador Metropolitano de Santiago. IDE Chile

Como se observa en la figura, los planteles se ubican principalmente en áreas de interés Silvoagropecuario exclusivo y áreas de interés Silvoagropecuario mixto.

Gráfico 47 – Zonificación Región Metropolitana



Fuente: Plan Regulador Metropolitano de Santiago. IDE - Chile

De los 29 Planteles en la región metropolitana, no se dispone de su localización exacta (georreferencia) par a 1 de ellos. En cuanto al tipo de uso de suelo los planteles ubicados en área de interés Silvoagropecuario exclusivo corresponden a un 58,6% y los ubicados en área de interés Silvoagropecuario mixto corresponden a un 27,5%.

La importancia de que los planteles se encuentren ubicados fuera de la zona urbana, es que esto disminuye la probabilidad de percibir olores producidos por la actividad, en las comunidades circundantes.

b) Región del Libertador Bernardo O’Higgins

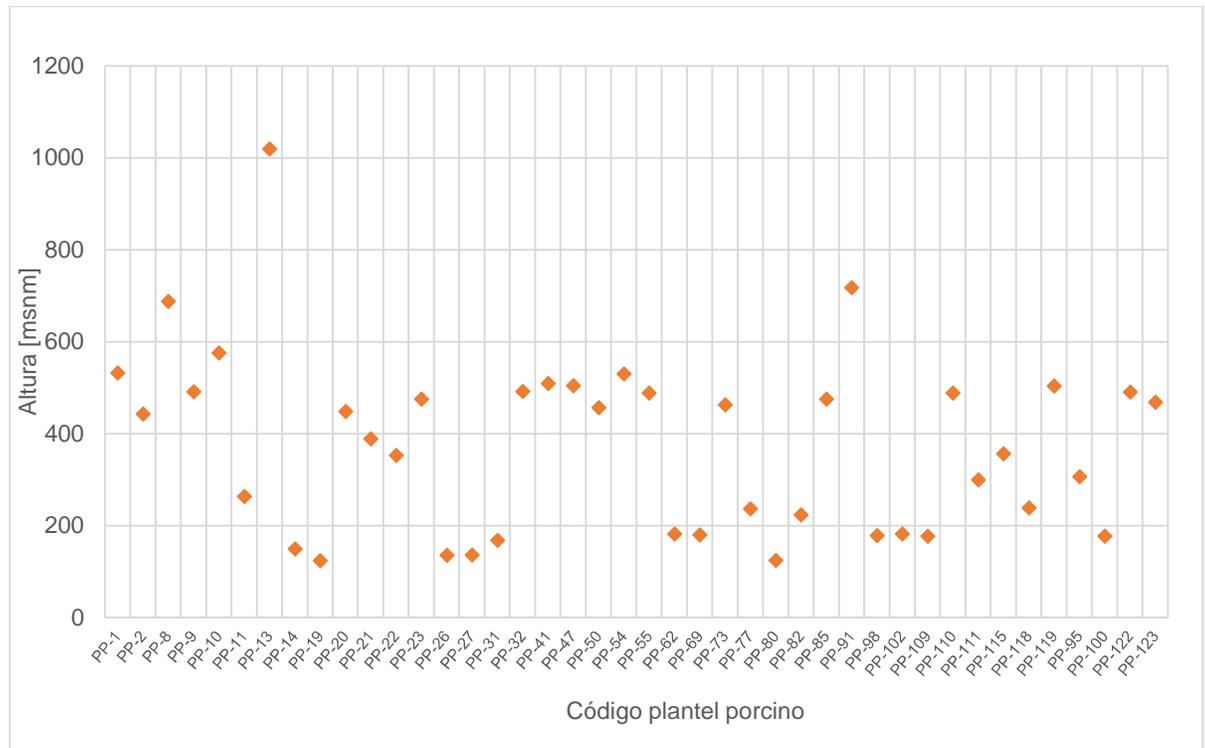
2.5.3.6 Elevación – O’Higgins

La características más relevantes del relieve de la VI región corresponden a cuatro fajas longitudinales

- Cordillera de los Andes
- Depresión Intermedia
- Cordillera de la Costa
- Planicies Costeras

De estos relieves, los planteles de la región se concentran mayoritariamente en la Depresión Intermedia en un rango entre los 123,68 a 1019, 27 msnm. Como se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico 48 – Elevación planteles de cerdo Región de O’Higgins



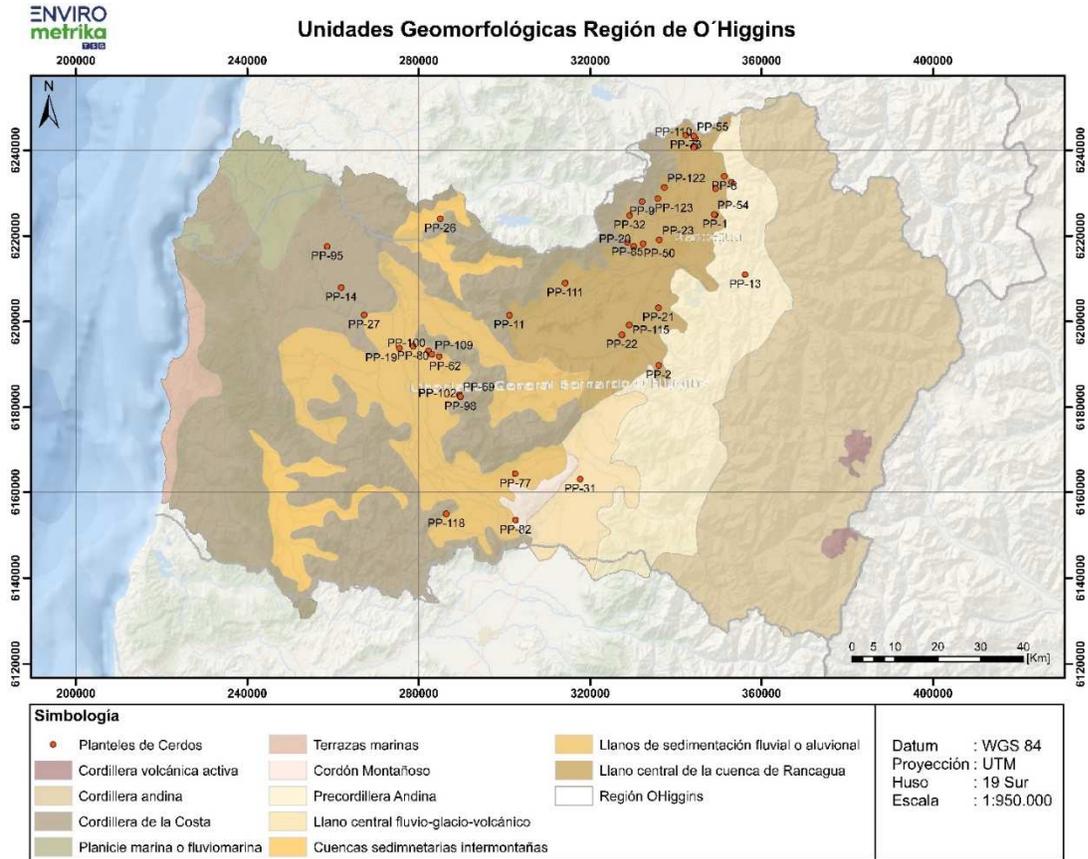
Fuente: US. Geological Survey, 2000.

De lo anterior, no es posible establecer si existe alguna relación entre el relieve y la localización de los planteles porcinos. Sin embargo, la mayor proporción se ubican entre los 120 y 600 msnm.

2.5.3.7 Unidad Geomorfológica – O’Higgins

La recopilación de las características geomorfológicas del lugar de emplazamiento de cada uno de los planteles porcinos de la Región de O’Higgins, como se observa en la siguiente figura:

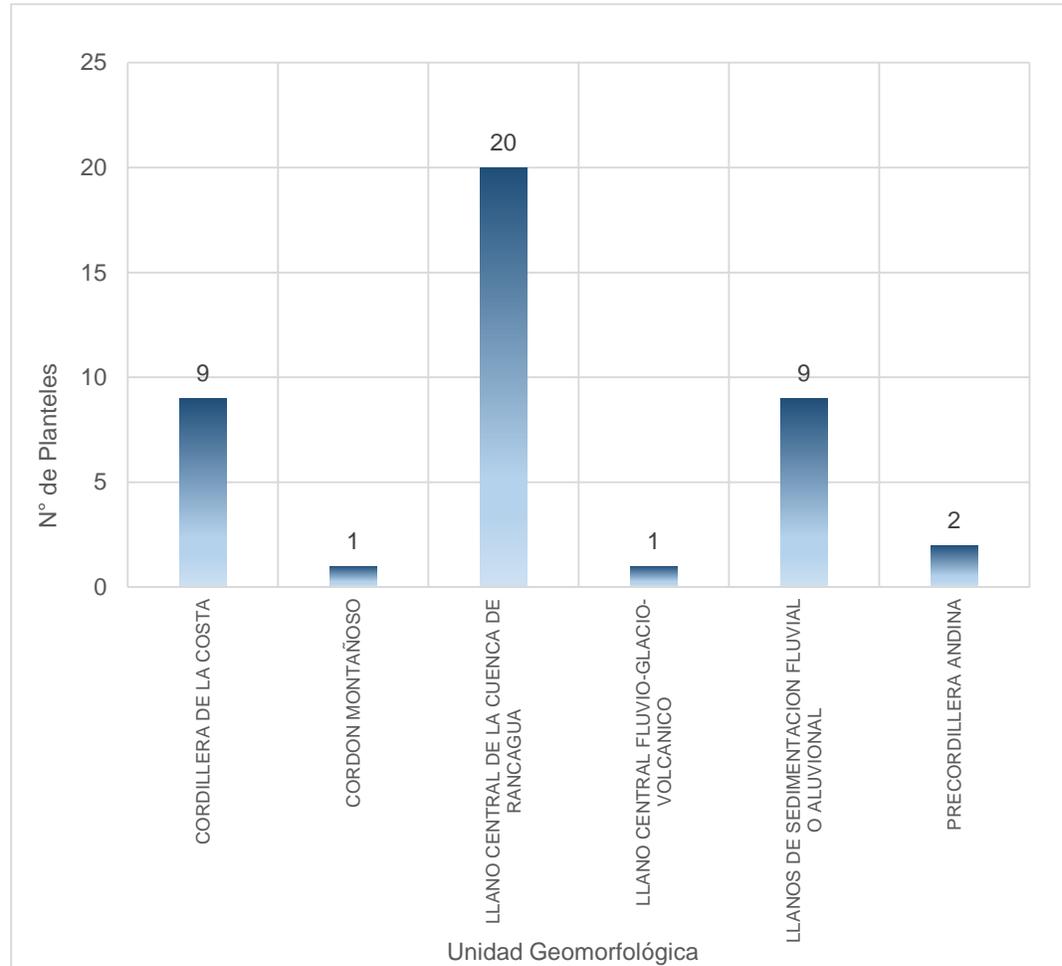
Figura 19 – Unidades geomorfológicas – Planteles de cerdos Región de O’Higgins



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

La figura anterior permite establecer que, en su mayoría, están emplazados en el llano central de la cuenca de Rancagua, así como en los llanos de sedimentación fluvial o aluvional. En el siguiente gráfico, es posible observar la distribución según unidad:

Gráfico 49 – Unidades geomorfológicas Planteles de cerdos Región de O’Higgins.



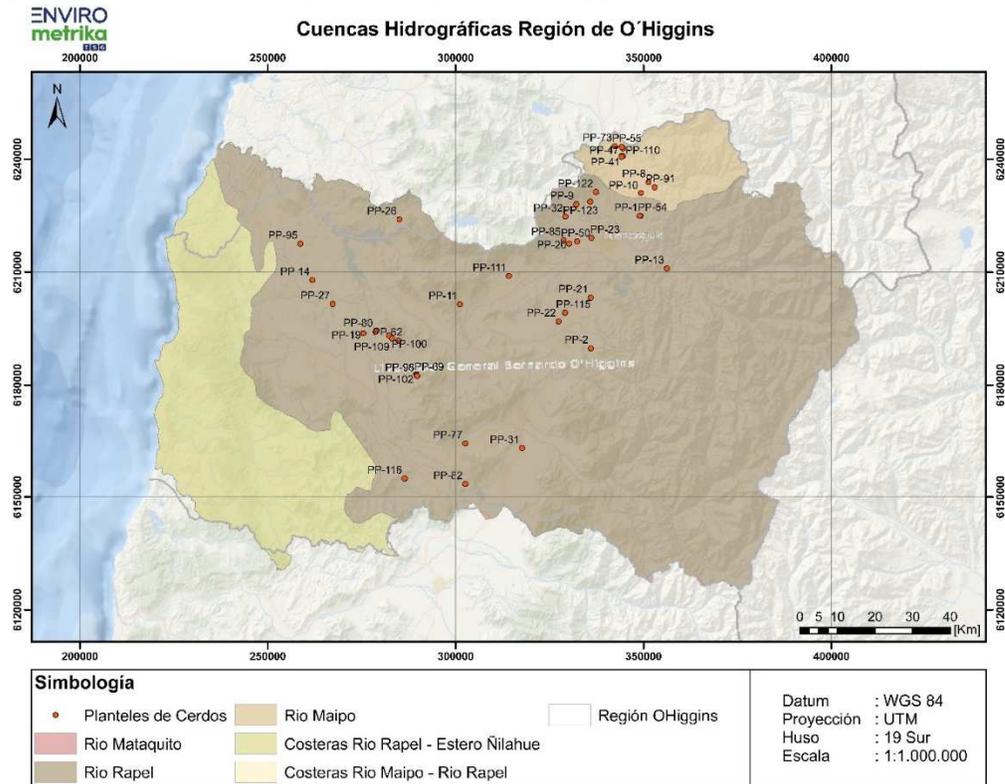
Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

Como se observa en el cuadro anterior, el 47,6% de las planteles se ubican en la zona del Llano central de la cuenca de Rancagua y un 14,2% en llanos de sedimentación fluvial o aluvional y otro 14,2% en la cordillera de la costa. Al igual que en la región metropolitana, esto permite relacionar que la superficie donde se localizan los planteles requiere relieves planos para una operación más óptima.

2.5.3.8 Cuenca Hidrográfica – O’Higgins

Las cuencas hidrográficas de la región de O’Higgins se caracterizan por ser del tipo exorreica, y como se mencionó anteriormente, están asociadas con el tipo de drenaje que se presenta en gran parte del territorio nacional. A continuación se presenta la distribución de los planteles de cerdos en la región de O’Higgins según cuenca hidrográfica:

Figura 20 – Cuencas hidrográficas Región de O’Higgins

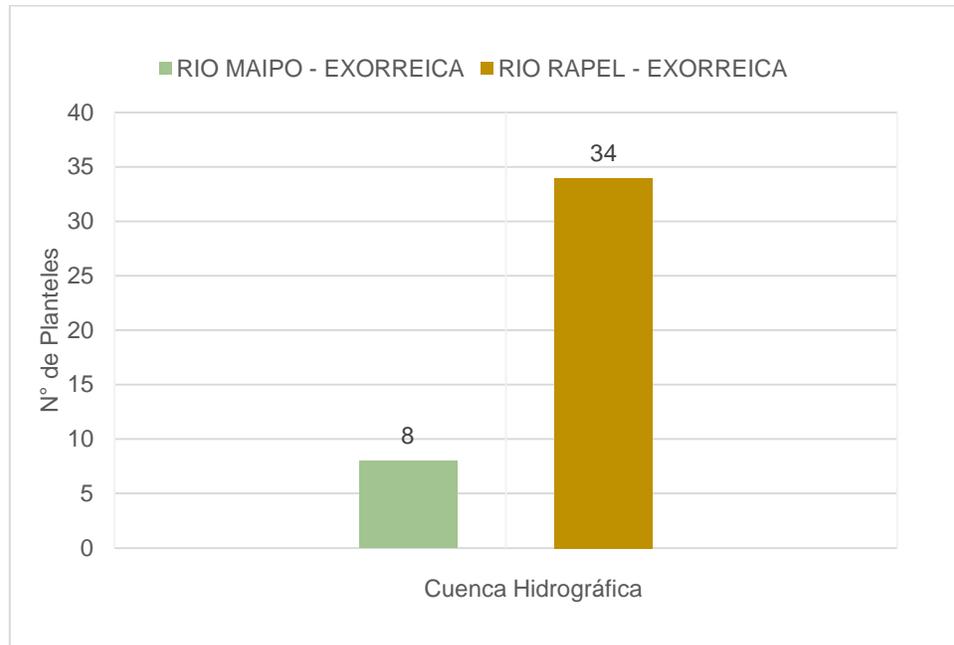


Fuente: Cartografía Rulamahue en base Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2003.

La cuenca del Río Maipo, según clasificación, corresponde a una cuenca de origen Andino, la cual se caracteriza porque sus cabeceras coinciden con las altas cumbres del relieve andino nacional y sus aguas desembocan en el mar⁹. Al norte se une el Río Rapel alberga la mayor proporción de planteles cuya distribución corresponde a la siguiente:

⁹ Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivo de Calidad. Cuenca del Río Maipo. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas, 2004.

Gráfico 50 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región de O’Higgins



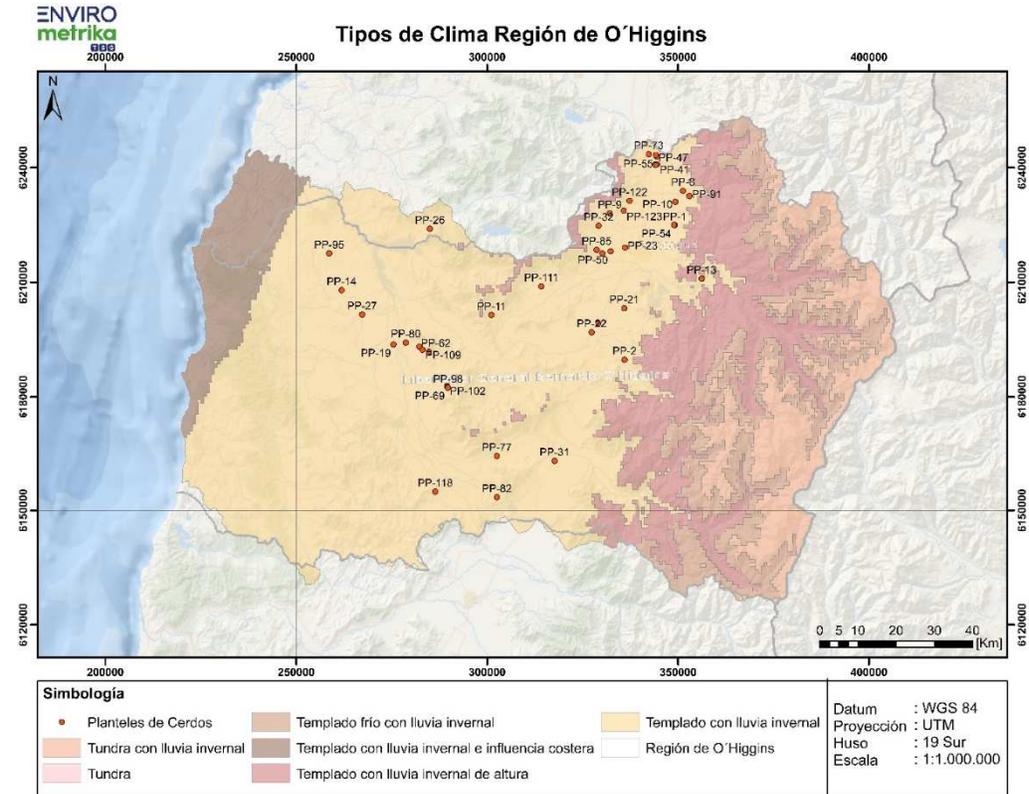
Fuente: Cartografía Rulamahue en base Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2003.

De lo Anterior, se tiene que los planteles ubicados en la cuenca hidrográfica del Rapel representan un 80,9% del total de la región de O’Higgins.

2.5.3.9 Clima – O’Higgins

Las principales características climáticas de la región de O’Higgins corresponden al tipo mediterráneo, en este sentido, es posible identificar 6 zonas como se observa en la siguiente imagen:

Figura 21 – Tipos de Clima Región de O’Higgins



Fuente: Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger. IDE-Chile, 2017.

Se tiene que Se tiene que las zonas climáticas de la Región Metropolitana corresponden a:

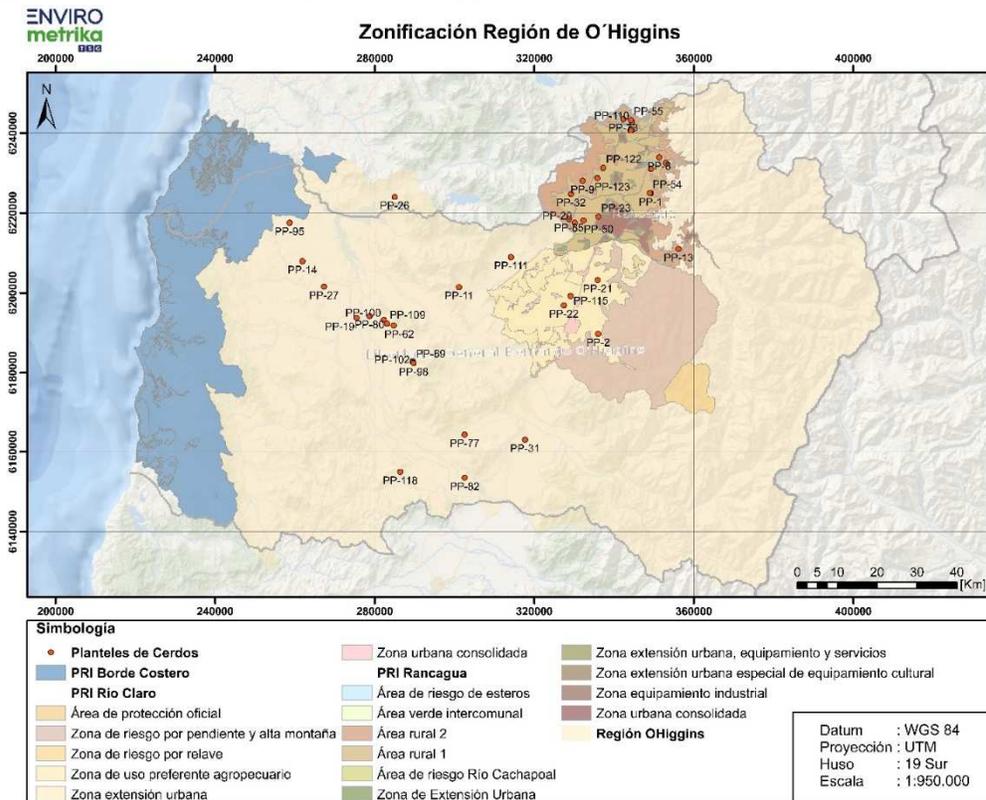
- Tundra
- Tundra con lluvia invernal
- Templado frío con lluvia invernal
- Templado con lluvia invernal e influencia costera
- Templado con lluvia invernal de altura
- Templado con lluvia invernal

De lo anterior, la totalidad de los planteles se encuentran en la zona vi) templado con lluvia invernal.

2.5.3.10 Zonificación – O’Higgins

El uso de suelo de la región de O’Higgins se encuentra definido por el Plan Regulador Intercomunal de Rancagua, Plan Regulador Intercomunal Río Claro, y el Plan Regulador Intercomunal de Borde Costero. De estos es posible obtener tipo de uso de suelo de las comunas donde se encuentran ubicados los planteles porcinos, como se observa a continuación:

Figura 22 – Zonificación Región de O’Higgins

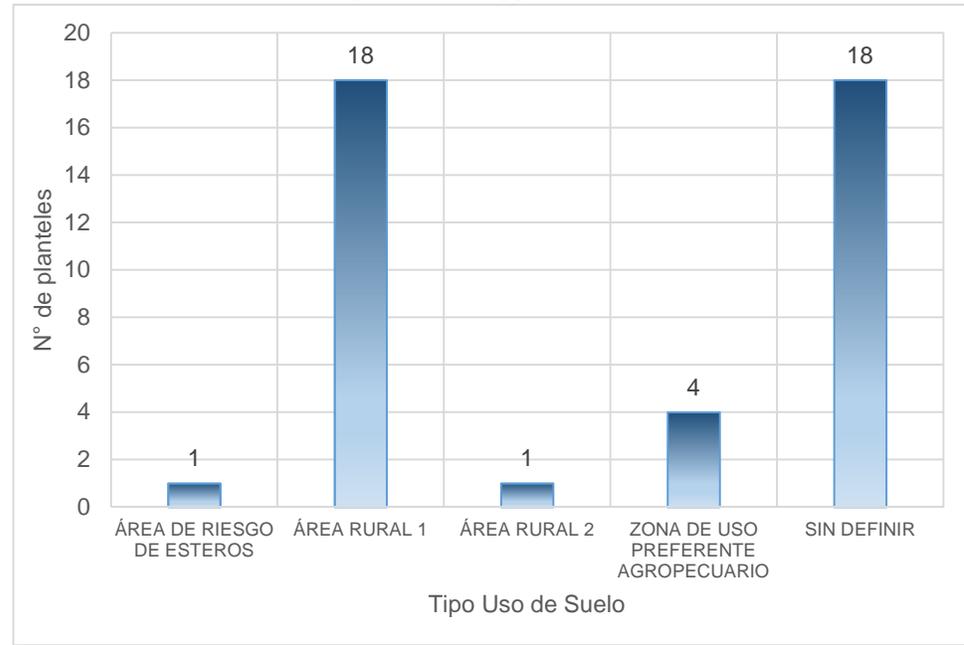


Fuente: PRI Rancagua – PRI Río Claro – PRI Borde Costero. IDE Chile.

Como se observa en la figura, los planteles se ubican dentro de Área rural 1 y en zonas donde no está definido su uso de suelo. En cuanto al Área rural 1 está constituida por áreas rurales integradas al sistema intercomunal en las que se protege los terrenos cuyos suelos se clasifican mayoritariamente como I, II Y III de Riego, constituyendo la reserva natural para el desarrollo de actividades silvoagropecuarias.

A continuación se presenta la distribución de planteles según el tipo de uso de suelo:

Gráfico 51 – Zonificación Región de O’Higgins



Fuente: PRI Rancagua – PRI Río Claro – PRI Borde Costero. IDE Chile.

Del gráfico anterior es posible dimensionar que el 42,8% de los planteles de cerdos de la región se localizan en áreas de desarrollo de actividades silvoagropecuarias, sin embargo, el otro 42,8 % se localiza en áreas no reguladas respecto al uso de suelo. Lo anterior evidencia la importancia de contar con una regulación del uso de suelo, el cual permita establecer los límites en los cuales pueden operar los planteles porcinos con el fin de no generar molestias por olor en las comunidades cercanas.

2.5.4 Entorno: Localización entre planteles

La georreferencias de los planteles catastrados para el sector porcino, permite estimar el potencial de generación de molestia a casusa de la cercanía entre planteles y que en consecuencia pudiesen tener efectos sobre receptores. Para esto, el criterio utilizado fue medir la distancia entre planteles ubicados en una misma región, y de los cuales se presentan aquellos que están ubicados a menos de 1 kilómetro entre sí medidos desde el punto central de cada plantel.

Ésta estimación es posible realizarla en las regiones donde la cantidad de planteles sea superior a 2. Debido a esto quedan fuera de este análisis la Región del Biobío, de La Araucanía y Los Lagos, por existir solo 1 plantel porcino en cada una; y las Regiones de Valparaíso y Ñuble, porque los planteles que se localizan en la misma superan 1 kilómetro de distancia entre sí.

Esta estimación es posible realizarla en las siguientes regiones:

- Región Metropolitana.
- Región Del Libertador Bernardo O´Higgins.
- Región Del Maule.

A continuación se presentan los planteles ubicados a menos de 1 kilómetro de distancia en las regiones mencionadas anteriormente:

a) Región Metropolitana

Tabla 31 – Planteles a menos de 1 Km de distancia – Región Metropolitana

Región	Plantel A	Plantel B	Distancia [Km]
Metropolitana	PP-105	PP-106	0,4
	PP-16	PP-64	0,4
	PP-87	PP-88	0,3
	PP-74	PP-87	1
	PP-59	PP-66	0,1
	PP-74	PP-88	0,5

Fuente: Envirometrika, 2018.

Del cuadro anterior es posible observar que 9 planteles porcinos de la Región Metropolitana se encuentran a menos de 1 Km de distancia.

b) Región de O'Higgins

Tabla 32 – Planteles a menos de 1Km de distancia – Región de O'Higgins

Región	Plantel A	Plantel B	Distancia [Km]
O'Higgins	PP-98	PP-102	1
	PP-69	PP-98	0,2
	PP-69	PP-102	0,3
	PP-119(2)	PP-41	0,3
	PP-41	PP-47	0,4
	PP-47	PP-119(2)	0,2
	PP-119(2)	PP-54	0,2
	PP-55	PP-110	0,3

Fuente: Envirometrika, 2018.

c) Región del Maule

Tabla 33 – Planteles a menos de 1 Km de distancia – Región del Maule

Región	Plantel A	Plantel B	Distancia [Km]
Maule	PP-30	PP-33	1

Fuente: Envirometrika, 2018.

Como se observa en el cuadro anterior, 2 planteles de la Región del Maule se encuentran a 1 kilómetro de distancia.

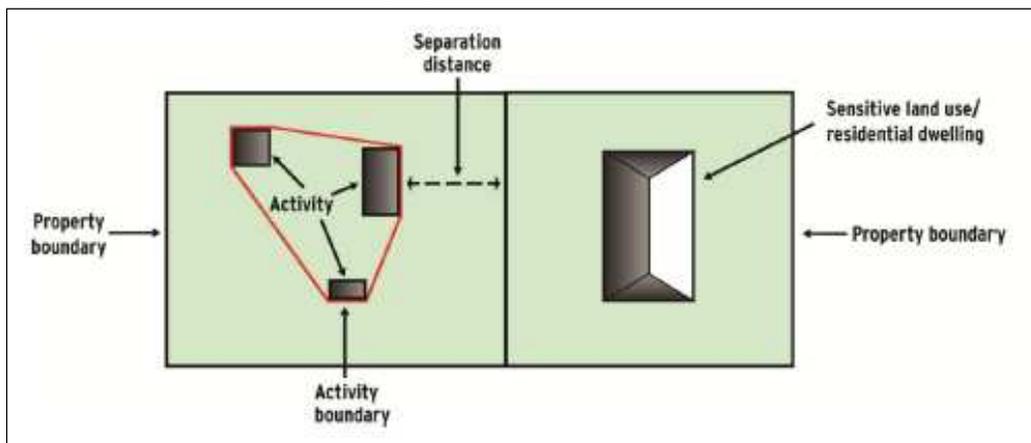
2.5.5 Entorno: Localización de planteles respecto a receptores

Los receptores son aquellos puntos o áreas de interés dentro de la zona de estudio. Según la norma de emisión de ruido^[1] por receptor se entiende como: “*toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa*”; Adaptando el concepto al ámbito de los olores, podemos definir un receptor como: toda persona que habite resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta a olores generados por una fuente emisora de olor externa. Lo anterior, manifiesta que por definición, al mencionar “una persona”, un receptor no considera diferencias entre la densidad poblacional sino que al más próximo a la instalación.

En este contexto, la Guía EPA Victoria (2013), menciona 2 métodos distintos para medir las distancias respecto a receptores.

Método 1: Desde el plantel al límite de la propiedad del receptor.

Figura 23 – Método 1: Metodología para medir distancias a receptores

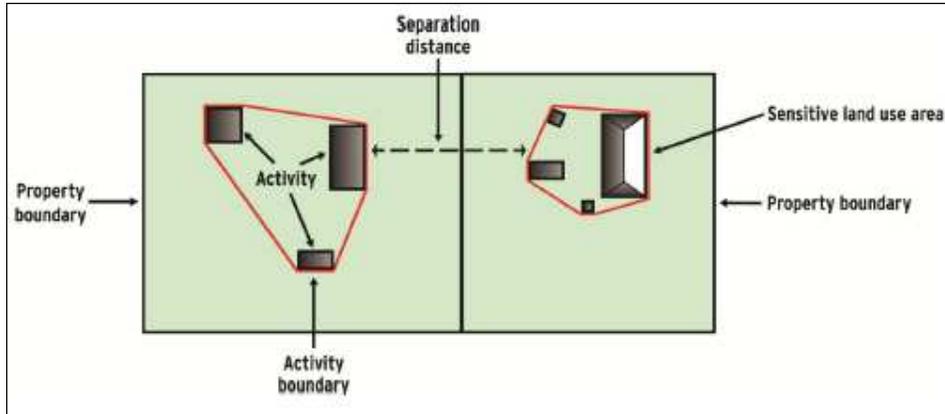


Fuente: EPA Victoria, 2013.

^[1] Ministerio del Medio Ambiente. (2012). *Decreto Supremo N°38/11 del Ministerio del Medio Ambiente - Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica*. Publicado en el Diario Oficial el 12 de junio de 2012.

Método 2: Desde el límite del plantel al límite del receptor.

Figura 24 – Método 2: Metodología para medir distancias a receptores

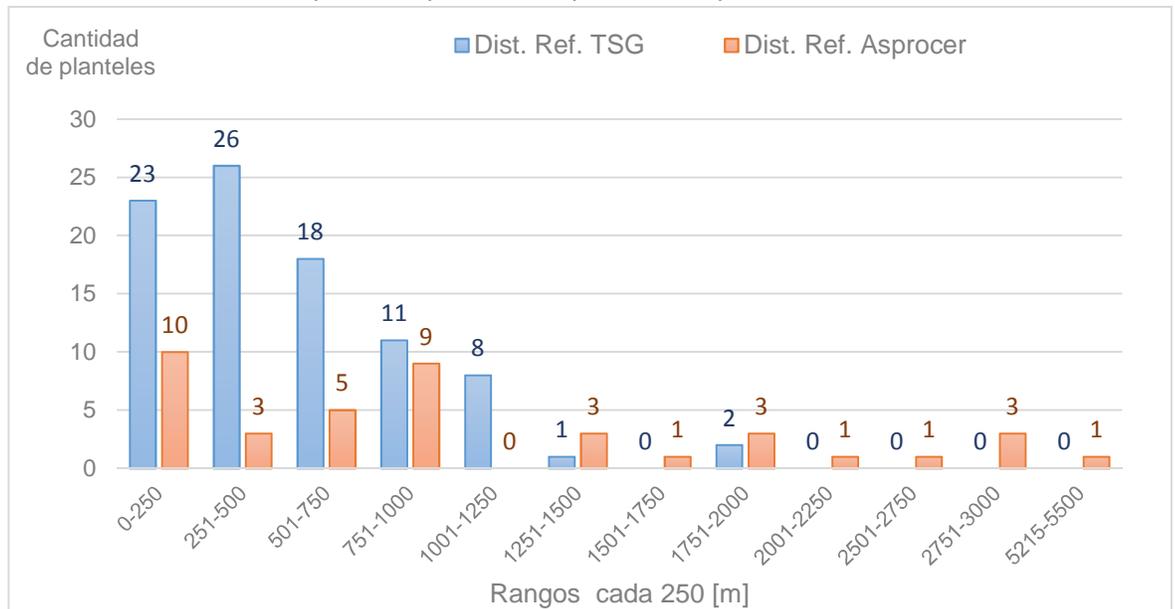


Fuente: EPA Victoria, 2013.

Producto de lo anterior, es que para realizar la estimación de distancias de los planteles porcinos catastrados, se utilizó el Método 1 de la guía antes mencionada.

Para un total de 110 planteles catastrados a nivel nacional, se dispone de las georreferencias de 89 de ellos junto a determinación de los receptores cercanos, con los cuales se realizó la estimación de la distancia respecto a dichos receptores y se clasificó en rangos cada 250 metros. Lo anterior para la información levantada por TSG en base a referencia de imágenes satelitales y para la información proporcionada por Asprocer para 40 planteles, como se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico 52 – Distancia de planteles porcinos respecto a receptores más cercanos

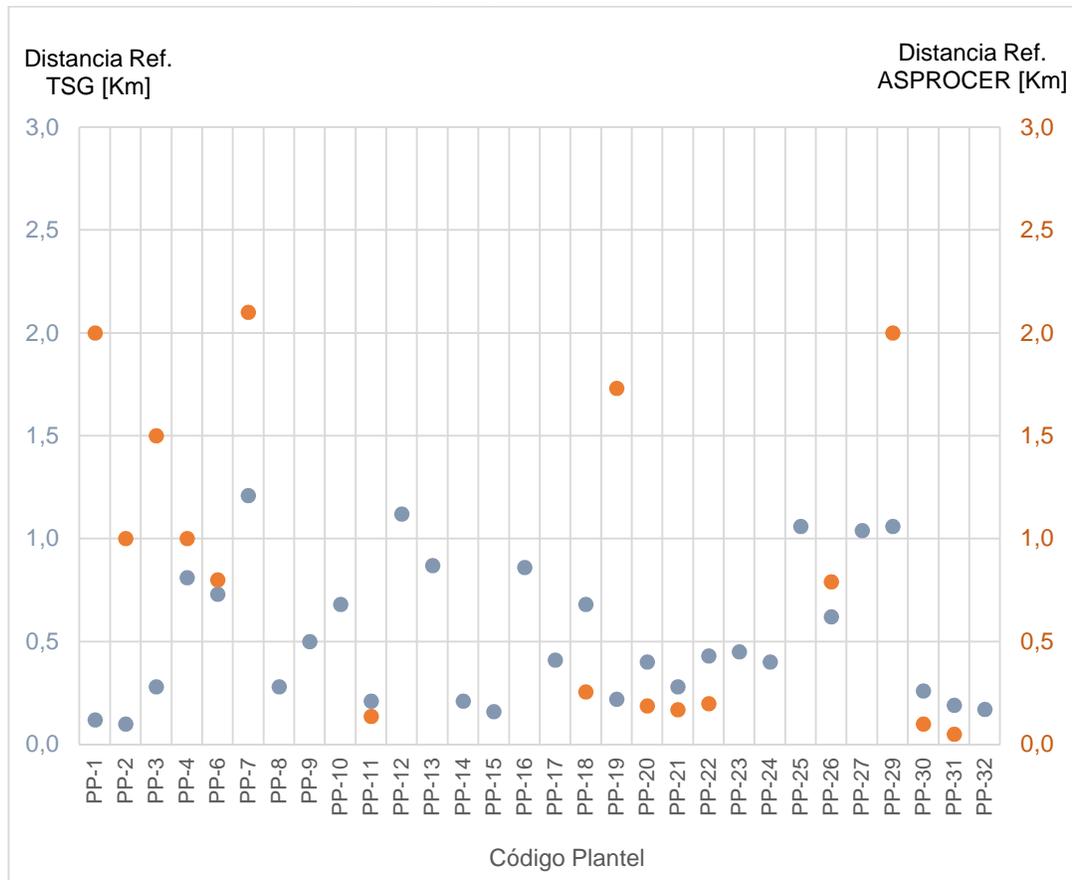


Fuente: Envirometrika, 2018 – Asprocer 2019.

Del gráfico se observa que 26 (29%) de los planteles se encuentra entre los 251 a 500 metros de distancia al receptor más cercano. Le sigue con 23 (26%) los planteles ubicados a una distancia menor a 250 metros, y con 18 (20%) los planteles ubicados a una distancia entre 501 y 750 metros. De lo anterior, es importante señalar que la percepción de olores provenientes de los planteles de crianza intensiva de cerdos puede verse influenciado debido a la cercanía de los mismos respecto a los receptores.

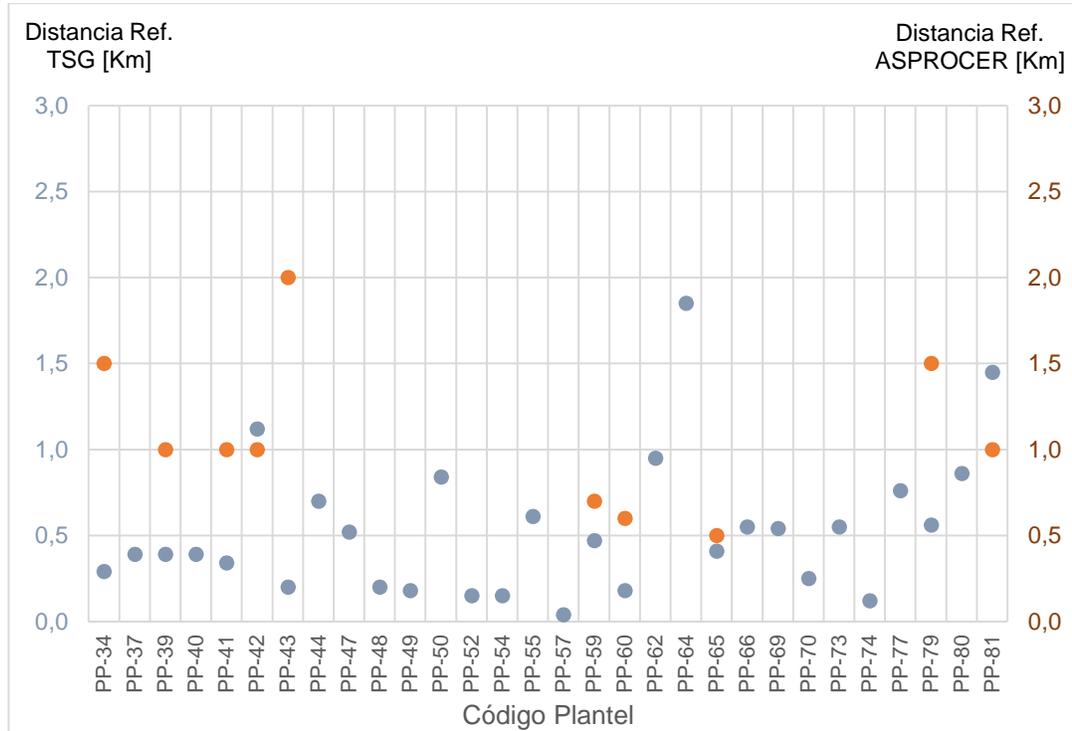
Los gráficos que se presentan a continuación permiten observar con mayor claridad la distancia de cada uno de los planteles respecto al receptor más cercano. El total de planteles se presenta en 3 gráficos para una mejor visualización.

Gráfico 53 – Distancia a receptores para planteles a nivel nacional 1/3



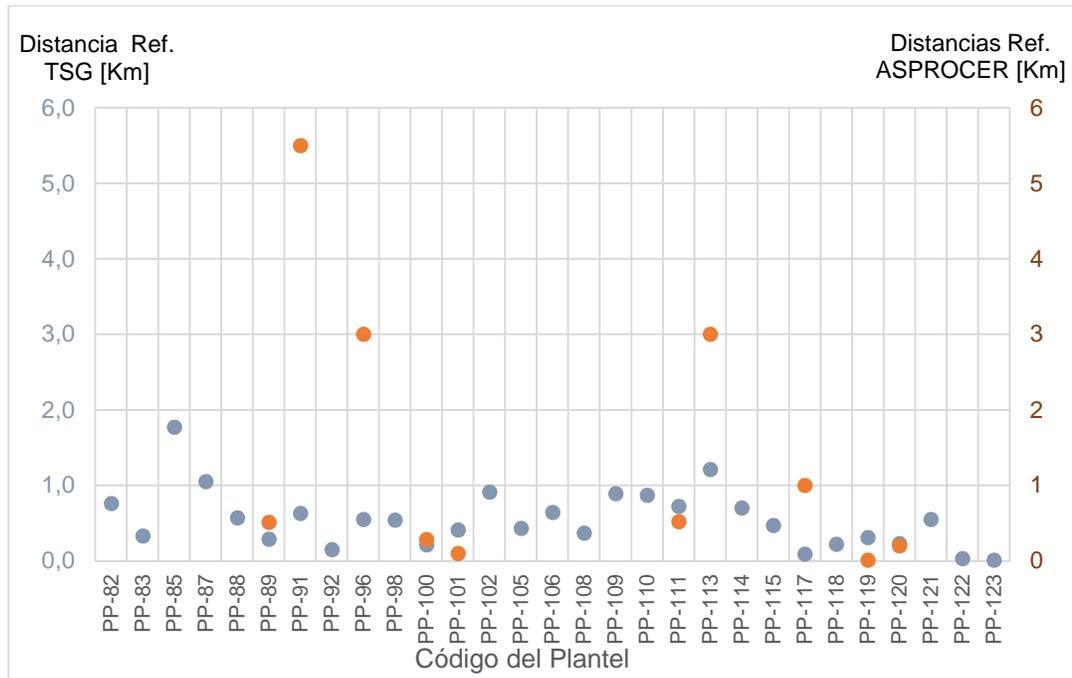
Fuente: Envirometrika, 2018 – Asprocer 2019.

Gráfico 54 – Distancia a receptores para planteles a nivel nacional 2/3



Fuente: Envirometrika, 2018 – Asprocer 2019.

Gráfico 55 – Distancia a receptores para planteles a nivel nacional 3/3



Fuente: Envirometrika, 2018 – Asprocer 2019.

Del presente capítulo y la información abordada en relación a la distancia entre planteles porcinos y respecto a receptores más cercanos, es importante evaluar la distancia que existe entre ambas partes en las regiones de mayor concentración de planteles. Lo anterior, debido a que la conglomeración de planteles podría generar un efecto superior y aumentar la percepción de olores provenientes de la crianza intensiva de cerdos por parte de los receptores.

2.6 Conclusiones

La evaluación más reciente del mercado de carne de cerdos en Chile señala que a partir del año 2012 se revierte la tendencia al alza que se venía sosteniendo desde el año 1996, presentando una leve disminución en los niveles de producción de cerdos. No obstante lo anterior, según los niveles de producción de los últimos 20 años, se proyecta un incremento progresivo tanto en los niveles de producción como de consumo interno y exportación. Cabe señalar que existe un incremento en la demanda interna no cubierta por la producción nacional lo que es cubierto por importaciones.

De la información disponible se tiene que en Chile existirían 110 planteles de cerdos pertenecientes a 59 titulares, de los cuales el 37% está distribuidos entre Agrícola Súper Ltda., Agrícola Santa Lucía Ltda., Agrícola AASA S.A. y Agrícola Chorombo S.A. El número de sectores que componen estos 110 planteles, son 201 de crianza intensiva de cerdos, de los cuales el 59% se distribuye entre los titulares antes mencionados, siendo Agrícola Súper Ltda. el que posee el 49% de los sectores de cerdos.

Respecto al tipo de producción de los planteles, predominan aquellos planteles destinados a la crianza y engorda de animales, seguidos de aquellos planteles con sistema de ciclo completo (reproducción-crianza-engorda) y finalmente los planteles de reproducción.

La mayor concentración de planteles de cerdos se tiene en la región del Libertador General Bernardo O'Higgins con un 42% seguido de la región Metropolitana con un 35%.

La distancia entre planteles, para la mayoría rige más de 1 [km] de distancia entre sí.

El análisis de cercanía o distancia de receptores a los planteles de cerdos, muestra que la mayor proporción estaría en aquellos receptores que se encuentran entre 250 y 500 [m], seguido de aquellos ubicados a 250 [m]. Estos valores aproximados consideran el perímetro del plantel como punto referencial.

3 CAPÍTULO III: CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AVÍCOLA

3.1 Introducción

El presente capítulo aborda el escenario actual e histórico del mercado de las carnes de ave en Chile, analizando la curva de evolución en los años tanto de los niveles de producción como de exportación y consumo interno.

Con menos información disponible que para el caso del sector porcino, se aborda el catastro nacional del sector de aves, identificando el número aproximado de planteles de aves de postura, reproducción y aves de carne a nivel nacional, junto con el listado titulares y localización geográfica, además de las distancias entre planteles (los más cercanos entre sí) y respecto a los receptores más cercanos para aquellos planteles en los cuales se dispone de información de localización geográfica.

El objetivo principal del capítulo fue identificar el nivel económico actual nacional del sector de aves, identificando las principales características comerciales y necesidades del sector, junto con disponer de un listado actualizado de planteles.

Para llevar a cabo este objetivo, se realizó un levantamiento y revisión bibliográfica, en 2 etapas: En la primera etapa se revisaron los antecedentes e información disponible y proporcionada por del Ministerio del Medio Ambiente, de estudios realizados antes y como segunda etapa se realizó un levantamiento de información actualizada en base a antecedentes disponibles a nivel público y privado.

La metodología desarrollada se centró principalmente en la revisión bibliográfica de antecedentes económicos de consulta pública del sector avícola tanto a nivel nacional como internacional. Para la elaboración del catastro se trabajó con la información proporcionada por parte del Ministerio del Medio Ambiente, específicamente de catastros levantados en estudios anteriores junto con el levantamiento de información a través de proyectos evaluados en el Servicio de Evaluación Ambiental de Chile e información aportada por los propios productores ya sea en forma individual, específicamente de Agrícola Súper Ltda. y Sopraval S.A.

La información contenida en el presente capítulo se resume en siguientes puntos:

- Descripción del mercado de carne de aves.
- Listado de titulares del sector avícola.
- Listado de planteles de reproducción y crianza.
- Distribución territorial de los planteles de cerdos a nivel país y por región.
- Descripción general de la localización entre planteles y respecto a receptores.

3.2 Alcances

Los alcances de esta actividad comprendieron el levantamiento de información respecto a las fuentes generadoras de olores de la crianza intensiva de aves existentes en el país, y la identificación a través de los proyectos que ingresan al SEIA, de las futuras fuentes generadoras de olores.

Como primer paso del estudio, se realizó un levantamiento y revisión bibliográfica, en 2 etapas. En una primera etapa se revisó antecedentes, información y estudios realizados y proporcionados por el Ministerio del Medio Ambiente. Como segunda etapa y complementaria, se realizó un levantamiento de información en base a antecedentes disponibles a nivel público y privado, y requirió del apoyo o gestión por parte de la contraparte técnica como interlocutor. Para este objetivo, la información disponible fue limitada y/o sin la calidad requerida para el análisis.

En el presente capítulo se consolidó la información para la industria de crianza intensiva de aves, la que se presenta además en anexo digital en formato Excel.

Como resultado, se presenta una base de datos de producción, existencia y clasificación de la crianza intensiva de aves a nivel nacional

Para el cumplimiento de este objetivo, las actividades ejecutadas fueron:

- Identificación el nivel de actividad de la industria dedicada a la crianza intensiva de aves, identificando mercados, niveles de crecimiento y crecimiento proyectado, tanto nacional como internacionalmente.
- Catastro a nivel nacional el sector de crianza de aves, identificándola al menos por plantel.
- Caracterización del entorno de planteles de aves y su localización.

Para las tablas, gráficos y figuras cuyo origen es el Consolidado de sector de aves del presente Estudio, se consideró la fuente de información consultada según se detalla en el punto 3.2.1.

3.2.1 Fuentes de información

Se realizó una recopilación general de documentos y antecedentes de consulta pública específica del sector en estudio:

- a) Consejo de Producción Limpia (CPL):
 - APL Aves carne 2007
 - APL Producción de huevos 2007
 - Guía MTD Manejo y tratamiento de animales muertos Sector Avícola
- b) Asociación Gremial de Productores de Huevos de Chile (CHILEHUEVOS):
 - Programa Vigilancia Epidemiológica: Bioseguridad aves incubación carne ponedoras.
 - Programa Vigilancia Epidemiológica: Bioseguridad Aves ponedoras.
 - Programa Vigilancia Epidemiológica: Bioseguridad Aves reproductoras.
 - Gestión de Olores Sector Productivo de Huevos
- c) PROCHILE – Ministerio de Relaciones Exteriores:
 - El Mercado de Carne de Ave en Sudáfrica- Agosto 2017
 - El Mercado de Carne de Ave en Sudáfrica- Agosto 2017
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo y Ave- EE.UU Abril 2013
 - Estudio de Mercado Carne de Cerdo y Ave- Hong Kong Mayo 2013
 - Estudio de Mercado Pollo Congelado- República Checa Agosto 2012
 - Ficha de Mercado Carne de Ave- Alemania Noviembre 2016
 - Ficha de Mercado Carne de Pavo- Suecia Septiembre 2016
 - Ficha de Mercado Carne de pollo y Pavo- Reino Unido Julio 2016
- d) La información aportada por el sector privado en forma directa por los titulares fue:
 - Agrícola Súper
 - SOPRAVAL
- e) Ministerio de Agricultura - Oficina de Estudios y Políticas Agrarias ODEPA
 - Actualización del mercado avícola, abril 2015
 - Panorama y mercado del huevo, abril 2018
- f) Servicio Agrícola y Ganadero – SAG:
 - Listado Establecimientos Pecuarios Inscritos 2015
- g) Servicio de Evaluación Ambiental:
 - Proyectos presentados entre los años 2010 y 2017 (aprobados y en calificación).
- h) Ministerio de Economía - Instituto Nacional de Estadística:
 - Censo 2002
 - Censo 2017

- Encuestas de criaderos de aves 2017 y 2018
- i) Ministerio de Vivienda y Urbanismo:
 - Plan regulador comunal
 - Plan Regulador Intercomunal
 - Plan Regulador Metropolitano Región Valparaíso, Metropolitana y Lib. Bernardo O'Higgins

El Ministerio del Medio Ambiente aportó los estudios técnicos relacionados a regulación por olores y el listado de denuncias a nivel nacional presentados ante la Superintendencia del Medio Ambiente.

Los estudios proporcionados fueron:

- a) Estudio “Antecedentes para la Regulación de Olores en Chile” de la Consultora ECOTEC Ingeniería Ltda. para la Subsecretaría del Medio Ambiente, 2012.
- b) Estudio “Generación de Antecedentes para la Elaboración de una Regulación para el Control y Prevención de Olores en Chile” de la Consultora AQUALOGY Medio Ambiente Chile S.A., 2014.
- c) Estudio “Generación de Antecedentes Técnicos y Económicos para la Elaboración de Medidas para la Reducción de Emisiones en el Sector Agropecuario, en el marco del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica (PPDA) para la Región Metropolitana de Santiago” de la Consultora POCH Ambiental para la Subsecretaría del Medio Ambiente, 2015.

3.3 Descripción del mercado de la carne de ave

Como se mencionó en el capítulo anterior, dentro de las principales fuentes de proteína para el consumo humano se encuentran las carnes de todos los tipos. En Chile, el consumo per cápita de carne en los últimos 8 años muestra un 15% de aumento, y la distribución por tipo se observa en la siguiente tabla:

Tabla 34 – Evolución de consumo per cápita por tipo de carne en Chile.

Tipo de Carne	Consumo per cápita [kg/persona]						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Cerdo	19,4	19,7	19,4	17,5	16,8	16,5	17,5
Pollo	28,4	28,6	30,1	30,2	32,0	33,1	36,7
Pavo	4,3	4,5	4,4	4,2	3,8	4,7	4,2
Bovino	19,2	19,9	21,5	22,1	22,9	23,6	24,2
Otras	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
Total	72,4	73,8	76,3	74,9	76,3	78,7	83,4

Fuente: ASPROCER, INE y Aduanas Chile, 2018.

En Chile existen alrededor de 47,7 millones de aves con fines productivos. Del total, 73,3% corresponden a aves de carne (equivalente a 35 millones de aves entre reproducción y crianza) y el 26,7% restante corresponde a productoras de huevos para consumo, esto es, 12,7 millones de gallinas. El consumo per cápita de carne de aves en Chile durante el año 2017 fue de 36,7 [kg], lo que equivale a un 44% del consumo total de carnes. Este consumo presentó un incremento de un 11% respecto al año 2016. Según datos de Aduana de Chile, las exportaciones de carnes blancas de Chile aumentaron en un 28% durante los primeros seis meses de este año en comparación con el mismo periodo del 2017 y los principales mercados de destino de la carne de aves (pollo y pavo) fueron: EE.UU. (37%), UE (32%), México (11%) y China (11%). Importante es destacar que son antecedentes que se manejan, previo al evento de Influenza Aviar de Baja Patogenicidad que se dio el año 2017. Según ODEPA, las importaciones de carne de ave (pollo y pavo) a Chile comenzaron en el año 2003 con ingresos provenientes de Argentina. A partir de ese momento, los volúmenes importados han ido en aumento constante, lo que se explica por las condiciones de acceso preferencial que tienen los principales productores del mundo, como Estados Unidos, Brasil y Argentina. Entre el 2016 y el 2017 hubo un incremento de un 1,6% alcanzando un total de 107.601 toneladas.

Con menos información disponible, está el mercado de producción de huevos, con gallinas ponedoras y pollitas. Se estima que el consumo de huevo per cápita alcanza los 230 huevos año por habitante y de acuerdo con cifras de Chilehuevos, se estima que las existencias de aves ponedoras en Chile ascenderían a 14.861.743 con una producción durante el primer semestre de 2018 un total casi 2.000 millones de huevos¹⁰.

Aves de carne (pollos)

A continuación, se observa el catastro nacional de aves de carne, específicamente de pollos, considerando los animales de consumo y reproductores (padres y abuelas):

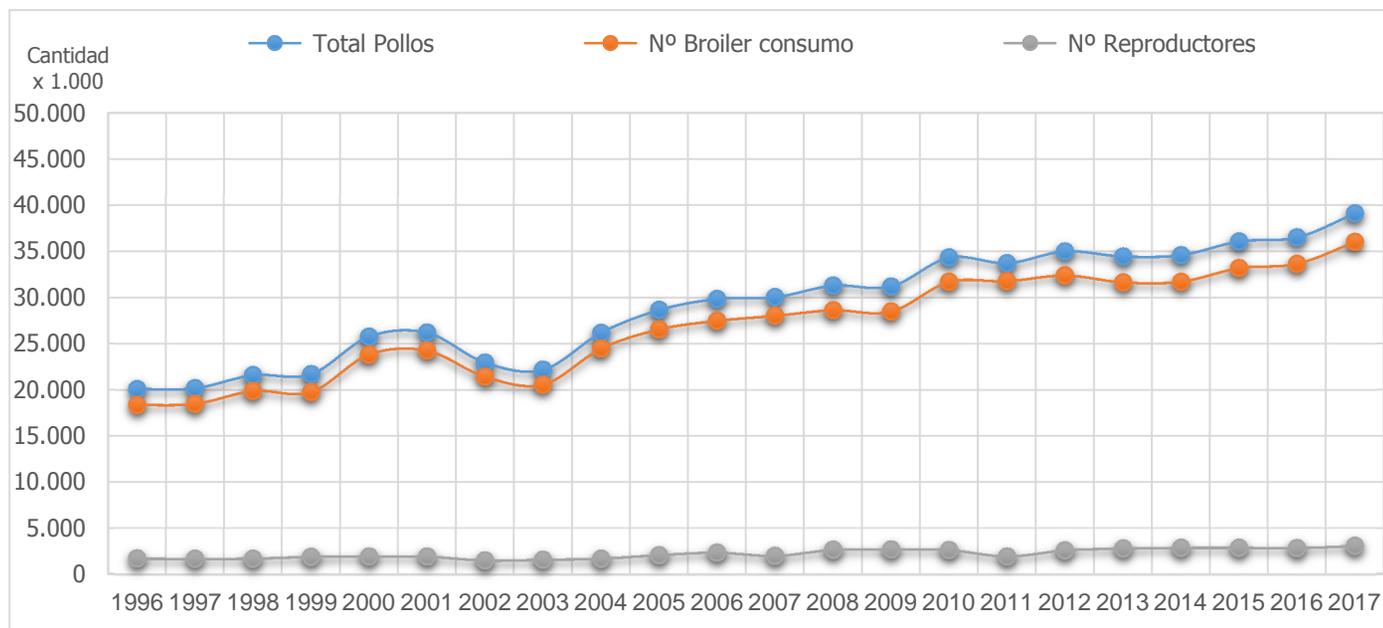
¹⁰Panorama y mercado del huevo ODEPA 2018

Tabla 35 – Cantidad de aves de carne a nivel nacional

Año	Semestre	Broilers para consumo Crianza y adultos (Miles)	Líneas padres + líneas abuelas (Miles)			Total Pollos (Miles)
			Reproductores Crianza	Reproductores Adultos	Total Reproductoras	
2017	1 ^{er} Sem.	36.608	1.190	1.876	3.066	39.674
2017	2 ^{do} Sem.	35.413	1.180	1.895	3.075	38.488

Fuente: Datos de ODEPA en base INE, 2018.

Gráfico 56 – Cantidad aves de carne a nivel nacional años 1996 – 2017.



Fuente: Datos de ODEPA en base INE, 2018.

En la gráfica se observa un incremento continuo a partir del año 2004, alcanzando los mayores niveles de producción el año 2017, superando los 39 millones de unidades

Aves productoras (huevos)

Respecto a las aves ponedoras de huevos (productoras) para consumo humano, estas se diferencian en crianza de pollitas y/o pollonas, postura y reproductores (machos y hembras).

A continuación, se presenta las existencias a nivel nacional de los últimos 7 semestres, informado por el Instituto Nacional de Estadísticas:

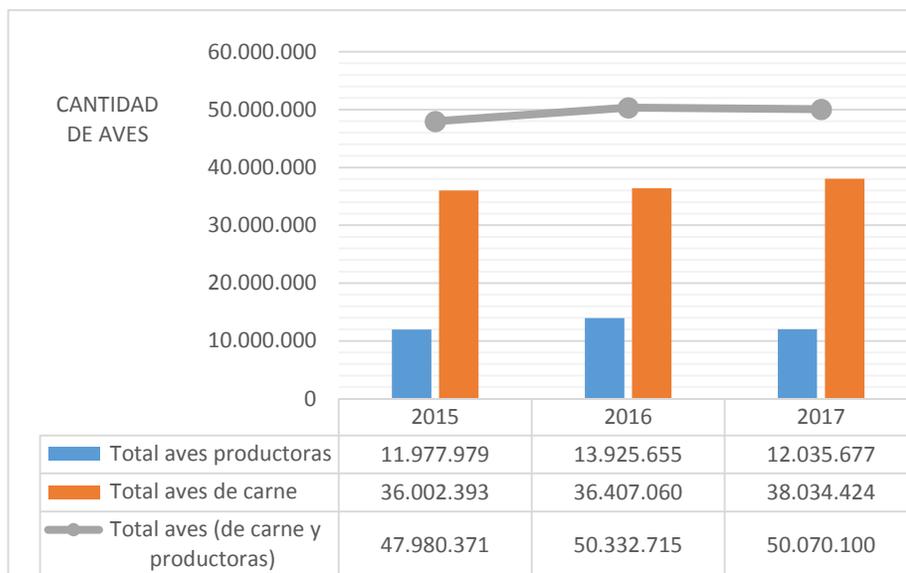
Tabla 36 – Existencias aves de postura a nivel nacional.

Período y Región	Existencias de gallinas (miles de unidades)							Total
	Productoras de huevos para consumo					Reproductores de aves de postura (machos y hembras)		
	Crianza Pollitas y pollonas	En postura			Excluidas de postura o servicio	Adultos	Crianza	
		Total	Huevos blancos	Huevos color				
1 ^{er} sem. 2015	2.428	13.066	9.110	3.956	156	101	47	11.843
2 ^{do} sem. 2015	2.067	13.257	9.546	3.712	348	117	36	12.113
1 ^{er} sem. 2016	2.227	13.177	9.799	3.378	199	110	44	12.379
2 ^{do} sem 2016	2.158	16.308	12.914	3.394	245	99	57	15.472
1 ^{er} sem 2017	2.135	12.820	9.433	3.387	55	105	45	11.773
2 ^{do} sem. 2017	2.532	12.430	9.254	3.176	343	128	41	12.298
1 ^{er} sem. 2018	2.143	14.006	10.225	3.781	153	191	49	12.761

Fuente: INE, 2018.

El total de aves de carne y productoras de huevos superaron los 50.000.000 de cabezas durante el año 2017.

Gráfico 57 – Cantidad de aves de carne (pollos) y productoras (huevos).



Fuente: Datos de ODEPA en base INE, 2018.

3.4 Catastro del sector aves

3.4.1 Listado de titulares Sector Avícola

La recopilación de información respecto a la cantidad de titulares es limitada. Esto, debido a que no existe una asociación de productores avícolas. Por otro lado, La Asociación Gremial de Productores de Huevos de Chile Chilehuevos, no proporcionó información con el nivel de detalle requerido para el catastro, por lo que se utilizó los estudios mencionados en los alcances del capítulo, y la información proporcionada por Agrícola Súper Ltda. y Sopraval S.A.

En la actualidad, la cantidad de planteles avícolas en funcionamiento a nivel nacional corresponden a 330. Estos planteles pertenecen a 65 titulares con un total de 605 sectores de reproducción y crianza de aves.

3.4.2 Listado de planteles de reproducción y crianza de aves

La recopilación de información respecto a este punto, se realizó utilizando los estudios realizados por Ecotec el año 2012, Poch el año 2016 y la información proporcionada por los titulares Agrícola Súper Ltda. y Sopraval S.A, los cuales proporcionaron información de planteles de Pollos y Pavos, respectivamente.

Del total de planteles avícolas catastrados se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 37 – Cantidad de planteles según tipo de producción.

Tipo de Ave	Nº de planteles
Pollos	51
Pavos	31
Pollos y Pavos	3
Sin información	245
Total	330

Fuente: Consolidado Sector Aves, Envirometrika 2018.

De lo anterior, se puede afirmar que los planteles de los cuales fue posible obtener el tipo de ave de crianza, el 13% corresponden a Pollos. Le siguen la producción de Pavos con un 9,3% sin embargo, la cantidad de planteles para los cuales no se dispone de información corresponde al 74,2%.

A la fecha de presentación del informe no se cuenta con información entregada o validada por titulares distintos a los antes mencionados lo que sesga el posterior análisis pudiendo presentar diferencias respecto a la actual realidad nacional del sector y al objetivo final de la presente consultoría.

3.5 Localización territorial sector aves

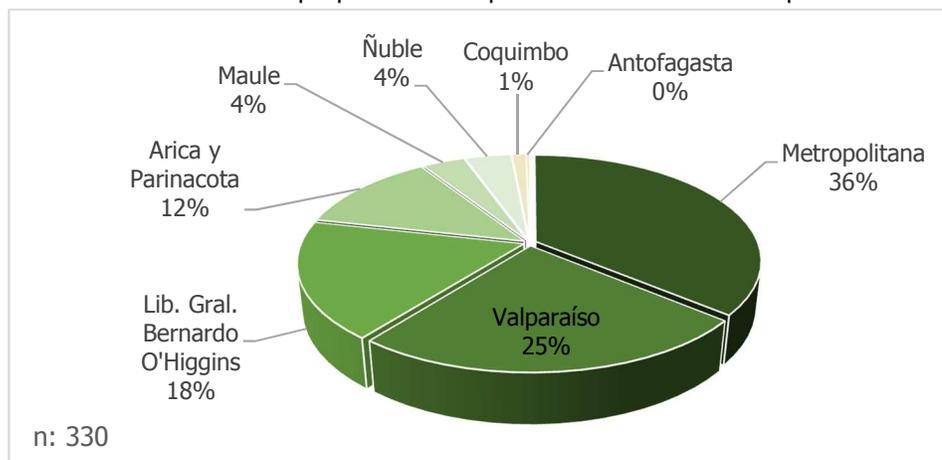
El total de planteles de aves a nivel país asciende a 330 planteles distribuidos en 8 regiones, siendo la región Metropolitana (36%), de Valparaíso (25%) y O'Higgins (18%) las que concentran el 79% del total de planteles como se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 38 – Distribución de planteles de aves a nivel país.

Región	Cantidad de Planteles	Proporción país
Metropolitana	119	36%
Valparaíso	81	25%
Lib. Gral. B. O'Higgins	59	18%
Arica y Parinacota	41	12%
Ñuble	13	4%
Maule	12	4%
Coquimbo	4	1%
Antofagasta	1	0%
Total país	330	100%

Fuente: Consolidado Sector Aves, Envirometrika 2018.

Gráfico 58 – Distribución proporcional de planteles de aves a nivel país

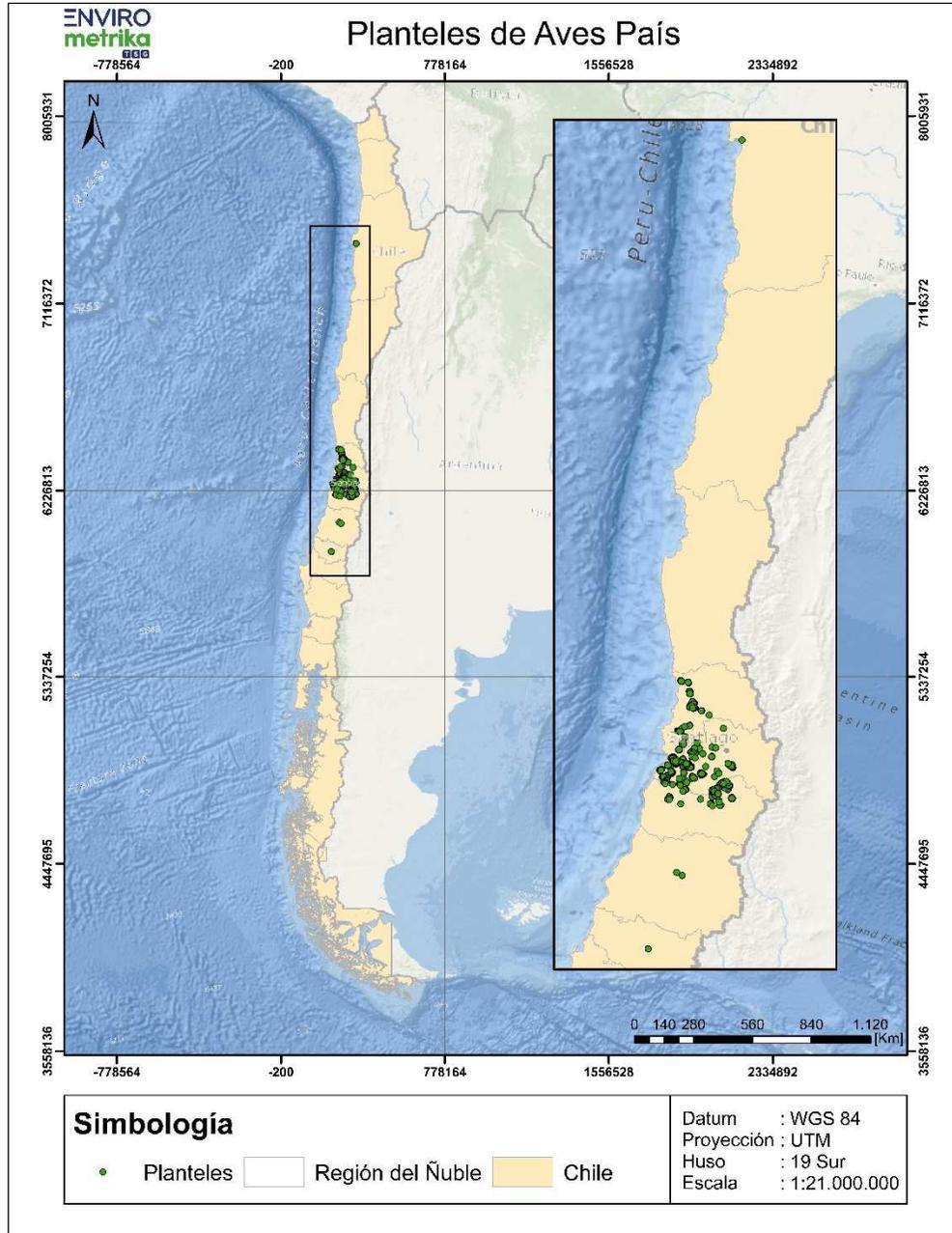


Fuente: Consolidado Sector Aves, Envirometrika 2018.

Del total de 330 planteles avícolas catastrados, consolidan un total de 606 sectores, se dispone de localización (georreferencia) de 443, lo que equivale a un 70% del sector. Por otro lado, se tiene que de las 8 regiones catastradas, no se dispone de georreferencias de los planteles ubicados en la región de Región de Arica y Parinacota (41 sectores) y Coquimbo (4 sectores). Se dispone de información parcial para las siguientes regiones: Valparaíso (46 sectores); Región Metropolitana (47 sectores); O'Higgins (3 sectores); Maule (10 de 12 sectores catastrados); Ñuble (12 de 13 sectores catastrados). Por lo tanto, no se dispone de información completa en 4 de las 8 regiones catastradas.

3.5.1 Distribución de planteles de aves a nivel país

Figura 25 – Distribución de planteles de aves a nivel país



Observación: A la fecha de realización del catastro del presente estudio aún no entraba en vigencia La Ley N°21.033 que crea la XVI Región del Ñuble.

Fuente: Envirometrika, 2018.

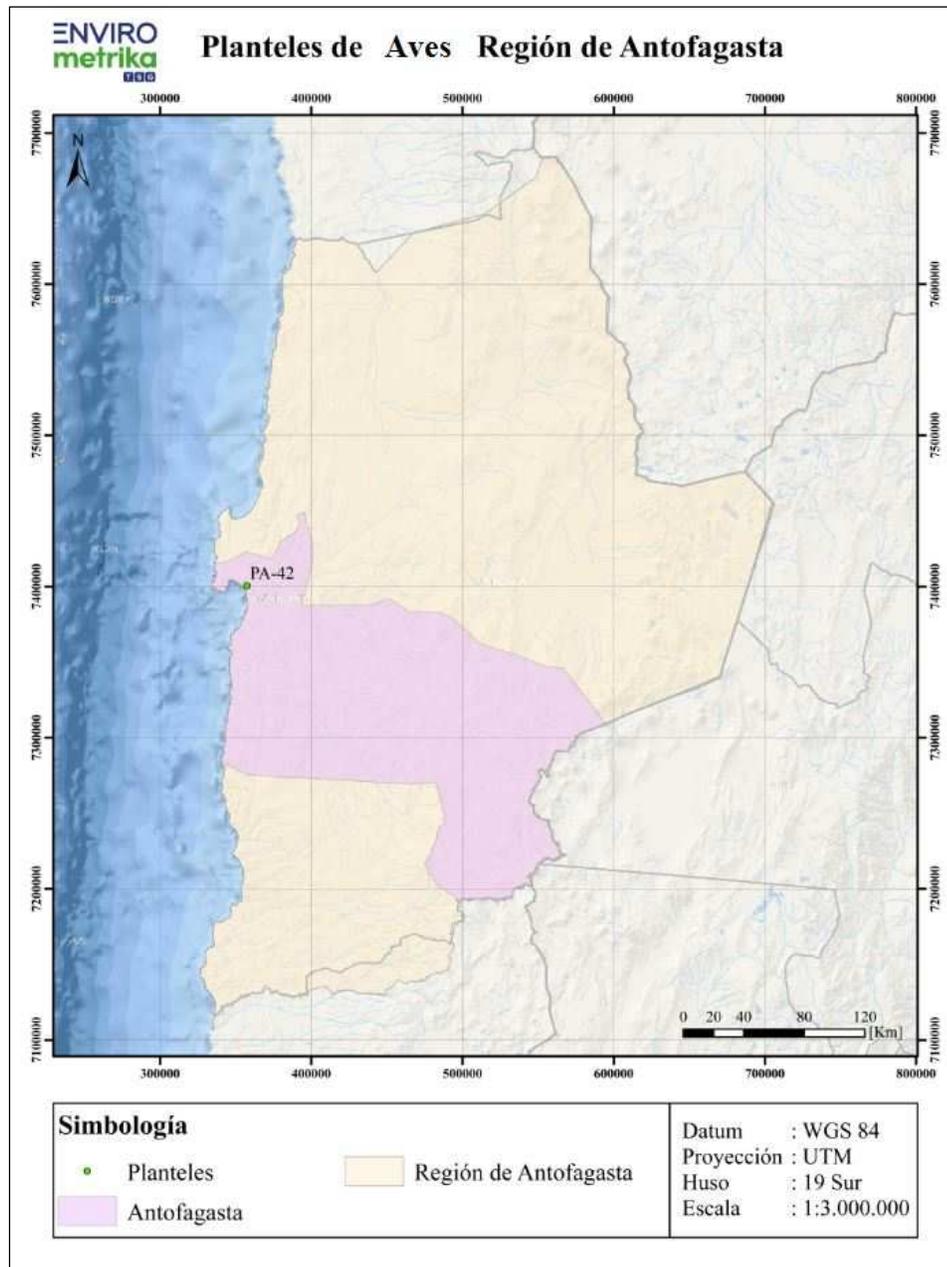
3.5.2 Distribución de planteles avícolas por región

A. Región Arica y Parinacota

Para los 41 planteles de aves de la Región de Arica y Parinacota no se obtuvo información de coordenadas por lo que no fue posible georreferenciarlos.

B. Región de Antofagasta

Figura 26 – Distribución planteles de aves Región de Antofagasta



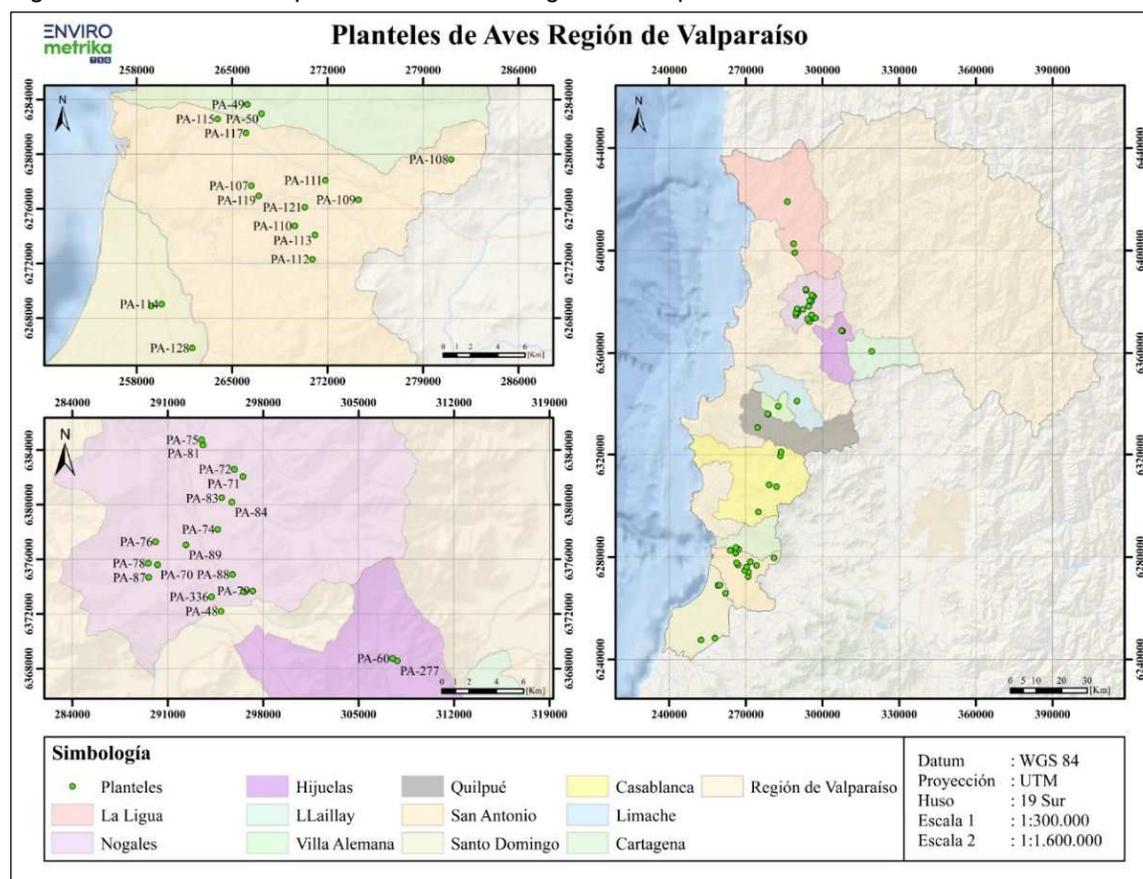
Fuente: Envirometrika, 2018.

C. Región de Coquimbo

Para los 4 planteles de aves catastrados en la Región de Coquimbo no se obtuvo información de coordenadas por lo que no fue posible georreferenciarlos.

D. Región de Valparaíso

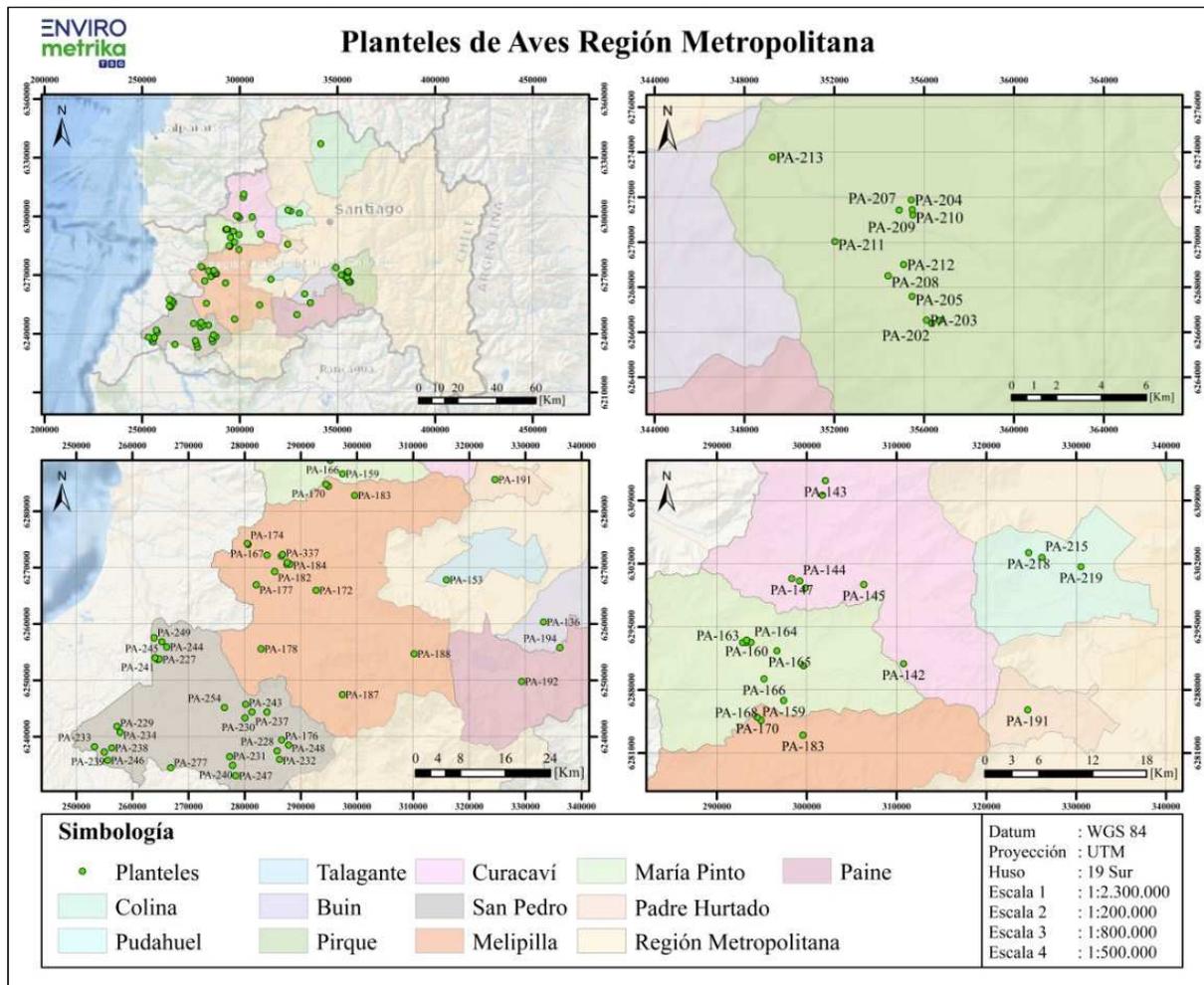
Figura 27 – Distribución planteles de Aves Región de Valparaíso



Fuente: Envirometrika, 2018.

E. Región Metropolitana

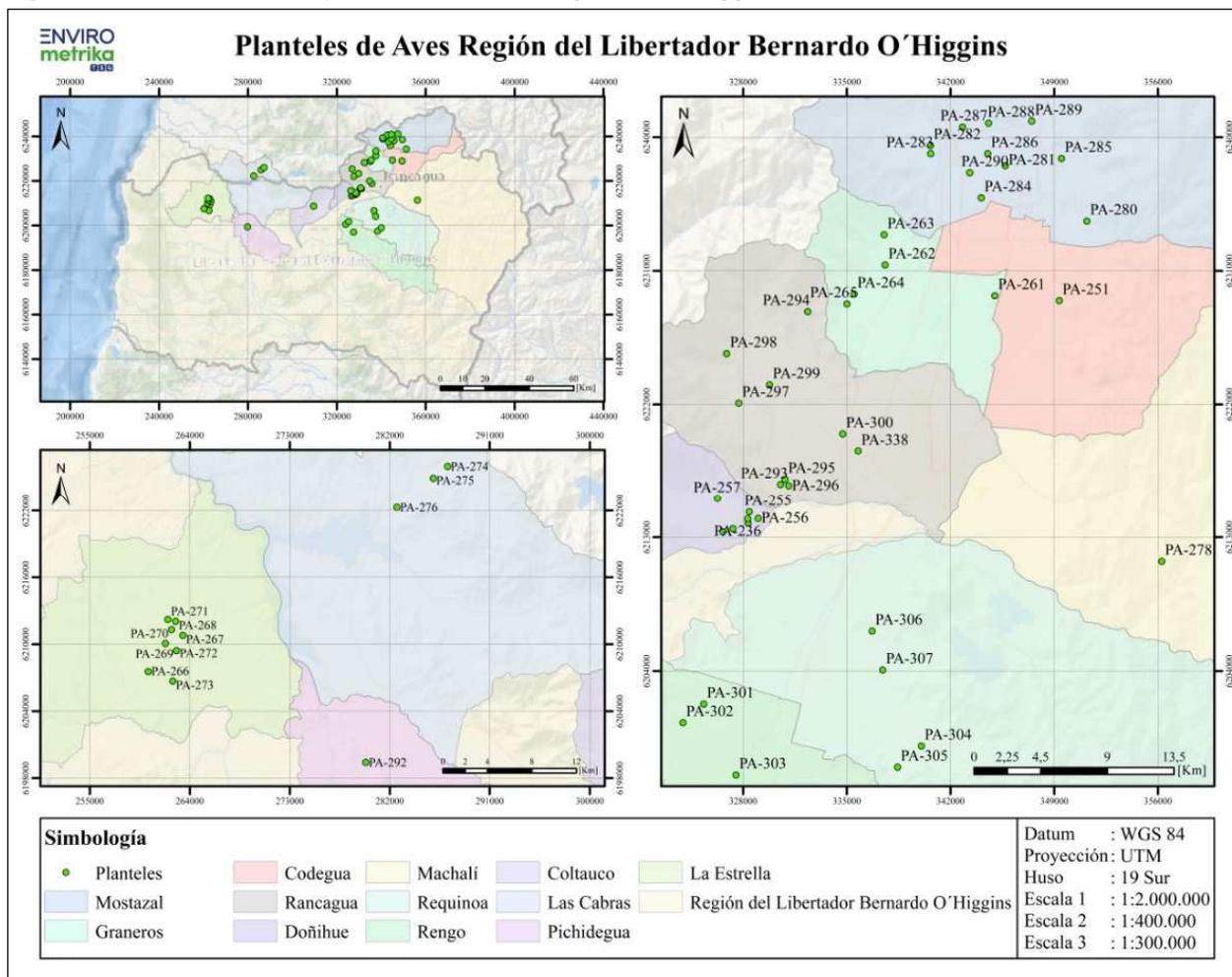
Figura 28 – Distribución de planteles de Aves Región Metropolitana



Fuente: Envirometrika, 2018.

F. Región del Libertador Bernardo O’Higgins

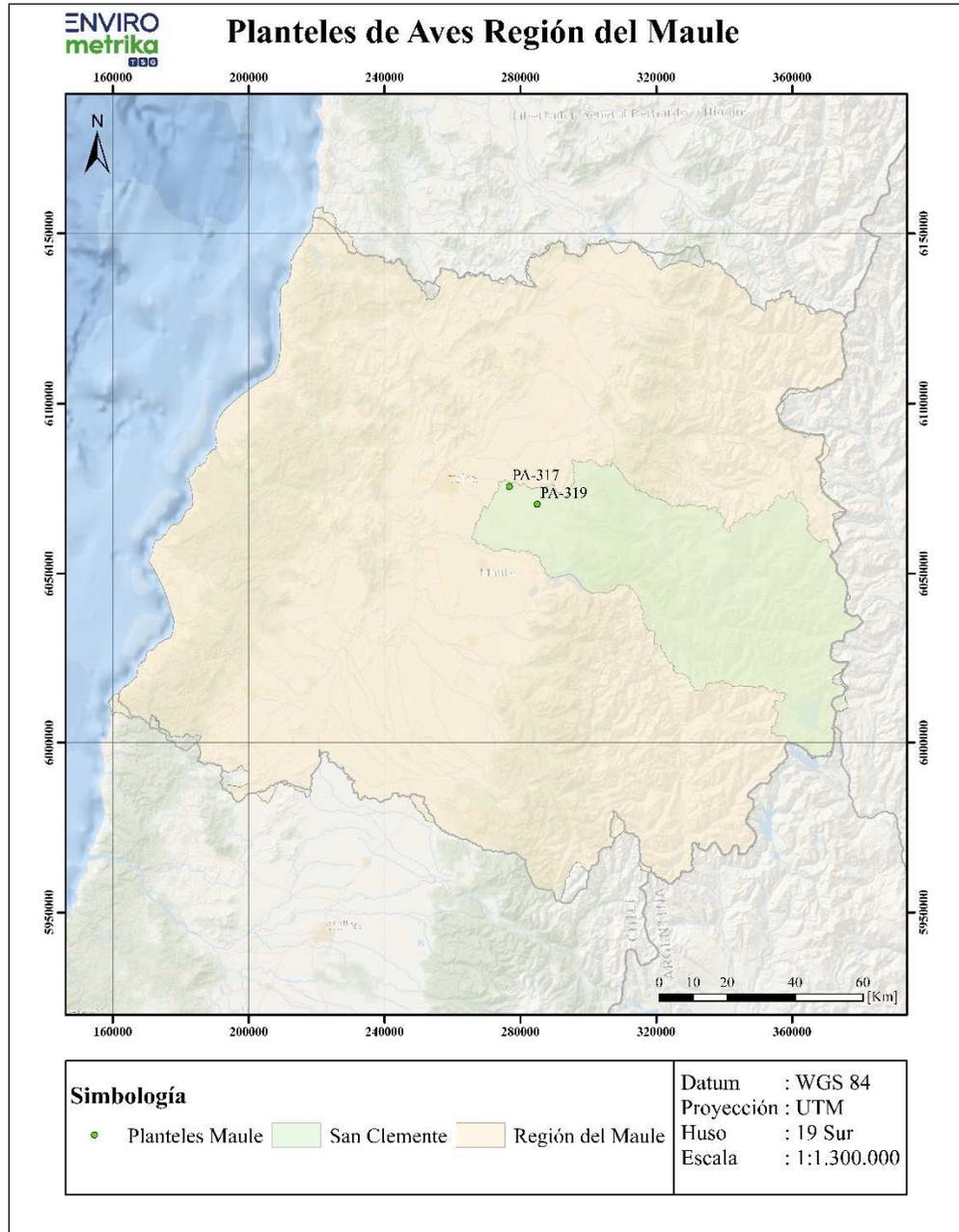
Figura 29 – Distribución de planteles de Aves Región de O’Higgins



Fuente: Envirometrika, 2018.

G. Región del Maule

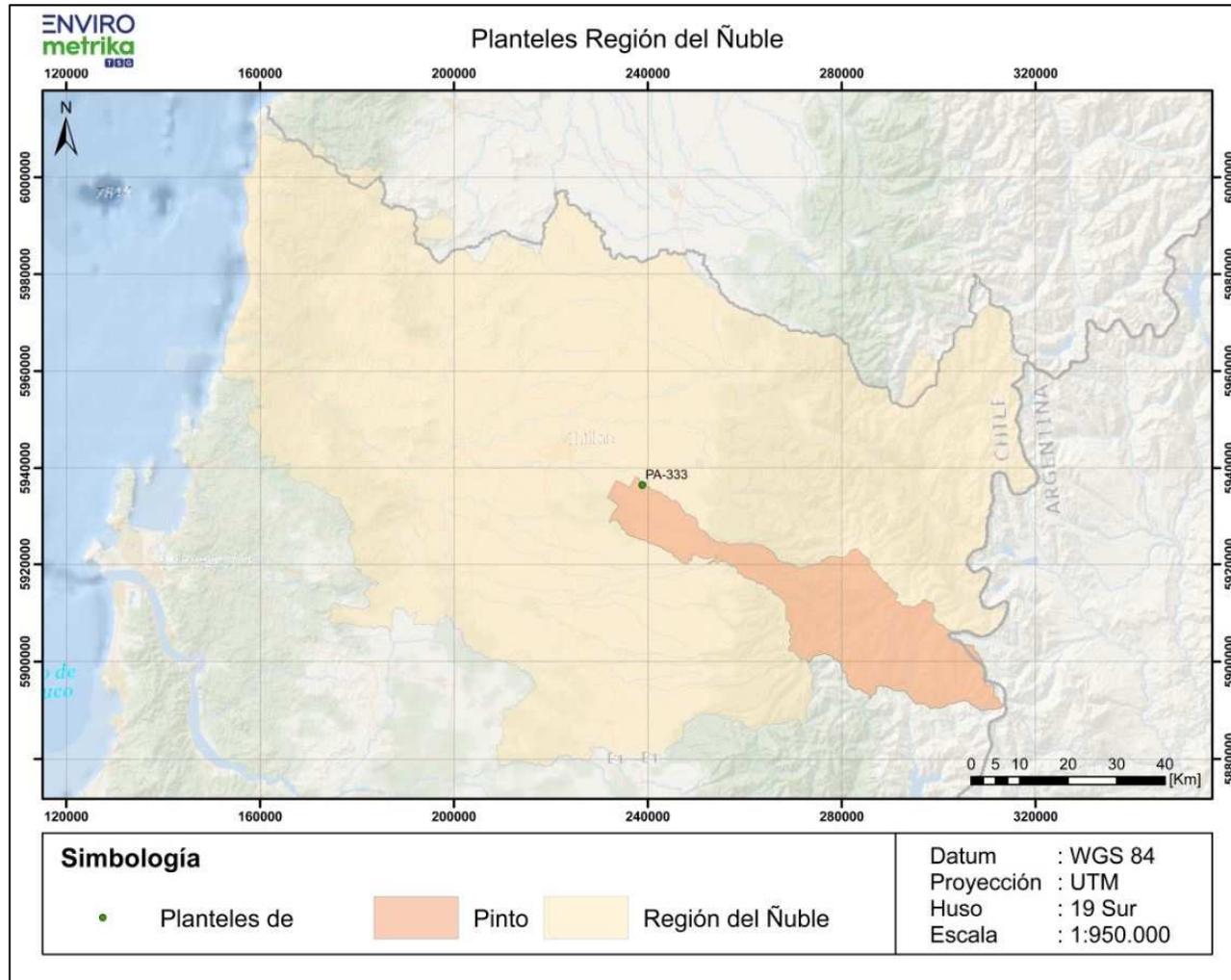
Figura 30 – Distribución de planteles de aves Región del Maule



Fuente: Envirometrika, 2018.

H. Región del Ñuble

Figura 31 – Distribución de planteles de aves Región del Ñuble



Fuente: Envirometrika, 2018.

3.5.3 Entorno: Caracterización topográfica y geográfica

A continuación se presenta la caracterización del entorno topográfico y geográfico de las regiones que concentran el 79%. En Chile, existen 330 planteles de aves, los cuales se distribuyen principalmente en la Región de Valparaíso con 81, Metropolitana con 119 y O'Higgins con 59 respecto de los cuales se obtuvo coordenadas de localización para 49, 75 y 56 respectivamente. Con el fin de caracterizar el entorno de los planteles en cuanto a topografía y geografía se utilizó información cartográfica para determinar lo siguiente:

- Elevación [msnm]
- Unidades Geomorfológicas
- Cuenca Hidrográfica
- Clima
- Zonificación

Las fuentes consultadas fueron las siguientes:

- IDE Chile: Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile
- Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso
- Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso – Borde Costero Norte
- Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso – Borde Costero Sur
- Plan Regulador Metropolitano de Santiago
- Plan Regulador Intercomunal Borde Costero de la Región de O'Higgins
- Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger, 2017.
- United States Geological Survey, 2000.
- Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile, Servicio Nacional de Geología y Minería, 2003.

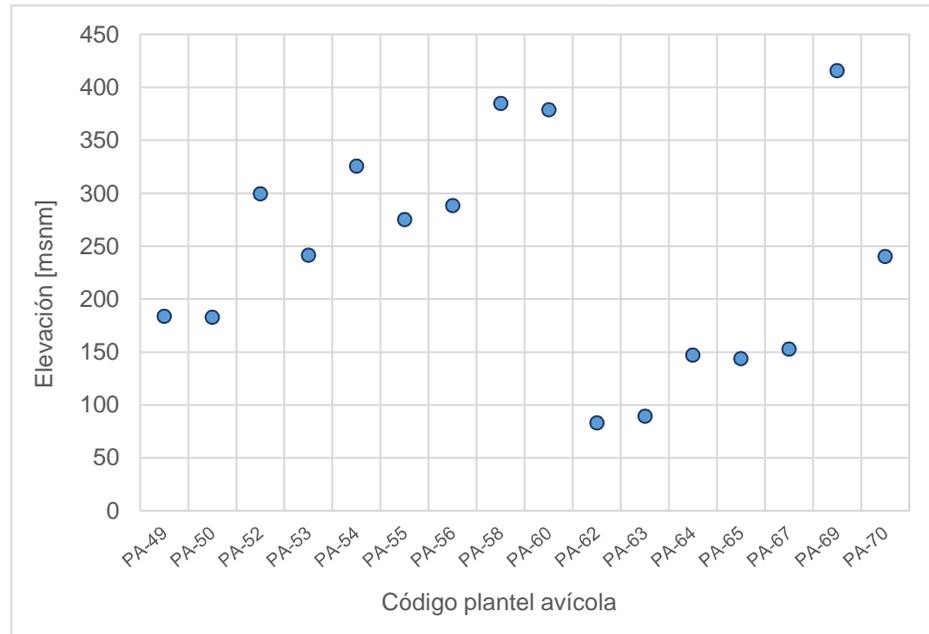
A continuación se presentan las características topográficas y geográficas de las regiones más representativas en cuanto a la cantidad de planteles que albergan.

a) Región de Valparaíso

3.5.3.1 Elevación - Valparaíso

La región de Valparaíso está caracterizada por ser una zona de transición, desde el punto de vista morfológico y climático, ya que se presentan las últimas manifestaciones de los valles transversales del Norte chico. En la región se distinguen cuatro unidades de relieve: Cordillera de los Andes, Valles transversales, Cordillera de la costa y las Planicies litorales¹¹; siendo la Cordillera de la Costa y los Valles transversales, los lugares donde se emplazan en mayor proporción los planteles en un rango desde los 10,95 y 415,94 msnm. Como se observa en el siguiente gráfico:

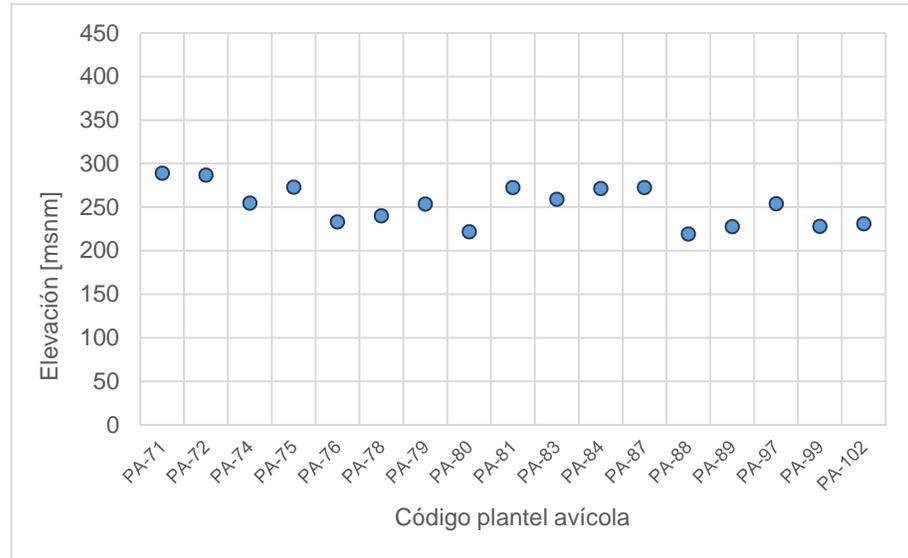
Gráfico 59 – Elevación planteles avícolas 1/3 – Región de Valparaíso



Fuente: US. Geological Survey, 2000.

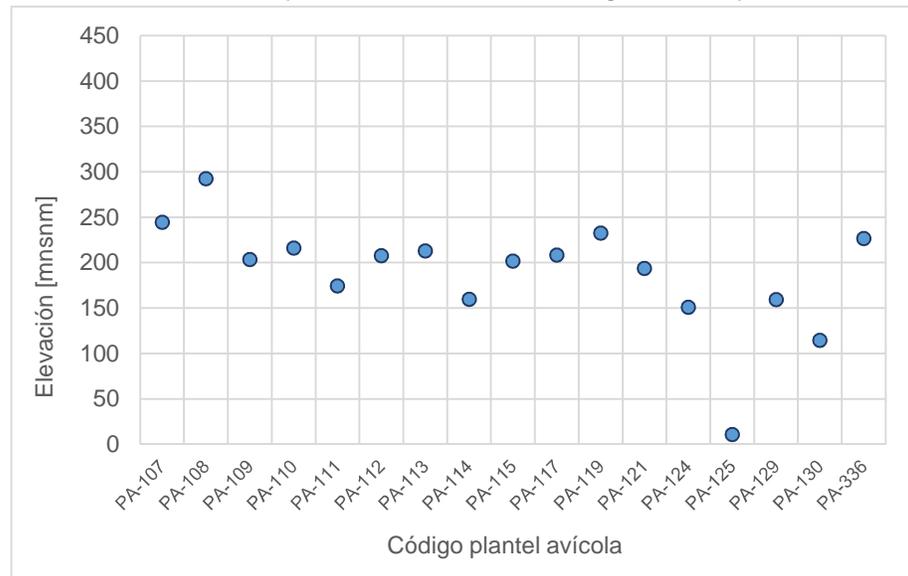
¹¹ Relieve Región de Valparaíso. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile www.bcn.cl

Gráfico 60 – Elevación planteles avícolas 1/2 – Región de Valparaíso



Fuente: US. Geological Survey, 2000.

Gráfico 61 – Elevación planteles avícolas 1/3 – Región de Valparaíso



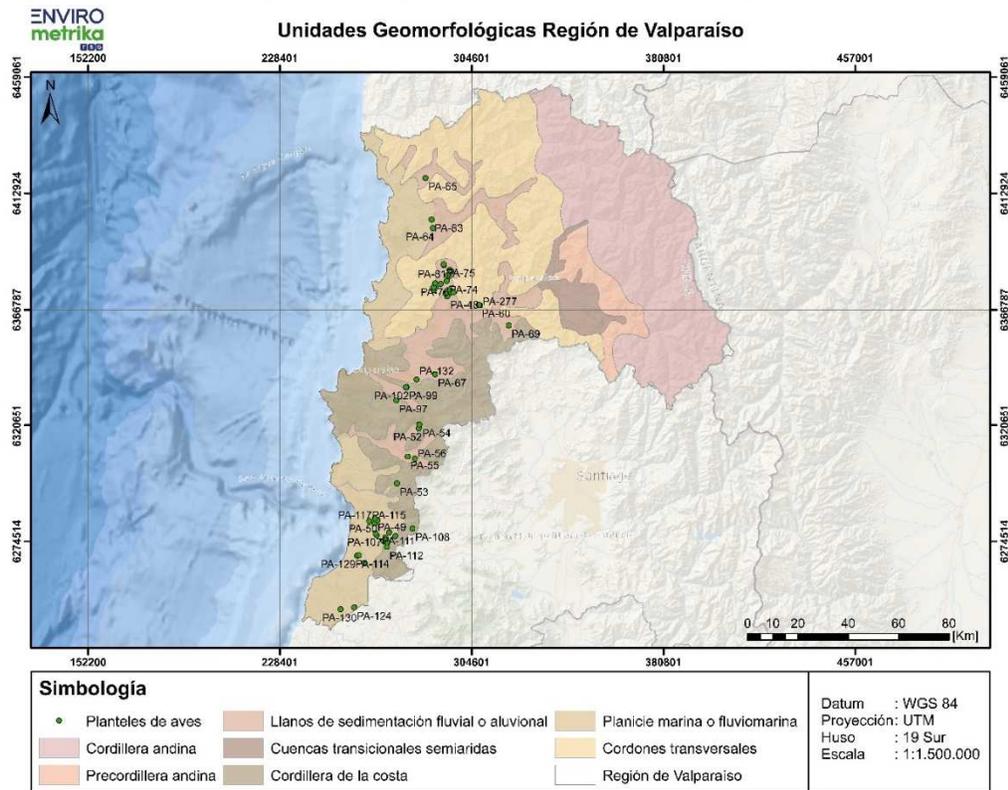
Fuente: US. Geological Survey, 2000.

De lo anterior, no es posible establecer si existe alguna relación entre el relieve y la localización de los planteles avícolas. Sin embargo, la mayor proporción se ubican entre los 100 y 300 msnm.

3.5.3.2 Unidad Geomorfológica - Valparaíso

La Región de Valparaíso se compone de la planicie marina y/o fluviomarina que corresponde a toda la franja litoral, exceptuando el farellón costero que caracteriza la geomorfología local de Valparaíso y su extensión inmediata hasta la localidad de Quintay, mientras que el interior de la región, emerge la cordillera de la costa y se manifiestan territorialmente los llanos de sedimentación fluvial y aluvial, los cuales han sido depositados por diversos fenómenos geológicos en las cuencas de los principales cuerpos de agua de la región.¹² En este contexto, la recopilación de las características geomorfológicas del lugar de emplazamiento de cada uno de los planteles porcinos, permite identificar en cuál de sus unidades se agrupan, como se observa en la siguiente figura:

Figura 32 – Unidades geomorfológicas – Planteles de aves Región de Valparaíso

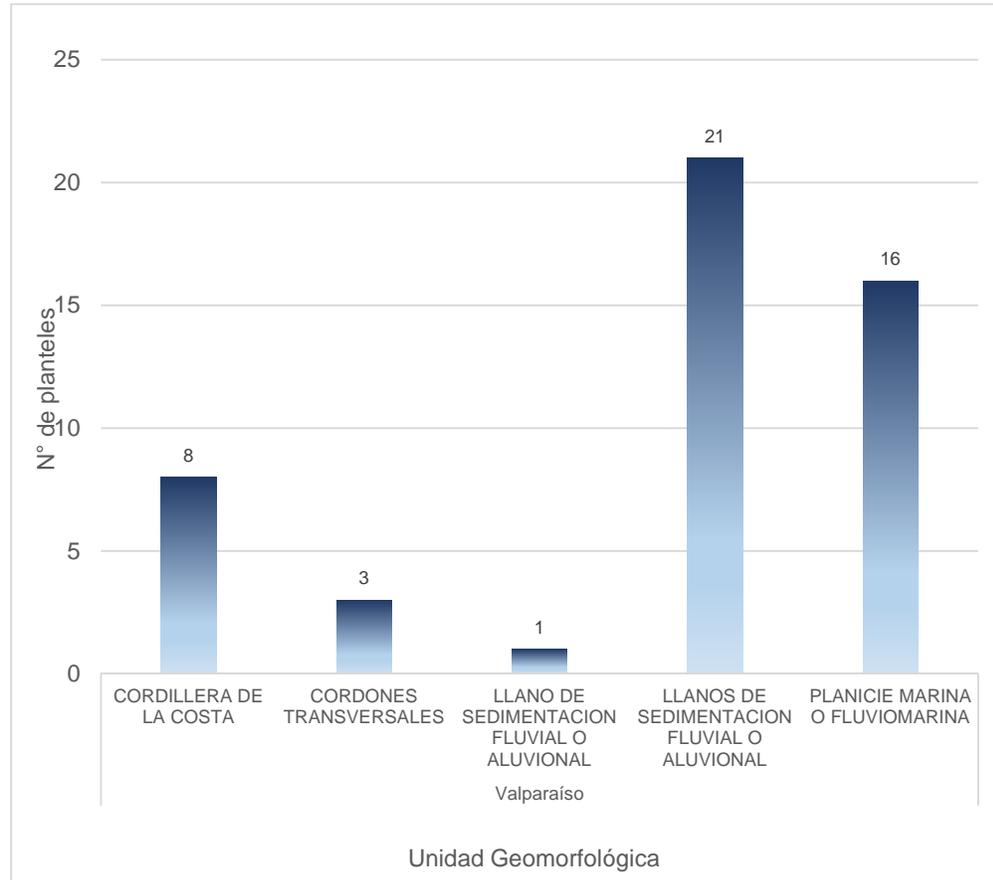


Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin., 2013.

La figura anterior permite establecer que, en su mayoría, los están emplazados en llanos de sedimentación fluvial o aluvional y planicie marina o fluviomarina. En el siguiente gráfico, es posible observar la distribución según unidad:

¹² Estudio Fundado de Riesgos. Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso. SEREMI MINVU Región de Valparaíso, 2013.

Gráfico 62 – Unidades Geomorfológicas – Región de Valparaíso



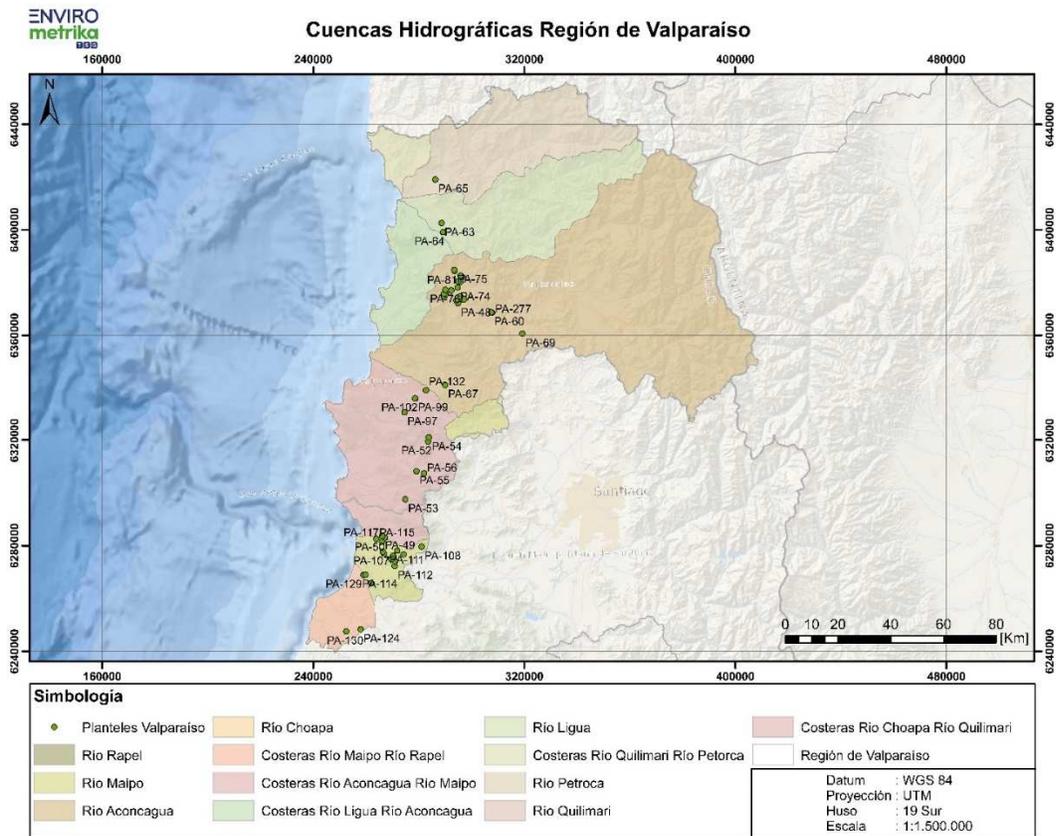
Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

Como se observa en el cuadro anterior, el 44,8% de los planteles se ubican en llanos de sedimentación fluvial o aluvional y un 32,6 % en planicie marina o fluvio marina. Lo anterior permite relacionar que la superficie donde se localizan los planteles requiere relieves planos para una operación más óptima.

3.5.3.3 Cuenca Hidrográfica - Valparaíso

Las cuencas hidrográficas de la región de Valparaíso, se caracterizan por ser del tipo exorreica, las cuales están asociadas con el tipo de drenaje que se presenta en gran parte del territorio nacional. Las cuencas exorreicas reciben los aportes de las precipitaciones, evacuando las aguas hacia el mar. A continuación se presenta la distribución de los planteles de cerdos en la región de Valparaíso según cuenca hidrográfica:

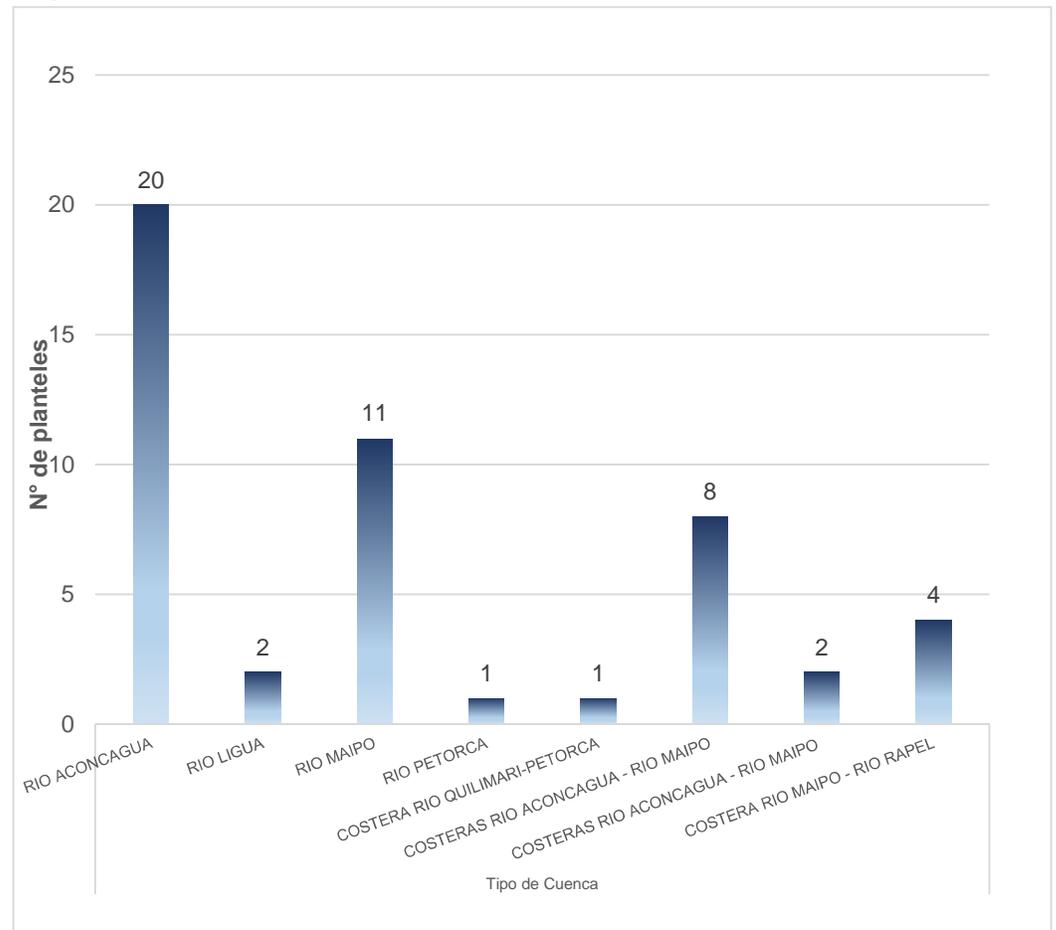
Figura 33 – Cuencas Hidrográficas Región de Valparaíso



Fuente: Cartografía Rulamahue en base Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2003.

La cuenca del Río Maipo que se observa en la imagen anterior, según clasificación, corresponde a una cuenca de origen Andino, la cual se caracteriza porque sus cabeceras coinciden con las altas cumbres del relieve andino nacional y sus aguas desembocan en el mar¹³. Al sur desemboca con el Río Rapel, formándose el interfluvio Maipo-Rapel¹⁴. En cuanto a la cuenca del Río Aconcagua alberga la mayoría de los planteles, a diferencia de la cuenca del Río Petorca y Quilimari donde sólo hay 1 plantel respectivamente. A continuación se presenta la distribución por cuenca hidrográfica:

Gráfico 63 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región de Valparaíso



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2003.

De lo Anterior, se tiene que los planteles ubicados en la cuenca hidrográfica del Río Aconcagua representan un 40,8% del total de los planteles. Este río es el último de los valles transversales del norte chico. Le sigue con un 22,4% la cuenca del Maipo y con un 16,3% los planteles y ubicados en la Cuenca del Aconcagua – Río Maipo.

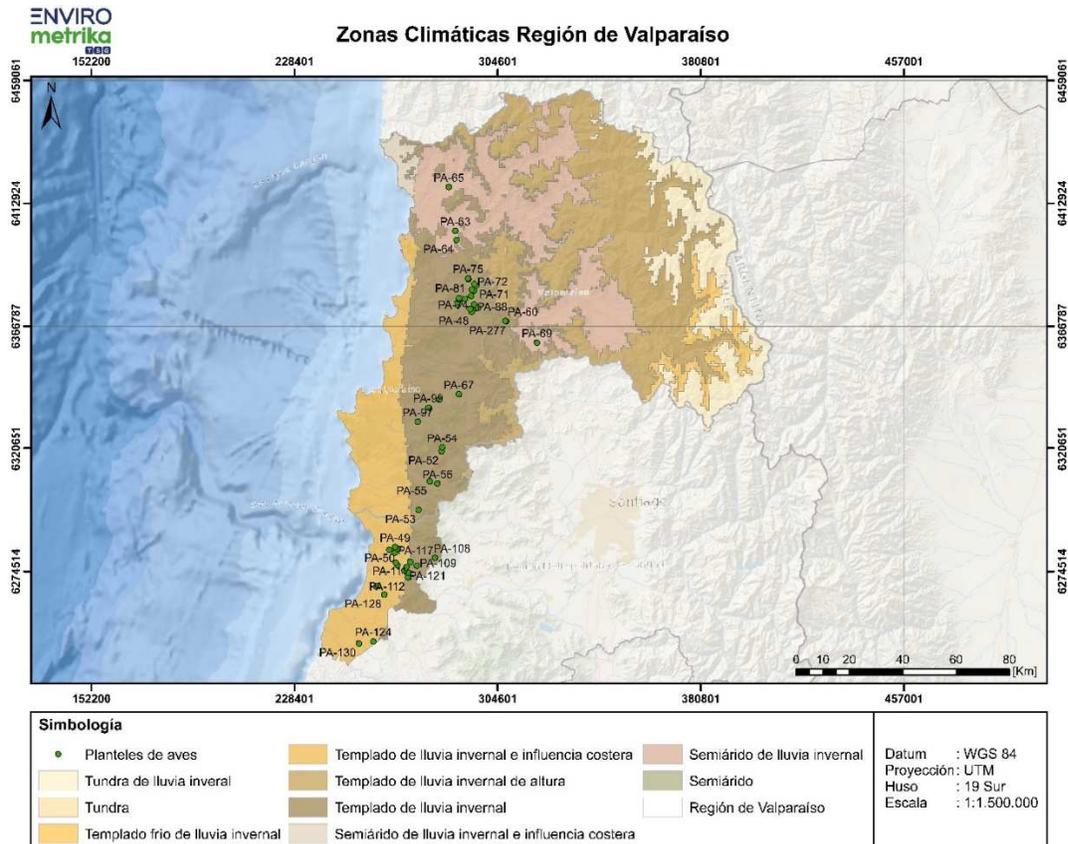
¹³ Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivo de Calidad. Cuenca del Río Maipo. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas, 2004.

¹⁴ Hoyas Hidrográficas de Chile: Región Metropolitana. Dirección General de Aguas, 2015.

3.5.3.4 Clima - Valparaíso

Las principales características climáticas de la región de Valparaíso corresponden al tipo mediterráneo, en este sentido, es posible identificar 9 zonas como se observa en la siguiente imagen:

Figura 34 – Zonas climáticas Región de Valparaíso



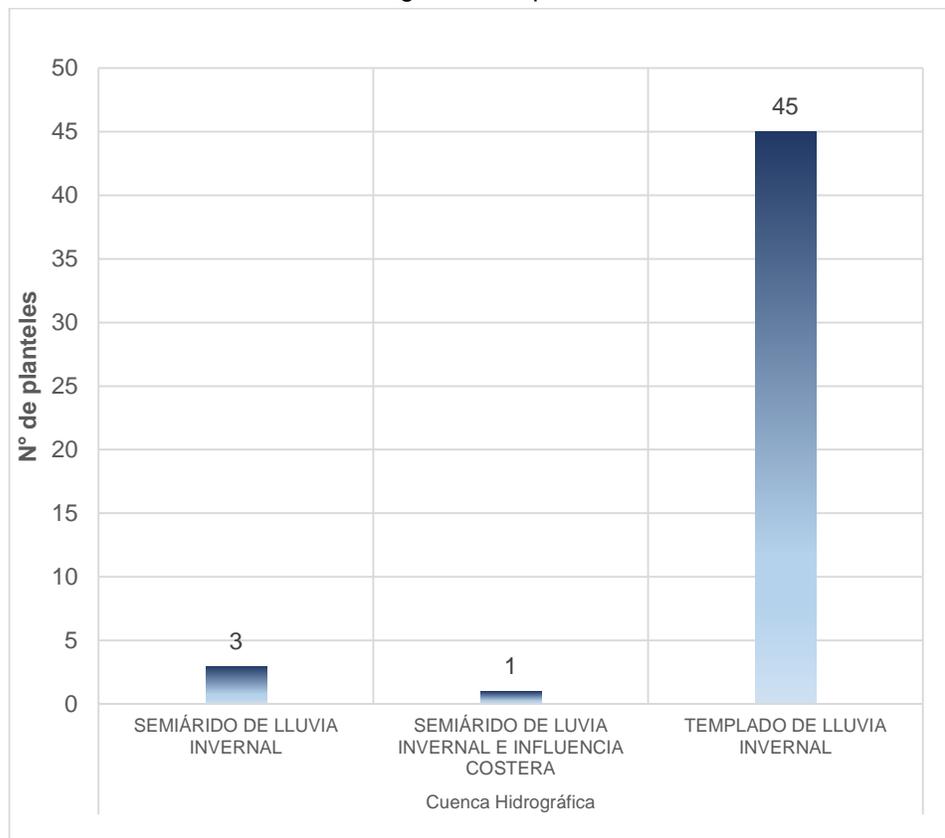
Fuente: Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger. IDE-Chile, 2017.

Se tiene que las zonas climáticas de la Región de Valparaíso corresponden a:

- Tundra de lluvia invernal
- Tundra
- Templado frío de lluvia invernal
- Templado de lluvia invernal e influencia costera
- Templado de lluvia invernal de altura
- Templado de lluvia invernal
- Semiárido de lluvia invernal e influencia costera
- Semiárido de lluvia invernal
- Semiárido

De lo anterior, iv y vi albergan planteles avícolas con la siguiente proporción:

Gráfico 64 – Zonas climáticas Región de Valparaíso



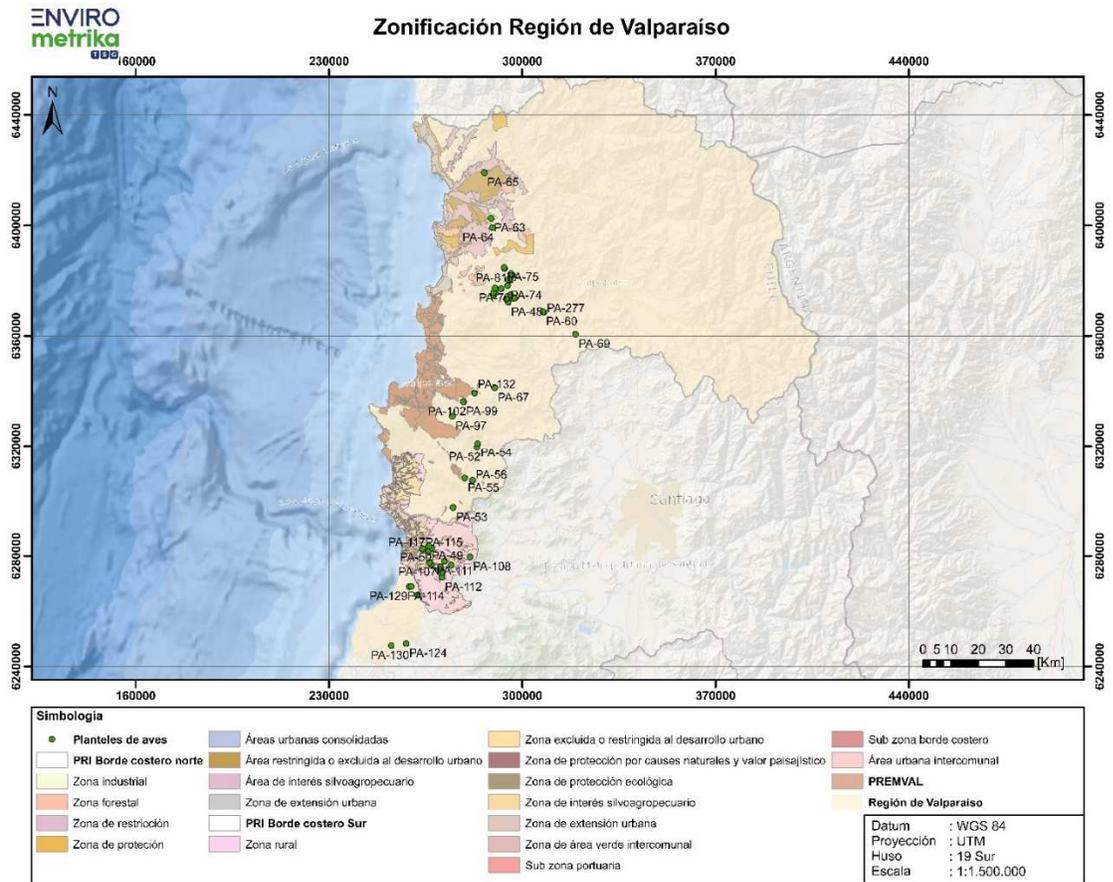
Fuente: Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger. IDE-Chile, 2017.

En su mayoría, los planteles se ubican en la zona de clima templado de lluvia invernal cuya proporción corresponde al 91,8%.

3.5.3.5 Zonificación - Valparaíso

El uso de suelo de la Región de Valparaíso se encuentra definido por el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso, Plan Regulador Intercomunal Borde Costero Norte y Plan Regulador Intercomunal Borde Costero Sur. De este es posible obtener tipo de uso de suelo de las comunas donde se encuentran ubicados los planteles porcinos, como se observa a continuación:

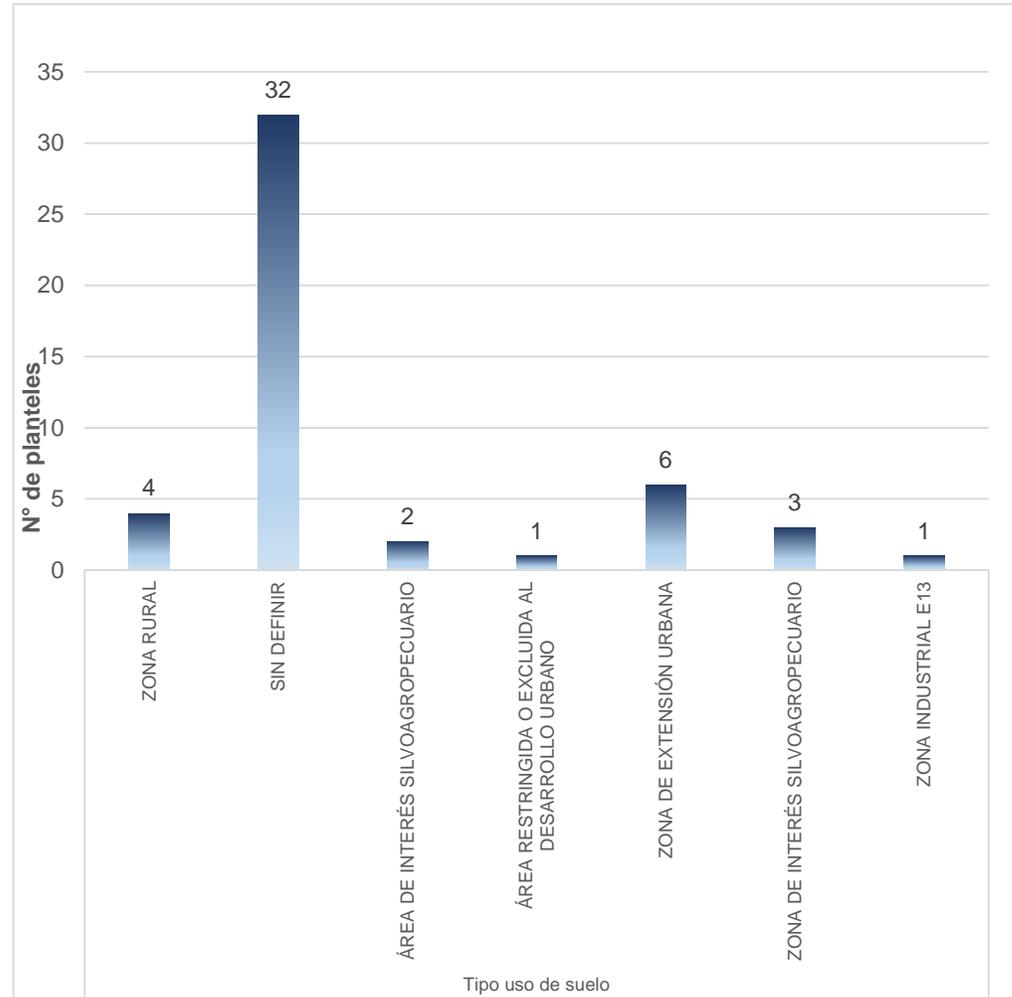
Figura 35 – Tipo de uso de suelo Región de Valparaíso



Fuente: PREMVAL – PRI Borde Costero Norte – PRI Borde Costero Sur. IDE Chile

Como se observa en la figura, en su mayoría, los planteles están ubicados fuera de los límites de los instrumentos de planificación territorial.

Gráfico 65 – Zonificación Región de Valparaíso



Fuente: PREMVAL – PRI Borde Costero Norte – PRI Borde Costero Sur. IDE Chile

Como se observa en el gráfico anterior, el 65,3% de los planteles avícolas de la región no están regulados por ningún instrumento de planificación territorial.

b) Región Metropolitana

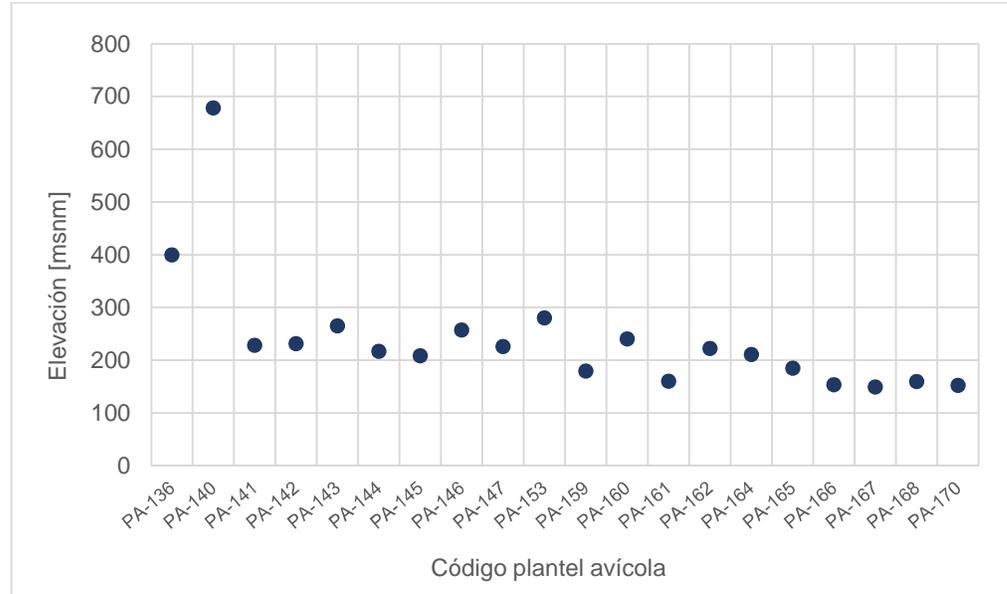
3.5.3.6 Elevación - RM

Las unidades de relieve que se distinguen en la región son

- Cordillera de los Andes
- Cuenca de Santiago
- Cordillera de la costa¹⁵;

De estos relieves, los planteles se concentran mayoritariamente en la Depresión Intermedia en el rango de los 100,43 a 736,4 msnm. Como se observa en los siguientes gráficos:

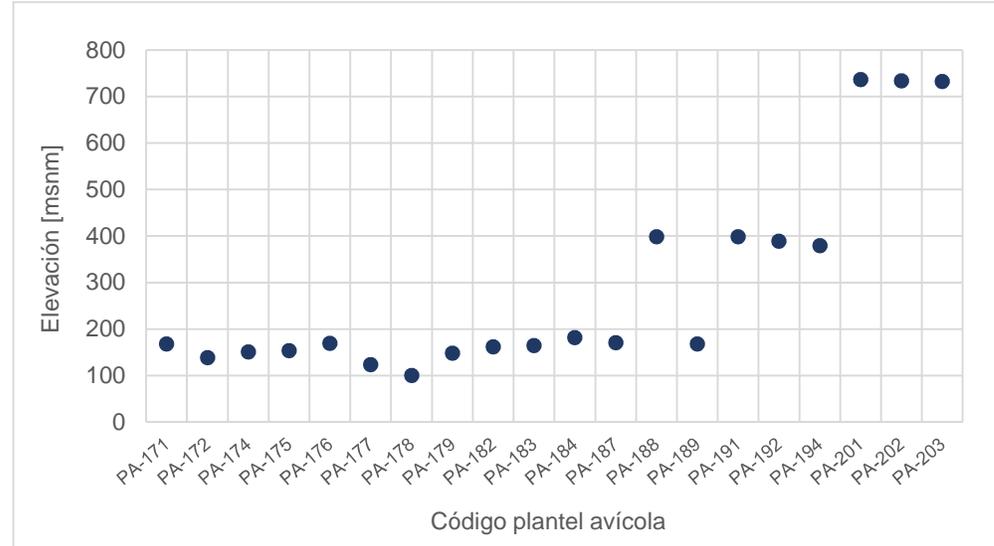
Gráfico 66 – Elevación planteles de aves 1/4 – Región Metropolitana



Fuente: US. Geological Survey, 2000.

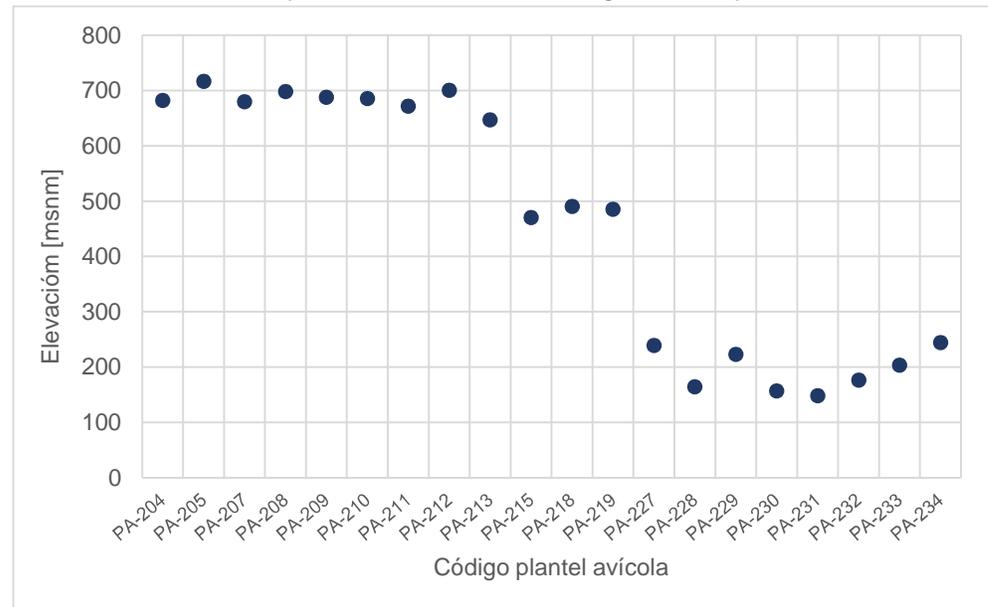
¹⁵ Relieve Región Metropolitana. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile www.bcn.cl

Gráfico 67 – Elevación planteles de aves 2/4 – Región Metropolitana



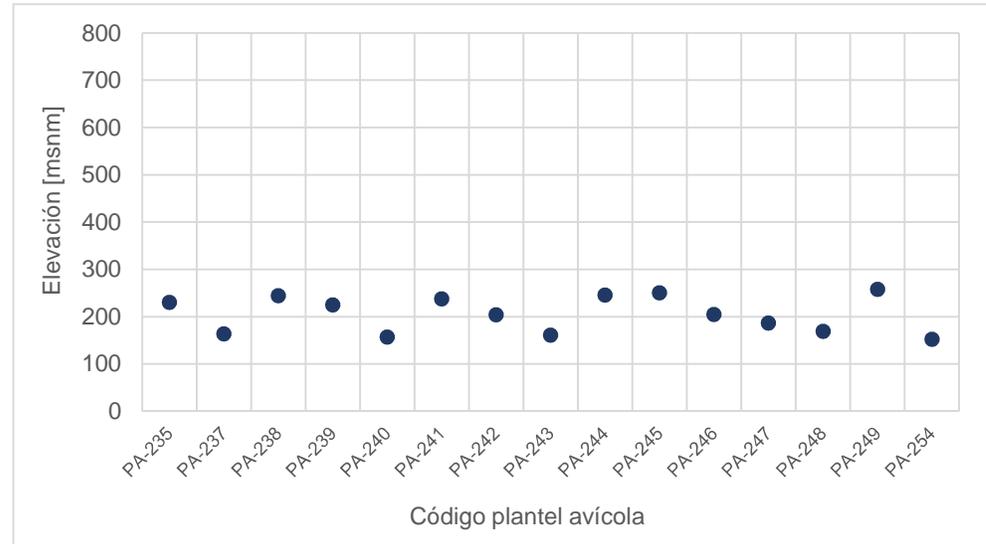
Fuente: US. Geological Survey, 2000.

Gráfico 68 – Elevación planteles de aves 3/4 – Región de Valparaíso



Fuente: US. Geological Survey, 2000.

Gráfico 69 – Elevación planteles de aves 4/4 – Región de Valparaíso



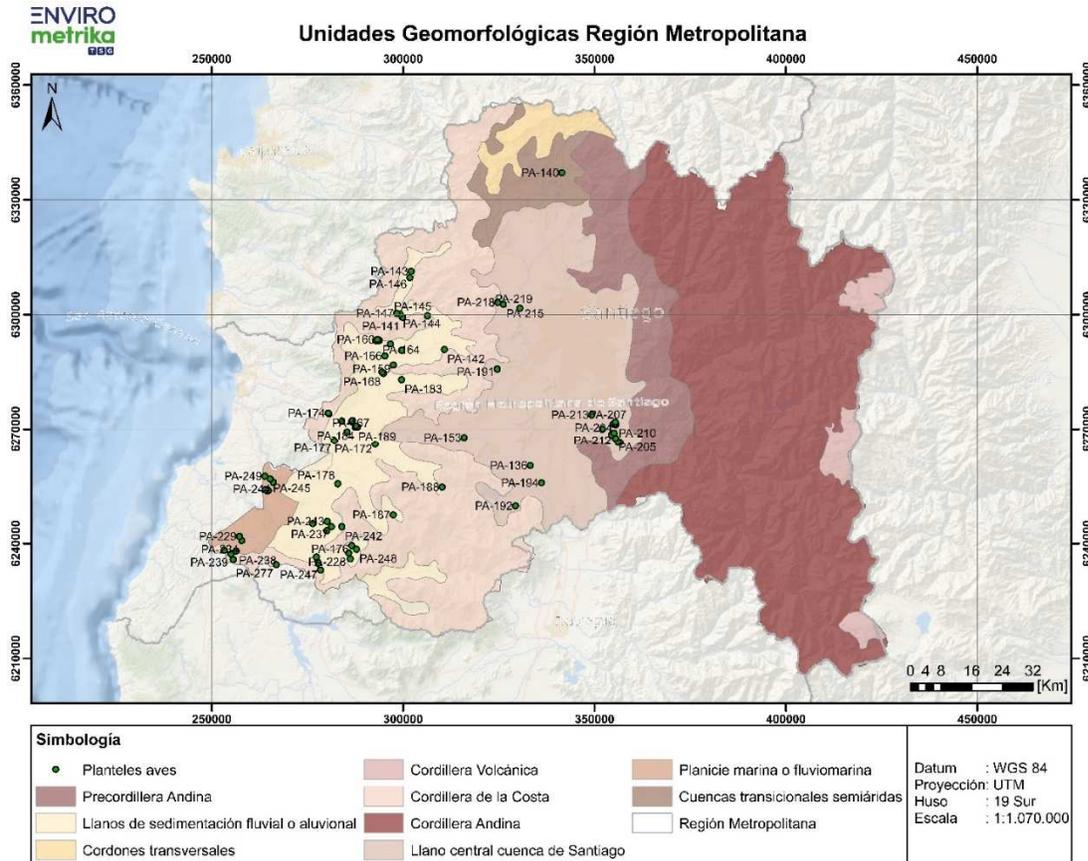
Fuente: US. Geological Survey, 2000.

De lo anterior, no es posible establecer si existe alguna relación entre el relieve y la localización de los planteles avícolas. Sin embargo, la mayor proporción se ubican entre los 100 y 300 msnm.

3.5.3.7 Unidad Geomorfológica - RM

La recopilación de las características geomorfológicas del lugar de emplazamiento de los planteles avícolas de la Región Metropolitana se observa en la siguiente figura:

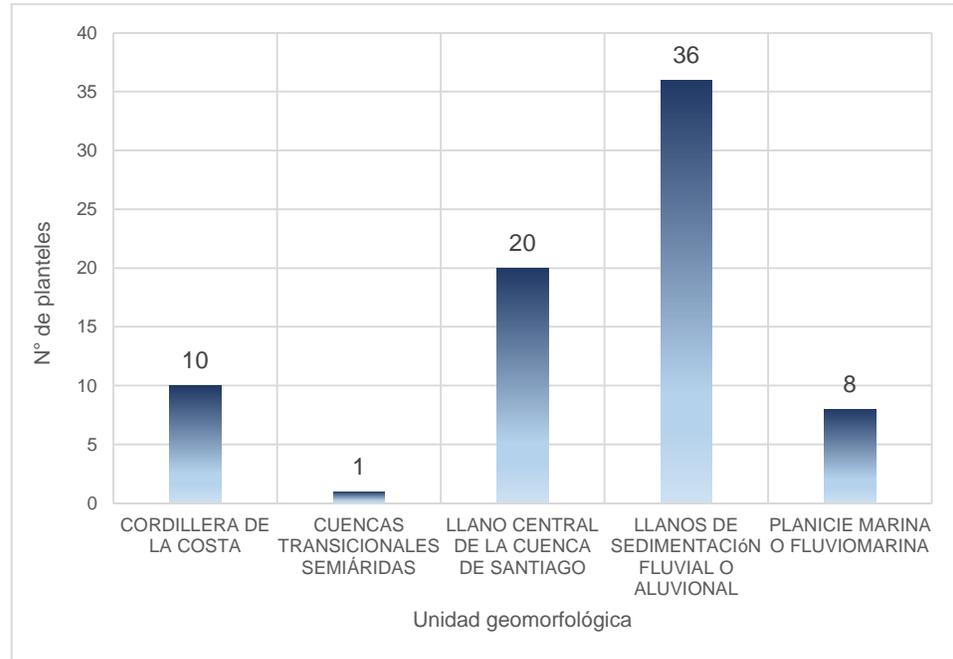
Figura 36 – Unidades geomorfológicas – Planteles de aves Región Metropolitana



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

La figura anterior permite establecer que una gran proporción de planteles están emplazados en Llanos de sedimentación fluvial o aluvional, así como en el Llano central de la cuenca de Santiago. En la siguiente tabla es posible observar la distribución según unidad:

Gráfico 70 – Unidades geomorfológicas – Región Metropolitana



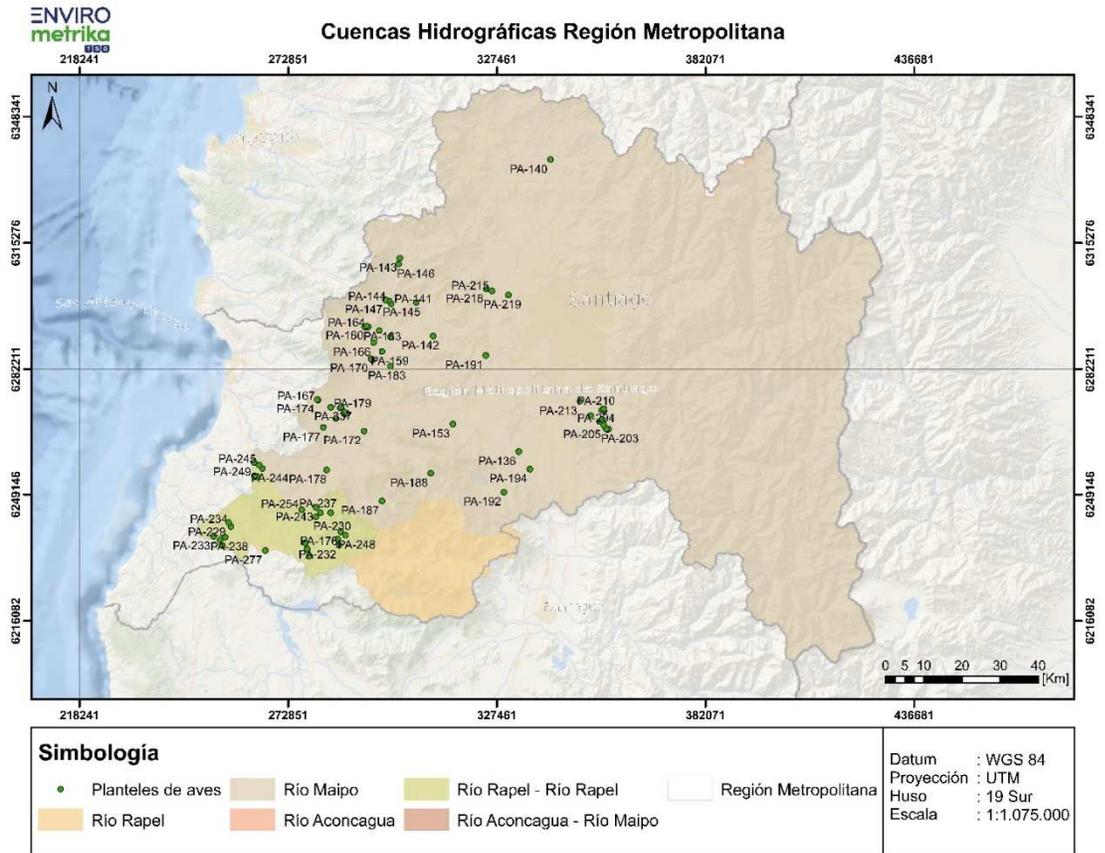
Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

Los plantales ubicados en Llanos de sedimentación fluvial o aluvional corresponden a un 48%. Le sigue con un 26,6% los ubicados en el Llano central de la cuenca de Santiago.

3.5.3.8 Cuenca Hidrográfica - RM

Las cuencas hidrográficas de La región metropolitana corresponden al tipo exorreica, las cuales reciben los aportes de las precipitaciones y desembocan en el mar, y donde identifican 3 cuencas hidrográficas que albergan planteles avícolas como se presenta en la siguiente figura:

Figura 37 – Cuencas Hidrográficas Región Metropolitana



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

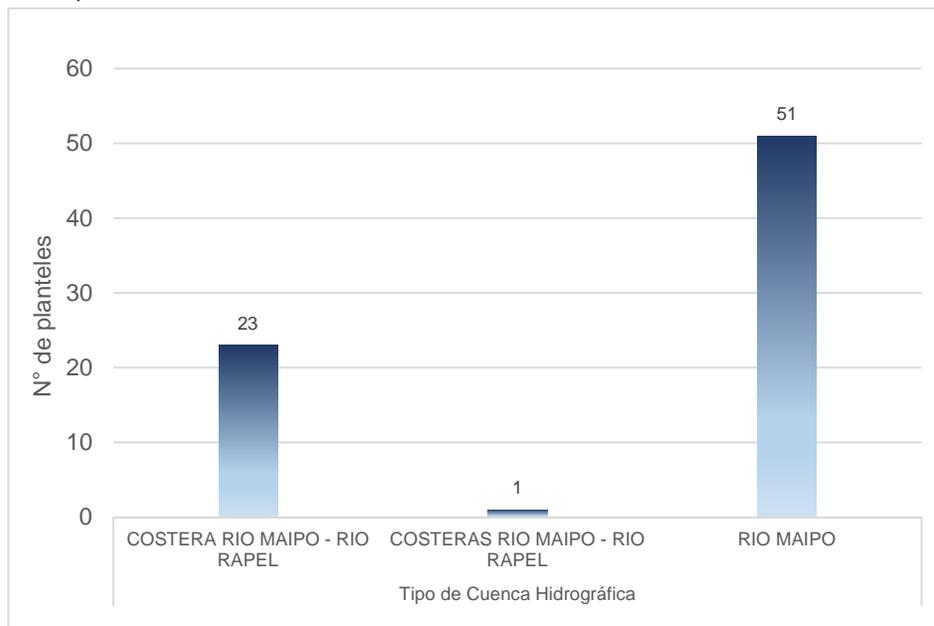
La cuenca del Río Maipo que se observa en la imagen anterior, según clasificación, corresponde a una cuenca de origen Andino, la cual se caracteriza porque sus cabeceras coinciden con las altas cumbres del relieve andino nacional y sus aguas desembocan en el mar¹⁶. Al sur desemboca con el Río Rapel, formándose el interfluvio Maipo-Rapel¹⁷ donde se ubica una menor proporción de planteles. En cuanto a la cuenca del Río Rapel, esta no alberga

¹⁶ Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivo de Calidad. Cuenca del Río Maipo. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas, 2004.

¹⁷ Hoyas Hidrográficas de Chile: Región Metropolitana. Dirección General de Aguas, 2015.

planteles, a diferencia de la cuenca del Río Maipo donde se encuentra la mayor proporción cuya distribución corresponde a la siguiente:

Gráfico 71 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región Metropolitana



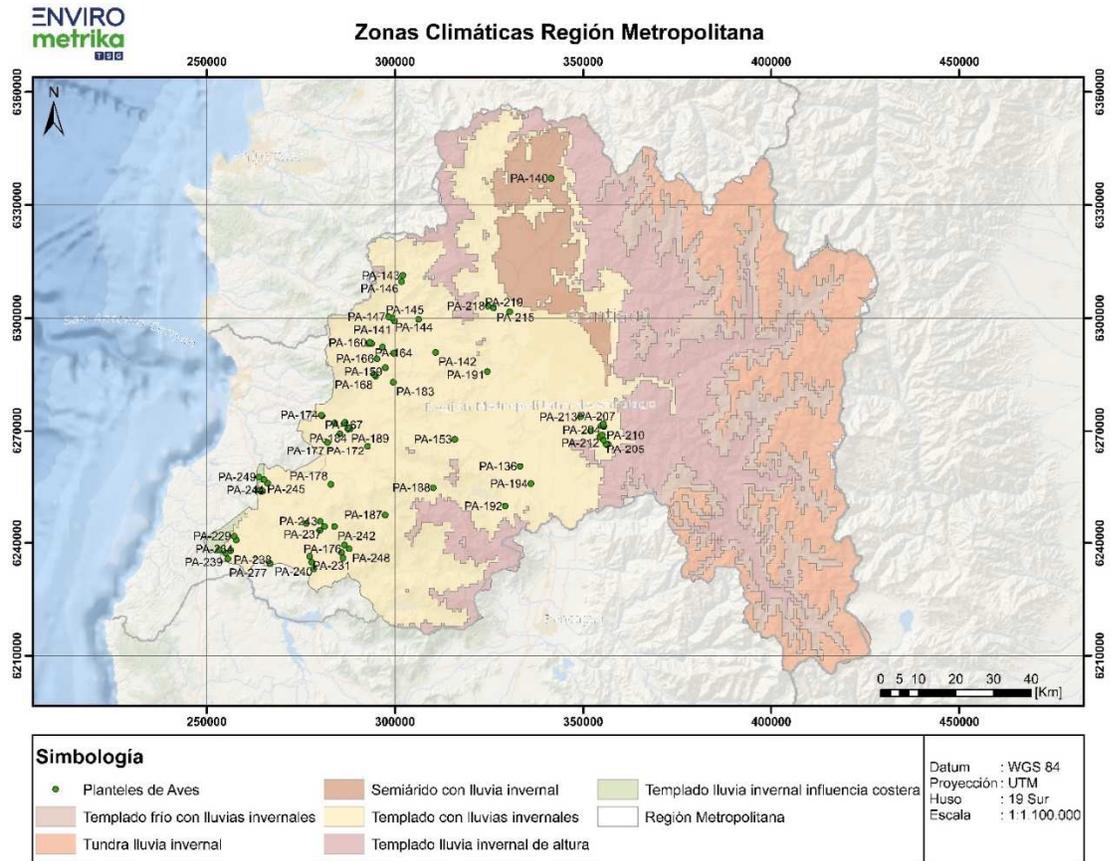
Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

La cuenca del Río Maipo, al abarcar gran parte del territorio de la región es la que alberga la mayor cantidad de planteles, cuya proporción corresponde a un 68%.

3.5.3.9 Clima - RM

Las principales características climáticas de la región metropolitana corresponden al tipo mediterráneo, en este sentido, es posible identificar 6 zonas como se observa en la siguiente imagen:

Figura 38 – Zonas Climáticas Región Metropolitana



Fuente: Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger. IDE-Chile, 2017.

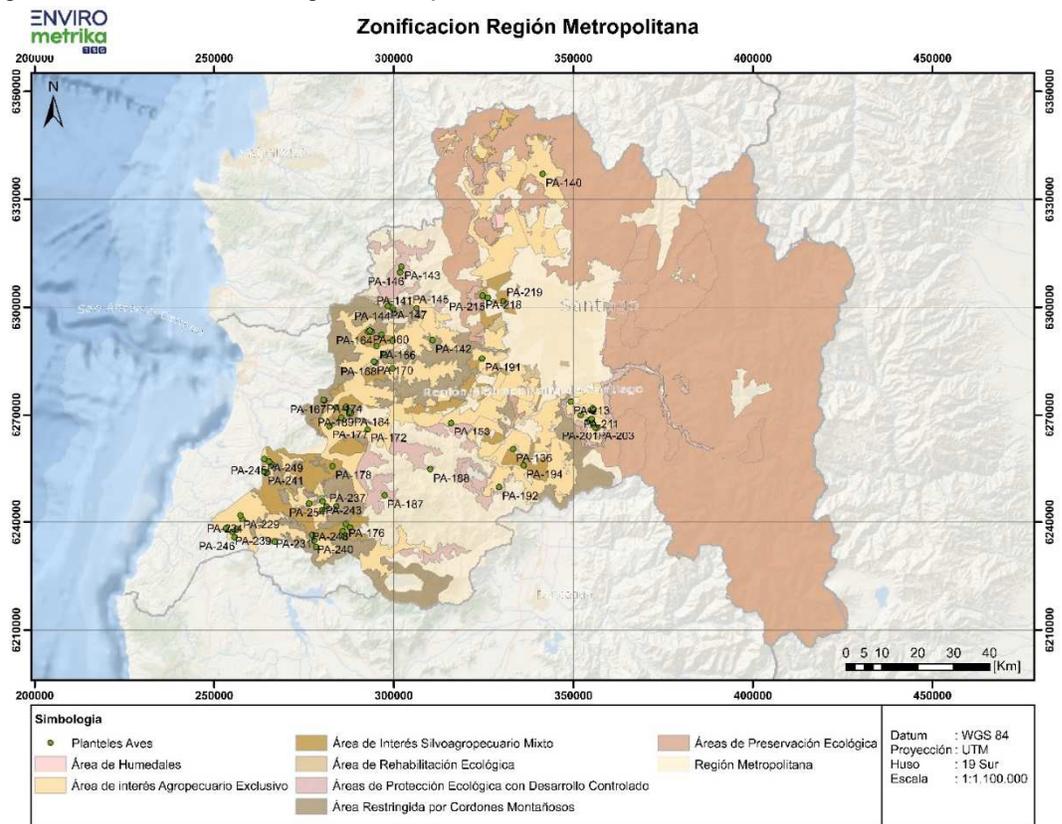
- Se tiene que las zonas climáticas de la Región Metropolitana corresponden a:
- Semiárido con lluvias invernales
 - Templado con lluvias invernales
 - Templado con lluvia invernal de altura
 - Templado con lluvia invernal influencia costera
 - Templado frío con lluvias invernales
 - Tundra por efecto de altura

De lo anterior se observa que los planteles avícolas de la región se localizan en la zona ii).

3.5.3.10 Zonificación - RM

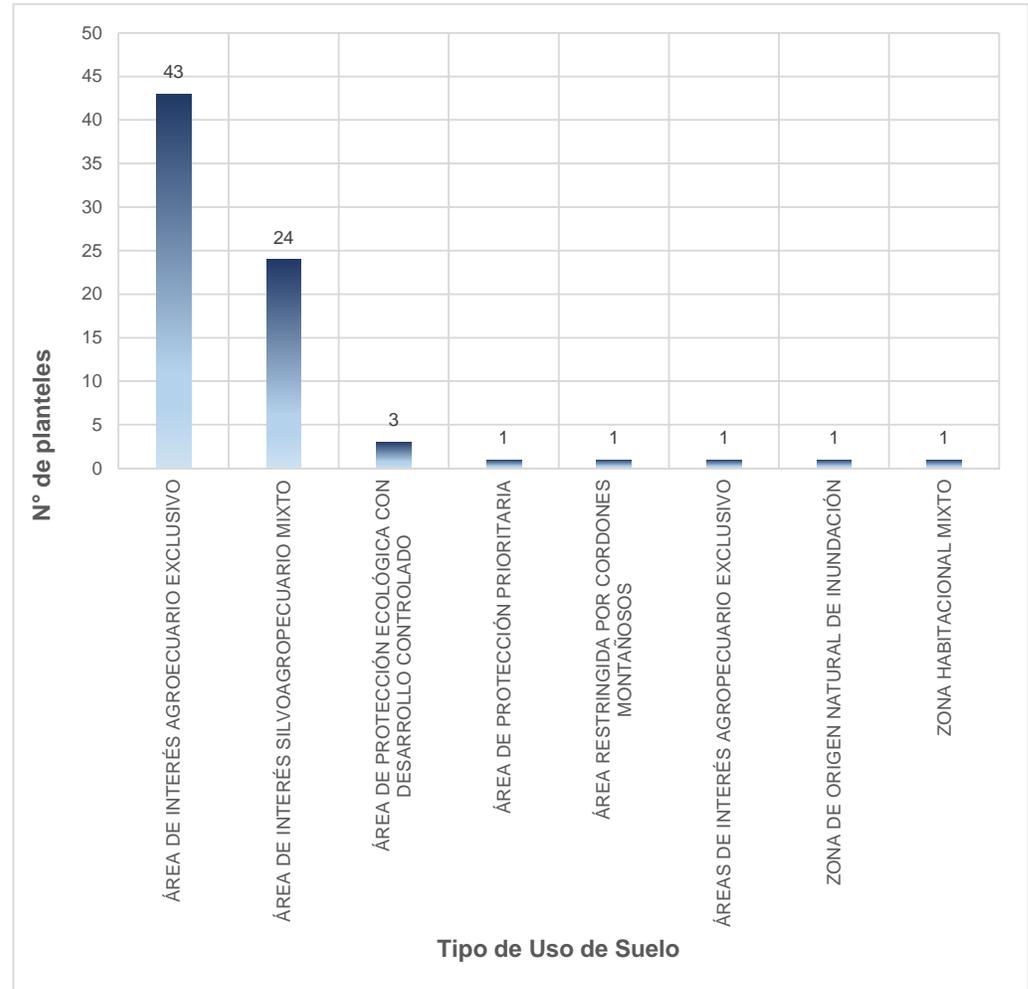
El uso de suelo de la región metropolitana se encuentra definido para 51 comunas por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago. De este es posible obtener tipo de uso de suelo de las comunas donde se encuentran ubicados los planteles avícolas, como se observa a continuación:

Figura 39 – Zonificación Región Metropolitana



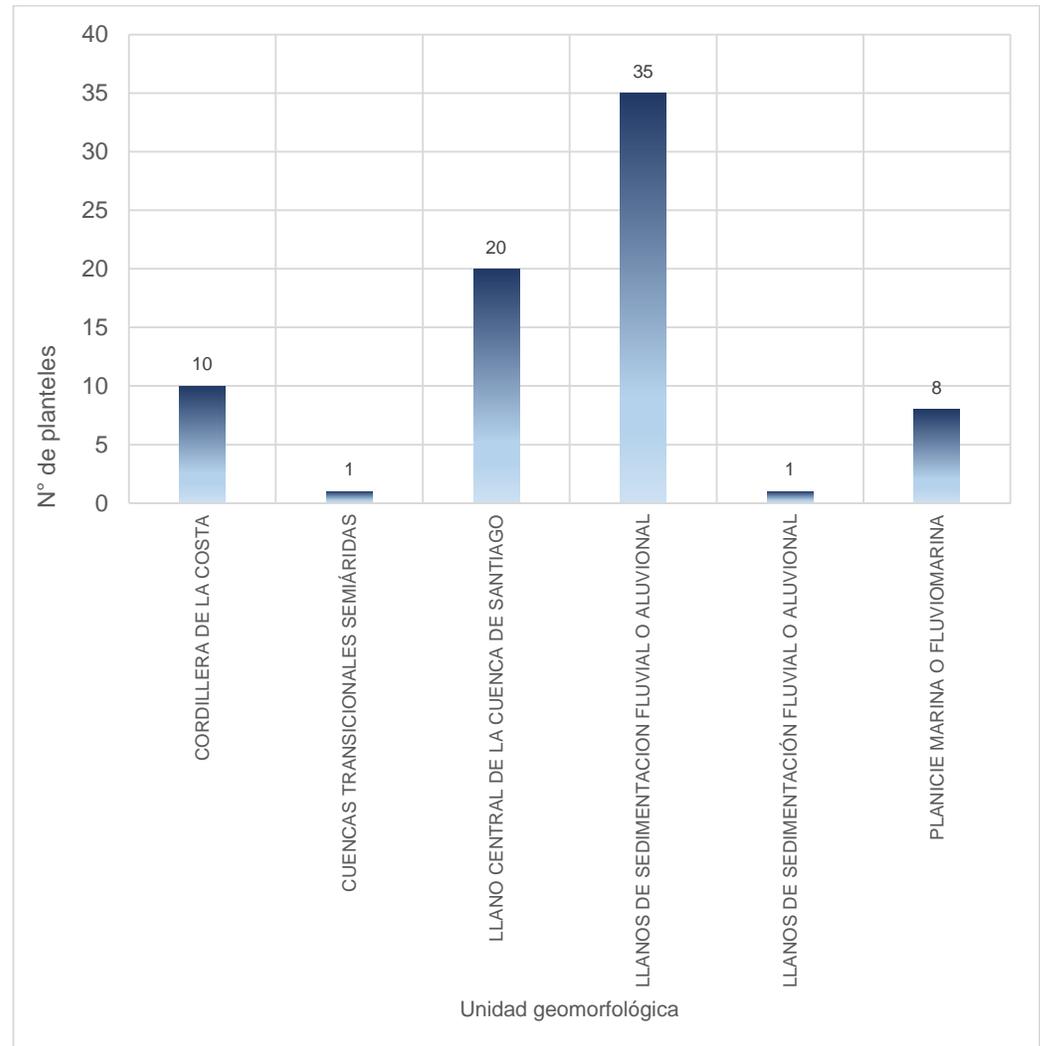
Fuente: Plan Regulador Metropolitano de Santiago. IDE Chile

Gráfico 72 – Zonificación Región Metropolitana



Fuente: Plan Regulador Metropolitano de Santiago. IDE Chile

Gráfico 73 – Unidades geomorfológicas Planteles de aves Región Metropolitana.



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

Como se observa en el cuadro anterior, el 46,6% de los planteles se ubican en la zona de Llanos de sedimentación fluvial o aluvional y un 26,6% en el Llano central de la cuenca de Santiago. En menor proporción, un 20,4% de los planteles se ubica en la cordillera de la costa.

c) Región del Libertador Bernardo O’Higgins

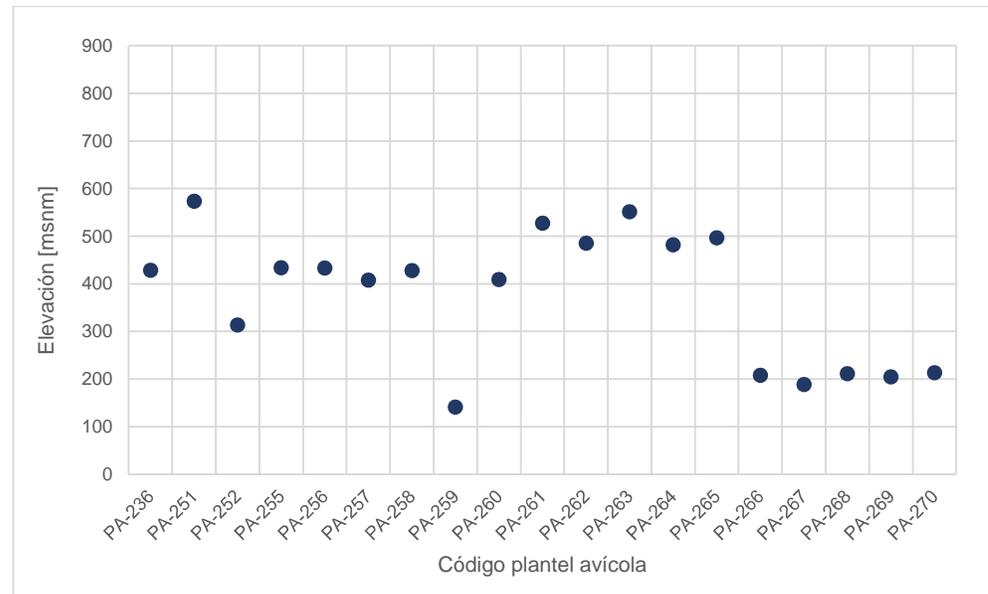
3.5.3.11 Elevación – O’Higgins

La características más relevantes del relieve de la VI región corresponden a cuatro fajas longitudinales

- Cordillera de los Andes
- Depresión Intermedia
- Cordillera de la Costa
- Planicies Costeras

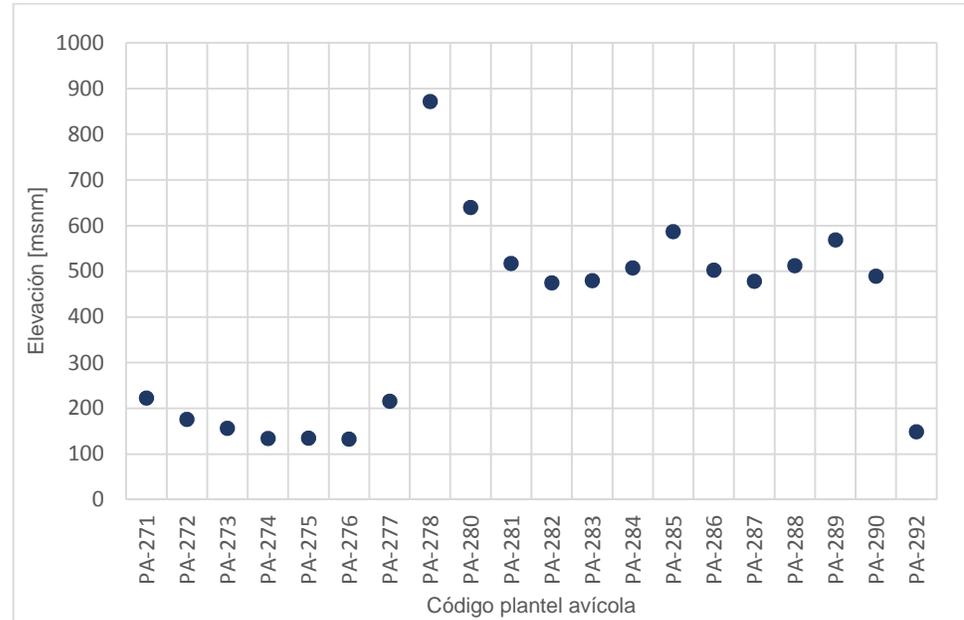
De estos relieves, los planteles de la región se concentran mayoritariamente en la Depresión Intermedia en un rango entre los 133,15 a 871,89 msnm. Como se observa en los siguientes gráficos:

Gráfico 74 – Elevación planteles avícolas 1/3– Región de O’Higgins



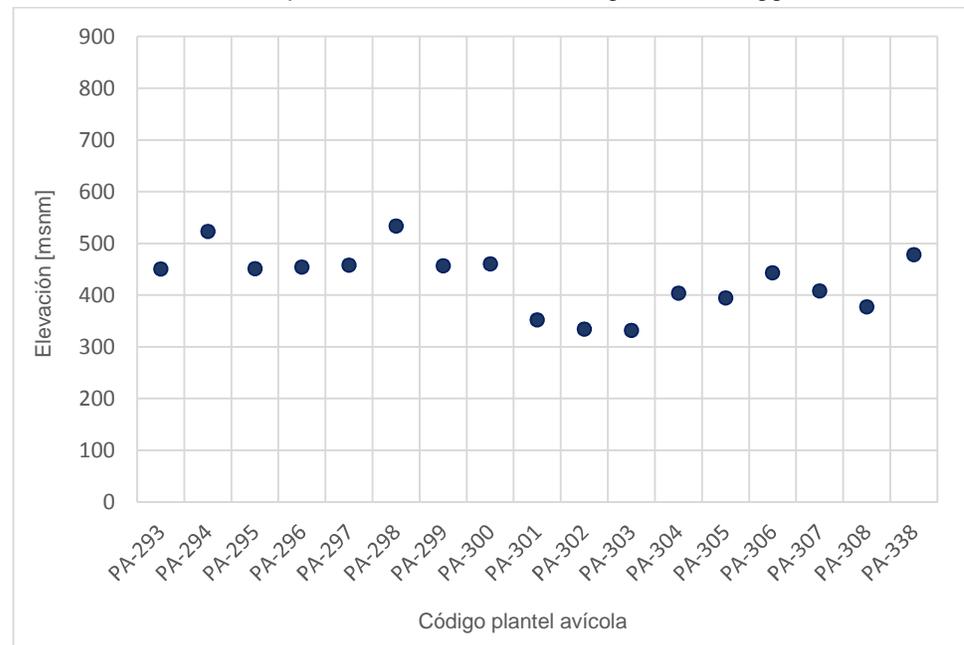
Fuente: US. Geological Survey, 2000.

Gráfico 75 – Elevación planteles avícolas 2/3 – Región de O’Higgins



Fuente: US. Geological Survey, 2000.

Gráfico 76 – Elevación planteles avícolas 3/3 – Región de O’Higgins



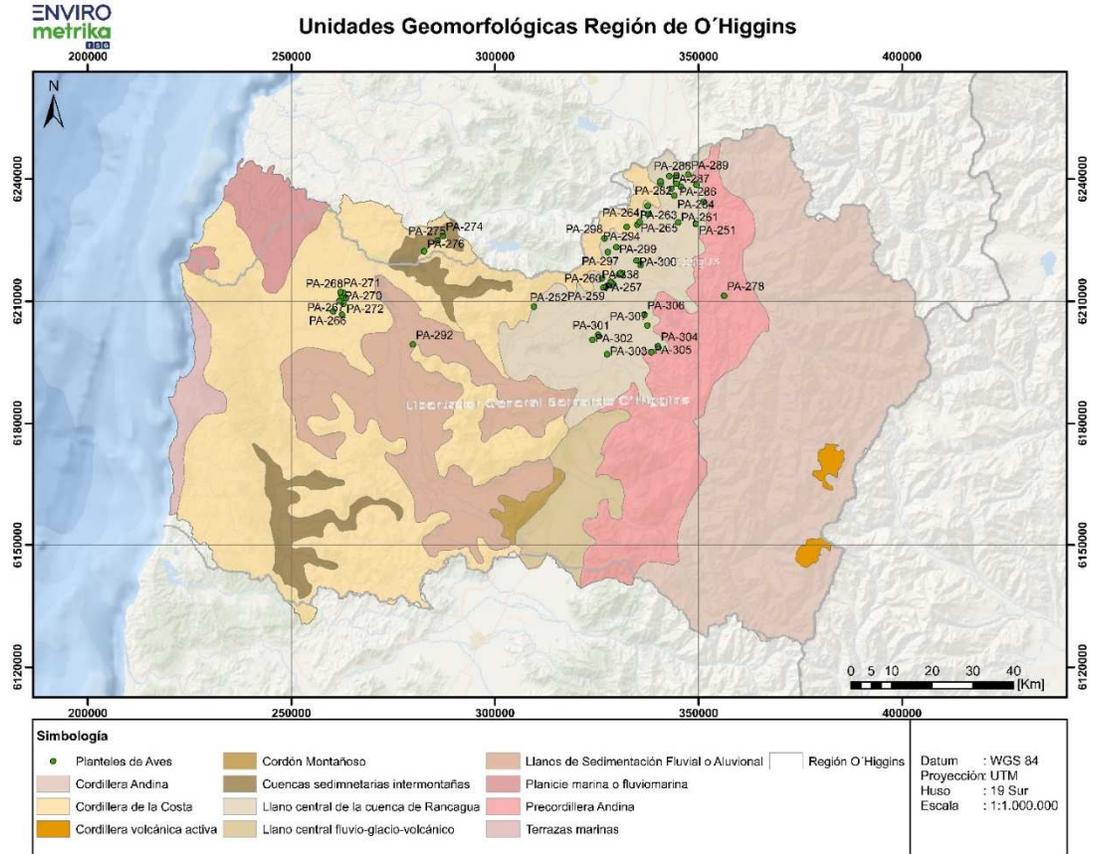
Fuente: US. Geological Survey, 2000.

De lo anterior, no es posible establecer si existe alguna relación entre el relieve y la localización de los planteles avícolas. Sin embargo, la mayor proporción se ubican entre los 100 y 600 msnm.

3.5.3.12 Unidad Geomorfológica – O’Higgins

La recopilación de las características geomorfológicas del lugar de emplazamiento de cada uno de los planteles avícolas de la Región de O’Higgins, como se observa en la siguiente figura:

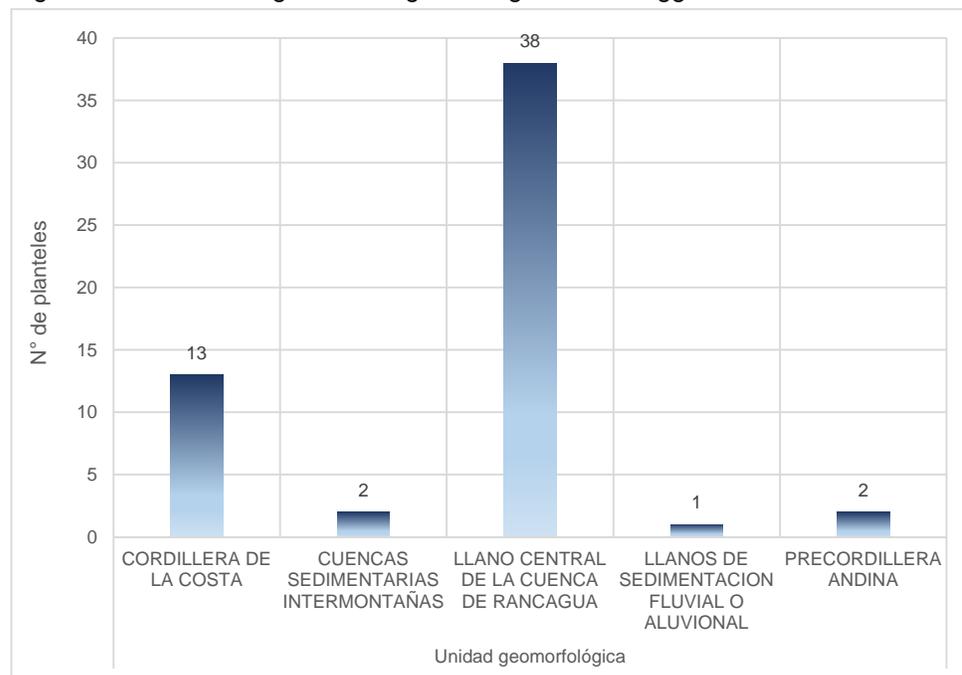
Figura 40 – Unidades geomorfológicas – Región de O’Higgins



Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

La figura anterior permite establecer que, en su mayoría, están emplazados en el llano central de la cuenca de Rancagua, así como en la cordillera de la costa pero en menor proporción. En el siguiente gráfico, es posible observar la distribución según unidad:

Figura 41 – Unidades geomorfológicas Región de O’Higgins



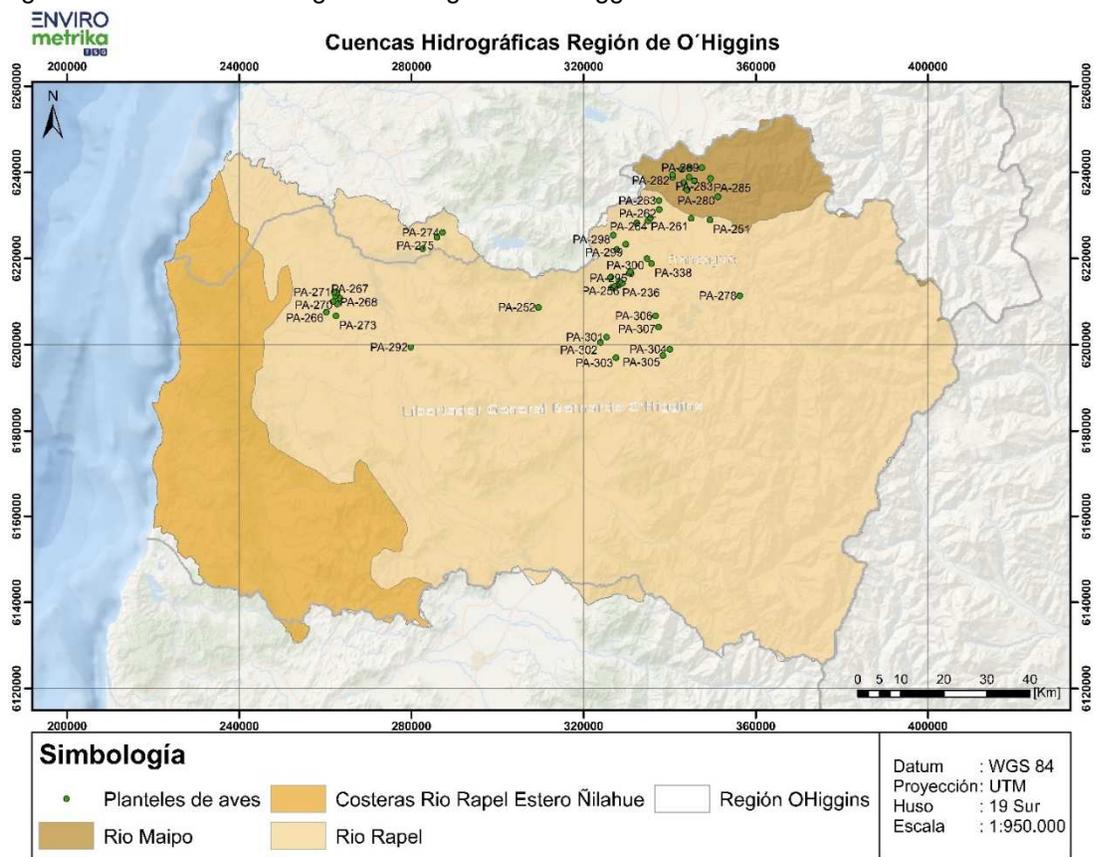
Fuente: Cartografía Rulamahue en base a Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2013.

Como se observa en el cuadro anterior, el 64,4% de las planteles se ubican en la zona del Llano central de la cuenca de Rancagua y un 22,8% en la cordillera de la costa.

3.5.3.13 Cuenca Hidrográfica – O’Higgins

Las cuencas hidrográficas de la región de O’Higgins se caracterizan por ser del tipo exorreica, y como se mencionó anteriormente, están asociadas con el tipo de drenaje que se presenta en gran parte del territorio nacional. A continuación se presenta la distribución de los planteles de aves en la región de O’Higgins según cuenca hidrográfica:

Figura 42 – Cuencas hidrográficas Región de O’Higgins

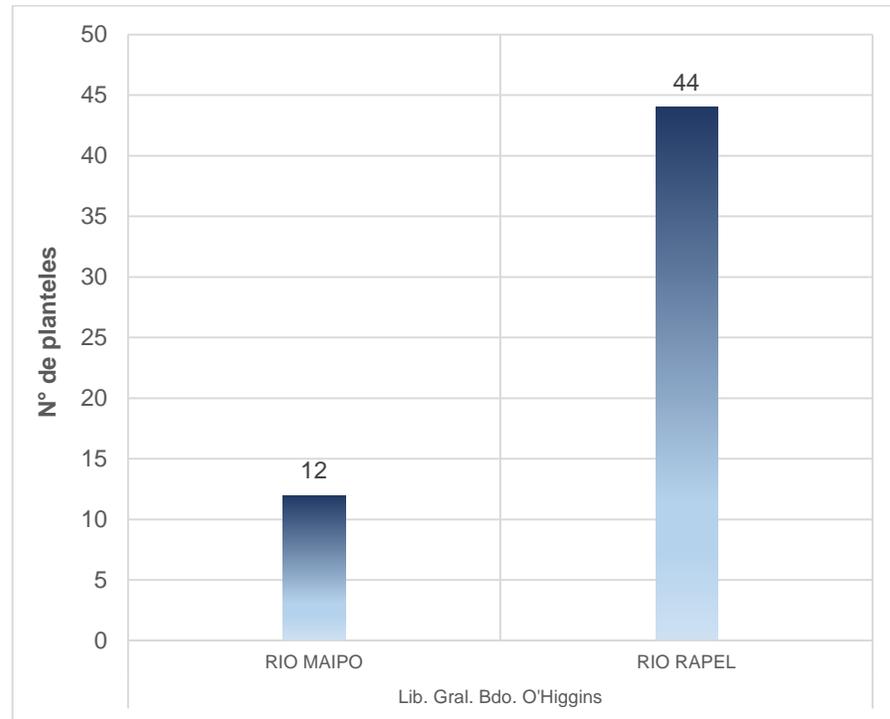


Fuente: Cartografía Rulamahue en base Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2003.

La cuenca del Rio Maipo, según clasificación, corresponde a una cuenca de origen Andino, la cual se caracteriza porque sus cabeceras coinciden con las altas cumbres del relieve andino nacional y sus aguas desembocan en el mar¹⁸. Al norte se une el Rio Rapel alberga la mayor proporción de planteles cuya distribución corresponde a la siguiente:

¹⁸ Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivo de Calidad. Cuenca del Rio Maipo. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas, 2004.

Gráfico 77 – Distribución de planteles según cuenca hidrográfica – Región de O'Higgins



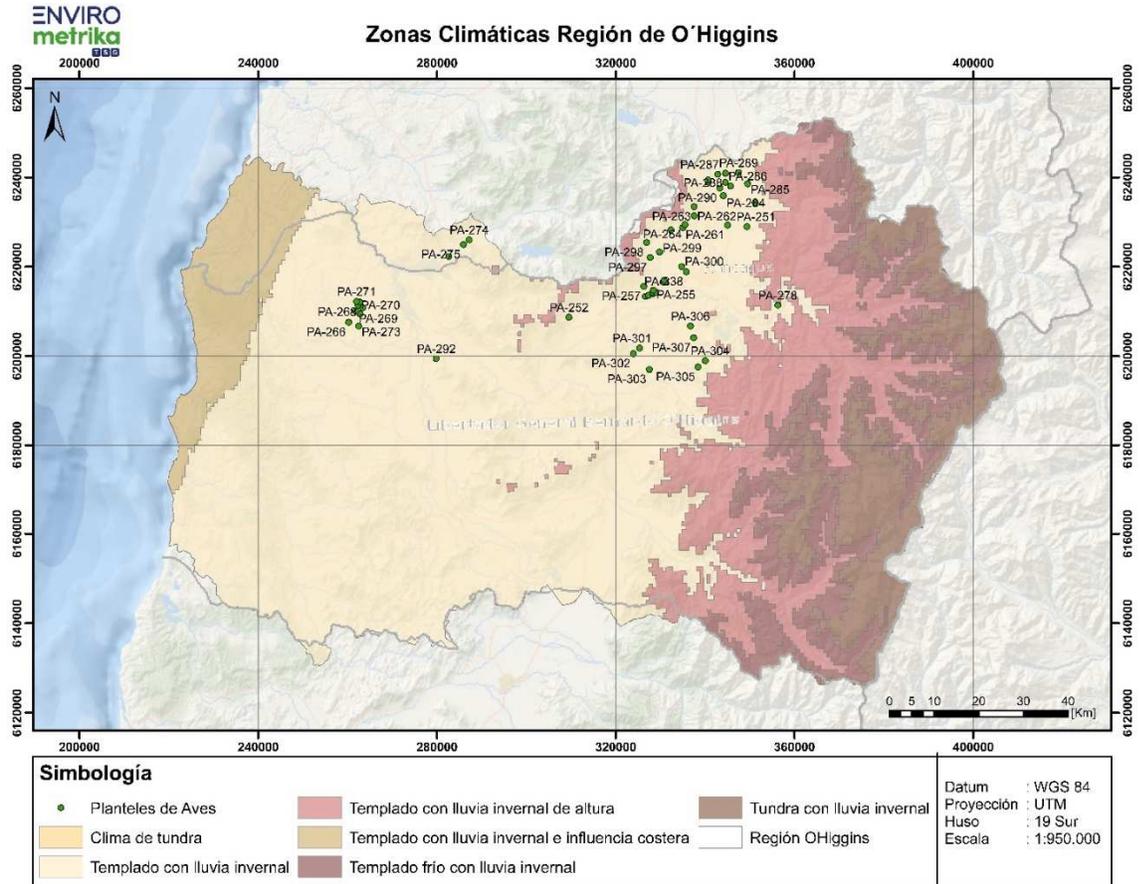
Fuente: Cartografía Rulamahue en base Mapa Geológico de Chile – Sernageomin, 2003.

De lo anterior, se tiene que los planteles ubicados en la cuenca hidrográfica del Río Maipo representan un 74,5% del total de la región de O'Higgins.

3.5.3.14 Clima – O’Higgins

Las principales características climáticas de la región de O’Higgins corresponden al tipo mediterráneo, en este sentido, es posible identificar 6 zonas como se observa en la siguiente imagen:

Figura 43 – Tipos de Clima Región de O’Higgins



Fuente: Zonas climáticas de Chile según Köppen-Geiger. IDE-Chile, 2017.

Se tiene que Se tiene que las zonas climáticas de la Región Metropolitana corresponden a:

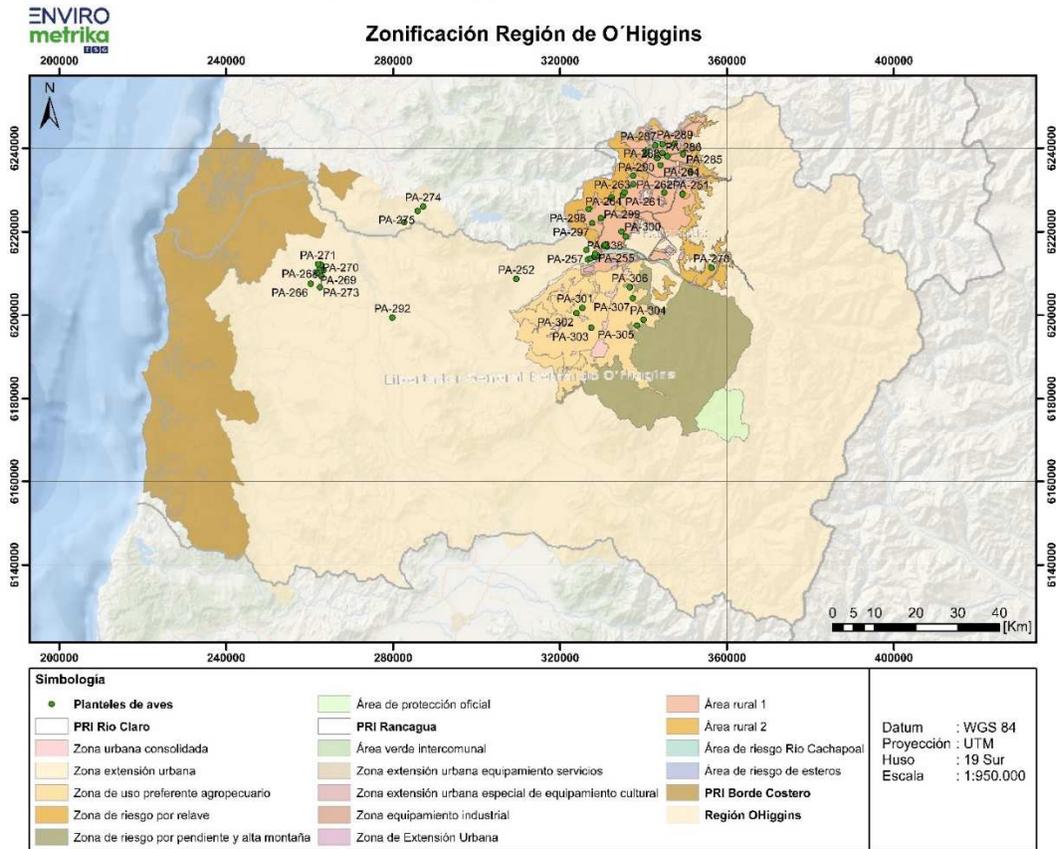
- Tundra
- Tundra con lluvia invernal
- Templado frío con lluvia invernal
- Templado con lluvia invernal e influencia costera
- Templado con lluvia invernal de altura
- Templado con lluvia invernal

De lo anterior, la totalidad de los planteles se encuentran en la zona vi) templado con lluvia invernal.

3.5.3.15 Zonificación – O’Higgins

El uso de suelo de la región de O’Higgins se encuentra definido por el Plan Regulador Intercomunal de Rancagua, Plan Regulador Intercomunal Río Claro, y el Plan Regulador Intercomunal de Borde Costero. De estos es posible obtener tipo de uso de suelo de las comunas donde se encuentran ubicados los planteles avícolas, como se observa a continuación:

Figura 44 – Zonificación Región de O’Higgins



Fuente: PRI Rancagua – PRI Río Claro – PRI Borde Costero. IDE Chile.

Observación: No diferencian zonas de PRI Borde Costero por no existir planteles avícolas sobre el territorio que este regula.

Como se observa en la figura, los planteles se ubican dentro de Área rural 1 y en zonas donde no está definido su uso de suelo. En cuanto al Área rural 1 está constituida por áreas rurales integradas al sistema intercomunal en las que se protege los terrenos cuyos suelos se clasifican mayoritariamente como I, II Y III de Riego, constituyendo la reserva natural para el desarrollo de actividades silvoagropecuarias.

A continuación se presenta la distribución de planteles según el tipo de uso de suelo:

Tabla 39 – Zonificación Región de O'Higgins

Uso de Suelo	Cantidad de Planteles
Agrícola Central	2
Área De Interés Silvoagropecuario	3
Área De Valor Silvoagropecuario	1
Área Rural	1
Área Rural 1	20
Área Rural 2	1
Sin Definir	18
Zona De Protección De Esteros	1
Zona De Uso Preferente Agropecuario	5
Zona De Valor Silvoagropecuario	1
Zona De Uso Preferentemente Agropecuario 1a	3

Fuente: PRI Rancagua – PRI Río Claro – PRI Borde Costero. IDE Chile.

Del cuadro anterior es posible dimensionar que el 33,8% de los planteles de la región se localizan zonas cuya clasificación de uso de suelo, como se mencionó anteriormente, se desarrollan actividades silvoagropecuarias.

Sin embargo, el otro 30,5 % se localiza en áreas no reguladas respecto al uso de suelo. Lo anterior evidencia la importancia de contar con una regulación del uso de suelo, el cual permita establecer los límites en los cuales pueden operar los planteles avícolas con el fin de no generar molestias por olor en las comunidades cercanas.

3.5.4 Entorno: Localización entre planteles.

Las georreferencias de 188 de los 330 planteles catastrados para el sector avícola, permite estimar el potencial de generación de molestia a causa de la cercanía entre planteles y que en consecuencia pudiesen tener efectos sobre los receptores. Para esto, el criterio utilizado fue medir la distancia entre planteles ubicados en una misma región, y de los cuales se presentan aquellos que están ubicados a menos de 1 kilómetro entre sí medidos desde el punto central de cada plantel.

Esta estimación es posible realizarla en las regiones donde la cantidad de planteles sea superior a 2. Debido a esto quedan fuera de este análisis la Región de Arica y Parinacota y Coquimbo por no disponer de georreferencias para los planteles catastrados; La Región del Biobío por existir sólo 1 plantel avícola; y la Región del Maule, porque los planteles que se localizan en la misma superan 1 kilómetro de distancia entre sí.

Esta estimación es posible realizarla en las siguientes regiones:

- Región de Valparaíso
- Región Metropolitana
- Región del Libertador Bernardo O`Higgins

Se presentan los planteles ubicados a menos de 1 kilómetro de distancia en 3 de las 4 regiones mencionadas anteriormente, como se observa en los cuadros a continuación:

A) Región de Valparaíso

Tabla 40 – Planteles a menos de 1 km de distancia entre sí – Región de Valparaíso.

Región	Plantel A	Plantel B	Distancia [Km]
Valparaíso	PA-71	PA-72	0,81
	PA-78	PA-70	0,68
	PA-81	PA-75	0,41
	PA-119	PA-107	0,92
	PA-102	PA-99	0,16
	PA-129	PA-114	0,76
	PA-83	PA-84	0,82
	PA-58	PA-60	0,39

Observación – PA Sin Coordenadas: PA-105, PA-123, PA-73, PA-98, PA-90, PA-77, PA-47, PA-57, PA-127, PA-131, PA-100, PA-101, PA-103, PA-61, PA-116, PA-126, PA-104, PA-118, PA-120, PA-92, PA-122, PA-95, PA-93, PA-96, PA-94, PA-66, PA-51, PA-133, PA-106.

Fuente: Distancia entre planteles Sector Aves, Envirometrika 2018.

Del cuadro anterior es posible observar que de 52 planteles catastrados y georreferenciados en la Región de Valparaíso, 16 se encuentran a menos de 1 Km de distancia.

B) Región Metropolitana

Tabla 41 – Planteles a menos de 1 km de distancia entre sí – Región de Metropolitana.

Región	Plantel A	Plantel B	Distancia [Km]
	PA-203	PA-201	0,57
	PA-204	PA-207	0,71
	PA-163	PA-164	0,94
	PA-209	PA-218	0,68
	PA-210	PA-211	0,45
	PA-202	PA-242	0,35
	PA-202	PA-203	0,27
	PA-168	PA-235	0,31
	PA- 235	PA-241	0,59
	PA-160	PA-163	0,53
	PA-162	PA-163	0,42
Metropolitana	PA-171	PA-184	0,58
	PA-171	PA-189	0,4
	PA-144	PA-147	0,92
	PA-160	PA-164	0,55
	PA-162	PA-164	0,52
	PA-207	PA-209	0,67
	PA-207	PA-210	0,59
	PA-208	PA-212	0,86
	PA-175	PA-337	0,38
	PA-184	PA-189	0,56
	PA-167	PA-174	0,22
	PA-168	PA-170	0,53
	PA-227	PA-241	0,80

Observación – PA Sin Coordenadas: PA-226, PA-192, PA-195, PA-193, PA-134, PA-335, PA-158, PA-206, PA-173, PA-157, PA-197, PA-155, PA-217, PA-220, PA-190, PA-221, PA-150, PA-169, PA-151, PA-222, PA-198, PA-156, PA-196, PA-148, PA-250, PA-137, PA-199, PA-138, PA-149, PA-216, PA-223, PA-181, PA-224, PA-185, PA-152, PA-186, PA-139, PA-154, PA-200, PA-214, PA-135, PA-225, PA-180.

Fuente: Distancia entre planteles Sector Aves, Envirometrika 2018.

Del cuadro anterior es posible observar que de 76 planteles catastrados y georreferenciados en la Región Metropolitana, 31 se ubican a menos de 1 Km de distancia.

C) Región Del Libertador Bernardo O’Higgins

Tabla 42 – Planteles a menos de 1 km de distancia entre sí – Región del Lib. Bo. O’Higgins.

Región	Plantel A	Plantel B	Distancia [Km]
Libertador Bernardo O’Higgins	PA-270	PA-271	0,96
	PA-293	PA-295	0,46
	PA-293	PA-296	0,56
	PA-236	PA-255	0,49
	PA-236	PA-256	0,70
	PA-295	PA-296	0,51
	PA-255	PA-256	0,75
	PA-236	PA-258	0,29
	PA-255	PA-258	0,76
	PA-256	PA-258	0,75
	PA-282	PA-283	0,55
	PA-264	PA-265	0,83
	PA-259	PA-260	0,71

Observación – PA Sin Coordenadas: PA-253, PA-309, PA-279 → PA Error de Coordenadas: PA-308.
Fuente: Distancia entre planteles Sector Aves, Envirometrika 2018.

Del cuadro anterior es posible observar que de 55 planteles catastrados y georreferenciados en la Región de O’Higgins, 15 se ubican a menos de 1 Km de distancia.

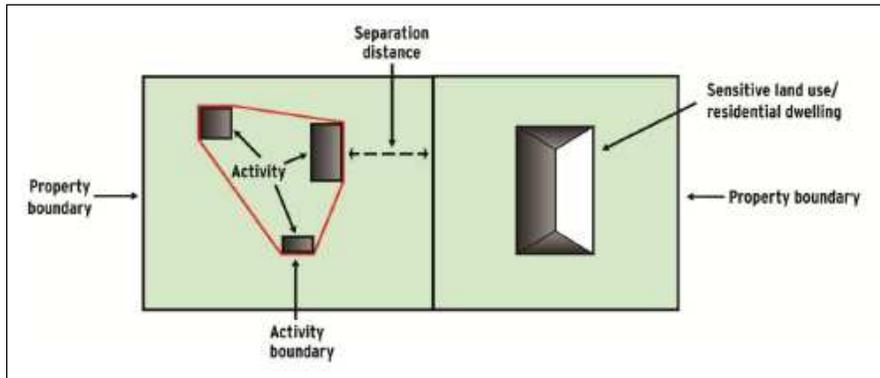
3.5.5 Entorno: Localización de planteles respecto a receptores

Los receptores son aquellos puntos o áreas de interés dentro de la zona de estudio. Según la norma de emisión de ruido^[1] por receptor se entiende como: “*Toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa*”; Adaptando el concepto al ámbito de los olores, podemos definir un receptor como: toda persona que habite resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta a olores generados por una fuente emisora de olor externa. Lo anterior, manifiesta que por definición, al mencionar “una persona”, un receptor no considera diferencias entre la densidad poblacional sino que al más próximo a la instalación.

En este contexto, la Guía EPA Victoria (2013), menciona 2 métodos distintos para medir las distancias respecto a receptores:

Método 1: Desde el plantel al límite de la propiedad del receptor.

Figura 45 – Método 1: Metodología para medir distancias a receptores

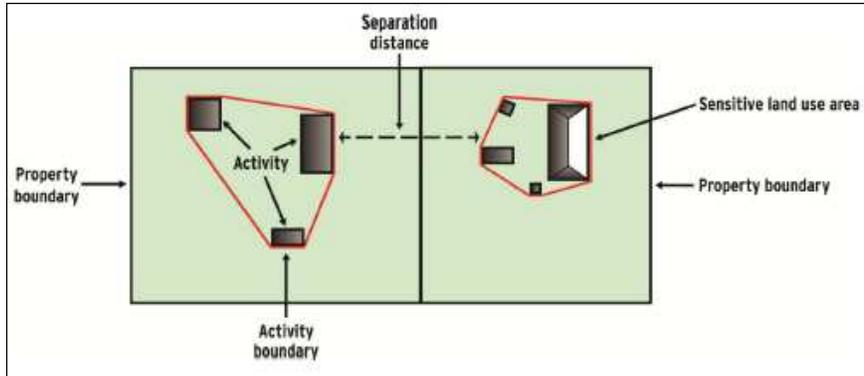


Fuente: EPA Victoria, 2013.

^[1] Ministerio del Medio Ambiente. (2012). *Decreto Supremo N°38/11 del Ministerio del Medio Ambiente - Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica*. Publicado en el Diario Oficial el 12 de junio de 2012.

Método 2: Desde el límite del plantel al límite del receptor.

Figura 46 – Método 2: Metodología para medir distancias a receptores

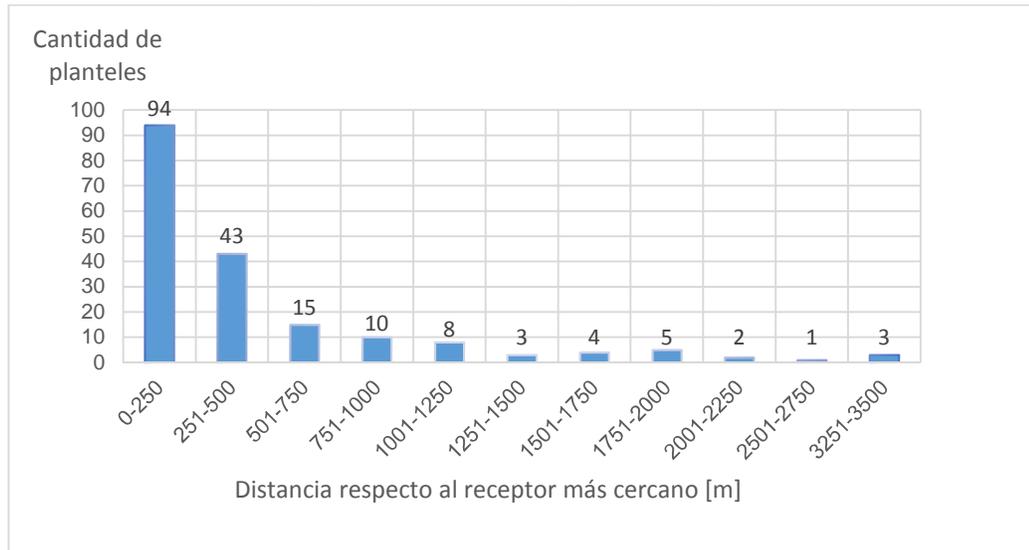


Fuente: EPA Victoria, 2013.

Producto de lo anterior, es que para realizar la estimación de distancias de los planteles avícolas catastrados, se utilizó el Método 1 de la guía antes mencionada.

Para un total de 330 planteles catastrados a nivel nacional, se dispone de las georreferencias de 188 de ellos, con los cuales se realizó la estimación de la distancia respecto a receptores y se clasificó en rangos cada 250 metros, como se observa en el siguiente gráfico:

Gráfico 78 – Distancia de planteles avícolas respecto a receptores más cercanos



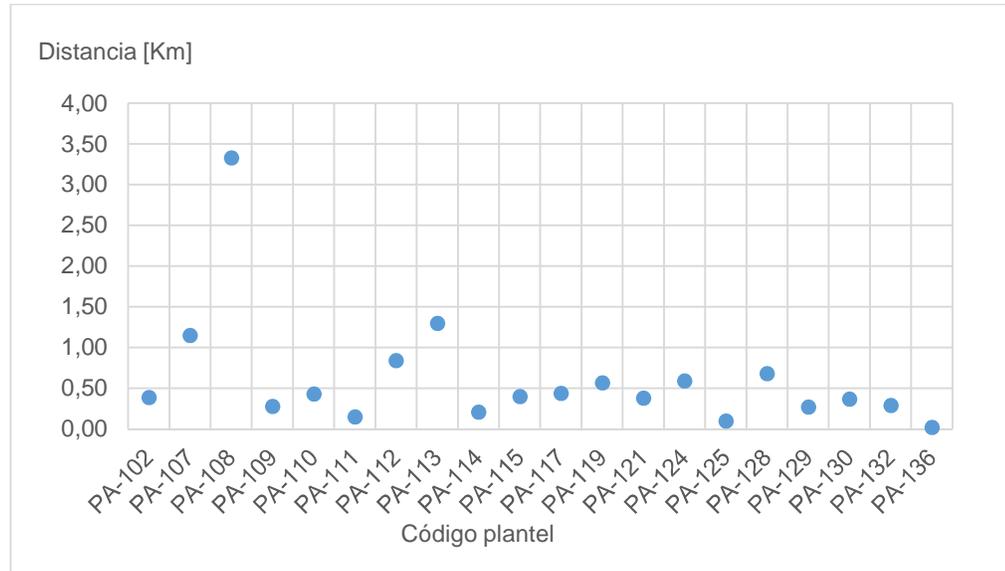
Fuente: Envirometrika, 2018.

Del gráfico, se observa que 94 (52.2%) de los planteles se encuentra a menos de 250 metros al receptor más cercano. Le sigue con 43 (22.8%) los planteles ubicados entre los 251 y 500 metros. De lo anterior, es importante señalar que la percepción de olores

provenientes de los planteles de crianza intensiva de aves, puede verse influenciado debido a la cercanía de los mismos respecto a los receptores.

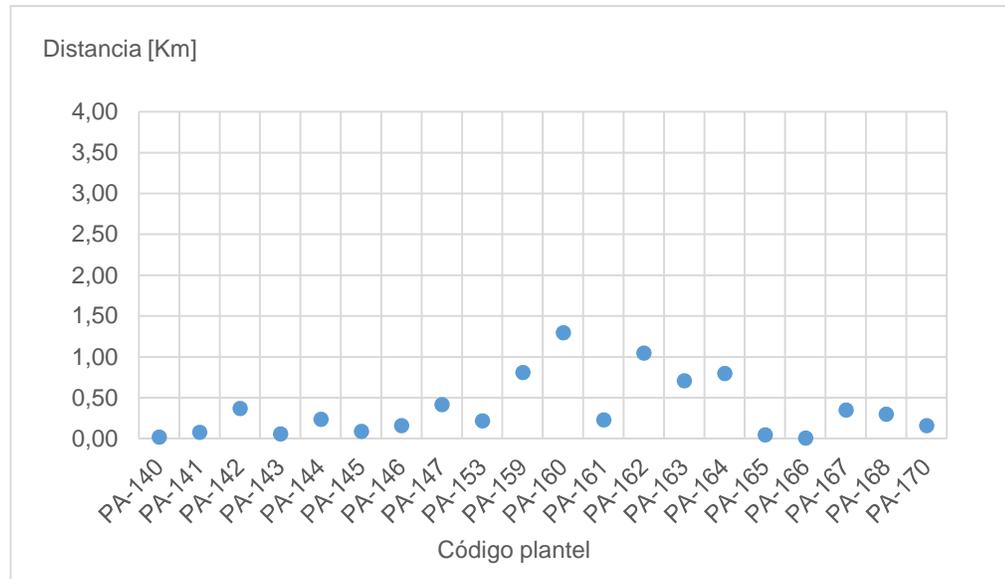
Los gráficos que se presentan a continuación permiten observar con mayor claridad la distancia de cada uno de los planteles respecto al receptor más cercano. El total de planteles se presentan en 9 gráficos para una mejor visualización.

Gráfico 79 – Distancia a receptores– Planteles a nivel nacional 1/9



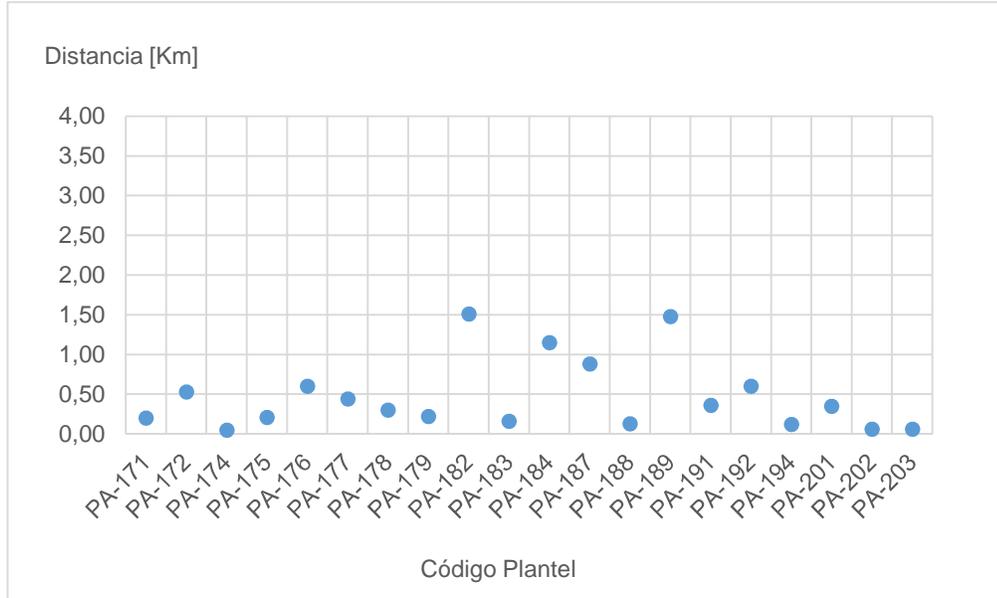
Fuente: Envirometrika, 2018.

Gráfico 80 –Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 2/9



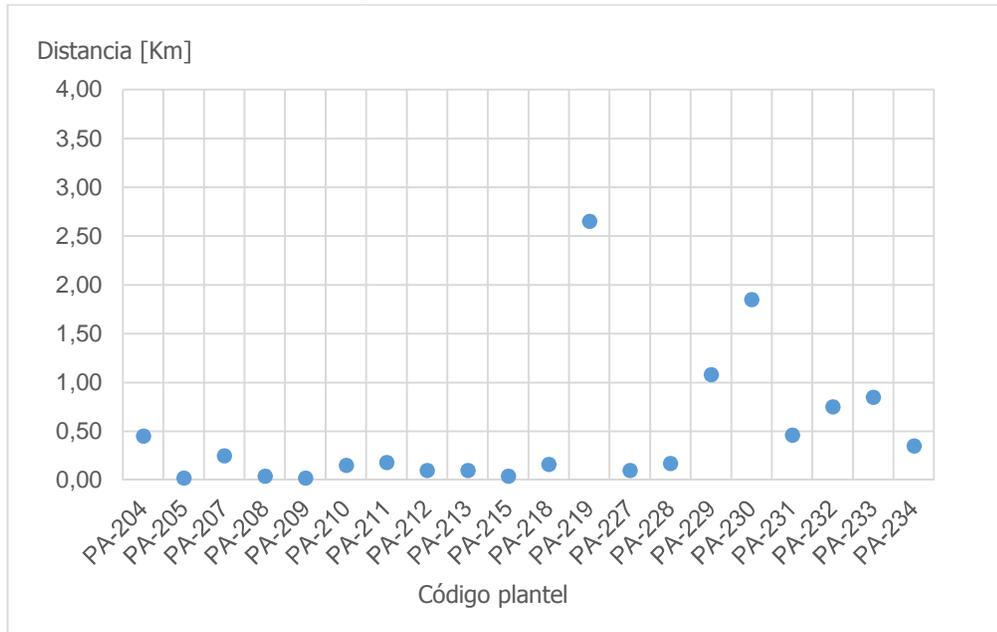
Fuente: Envirometrika, 2018.

Gráfico 81 – Distancia a Receptores– Planteles a nivel nacional 3/9



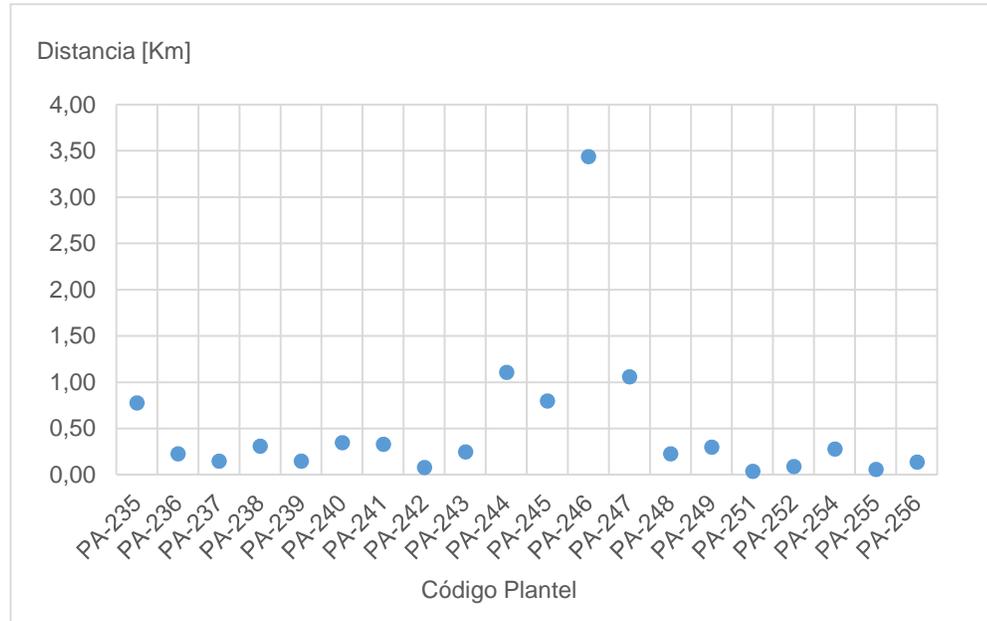
Fuente: Envirometrika, 2018.

Gráfico 82 – Distancia a Receptores– Planteles a nivel nacional 4/9



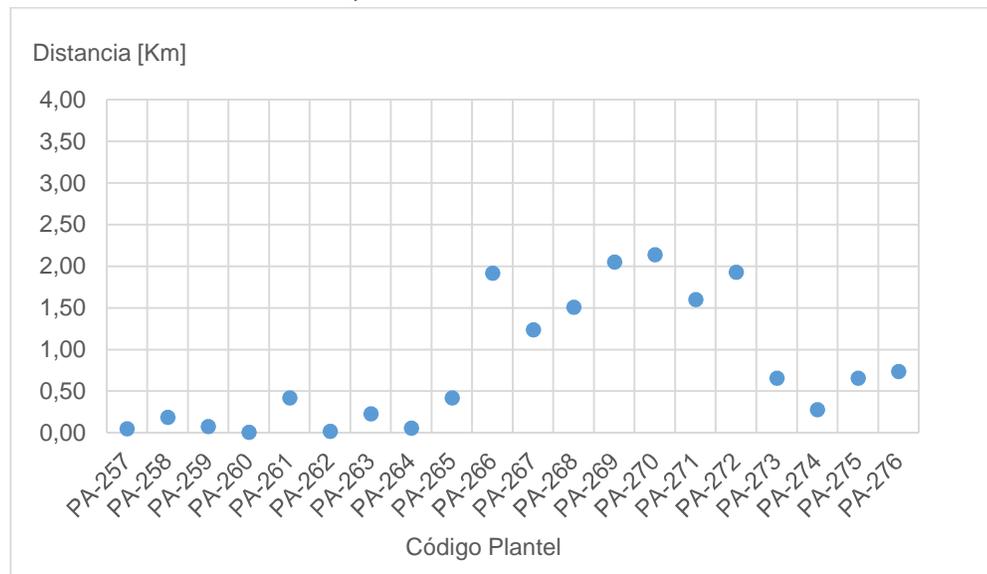
Fuente: Envirometrika, 2018.

Gráfico 83 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 5/9



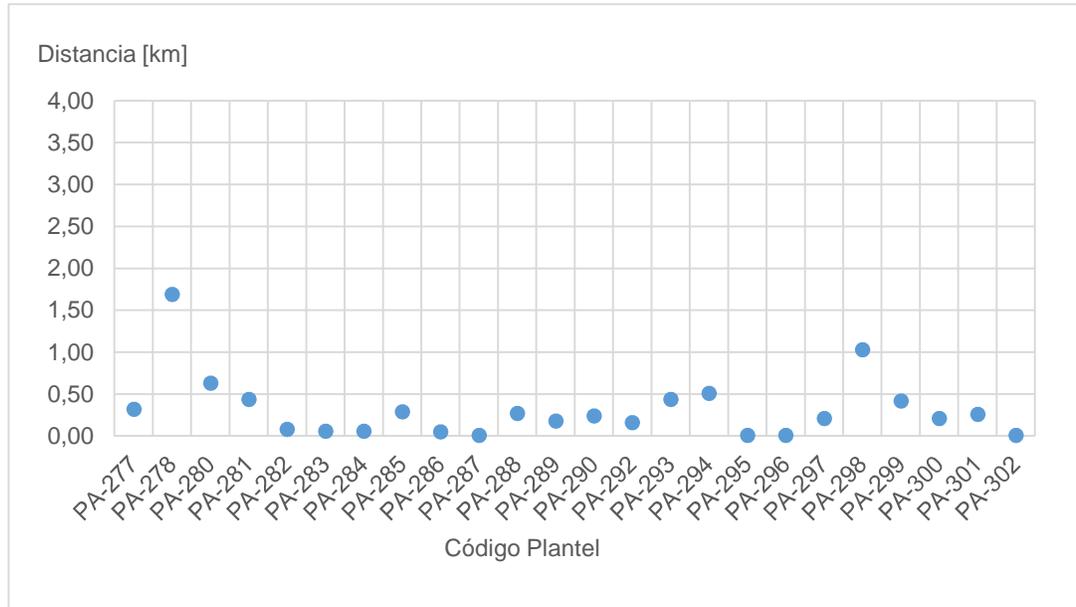
Fuente: Envirometrika, 2018.

Gráfico 84 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 6/9



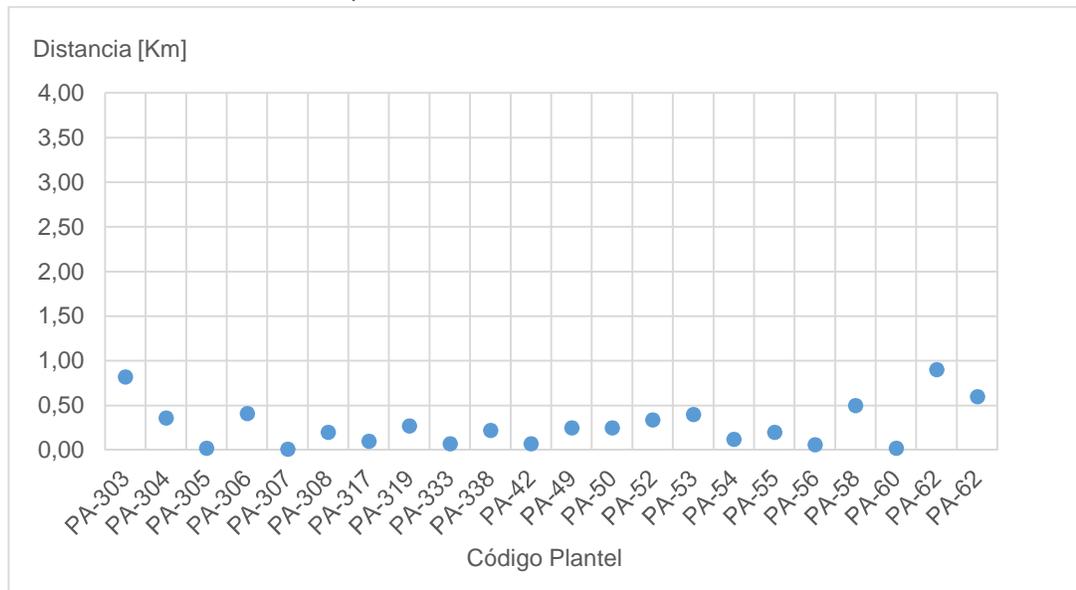
Fuente: Envirometrika, 2018.

Gráfico 85 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 7/9



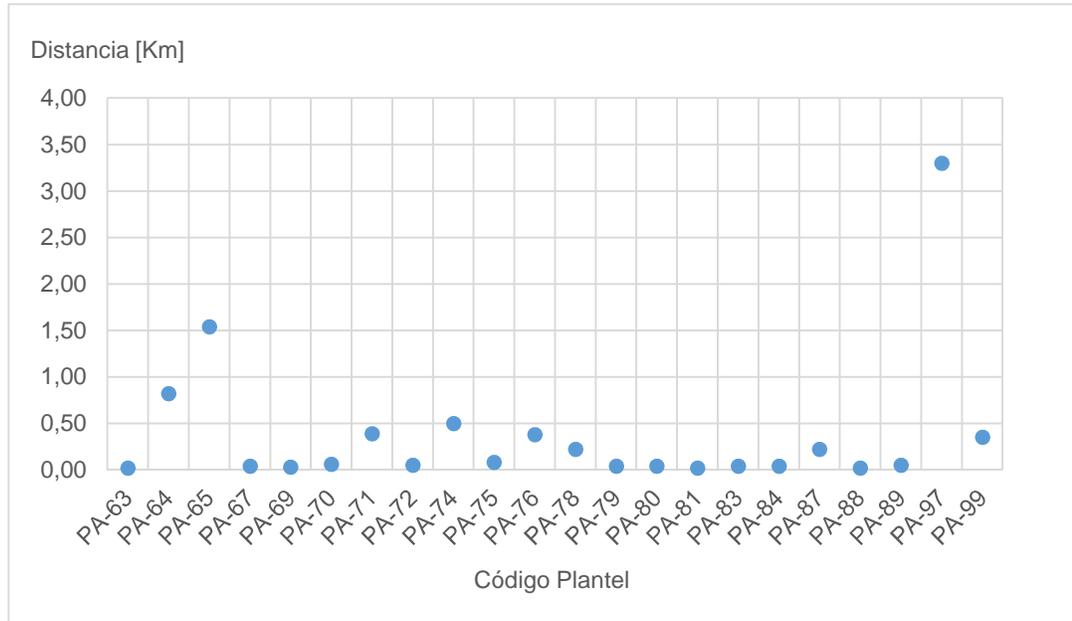
Fuente: Envirometrika, 2018.

Gráfico 86 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 8/9



Fuente: Envirometrika, 2018.

Gráfico 87 – Distancia a receptores – Planteles a nivel nacional 9/9



Fuente: Envirometrika, 2018.

Del presente capítulo y la información abordada en relación a distancia entre planteles avícolas y respecto a receptores más cercanos, es importante evaluar la distancia que existe entre ambas partes en las regiones de mayor concentración de planteles. Lo anterior, debido a que la conglomeración de planteles podría generar un efecto superior y aumentar la percepción de olores provenientes de la crianza intensiva de aves por parte de los receptores.

3.6 Conclusiones

La evaluación del mercado de aves en Chile muestra un crecimiento sostenido en los últimos 20 años, tanto en la producción como el consumo, específicamente de pollos.

Respecto a las aves de postura, si bien no se dispone de mucha información, acorde a lo levantado por la ODEPA no habría mayores diferencias entre para el período entre primer semestre del 2015 al primer semestre del 2018. De pavos, no se dispone de información que permita evaluar dicho segmento del mercado.

De la información disponible, se pudo estimar que en Chile existirían 330 planteles de aves, distribuidos en aves de consumo humano (carne), aves ponedoras (huevos) y pavos, predominando los de aves de carne (pollos). El número de sectores que componen estos 330 planteles, son 605 sectores.

La mayor concentración de planteles de aves estaría en la región Metropolitana donde se concentra el 36% de los planteles, seguido de la región de Valparaíso con un 25% y la región del Libertador General Bernardo O'Higgins con un 18%. La distancia entre planteles, al igual que en los planteles de cerdos, para la mayoría sería mayor a 1 [km] de distancia entre sí.

La distribución de receptores muestra que la mayor proporción estarían a 250 [m] de los planteles.

4 CAPÍTULO IV: CONTROL Y PREVENCIÓN DE OLORES EN EL SECTOR PORCINO

4.1 Introducción

En este capítulo se presenta una revisión bibliográfica sobre los antecedentes técnicos de las Mejores Técnicas Disponibles utilizadas en el sector porcino, a nivel nacional e internacional. Se indican las diferencias en la operación y método de crianza de cerdos, a nivel nacional e internacional, específicamente europea.

Con la mirada de prevenir molestias por olores, se ha definido el incorporar en el estudio Mejores Técnicas Disponibles (MTD). Se entiende por tales aquellas técnicas o procedimientos que han demostrado, a escala real, su eficacia medioambiental en la reducción de emisiones contaminantes y en el consumo de recursos, bajo condiciones económica y técnicamente viables.

Según la Directiva 2010/75/EU del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación), las MTD son la fase más eficaz y avanzada del desarrollo de las actividades y las diversas modalidades de explotación, demostrando la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir la base de los valores límite de emisión y demás condiciones del permiso destinadas a evitar o, cuando no sea practicable, reducir las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente.

La Directiva 2010/75/EU también define los siguientes términos:

- Técnica: tecnología utilizada junto con la forma en que una instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada y paralizada.
- Técnicas disponibles: aquellas técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del correspondiente sector industrial, en condiciones económica y técnicamente viables, teniendo en cuenta los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o se producen en el Estado miembro como si no.
- Mejores técnicas: las más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto.

El objetivo principal en base a la aplicación de MTD es la incorporación al proceso productivo de técnicas y procedimientos que, sin comprometer la viabilidad y competitividad económica de las explotaciones, permitan alcanzar los mayores niveles de protección del medio ambiente que sean posibles en cada momento.

Se incluye en este capítulo una serie de citas bibliográficas en las que se esgrime por qué si se quiere evaluar reducción de olor y con ello reducciones en la molestia a comunidades, el referenciar gases no sería el camino adecuado, en especial NH₃, para esta industria. Se ha incluido parte de la bibliografía que existe en este sentido.

Los apartados de este capítulo incluye; Evaluación e implementación de MTD en porcinos Buenas prácticas ambientales, por etapa fichas de las MTD incluyendo costos generales. Se incluye además métodos de medición, monitoreo y control y costos asociados.

4.2 Alcances

La información respecto a la experiencia internacional presentada en este apartado ha sido consultada a partir de la bibliografía existente relacionada con esta temática, así como a partir del documento de referencia sobre las MTD (BREF) titulado "Cría intensiva de aves de corral o cerdos", actualizado en febrero 2017. El objetivo de un documento BREF, y en específico del que aplica aquí, es elaborar, revisar y actualizar la información de referencia sobre las MTD, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1, de la Directiva 20100/75/UE sobre emisiones industriales. Este BREF para la cría intensiva de aves de corral o cerdos se refiere a las actividades especificadas en el anexo I, sección 6.6, de la Directiva 2010/75/UE, "cría intensiva de aves de corral o cerdos" bajo las siguientes características:

- a) con más de 40.000 plazas¹⁹ para aves de corral,
- b) con más de 2.000 plazas para cerdos de producción (de más de 30 kg), o
- c) con más de 750 plazas para cerdas.

En particular, el documento BREF de referencia recoge los siguientes procesos y actividades en las granjas de cría de aves y/o cerdos:

- Gestión nutricional de aves de corral y cerdos;
- Preparación de piensos (molienda, mezcla y almacenamiento);
- Cría (alojamiento) de aves de corral y cerdos;
- Recogida y almacenamiento de estiércol;
- Tratamiento del estiércol;
- Esparcimiento de estiércol;
- Almacenamiento de animales muertos.

En los casos en que se prevén molestias en los receptores debido a emisiones de olor y/o se haya confirmado la existencia de tales molestias, se indica como MTD, la medición de olores mediante la Olfatometría dinámica, según la norma EN 13725 (NCh 3190:2010).

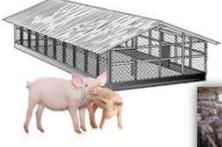
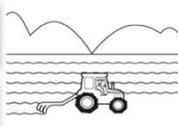
Así mismo, cuando se apliquen métodos alternativos para los que no se disponga de normas EN (p. ej. estimación/ medición de la exposición a los olores, estimación de su impacto), pueden aplicarse normas ISO, normas nacionales u otras normas internacionales estandarizadas que garanticen la obtención de datos de calidad científica equivalente.

¹⁹ Plazas: Unidades animal

4.3 Caracterización del proceso productivo

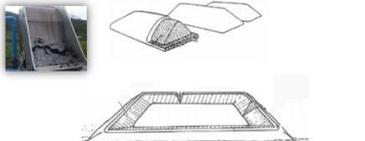
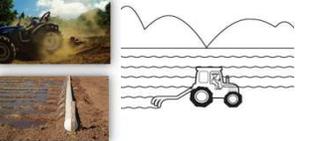
Se presenta el esquema productivo para la producción porcina a nivel internacional y nacional.

4.3.1 Esquema de producción - Internacional (Europa)

ALOJAMIENTO DE ANIMALES	TRATAMIENTO DE PURINES	MANEJO Y DISPOSICIÓN RESIDUOS
 	 	 
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<p>Se refiere a las unidades físicas, llamadas pabellones, en cuyo interior permanecen durante el ciclo de vida los animales de producción, ya sea para fines reproductivos y/o de consumo. También se almacenan residuos generados por los animales por períodos largos durante la crianza.</p> <p>La producción porcina se categoriza en: Reproducción: reproducción de porcina: Chanchillas de reproducción, machos reproductores, hembras en gestación y maternidad. Crianza: En esta etapa, los cerdos destetados provenientes de la etapa de reproducción, son trasladados a pabellones donde comienzan la etapa de crecimiento y engorda, también llamada Recria o Segundo Estado. Cuando el ciclo de crianza ocurre en un mismo pabellón, se le denomina Destete-venta. Ciclo Completo: Cuando el plantel porcino cuenta con ambas etapas de producción porcina, se le denomina Ciclo Completo.</p>	<p>Se refiere al manejo y tratamiento de los residuos generados durante la producción de cerdos, es decir, solo ocurre un procesamiento de los residuos, sin almacenamiento.</p> <p><u>Separación mecánica</u> de las fracciones sólido/líquido. <u>Digestión anaerobia</u> para producción de biogás (energía eléctrica y energía térmica).</p> <ul style="list-style-type: none"> · Inconveniente: Se necesita una inversión inicial muy alta. · Europa en general ha aplicado subvenciones en este tema, cada país aplica tarifas y tramos. <p><u>Compostaje de los purines</u> con el objetivo de obtener un producto de alto valor fertilizante, estable y con un menor contenido en agua y patógenos</p>	<p>Se refiere al uso final de los residuos, ya sean líquidos o sólidos, generados a través del proceso de producción o crianza de animales y del tratamiento de los purines. La disposición de residuos suele ser directa en suelo.</p> <p>(1) Valorización como abono órgano-mineral, (2) tratamiento de estiércol mediante compostaje, secado artificial y otros, (3) eliminación de estiércoles mediante vertido (4) entrega a centros de gestión de estiércoles.</p> <p>La aplicación más común al suelo es a través de localizadores (lo que hace es localizar o “dejar” el efluente cerca del suelo (sin enterrarlo) repartiéndolo de forma homogénea.</p>
ETAPAS O CONDICIONES CRÍTICAS DE GENERACIÓN DE EMISIONES		
<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de crianza. - Edad de los animales. - Tipo de alimentación de los animales. - Diseño de los alojamientos - Sistema y caudal de ventilación pabellones. - Número y tipo de animales. - Temperatura interior. - Tipo de sistema de limpieza y equipamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Transporte de purines desde pabellones. - Pozos de recepción y homogenización de purines. - Proceso de separación de sólidos. - Tratamiento secundario de purines. - Acumulación de líquidos. - Compostaje de sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Método de aplicación: directa, inyección, enterrado, etc) - Disposición en suelo de fracción sólida (abono). - Alimentación animal. - Disposición en suelo de fracción sólida (abono). - Disposición en suelo de zona líquida (riego).
POTENCIALES EMISIONES Y/O CONTAMINACIÓN		
<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Amoniaco Ruido Polvo Gases efecto invernadero Purines</p>	<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Sulfuro de Hidrógeno Óxido Nitroso Amoniaco Ruido Gases efecto invernadero</p>	<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Sulfuro de Hidrógeno Amoniaco Gases efecto invernadero Contaminación de aguas superficiales por escorrentía.</p>

Fuente: Guía de mejores técnicas disponibles del sector porcino, 2006. BREF 2017 cría intensiva de animales – aves de corral y cerdos.
<https://www.europapress.es/comunicados/sociedad-00909/noticia-comunicado-nueva-normativa-purines-retos-opportunidades-20180409172425.html>

4.3.2 Esquema de producción - Nacional/*

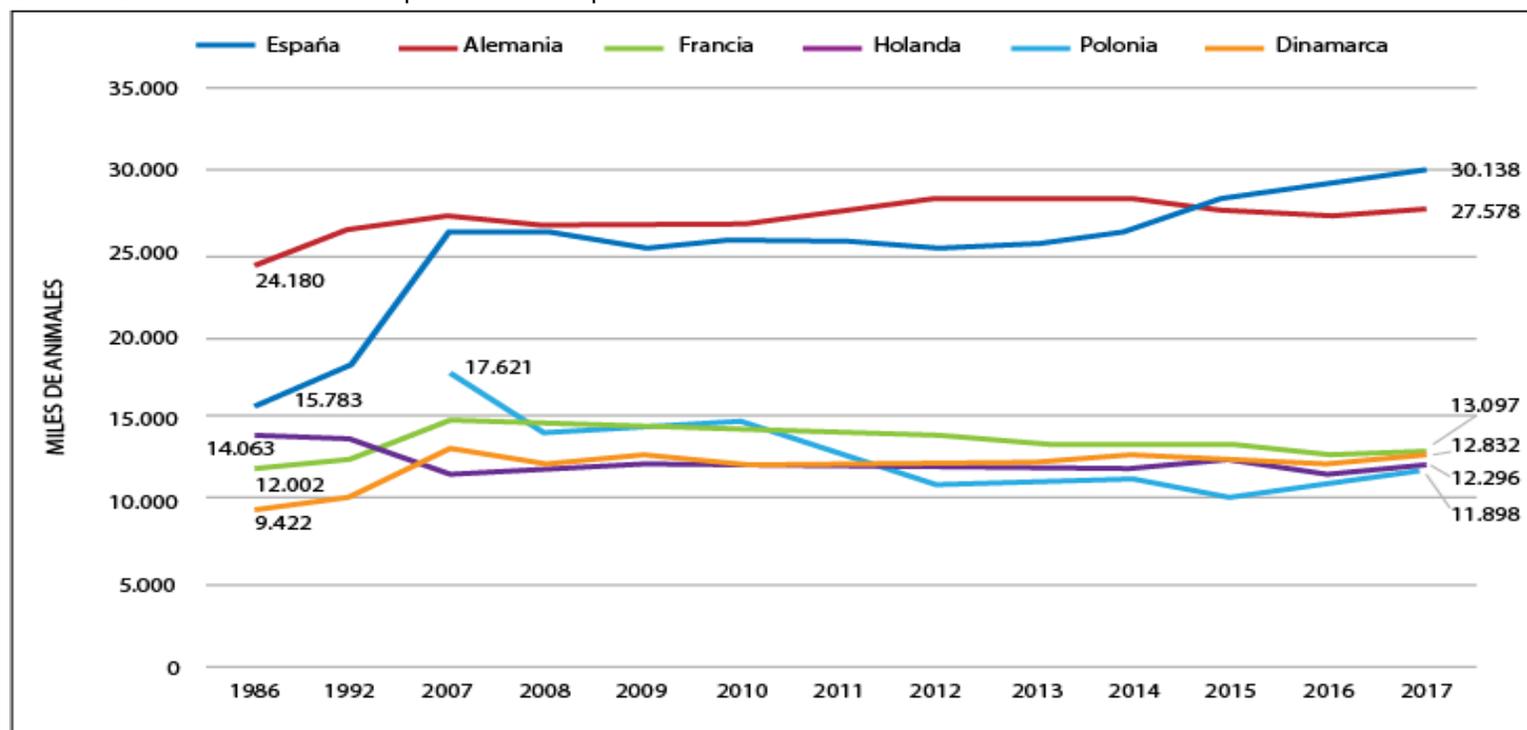
ALOJAMIENTO DE ANIMALES	TRATAMIENTO DE PURINES	DISPOSICIÓN RESIDUOS
		
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO		
<p>Se refiere a las unidades físicas, llamadas pabellones, en cuyo interior permanecen durante el ciclo de vida los animales de producción, ya sea para fines reproductivos y/o de consumo. En esta etapa no hay almacenamiento de residuos.</p> <p>La producción porcina se categoriza en: Reproducción: reproducción de porcina en base a Chanchillas de reproducción, machos reproductores, hembras en gestación y maternidad.</p> <p>Crianza: En esta etapa, los cerdos destetados provenientes de la etapa de reproducción, son trasladados a pabellones donde comienzan la etapa de crecimiento y engorda, también llamada Recría o Segundo Estado. Cuando el ciclo de crianza ocurre en un mismo pabellón, se le denomina Destete-venta.</p> <p>Ciclo Completo: Cuando el plantel porcino cuenta con ambas etapas de producción porcina, se le denomina Ciclo Completo.</p>	<p>Manejo, tratamiento y/o almacenamiento de los residuos generados durante la producción de cerdos. El tratamiento de purines se puede categorizar en 3 tipos:</p> <p>a) Sin tratamiento. b) Tratamiento primario: Tratamiento previo a la disposición final de los residuos. Comúnmente es de separación de sólidos donde la fracción sólida puede ser utilizada en predios agrícolas como abono, destinada a alimentación de ganado bovino, compostaje o acumulación. La fracción líquida se acumula en lagunas (piscinas/estanques) de fermentación anaeróbicas para su posterior uso como Fertilizante.</p> <p>c) Tratamiento secundario: procesos para la degradación de la materia orgánica a través de la digestión (aeróbica o anaeróbica). Finalizado el tratamiento, la fracción líquida se acumula para ser reutilizada en la limpieza de pabellones o como Fertilizante. La fracción sólida se utiliza para los fines mencionados en el tratamiento primario. Un tratamiento secundario puede disponer de sistemas biológicos para el tratamiento de la carga orgánica y odorante (Biofiltro, Lombrifiltro, etc.).</p>	<p>Se refiere al uso final de los residuos, ya sean líquidos o sólidos, generados a través del proceso de producción o crianza de animales y del tratamiento de los purines. La disposición de residuos suele ser directa en suelo.</p> <p>a) Destino fracción sólida: Disposición en suelo como abono natural o utilizado como alimentación animal.</p> <p>b) Destino fracción líquida: Se utiliza comúnmente para el riego de predios agrícolas en períodos autorizados con el objetivo de evitar la saturación de suelos.</p> <p>c) Otros residuos: En esta clasificación está el manejo o disposición de animales muertos.</p>
ETAPAS O CONDICIONES CRÍTICAS DE GENERACIÓN DE EMISIONES		
<p>Tipo de crianza. Edad de los animales. Tipo de alimentación de los animales. Tipo de ventilación en pabellones. Número de animales. Hora del día (mayor o menor ventilación). Tipo de sistema de limpieza.</p>	<p>Transporte de purines desde pabellones. Pozos de recepción y homogenización de purines. Proceso de separación de sólidos. Tratamiento secundario de purines. Acumulación de líquidos. Compostaje de sólidos.</p>	<p>Disposición en suelo de fracción sólida (abono). Alimentación animal. Disposición en suelo de zona líquida (riego).</p>
POTENCIALES EMISIONES Y/O CONTAMINACIÓN		
<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Amoniaco Ruido Polvo Gases efecto invernadero Purines</p>	<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Sulfuro de Hidrógeno Amoniaco Ruido Gases efecto invernadero</p>	<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Sulfuro de Hidrógeno Amoniaco Gases efecto invernadero Contaminación de aguas subterráneas Contaminación de aguas superficiales</p>
<p>/* Australia posee un sistema similar al Nacional.</p>		

Fuente: Envirometrika, a partir de Acuerdo de Producción Limpia Implementación de buenas prácticas agropecuarias en el sector de producción porcina intensiva, Chile (2005), Industrial Emissions Directive 2010/75/EU - IPPC (2015) y Guía De Mejores Técnicas Disponibles del Sector Porcino, Ministerio de Medio Ambiente España (2010).

La principal diferencia en la crianza entre Europa y Chile, es en lo referido al manejo del purín y a al tamaño y características de los pabellones. En Chile no se acumulan los purines por periodos prolongados al interior o bajo los pabellones sino que son conducidos a los sistemas de tratamiento en el menor tiempo posible. Por su lado, lo anterior es posible en Europa (acumulación) ya que se trabaja con densidades de población de animales bastante menores (cerca de 3.000 animales por plantel) por lo que influye tanto en el manejo de los residuos como en el tamaño de las instalaciones y tipo de ventilación, comúnmente con extracción forzada a diferencia de Chile donde se opera principalmente con cortinas.

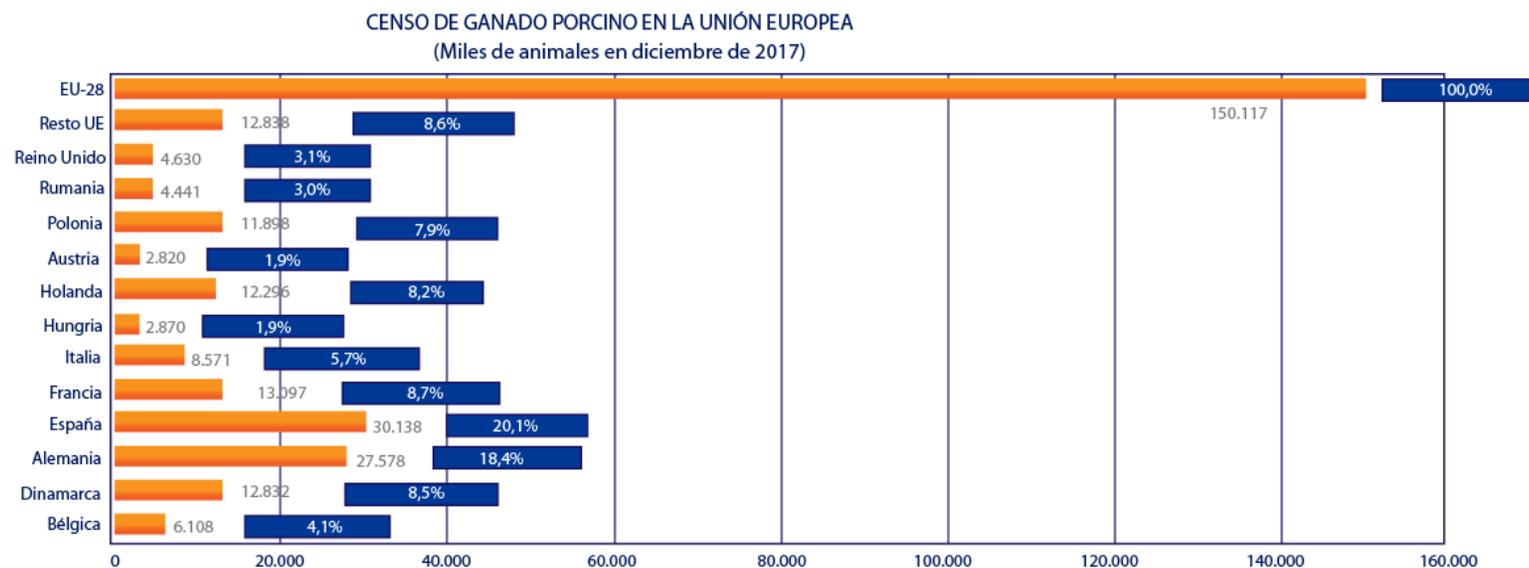
El siguiente gráfico muestra la evolución del censo porcino en algunos países de la Comunidad Europea, (eje Y: miles de animales, ejemplo: España con 30.138.000 cerdos).

Gráfico 88 – Evolución del censo porcino en Europa 1986 a 2017



Fuente: EUROSTAT y SG Estadísticas MAPAMA, Elaboración: SG Productos Ganaderos MAPAMA

Figura 47 – Censo ganado porcino en la UE



Observación: Miles de animales Diciembre 2017
Fuentes: EUROSTAT y estadísticas del MAPAMA.

España es el país con más ganado porcino de la Unión Europea (UE), con 30,1 millones de cerdos, seguido de Alemania (27,6 millones), Francia (13,1 millones), Holanda (12,3 millones) y Polonia (11,9 millones) (Oficina de estadística comunitaria Eurostat).

Durante el año 2017, el mayor incremento censal se ha producido en animales en la primera fase del cebo (de 20 a 49 kg), donde el censo se ha incrementado más de un 10% (10,5%), seguido de los lechones (+4,11%) y de las cerdas reproductoras (+2,69%), frente a la caída del censo en otras fases del cebo.

Tabla 43 – Censo porcino UE. Cabezas de ganado en diciembre 2017 y porcentaje de ganado

Censo porcino UE-28 a diciembre 2017		
Países	'000 cabezas	%
Bélgica	6.108	4,1
Dinamarca	12.832	8,5
Alemania	27.578	18,4
España	30.138	20,1
Francia	13.097	8,7
Italia	8.571	5,7
Hungría	2.870	1,9
Holanda	12.296	8,2
Austria	2.820	1,9
Polonia	11.898	7,9
Rumanía	4.441	3,0
Reino Unido	4.630	3,1
Resto UE	12.838	8,6
EU-28	150.117	100,0

Fuentes: EUROSTAT y estadísticas del MAPAMA. Elaboración: S.G. Productos Ganaderos

Respecto a la densidad o existencias de cerdos por habitantes se tiene que a nivel internacional:

- Número de cerdos en Dinamarca duplica al de su población, con 215 cabezas por cada 100 habitantes.
- Holanda, con 70 cabezas por cada 100 habitantes.
- España se contaron 63 piezas de porcino por cada 100 habitantes.
- Bélgica, 54 por cada 100 habitantes.
- Grecia y Reino Unido (7 cerdos por cada 100 habitantes).

Mientras que en Chile se tiene que, acorde al Censo de Chile 2017 y el presente catastro consolidado porcino, el número de cerdos por habitante detallado por región es:

- Región de Valparaíso, con 11 cabezas por cada 100 habitantes.
- Región de Metropolitana, con 16 cabezas por cada 100 habitantes.
- Región de O'Higgins, con 191 cabezas por cada 100 habitantes.
- Región de Maule, con 12 cabezas por cada 100 habitantes.
- Región de Ñuble, con 18 cabezas por cada 100 habitantes.
- Región de Biobío, con 1 cabeza por cada 100 habitantes.
- Región de Araucanía, con 3 cabezas por cada 100 habitantes.
- Región de Los Lagos no se tiene información del número de cerdos.

Cabe señalar que dentro de las principales diferencias entre la crianza intensiva de animales a nivel nacional versus internacional (específicamente en Europa) están que en Chile, en la etapa de tratamiento de purines se lleva a cabo el proceso de tratamiento de los residuos y almacenamiento (como lagunas por ejemplo) mientras que en Europa solo ocurre un procesamiento de los residuos, sin almacenamiento. Lo anterior ya que en su mayoría, las granjas (o planteles) de crianza de cerdos tienden a ser más pequeños con un menor número de animales por granja se hace más factible la acumulación de residuos por tiempos más prolongados. Esto implica que el tratamiento del aire “oloroso” se puede llevar a cabo tratando el aire de los pabellones.

Otra diferencia es, como indicado anteriormente, el número de animales que aloja cada granja o plantel. En Holanda, la información que maneja Odournet es que las granjas de cerdos alojan comúnmente entre 2.000 y 3.000 cerdos, por su lado, en España uno de los planteles más grandes aloja 7.000 cerdos según información del Banco de Datos de Referencia del Porcino Español, mientras que en Chile el plantel más grande aloja cerca de 410.000 cerdos y según la categorización del sector, un plantel es considerado pequeño cuando posee un número de animales de hasta 12.500 cerdos. Lo anterior da cuenta que, si bien en países europeos hay un número total de cerdos mayor que en Chile, estos se encuentran menos concentrados en un mismo espacio físico y geográfico.

Finalmente, respecto a las condiciones climáticas, según los países o zonas del país, varían las condiciones de los alojamientos para los animales, ya que estos deben mantener unas condiciones de temperaturas en rangos determinados. Para ello cabe recordar que aislar bien las naves ganaderas proporciona mejores resultados y una mejor relación costo/beneficio que sobredimensionar la ventilación y la refrigeración para intentar disminuir los efectos del calor. A diferencia con la mayoría de alojamientos en Chile, la tendencia en Europa es aislar las naves e incorporar sistemas de ventilación y tratamiento de aire a través de lavadores ácidos y biofiltros principalmente lo que implica confinar, canalizar y tratar las emisiones de los pabellones mientras que en Chile se trabaja con ventilación de pabellones en su mayoría por ventilación natural a través de cortinas o ventanas o ventilación mecánica mediante extractores renovando el aire interior pero sin tratarlos directamente.

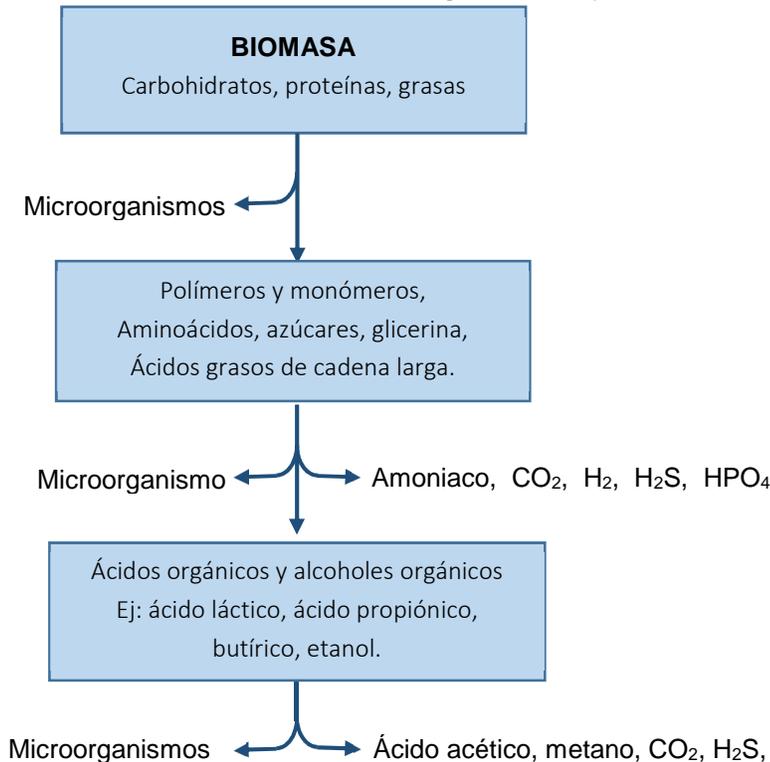
4.4 Control y prevención de olores en el sector - Experiencia nacional e internacional.

Los olores en la crianza de cerdos se producen, principalmente, como resultado de la transformación biogénica anaeróbica de la materia orgánica y nutrientes de la biomasa bacteriana. El sentido del olfato humano ha evolucionado a ser altamente sensible a estos olores. Esto es relevante para la sobrevivencia, la habilidad para detectar estos olores de los que hay que alejarse es nuestro método principal para evaluar la química de nuestro medioambiente y alimentos. La palabra común para la degradación anaeróbica es podredumbre y los alimentos podridos son una amenaza a la salud. Nuestro sentido del olfato ha evolucionado específicamente para detectar cuando los productos se descomponen, como manera de alerta inmediata. En particular, los subproductos de las proteínas podridas, alimentos de alto riesgo, son fácilmente detectables: sustancias que contengan sulfuro (ej.: H₂S y mercaptanos, indicador de huevo en mal estado) y nitrógeno (ej.: aminas, indicador de pescado en mal estado).

Los olores en purines o lodos de cerdos se forman principalmente como producto de metabolismo anaeróbico que ocurre cuando todo el oxígeno disuelto se ha agotado por respiración bacteriana.

El metabolismo subyacente es complejo y produce una gran variedad de compuestos químicos.

Figura 48 – Transformación anaeróbica biogénica – simplificada



Fuente: Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture. EPA. 2001.

Algunos son muy olorosos, como el mercaptano, sulfuros orgánicos, aminas, ácidos orgánicos, aldehídos y cetonas. Un efecto secundario del metabolismo anaeróbico es la baja del pH debido

a la formación de ácidos orgánicos. El índice de formación de olores de un proceso biológico, depende de un número de factores, como el de los contenidos de los sólidos secos, disponibilidad de nutrientes, disponibilidad de oxígeno y de manera importante, la temperatura. La variedad de compuestos odorantes en los olores de los cerdos son considerables y algunos son realmente muy ofensivos, incluso en pequeñas concentraciones.

La siguiente tabla muestra valores **OTV** o valores umbrales de olor para los compuestos señalados, es decir la concentración a la cual el compuesto es detectable por la nariz humana. Se han identificado entre 100 y 200 odorantes en los olores de los cerdos. El umbral de detección puede ser tan bajo como en ppb o incluso a niveles ppt (10-9 a 10-12). Treinta de los compuestos identificados son altamente olorosos, y el umbral de detección de olor de menos de 1 µg.m³.

El umbral de olor más reciente para el H₂S medido hoy por olfatometría dinámica, de acuerdo a EN13725:1999 (NCh 3190:2010) es de 0,5 ppb, lo que es equivalente a 0,7 µg/m³.

Tabla 44 – Rangos de valores umbrales de detección olfativo en purines de cerdo

Rango detección nivel	Compuesto	Rango detección nivel	Compuesto
[µg.m-3]		0.25 ≤ OTV ≤ 0.5	Trimethylamine
OTV ≤ 0.01	Methanethiol 2-propanethiol 2-propene-1-thiol 2,3-butanedione		Octanoic acid Nonanal Methylthiomethane Ethylthioethane
0.01 ≤ OTV ≤ 0.05	Phenylacetic acid Ethanethiol 4-methylphenol (p-cresol)		2-phenylethanol 3-methylindole (skatole) Butanoic acid
0.05 ≤ OTV ≤ 0.1	Hydrogen sulphide 1-octene-3-one		2-methylphenol 2-butene-1-thiol 2-nonenal
0.1 ≤ OTV ≤ 0.25	Benzenethiol 2,4-decadienal 3-methylbutanoic 2,6 dimethylphenol 3-methylphenol 2,4-nonadienal Dacanal	0.5 ≤ OTV ≤ 1.0	Indole Pentanoic acid Butanal

Fuente: Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture. EPA. 2001.

La VDI 3984:2015 – “Emisiones e inmisiones por cría de animales. Sistemas de alojamiento y emisiones. Cerdos, vacas, aves, caballos”, indica que las emisiones odorantes emitidas por las crianza de animales son una mezcla compleja de más de 150 componentes en diferentes concentraciones. Incluso si se conocen todas las sustancias químicas que conducen a la percepción del olor, no es posible determinar la percepción del olor basándose en la

concentración de sustancias individuales porque el olor es una reacción fisiológica humana y no tiene propiedades materiales²⁰. Las operaciones ganaderas emiten una mezcla muy compleja de compuestos orgánicos volátiles (COV) y otros gases. Muchos de estos gases son olorosos. Se sabe relativamente poco sobre el vínculo entre los COV / gases característicos y, específicamente, sobre el impacto de los odorantes característicos a favor del viento desde las fuentes²¹. Se han realizado estudios en los que se ha determinado que los compuestos odorantes clave asociados con pabellones de cerdos incluyen metilmercaptano, ácido isovalérico, 4-metilfenol, indol y escatol.²²

Muchos de los compuestos emitidos desde una granja de cerdos son lo que Koziel llama "pegajosos". Eso significa que son moléculas pesadas con una baja presión de vapor que a menudo están cargadas eléctricamente. Cuando se encuentran con la piel, el algodón o cualquier otra cosa con poros y grietas, se quedan allí. Lo peor se adherirá incluso al plástico o al vidrio, lo que los hace casi imposibles de muestrear y medir. Estos no son los sulfuros de fácil localización, sino los ácidos grasos volátiles, indoles y fenoles que no forman parte de estudios tradicionales.

En otras partes del mundo no está claro que el amoníaco y el olor estén necesariamente relacionados. Tiene un componente oloroso, pero no se cree que el amoníaco sea realmente importante para el olor, solo sería importante debido a sus efectos en las áreas naturales.²³

El gas Amoniaco es un tema de preocupación en la crianza intensiva de cerdos porque en altas concentraciones afecta la salud de los cerdos y las personas.²⁴

La siguiente tabla presenta resultados de un estudio realizado en Dinamarca para identificar compuestos olores provenientes de pabellones y purín de cerdo.

²⁰ VDI 3984:2015 – “Emisiones e inmisiones por cría de animales. Sistemas de alojamiento y emisiones. Cerdos, vacas, aves, caballos”

²¹ Jacek A. Koziel^{1,*}, Lingshuang Cai¹, Donald W. Wright², and Steven J. Hoff¹. 2006. Solid-Phase Microextraction as a Novel Air Sampling Technology for Improved, GC–Olfactometry-Based Assessment of Livestock Odors.

²² Lingshuang Cai, Jacek A. Koziel, Yin-Cheung Lo, Steven J. Hoff. 2005. Characterization of volatile organic compounds and odorants associated with swine barn particulate matter using solid-phase microextraction and gas chromatography–mass spectrometry–olfactometry.

²³ Jacek Koziel. 2008. WHAT IS THAT SMELL?

²⁴ Final report to Minnesota Pork producers Association. 2001. Best Technologies for reducing odors emissions from curtain-sided, deep pit, swine finishing buildings.

Tabla 45 – Componentes claves del olor asociados con pabellones y purín de cerdo.

Compuesto Odorante	Olor en Pabellones			Olor purines				
	Otros estudios	Estudios previos, N° de referencia			4	5	6	7
		1	2	3				
Acetic acid		X	X	X	X			
Propanoic acid	X	X	X	X	X			
i-butanoic acid	X		X	X		X		X
Butanoic acid	X	X	X	X	X	X	X	X
iso-pentanoic acid			X	X	X	X	X	
Pentanoic acid			X	X	X		X	
i-hexanoic acid			X	X				
Hexanoic acid			X	X				
Heptanoic acid			X	X				
Octanoic acid	X			X				
Nonanoic acid				X				
Phenyl acetic acid		X						
3-phenyl propanoic acid		X						
Indole	X		X	X	X	X	X	X
Skatole	(X)		X	X	X	X	X	X
Phenol		X	X	X	X		X	X
3-methyl phenol							X	
4-methyl phenol	X		X	X		X	X	X
4-ethyl phenol		X	X	X			X	
2-butanol			X			X		
3-methyl butanol					X	X		
Phenyl methanol			X					
Phenyl ethanol							X	
Dimethyl disulfide			X		X	X	X	
2-amino acetophenone			X					
3-hydroxy-2-butanone					X			
2,3 butanedione					X			X
Pyrazine				X				
2-methyl pyrazine				X				
2,3,4,5 tetramethyl pyrazine				X				

Fuente: P. Kai1 & A. Schäfer. Dinamarca, 2004. Identification of Key Odour Components in Pig House Air using Hyphenated Gas Chromatography Olfactometry

Se aprecia que los compuestos detectados en la crianza de cerdos son de amplio y variado número. Será difícil definir cuales compuestos son los indicadores de cada etapa, más bien correspondería levantar los compuestos que conforman un olor determinado, ya sea de la etapa de alojamiento (pabellón), tratamiento de purines o disposición. Esto refuerza el que un compuesto, no sería el camino más adecuado, para identificar la molestia odorante de la crianza de cerdos. Incluye el que no sería adecuado el usar un compuesto odorante como referencia de reducción o de eficiencia de sistemas de tratamiento.

Lo anterior justifica la vasta bibliografía sobre eficiencias de reducción odorante de las MTD usadas en el sector porcino, expresadas mayoritariamente como reducción de “olores”. Se incluyen a continuación algunas referencias de eficiencias en reducción de olor, para MTD

Tabla 46 – Eficiencia reducción de olor MTD Pabellones – etapa alojamiento

Sistema	Características	Reducción		Referencia
		Gas	Olor	
Biofiltración	Biofiltro bajo tierra, trata 15.000 CFM		70 - 95%	Goodrich <i>et al</i> , 2001
Biofiltración	Medio de paja de porotos y compost		78%	Herber and Jones, 1999
Biofiltración	Biofiltro compost, en maternidad		95%	Herber and Jones, 1999
Biofiltración	Chips madera, húm 72%, EBRT=3,7-5,5s		51%	Chen and Hoff, 2012
Biofiltración	Chips madera, húm 60%, EBRT= 7,3s		70,1-82,3%	Chen <i>et al</i> , 2009
Biofiltración	Chips madera, húm 64-69%, EBRT=2-5s		77-95%	Sheridan <i>et al</i> , 2012
Biofiltración	Fibras de coco, EBRT=3 - 40s		78-80%	Hartung <i>et al</i> , 2001
Biofiltración	70:30 chips madera y compost, húm 54,7%		hasta 78%	Nicolai and Janni, 2001
Biofiltración	Compost/paja poroto, EBRT=8,8 s		78%	Nicolai and Janni, 1997
Biofiltración	Ventilación mecánica, cerdos/aves		hasta 95%	Schmidt <i>et al</i> , 2011
Biofiltración	% Depende de lecho filtrante		80-99%	Ubeda <i>et al</i> , 2013
Scrubber químico	Bueno para reducir gas Amoniaco	30%		VROM, 2006
Scrubber biológico	Mejor performance en reducción odorante		45%	VROM, 2006
Scrubber combinado	Scrubber químico más biológico		70-80%	VROM, 2006
Scrubber químico	Lavador de gases, solución ácida		30%	Ubeda <i>et al</i> , 2013
Scrubber húmedo	Con agua o químicos (operación cara)		27 - 66%	Herber and Jones, 1999
Scrubber (Skov)	Reducción Amoniaco 1,2 a 2,4 ppm		28-54%	Jensen y Hansen, 2011

EBRT: Empty bed residence time CFM: Cubic feet per minute

Tabla 47 – Eficiencia reducción de olor MTD Lagunas anaeróbicas – etapa tratamiento purines

MTD	Características	Reducción		Referencia	Fuente
		Gas	Olor		
Cobertura natural permeable	Cebada molida, paja, trigo (8-12")		50-80%	Herber and Jones, 1999	1
Cobertura plástica	Cobertura flotante impermeable		hasta 99%	Herber and Jones, 1999	1
Aireación de superficie	Incrementar digestión aeróbica		80%	Herber and Jones, 1999	1
Cobertura polipropileno	Cobertura proporciona sombra, 4,4mm		76%	Hudson <i>et al</i> , 2008	2
Cobertura orgánica de paja	Paja 10 cm espesor		66%	Hudson <i>et al</i> , 2008	2
Cubierta rígida	Efectiva reducción amoniaco		80%	CTL, 2008	3
Cubierta flexible	Reducción NH ₃ y CH ₄ (combustión)		60-80%	CTL, 2008	3
Cubierta flotante	Arcilla, paja picada		50-90%	CTL, 2008	3

(1) <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/AE/AQ-2/AQ-2.html>

(2) <https://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/18753/ZifeiAppEngAgri2014.pdf?sequence=1>

(3) http://www.sinia.cl/1292/articles-55471_Valencia_2008_GuiaCriaderos_intensivos.pdf

4.5 MTD – Experiencias en el sector porcino

Mejores Técnicas Disponibles (MTD)

Son aquellas técnicas o procedimientos que han demostrado, a escala real, su eficacia medioambiental en la reducción de emisiones contaminantes y en el consumo de recursos, bajo condiciones, económica y técnicamente viables.

¿Qué se pretende con la aplicación de las MTD?

La incorporación al proceso productivo de técnicas y procedimientos que, sin comprometer la viabilidad y competitividad económica de las explotaciones, permitan alcanzar los mayores niveles de protección del medio ambiente que sean posibles en cada momento.

El objetivo de una MTD, es conseguir el balance sostenible (posible) entre el proceso industrial (calidad de productos, calidad de vida), el desarrollo económico y el consumo de recursos (optimización de los recursos, costos económicos, plazos de adecuación, etc.) y la capacidad de regeneración de la naturaleza, entendiéndola en el ámbito general y totalitario.

Por otro lado, se persigue el dar soluciones a largo plazo para eliminar o reducir las diversas fuentes contaminantes existentes. De esta manera, es necesario recalcar que la determinación de las MTD no debe otorgar soluciones únicas para cada sector o actividad, sino que para cada cual debe contemplarse diversas soluciones que consistan en una técnica o en una combinación de diversas técnicas.

De este concepto de MTD es necesario resaltar dos aspectos fundamentales:

- a) Únicamente se exigirán aquellas técnicas disponibles a escala industrial viables económica y técnicamente.
- b) La definición determina las mejores técnicas disponibles, por lo tanto las más eficaces para lograr un alto índice de protección al medio ambiente.

Las MTD se pueden definir principalmente en base al objetivo para el cual se propone la implementación de la MTD y la clasificación de la misma, esto es si cae en la clasificación de Técnica como procedimientos o acciones a implementar (aquí se incluyen las Buenas Prácticas Operacionales) o en la clasificación de Tecnología, la cual implica la aplicación de la ciencia o el conocimiento.

Las definiciones de los conceptos antes mencionados son:

Buenas Prácticas Operacionales	Tecnología
Es un procedimiento o un conjunto de acciones ordenadas para realizar una tarea determinada	La tecnología es la aplicación de la ciencia o el conocimiento.
Es procedimental, ya que, utiliza reglas, normas y criterios sistematizados para la realización de una tarea.	Es procesal, ya que, implica el proceso de creación, diseño o modificación de instrumentos, herramientas y equipos.
Es una habilidad o cualidad para realizar algo.	Conjunto de conocimientos aplicados para diseñar una solución que permite satisfacer una necesidad.
Es la forma de llevar a cabo alguna tarea en particular.	Puede ser el recurso utilizado para llevar a cabo alguna tarea en particular.

Las emisiones de olores en crianza intensiva de cerdos provienen básicamente de tres fuentes primarias:

- (1) Alojamiento (pabellones)
- (2) Tratamiento de purines
- (3) Disposición de purines

Las dos primeras, son emisiones continuas de olor, mientras que la tercera es una fuente de emisión intermitente.

Los olores durante la aplicación a campo causan molestias, sobre todo en las zonas donde hay elevada densidad de personas simultáneamente, y sucede durante periodos cortos de tiempo y se pueden reducir en gran medida mejorando las técnicas de aplicación.

Las diferencias entre el manejo a nivel de europeo y el nacional, además del tamaño de animales por plantel, radica en la ubicación del almacenamiento de purines. Internacionalmente se maneja en el pabellón o sector de alojamiento de los animales por lo que a nivel internacional el énfasis en el tratamiento de olor estará dado en la etapa de alojamiento. A nivel nacional, se deposita en cada pabellón y es lavado o retirado con cierta frecuencia.

Se acopia en pozos, lagunas o similares. Es en esta etapa el énfasis a nivel nacional

ETAPA	NACIONAL	INTERNACIONAL
ALOJAMIENTO	· Gestión animal	· Gestión animal · Almacenamiento purines
TRATAMIENTO PURINES	· Almacenamiento y procesado de purines	· Procesado
DISPOSICIÓN	· Aplicación al campo	· Aplicación al campo

El almacenamiento y acopio de purines y estiércol es la fase de mayor importancia, se debe tener en cuenta que bajo condiciones adversas, pequeños volúmenes de este material puede generar emisiones de olor de alta concentración, las cuales pueden desplazarse lejos y ser percibidas por las poblaciones situadas a sotavento, causando un impacto significativo.

Cabe remarcar que la capa superficial del almacenamiento de purines puede alcanzar concentraciones de olor que supera las decenas e incluso cientos de miles de ouE/m^3 . En cambio, las emisiones derivadas de la ventilación de los alojamientos raramente alcanzan valores de $5.000\ ouE/m^3$.

En este contexto, tanto el almacenamiento como el manejo durante el transporte de los purines son etapas donde existe la oportunidad de minimizar los impactos por olor.

A continuación se presentan una serie de fichas técnicas donde se realiza el análisis de MTD según las etapas anteriores.

4.6 MTD - Buenas prácticas generales

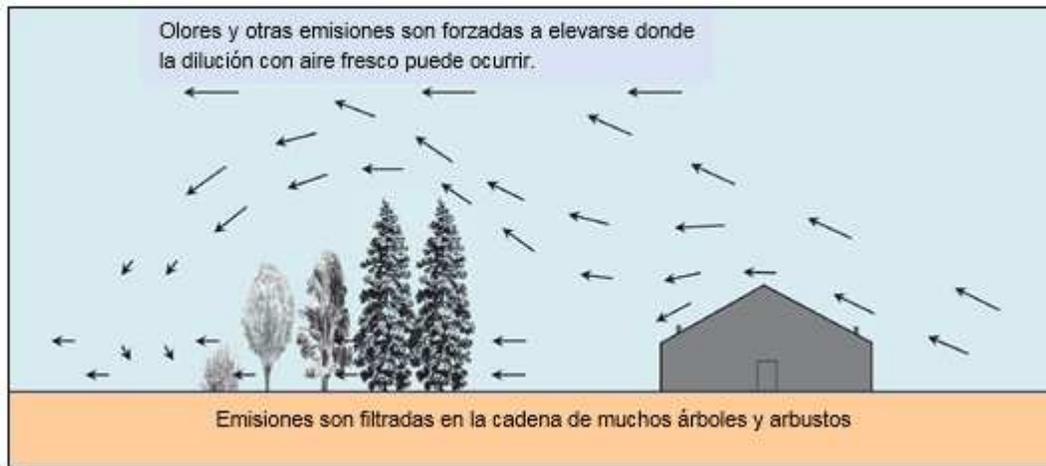
- a) Ubicación adecuada de la nave/explotación (especialmente planteles de nueva construcción) y disposición espacial de las actividades, con el fin de:
 - reducir el transporte de animales y materiales (incluido el estiércol)
 - garantizar la suficiente distancia respecto a los receptores que requieren protección
 - tener en cuenta las condiciones climáticas predominantes (p. ej. viento y precipitaciones)
 - considerar la capacidad potencial de desarrollo futuro de la explotación, — evitar la contaminación del agua.
- b) Educación y formar al personal en relación con todos los aspectos relativos a normativa aplicable; producción animal; sanidad y bienestar animal; gestión, transporte y aplicación del estiércol; planificación de las actividades y potenciales situaciones de emergencia; etc.
- c) Revisar periódicamente, reparar y mantener equipos y estructuras.
- d) Almacenaje y gestión óptima de los *animales muertos*, para reducir las emisiones.
- e) Emisiones de aguas residuales; minimizar superficies sucias y uso de agua. Estas aguas pueden canalizarse hacia un contenedor especial o depósito de purines, o realizar tratamiento primario/secundario para utilizar estas aguas residuales como agua de riego (aspersor, irrigador móvil, cisterna o inyector).
- f) Energía; especial atención a la optimización de los sistemas de ventilación y de calefacción/refrigeración, en particular cuando se utilizan sistemas de limpieza de aire. Este ítem no aplica a sistemas de ventilación natural.
- g) Preparar un plan de emergencia para hacer frente a emisiones e incidentes inesperados, como la contaminación de las masas de agua.
- h) Reducir el área de superficie a relación de volumen (tanques/lagunas más profundas en vez de áreas más grandes);
- i) Minimizar la turbulencia, diseñando para ello la tubería. Todos los rellenos deben ocurrir bajo la superficie líquida para evitar la turbulencia;
- j) Si es posible, se debe fomentar la formación natural de cortezas.
- k) El tratamiento de lodo por medio de la separación mecánica o digestión o aireación puede reducir drásticamente el contenido de olores y, por lo tanto, las emisiones de olor;
- l) Se sugieren cubiertas temporales como la paja, en capas de 10-20 cm, como un método efectivo para reducir las emisiones de la superficie;
- m) Reducir el área del líquido expuesto al aire, usando cubiertas temporales o flotantes (ej.: paneles flotantes de poliestireno).
- n) Plantación de árboles y apilamiento de montículos de tierra
A menudo se suele mencionar que la plantación de árboles o la acción de rodear con montículos de tierra ciertas fuentes de emisión de olores, producen un efecto atenuador del olor. -Lo anterior aplicaría a fuentes de muy, muy baja emisión.

Se pueden instalar directamente en el perímetro de las instalaciones o límites exteriores de los receptores potenciales. En fuentes de olor de casi nula elevación, tales como fuentes de área, volumen y línea pudieran beneficiarse más. Por lo general no es factible o económico de implementar cortavientos altos o rompe vientos para fuentes en altura o elevadas por sobre el nivel del suelo.

Sin embargo, no existe evidencia concluyente para fuentes de altura y en general se discute y cuestiona su uso, ya que no se ha podido demostrar que tanto la plantación de árboles en el perímetro de instalaciones generadoras de olor, como el hecho de rodear estas fuentes con montículos de tierra, remuevan el olor o tengan algún efecto en la dispersión de este.

Se cree que el hecho de romper la línea de visión con las instalaciones produce un efecto psicológico de disminución de la percepción por parte del receptor, además de los beneficios ambientales que otorga. No se considera una vía o método de mitigación.

Figura 49 – Efecto cerco verde



Fuente: Review of Odour Prevention and Mitigation Tools for Alberta. Enero, 2016.

Beneficios adicionales

- . Solución simple y natural
- . Conservación de la energía, hábitat de vida silvestre, reducción de la erosión, mejora del paisaje
- . Puede ser implementado con carácter permanente o temporal.

Consideraciones

- . Requiere grandes áreas para implementar correctamente (adecuada longitud y ancho) de barrera.
- . Las barreras verdes pueden tomar mucho tiempo para desarrollarse plenamente y en vigor.
- . Aplica para fuentes de muy bajo nivel de emisión.

4.6.1 MTD – Buenas prácticas Alojamiento

Ficha MTD 1 – Etapa Alojamiento: Buenas prácticas

 <p>Ficha N°1 <i>Etapa Alojamiento</i> <i>Tipo MTD: Buenas prácticas</i></p>	<p>Medida: Plan Operacional Limpieza en Pabellones</p>
<p>Principio de Funcionamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Mantener animales y superficies secas y limpias, evitando derrames de pienso. · Reducir la superficie de emisión, ya sea mediante el uso de rejillas de plástico o metal, dejando la menor superficie expuesta posible. · Evacuar con frecuencia óptima el estiércol a un depósito exterior y mantenerlo siempre cubierto. · Reducir la temperatura del estiércol, ejemplo refrigerando los purines y el ambiente interior. · Disminuir el flujo y la velocidad del aire en la superficie del estiércol.* · Mantener la yacija seca y en condiciones aeróbicas en los sistemas con cama.* · *Según manejo internacional. <p>Requisitos de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Elaboración plan operacional, revisiones diarias; control de temperatura en los corrales <p>Tiempo estimado de Implementación: bajo, consiste en aplicar el plan operacional, el tiempo dependerá de los tiempos necesarios por cada productor dentro de su planificación.</p> <p>Fuente de Información: 1- MTD 2010/75/UE y BREF 2017 <i>Cría intensiva de animales – aves de corral y cerdos.</i></p>	<p>Limitantes:</p>  <p>En Europa, la eliminación de purines mediante lavado por chorro no es aplicable en las explotaciones porcinas situadas próximas a receptores debido a peaks de olor, exceptuando que la eliminación por lavado se gestione adecuadamente según condiciones óptimas de meteorología para generar un menor impacto.</p> <p>Tener en cuenta el flujo y la velocidad del aire según bienestar de los animales.</p> <p> Eficiencia Medioambiental Reducción de olor y NH₃ superior a un 90%</p> <p> Aplicabilidad Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p> Costo Estimado: Coste salarial empleados y materiales</p>

4.6.2 MTD – Etapa Alojamiento / Tratamiento

Ficha MTD 2 – Etapa Alojamiento, tratamiento: Sistema de Biofiltro Biológico

 <p>Ficha N°2 <i>Etapa Alojamiento;</i> <i>Tratamiento</i> <i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Sistema de Biofiltro Biológico</p>
<p>Principio de Funcionamiento: Proceso biológico utilizado para el control o tratamiento de compuestos volátiles, orgánicos e inorgánicos, presentes en la fase gaseosa. Los microorganismos son los responsables de la degradación biológica de los contaminantes volátiles contenidos en corrientes de aire residual. Durante el proceso, el aire contaminado pasa a través de los macroporos del material filtrante que sirve de soporte a bacterias en crecimiento y la degradación de los contaminantes ocurre previa transferencia del aire a un medio líquido en donde es utilizado como fuente de carbono y energía (compuestos orgánicos) o como fuente de energía (compuestos inorgánicos). Se produce oxidación parcial o total del contaminante.</p> <p>Requisitos de Implementación: Red de agua potable o pozo no clorada, superficie extensa para instalación de los equipos. Necesitan superficie suficiente.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: 6 a 8 meses.</p> <p>Fuente de Información: ² Alemania 2010.</p>	<p>Limitantes:  En caso de altas concentraciones de NH₃ o H₂S, se debe adicionar humidificadores o lavadores previo a la etapa de biofiltración Se requiere red de agua no clorada.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Reducción de olor desde un 90%</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas, en depuración de olores (gases NH₃, H₂S y COV en bajas concentraciones).</p> <p>Costo Estimado:  Para plantel 3.000 cerdos de engorde biofiltro de 255.000 m³/h. Se requiere 1,53m³ agua/cerdo/año Inversión: 58 a 64 €/cerdo Operación: 10 a 12 €/cerdo/año</p>

Ficha MTD 3 – Etapa Alojamiento, Tratamiento: Sistema de Biotrickling/Bioscrubbers

 <p>Ficha N°3 <i>Etapa Alojamiento, Tratamiento</i> <i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Sistema de Biotrickling</p>
<p>Principio de Funcionamiento: Dentro del sistema biotrickling concurre una corriente de agua en su interior, que se encuentra en constante recirculación. El aire contaminado ingresa por la parte superior del filtro provocándose una mezcla agua aire donde ambos fluyen y resbalan (origen del nombre trickling). En el interior el filtro se encuentra equipado con soportes cubiertos de microorganismos, los que actúan en la depuración de los gases. Por la parte inferior de los equipos se descarga el flujo de aire libre de gases mientras que el líquido en el interior del filtro sigue recirculando. El líquido en recirculación está provisto de nutrientes esenciales para el crecimiento biológicos de los microorganismos</p> <p>Requisitos de Implementación: Red de agua potable o pozo no clorada, superficie extensa para instalación de los equipos. Necesitan mucha superficie. Necesita estanque adicional para almacenamiento de nutrientes.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: 6 a 8 meses.</p> <p>Fuente de Información: Netherlands 2010, Riis, Test Farm Airclean; 3-filter bioscrubber testes with VERA protocol, Danish Pig Research Centre, 2012. 2012.</p>	<p>Limitantes:  Altas concentraciones de NH₃.  Se requiere red de agua no clorada.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Reducción de olor 45 al 76%</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado:  Para una capacidad de 1.000 m³/h y cerdos engorda Inversión (estimado): 40 a 50 €/cerdo Operación (estimado): 10 a 12 €/cerdo/año</p>

Nota: Para alojamientos/tratamiento en operación se debe sumar costos de extracción. En Alemania se ha parametrizado para planteles de 3.000 cerdos, que se requiere una inversión entre 470 y 720 euros por cada 1.000 m³/h de capacidad, basado en una ventilación standard de 85 m³/h.

4.6.3 MTD – Etapa Tratamiento de purines

Ficha MTD 4 – Etapa Tratamiento: Cobertura depósito de purines – Lagunas

 <p>Ficha N°4 <i>Etapa: Tratamiento</i> <i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Cobertura Lagunas</p>
<p>Principio de Funcionamiento Cobertura de depósitos o balsas con cubiertas rígidas, flexibles o flotantes en lagunas.</p> <p>Requisitos de Implementación: Aplicación de cobertura sobre depósitos o balsas.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: A definir por cada productor según su plan operacional.</p> <p>Fuente de Información: ³Guía técnica para la gestión de las emisiones odorantes generadas por las explotaciones ganaderas intensivas - Generalitat Valenciana, 2008. ⁽¹⁾Francia, Loyon, L. Overview of Mure Treatment in France, Université Bretagne Loire, France.</p>	<p>Limitantes:</p>  <p>Para cubierta rígida, acumulación de gases nocivos en el espacio de cabeza. Si al retirar la cubierta no se diluye adecuadamente, puede provocar molestias significativas a los receptores cercanos.</p> <p>Las cubiertas flotantes no funcionan adecuadamente si no se logra minimizar la turbulencia en superficie.</p> <p>Eficiencia Medioambiental</p>  <p>Reducción de olor y NH₃ entre un 50% y 90%.</p> <p>Aplicabilidad</p>  <p>Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado:</p>  <p>Cubierta rígida (alto), cubierta flexible y flotante (moderado). (1)1,45 a 2,45 €/m² para la cubierta de geotextil (flexible); 0,95 a 1,10 €/m² para la cubierta tejida (flexible) y de 0,17 a 0,24 €/m² para la cubierta de ensilado (flexible).</p>

Ficha MTD 5 – Etapa Tratamiento: Biofiltros salida pozos purineros

 <p>Ficha N°5 <i>Etapa: Tratamiento</i> <i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Sistemas para control salida aire en pozos purineros BIOFILTROS / CARBÓN ACTIVO</p>
<p>Principio de funcionamiento: Los pozos o tanques al ser cubiertos, necesitan salidas con baja resistencia de paso para que los gases generados en el interior puedan salir. Los gases pasan en forma natural y sin tiro forzado a través de la media filtrante de adsorción donde los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's) son adsorbidos por el carbón activado eliminando los compuestos olorosos orgánicos y otros.</p> <p>Requisitos de Implementación: Se necesita implementar una red de sensores para dar sustento a la cubierta de geomembrana.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: 1 a 3 meses</p> <p>Fuente de Información: 4. BIOTEG http://www.bioteg.com/ / TSG http://www.tsgchile.cl 5. COALSI http://fritzmeier-umwelttechnik.com / TSG http://www.tsgchile.cl</p>	<p>Limitantes:  El retiro y disposición del carbón activado una vez utilizado, se debe realizar como desecho peligroso de acuerdo a formulario 5081, con destino a relleno autorizado.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Reducción de olores > 90% en el aire de salida. Reducción Amoníaco > 95% a 40 ppm en el aire de salida Reducción de H₂S > 98% a 40 ppm en el aire de salida.</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas. Fuentes que puedan ser encapsuladas, tales como tanques específicos de planta de tratamiento de purines.</p> <p>Costo Estimado: basado en 12 meses de duración.  Inversión: 1/ Biofiltro USD 3.500 a 7.000 / año 2/ Filtro carbón Activo USD 1.600 a 3.200/ año</p>

Ficha MTD 6 – Etapa Tratamiento: Cortinas neutralizantes

 <p>Ficha N°6 <i>Etapa: Tratamiento</i> <i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Sistema Atomización agentes neutralizantes</p>
<p>Principio de funcionamiento: Los agentes enmascarantes y neutralizantes son métodos de tratamiento en la fase de gas, en los que el agente de tratamiento de olor se mezcla directamente con el flujo de aire viciado, usualmente al atomizar un líquido usando atomizadores. Esto se puede hacer en ductos, pero también luego de la liberación de odorante en la atmosfera, usando atomizadores al aire libre. Se recomienda el uso de Neutralizantes (y sin fragancias) ya que son agentes que interfieren con las moléculas odorantes con el objetivo de reducir la intensidad del olor de la mezcla, como también hacer más aceptable el carácter del olor. El proceso subyacente no se especifica, pero está implícito una encapsulación del olor a nivel molecular. Los enmascarantes o desodorantes, pueden en el largo plazo, ser contraproducente ya que se asociará esa fragancia a la fuente.</p> <p>Requisitos de Implementación: Postes os sistemas de sujeción a una altura que permita asegurar el formar una cortina. Requiere el uso de agua como vehículo. Electricidad.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: 2 a 3 semanas.</p> <p>Fuente de Información: www.tsgchile.cl</p>	<p>Limitantes:  Requiere de uso constante de agua. La efectividad dependerá de cuan bien se haya instalado la “cortina” y la dosis de neutralizante usada.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  ≥ 50%</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado: considera 100 m lineales y 21 boquillas.  Inversión: 5.000 /100 m Operación: 10 a 14 USD / h/ 100 m</p>

Ficha MTD 7 – Etapa Tratamiento: separación sólido - líquido

 <p>Ficha N°7 <i>Etapa: Tratamiento</i> <i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Separación mecánica sólido - líquido</p>
<p>Principio de funcionamiento: Separación del purín en dos fracciones: una líquida y otra sólida</p> <p>Requisitos de Implementación: La separación mecánica aplica cuando es preciso reducir el contenido de nitrógeno y de fósforo debido al poco terreno disponible para la aplicación del estiércol, o cuando no puede transportarse para su aplicación directa al campo a coste razonable.</p> <p>Tipos de separación mecánica: a/ sistema de centrifugación y decantación de purines; b/ coagulación floculación en combinación con un separador de tamiz c/ sistema de tambor giratorio para el purín,</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: No definido, depende de los volúmenes a separar.</p> <p>Fuente de Información: Guía técnica para la gestión de las emisiones odorantes generadas por las explotaciones ganaderas intensivas - Generalitat Valenciana, 2008.</p> <p>(1)Adaptación MTD 2010/75/UE y BREF 2017 cría intensiva de animales – aves de corral y cerdos.</p>	<p>Limitantes:  Requiere de la eliminación de las partículas más finas para conseguir una reducción eficaz del olor.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Inferior al 50%</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado:  Medio – alto (1)</p>

Ficha MTD 8 – Etapa Tratamiento: Tratamiento biológico nitrificación – desnitrificación

 <p>Ficha N°8 <i>Etapa Tratamiento</i> TIPO MTD: Tecnología</p>	<p>Medida: Tratamiento biológico nitrificación - desnitrificación</p>
<p>Principio de funcionamiento: Proceso microbiológico en el que el amonio es oxidado por bacterias autótrofas, a nitrato en presencia de oxígeno y carbono inorgánico (nitrificación) y a continuación el nitrato es reducido por bacterias heterótrofas a nitrógeno molecular gas, en ausencia de oxígeno y presencia de carbono orgánico (desnitrificación). De esta forma se transforma el nitrógeno orgánico y amoniacal en nitrógeno gas inerte y no contaminante.</p> <p>Requisitos de Implementación: Necesidad de control por las múltiples variables (composición del residuo, cargas, población bacteriana, temperatura, etc).</p> <p>Proceso biológico, sin paradas, debe funcionar en continuo.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: No definido</p> <p>Fuente de Información: 1- Adaptación MTD 2010/75/UE) y BREF 2017 cría intensiva de animales – aves de corral y cerdos.</p> <p>(1)Guía de tratamiento de las deyecciones ganaderas, Agencia de Residuos de Cataluña www.arc-cat.net</p>	<p> Limitantes: Proceso sensible a la presencia de tóxicos e inhibidores.</p> <p> Eficiencia Medioambiental % medio alto de reducción del olor</p> <p> Aplicabilidad (1)La nitrificación / desnitrificación aplica principalmente cuando es necesario eliminar el nitrógeno debido al poco terreno disponible para la aplicación del estiércol.</p> <p> Costo Estimado (1) Alto. Costo de inversión alto, coste de explotación depende del consumo por aireación; 0,5-2,1 € /ton.</p>

Ficha MTD 9 – Etapa Tratamiento: Compostaje

 <p>Ficha N°9 <i>Etapa Tratamiento</i> <i>TiPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Compostaje</p>
<p>Principio de funcionamiento: Proceso aerobio donde los microorganismos del propio estiércol lo transforman, en condiciones termófilas, en un producto estable denominado compost. El resultado es un producto de alto valor fertilizante, estable, con un menor contenido en agua y patógeno.</p> <p>Requisitos de Implementación: Superficie extensa o nave acondicionada según el volumen de generación del propio producto. (1)Es común compartir la compra de las herramientas de inversión necesarias, (Cooperativa de Utilización de Material Agrícola).</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: No definido, el requerido para el acondicionamiento de la nave de compostaje o área seleccionada como cancha de compostaje.</p> <p>Fuente de Información: Guía técnica para la gestión de las emisiones odorantes generadas por las explotaciones ganaderas intensivas - Generalitat Valenciana, 2008. France 2010 (1)</p>	<p> Limitantes: Si el proceso de compostaje se lleva a cabo con aireación forzada, el sistema es económicamente viable para grandes volúmenes de estiércol (Francia 2010).</p> <p> Eficiencia Medioambiental Reducción de olor moderada, entre 25 y 50%</p> <p> Aplicabilidad Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p> Costo Estimado: medio – alto (1).</p>

Ficha MTD 10 – Etapa Tratamiento: Digestión Anaerobia o biometanización

 <p>Ficha N° 10 <i>Etapa Tratamiento</i> <i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Digestión anaerobia o biometanización (Biodigestor)</p>	
<p>Principio de funcionamiento: Proceso anaerobio donde los microorganismos del medio transforman la materia orgánica y los nutrientes contenidos en una mezcla de gases, principalmente CH₄ y CO₂. De este proceso se obtiene: 1) una fracción sólida (lodo digerido), estabilizado e higienizado, el cual puede ser utilizado directamente como abono en agricultura; 2) una fracción líquida, (digestato), que mediante un proceso de evaporación al vacío puede ser concentrado, obteniendo por un lado agua, y por el otro lado, un residuo concentrado que puede ser valorizado como fertilizante; 3) una fracción gaseosa, biogás, que puede ser utilizado como combustible en un proceso de cogeneración, en el cual se transforma en energía térmica y en energía eléctrica En Europa, la mayoría de plantas de tratamiento de purines han consistido en plantas de cogeneración, donde se quema gas natural para secar térmicamente los purines y, con el calor residual de combustión, se genera energía eléctrica que se vende e inyecta a la red.</p> <p>Requisitos de Implementación: Instalaciones y conexiones adecuadas. La digestión anaerobia implica instalar una planta de tratamiento para tratar el efluente. Inicialmente se debe digerir el purín en un reactor cerrado, de manera que se obtiene digestato para compostar y energía (biogás).</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: No definido, depende de la magnitud de la instalación</p> <p>Fuente de Información: 1. Guía técnica para la gestión de las emisiones odorantes generadas por las explotaciones ganaderas intensivas - Generalitat Valenciana, 2008. 2. Adaptación MTD 2010/75/UE y BREF 2017 cría intensiva de animales – aves de corral y cerdos. (1) Best Available Technologies for Pig Manure Biogas Plants in The Baltic Sea Region, Mar Báltico 2020 . (2) www.3tres3.com</p>		<p>Limitantes:  Almacenamiento in situ de otros co-sustratos que pueden incrementar la emisión de olor de la explotación. Esta técnica puede tener un alto costo de implementación, es la única forma viable de hacer desaparecer una laguna (si se mantiene la laguna se puede combinar lagunas de tratamiento aerobio – anaerobio, y/o coberturas, para evitar la alta tasa de formación de H₂S). La reducción del precio del kWh cogenerado, así como el aumento de precio del gas natural, han hecho que este mecanismo técnico-financiero no se sostenga económicamente.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Alta-muy alta; 70 – 84%</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado: alto (1).  (2) Inversión : 23 USD/cerdo (2) Operación: 3 USD/cerdo/ año</p>

4.6.4 MTD – Etapa Disposición

Ficha MTD 11 – Etapa Disposición: Aplicación de purines y estiércol

 <p>Ficha N°7 <i>Etapa: Disposición</i> <i>TIPO MTD: Buenas prácticas</i></p>	<p>Medida: Aplicación purines y estiércol al campo mediante localizador de manguera</p>
<p>Principio de funcionamiento: Consiste en la entrada desde la parte superior de la cuba a un colector o a un triturador repartidor, cada una de sus salidas va a un tubo flexible que se aproxima al suelo a una separación de 30 a 50 cm según el modelo. Paralelamente, la incorporación al suelo permite la acidificación del purín y con ello reducir niveles de amoniaco.</p> <p>Requisitos de Implementación: Maquinaria adaptada</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: No aplica</p> <p>Fuente de Información: 1- Europa press https://www.europapress.es/comunicados/sociedad-00909/noticia-comunicado-nueva-normativa-purines-retos-opportunidades-20180409172425.html 2- Guía técnica para la gestión de las emisiones odorantes generadas por las explotaciones ganaderas intensivas - Generalitat Valenciana, 2008.</p> <p>(1)Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (Mapama).</p>	<p> Limitantes: Necesita un triturador repartidor, máquina con partes móviles, que requiere mantenimiento) para funcionar bien. En invierno, a bajas temperaturas, los tubos son menos flexibles; al ser tubos sencillos (40mm muchas veces) se suelen quebrar e ir “tirando” en lugar de “distribuyendo” el purín.</p> <p> Eficiencia Medioambiental Reducción de las emisiones de olor 55-60%.</p> <p> Aplicabilidad Instalaciones nuevas y existentes</p> <p> Costo Estimado: Bajo-medio (1)</p>

4.6.5 Rangos de costos sistemas de tratamiento de dos o tres etapas (ej. Lavador de gases más biofiltro).

La tecnología consta de dos o tres etapas con objetivos diferentes, por ejemplo, en una primera etapa un depurador ácido para eliminar el amoníaco y en una segunda etapa un biofiltro para eliminar los olores. La eficacia para la reducción de olor se sitúa en un 70% (Germany 2010, Netherland 2010). Al igual que se mencionó anteriormente, el requisito mínimo para la reducción de olores en los sistemas de tratamiento de aire en Alemania se define como una concentración de olor en el aire de salida igual o inferior a 300 ou_E/m³, así como el hecho de que no se perciban olores típicos del proceso (KTBL 2008).

Tabla 48 – Costos de referencia sistema combinado.

Capacidad V*10 ³ m ³ /h	Costos Inversión (CI)		Costo asociado ⁽¹⁾				Costos totales	
	€ cada 1.000m ³ /h	€ por animal	CI Anuales € cada 1.000 m ³ /h/año	€/ animal/año	Costos de operación (CO) €/1.000 m ³ /h/año	€/animal/año	€/1.000 m ³ /h/año	€/animal/año
460–700 animales (39–60) m ³ /h ⁽²⁾	826–884	70–75	107–112	9.1–9.5	116–127	9.9–10.8	223–239	19.0–20.3
1.060–1.180 animales (90–100) m ³ /h ⁽²⁾	796–851	68–72	102–107	8.7–9.1	107–118	9.1–10.0	209–225	17.8–19.1
1.700–1.850 animales (150–157) m ³ /h ⁽²⁾	746–802	63–68	94–99	8.0–8.4	102–113	8.7–9.6	196–212	16.7–18.0
3.000 animales 255 m ³ /h ⁽³⁾	745 (720–770)	61–65	85 (80–85)	6.8–7.2	130 (120–140)	10–12	215 (200–225)	17–19

Fuente: Países Bajos 2010.

⁽¹⁾ Los costos no incluyen el IVA y hacen referencia a granjas de nueva construcción.

⁽²⁾ Los costos se calculan sobre las siguientes hipótesis: período de amortización de 10 años para la instalación y 20 años para el edificio, tipo de interés del 6 % para el 50 % de la inversión, costos de mano de obra de 20 €/h, electricidad de 0,12 €/kWh, agua de 0,5 €/m³, reactivo ácido de 0,25 €/kg, esparcimiento de aguas residuales de 2,6 €/m³, mantenimiento del 1 % de la inversión, costos adicionales para un depósito de purines más grande equivalente a 120 €/m³, costos adicionales para los ventiladores más potentes de 3 €/m³ por cada 1.000 m³ de capacidad de aire instalado, equivalente a 11,8 plazas de cerdos con una ventilación estándar de 85 m³/h por puesto de animales.

⁽³⁾ Los costos se calculan sobre las siguientes hipótesis: período de amortización de 10 años para la instalación y 20 años para el edificio, tipo de interés del 4 %, costos de mano de obra de 15 €/h, electricidad de 0,15 €/kWh, agua de 0,5 €/m³, ácido de 0,35 €/kg, esparcimiento de aguas residuales de 3 €/m³, mantenimiento del 1 % de la inversión, costos adicionales para un almacén de purines más grande y costos adicionales para ventiladores más potentes.

Además de las experiencias comentadas anteriormente, se pueden indicar los siguientes casos.

Gestión de estiércol y almacenaje

A nivel de almacenaje y gestión de estiércol;

- Francia, la aplicación de un recubrimiento en los acopios de estiércol sólido es obligatoria, únicamente para el estiércol aviar.
- En los Países Bajos, la cobertura es obligatoria para los acopios de estiércol situados en el campo durante más de dos semanas.
- En los Países Bajos y el Reino Unido, las cubiertas se utilizan en las pilas de estiércol sólido y evitar impacto de olor cuando hay casas cerca de las pilas (IRPP IWG 2014).
- En Dinamarca, es obligatorio el almacenamiento cubierto de la fracción sólida a partir de la separación mecánica de los purines.
- En relación a ejemplos prácticos de almacenaje, el uso de silos para almacenaje de estiércol se reporta en Bélgica (Flanders), Alemania e Inglaterra.
- Con respecto a la distancia respecto a cursos de agua antes de su aplicación en campo;
- Finlandia, el acopio debe estar al menos a 100 m de los cursos de agua, zanjas principales o de un pozo del que se extrae agua para uso doméstico, y a 5 m de las zanjas (pequeñas) (IRPP TWG 2013).
- En el Reino Unido, las distancias aplicadas son de 10 m de los cursos de agua y 50 m de los manantiales, pozos, perforaciones u otras fuentes de agua destinadas al consumo humano (TWG ILF BREF 2001).
- En Francia, la distancia mínima a los cursos de agua es de 100 m (IRPP TWG 2011).
- En Bélgica (Valonia), el estiércol seco de granja debe almacenarse a una distancia mínima de 20 m de cualquier desagüe, pozo o agua superficial.
- En Irlanda, la legislación nacional por la que se aplica la Directiva sobre nitratos exige que el acopio se sitúe a menos de 250 m de un punto de extracción, a 50 m de cualquier perforación, manantial o pozo utilizado para la extracción de agua para el consumo humano, a 20 m de un lago, a 50 m de elementos expuestos de piedra caliza cavernosa o kárstica y a 10 m de cualquier agua superficial.
- En Italia, el almacenamiento temporal de estiércol no está permitido a una distancia de 5 m de los desagües, 30 m de las orillas de los ríos y 40 m de la orilla de los lagos, así como de la costa (IRPP TWG 2013).

4.6.6 Costos de otras técnicas evaluadas en Chile

En pabellones, se puede considerar el efecto de arrastre mecánico de purines, lo cual permite disminuir el requerimiento y uso del recurso agua para el movimiento y traslado de purines.

Sistema de ventilación continua tipo túnel, permite un número de renovaciones de aire interior que junto con “diluir” el aire oloroso ambiente, minimiza la carga odorante del pabellón.

Los costos referenciales de lo mencionado son:

Tabla 49 – Costos técnica Cobertura flotante, rastra y sistema túnel.

Foco	MTD	Rango eficiencia	% Reducción \geq (referencial)	Costos
Laguna anaeróbica	Cobertura Flotante	44% - 82%	40%	25 USD x m ²
Pabellón	Rastra	20% - 30%	20%	17,2 USD/cerdo 24,4 USD/m ²
Destete-Venta	Túnel	33% - 82%	40%	18,9 USD/cerdo 27,2 USD/m ²

Fuente: Agrícola Súper Ltda., 2018.

4.6.7 Costos de cubrir / confinar espacios

Para el caso de canalización y confinación de espacios, además de considerar el tipo de cubiertas, es necesario seleccionar el material adecuado, definir los accesos, las ventilaciones y conducir el gas a la etapa de tratamiento si así corresponde.

Los materiales comúnmente utilizados para la contención de olores son: concreto, aluminio, plástico reforzado con fibra de vidrio, acero inoxidable, madera y plástico (WEF, 2004). Una comparación de estos materiales de construcción que considera elementos claves para tomar una decisión como facilidad de mantenimiento, durabilidad, resistencia a la corrosión y costos se presentan a continuación.

Existe en el mercado otras alternativas para fuentes difusas de alta carga odorante.



Fuente: Pi2. www.pi2technologies.com

Se muestra en las imágenes cubiertas de geomembrana impermeable que incluyen “ventanas” permeables en las que se incluye filtros de carbón activado. Permite mantener las condiciones aeróbicas. No requiere energía y tendría largo período de uso. La eficiencia en remoción de olor que indica el proveedor es desde 90%. El costo aproximado es US\$ 320/m².

4.7 Categorización de MTD en Chile

A partir de la información recopilada en base a los informes proporcionados por ASPROCER en el marco de la ejecución del estudio “Programa de transformación tecnológica, energética y ambiental para el segmento PyME de la industria porcina” realizado el año 2017 por la PUCV junto con la información enviada por los titulares, a continuación se presenta el resumen catastro de MTD utilizadas en el sector porcino.

Tabla 50 – Resumen Catastro de MTD categorizadas en Buenas Prácticas Operacionales y Tecnologías.

Tipo MTD	Unidad	N° planteles de un universo de 110 planteles catastrados/*
Tecnologías	Biodigestor	15
	Cámara de frío	1
	Cortinas automáticas	10
	Filtro de olores	2
	Neutralizador de olores	1
	Tratamiento enzimático-bacteriano	1
	Ventilación túnel	4
	Microorganismos	2
Buenas Prácticas Operacionales	Bins herméticos	2
	Cadáveres como abono agrícola	3
	Capas de aserrín	1
	Cierre/cobertura	12
	Cierre/cobertura	1
	Cobertura Nylon	1
	Contenedor	1
	Controlador de ambiente	1
	Cortina vegetal	11
	Encalado	20
	Enzimas y prebióticos	1
	Estanque cubierto	4
	Externo	1
	Extracción diaria cama sucia	1
	Fosas con cobertura y respiradero	10
	Fosas con respiradero	2
	Galpón techado	2
	Hidrolavadora	10
	Lavado pulverizado	1
	Limpieza Diaria Tradicional	4
	Limpieza Flush	5
	Limpieza tradicional c/4 días	1
	Lombricultura	11
Subterránea	4	
Transporte diario	1	
Ventilación por persianas	1	

/* Corresponde a la cantidad de planteles que poseen la Tecnología y/o Buena práctica mencionada.

Fuente: Envirometrika a partir de informes ASPROCER (PUCV) y validación titulares, 2018

Del cuadro anterior, se observa que la tecnología utilizada por los planteles operativos corresponde al Biodigestor, presente en 15 planteles. Por otro lado, el Encalado es la Buena práctica más utilizada por el sector, con 20 planteles.

4.7.1 MTD Proyectos aprobados SEA

En forma complementaria existe la información presentada por los titulares al Servicio de Evaluación Ambiental la cual da una mirada complementaria y con proyecciones a lo que apunta el sector. La mayoría de los proyectos se orienta al tratamiento de aire (en este caso oloroso) en las etapas de Alojamiento (pabellones de cerdos), tratamiento y disposición de purines. Por otro lado los proyectos también se enfocan en mejoras para el manejo y tratamiento de purines. Estos proyectos han sido presentados por los titulares ya sea para dar cumplimiento a ambos tipos de tratamiento (aire y purines) o en forma individual.

Para el caso particular del rubro porcino en Chile, en base al objetivo final del uso de las MTD, se pueden clasificar según el tipo de tratamiento que se requiere. En este caso, las clasificaciones son:

Tratamiento de Aire: El objetivo principal es minimizar la carga odorante del aire “oloroso” o las emisiones que se pueden generar a lo largo del proceso o ciclo operacional del sector porcino, esto es, tanto en la etapa de Alojamiento de animales (pabellones), unidades de tratamiento de purines y en la disposición de los residuos ya sea sólidos o líquidos.

Tratamiento y manejo de purines: El objetivo es disponer de técnicas y tecnologías que permitan optimizar y mejorar el manejo de los residuos de manera de minimizar los riesgos de generación de contaminación ambiental y aprovechar dichos residuos de manera compatible con la actividad industrial y con el medio ambiente.

Un ejemplo de categorización de las MTD se presenta en la siguiente tabla la cual resume la cantidad de MTD que se han presentado al Servicio de Evaluación Ambiental en 66 proyectos aprobados durante el período 1997-2017 por los titulares, en el cual se puede observar en detalle el objetivo para el cual fueron presentadas las MTD, la etapa y unidad de proceso donde aplicarían, el nombre de la MTD, su clasificación y la cantidad o el número de proyectos en los cuales presentan la propuesta de implementación de la MTD. Cabe señalar que en los últimos 8 años (2010-2017) se han aprobado 9 proyectos por lo que la data del periodo 1997-2017 representa de mejor manera el sector.

Tabla 51 – Categorización de MTD según proyectos aprobados en el SEA.

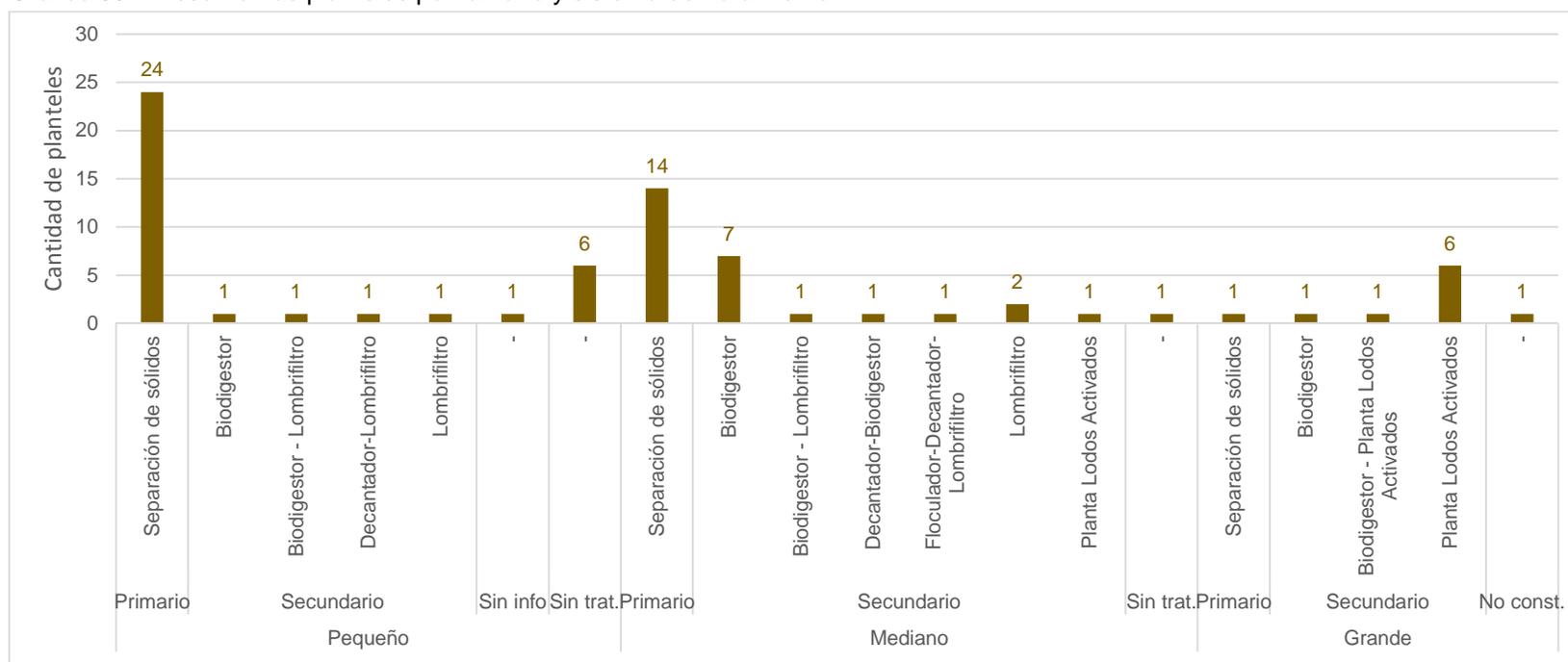
Objetivo	Etapa del proceso	Unidad de proceso	MTD Olores	Clasificación	Nº MTD Olores	
Tratamiento de aire	Alojamiento de cerdos	Pabellones	Aspersores	Buenas Prácticas	1	
			Cortina Vegetal	Buenas Prácticas	16	
			Ventilación automática	Buenas Prácticas	4	
	Tratamiento de purines	Cancha de Compostaje	Lagunas	Cortina Vegetal	Buenas Prácticas	1
				Cortina Vegetal	Buenas Prácticas	12
		Planta Tratamiento Purines	Separación de sólidos	Aspersores	Buenas Prácticas	1
				Biodigestor	Tecnología	18
				Biofiltro	Tecnología	1
				Cámara de frío	Buenas Prácticas	1
				Captura de biogás	Buenas Prácticas	1
				Cortina Vegetal	Buenas Prácticas	5
				Cortina Vegetal	Buenas Prácticas	2
		Cubierta de estanque	Buenas Prácticas	5		
		Filtro de carbón activado	Tecnología	1		
		Otros	Mortalidad	Bins	Buenas Prácticas	8
				Bins de compostaje	Buenas Prácticas	1
				Cámara de frío	Buenas Prácticas	2
	Ducto de ventilación			Buenas Prácticas	1	
	Filtro de olores			Tecnología	3	
	Incinerador			Tecnología	4	
Tratamiento y manejo de purines	Alojamiento de cerdos	Pabellones	Horario de limpieza	Buenas Prácticas	2	
	Disposición	Acopio de sólidos	Encalado	Buenas Prácticas	2	
			Galpón de acopio	Buenas Prácticas	1	
	Tratamiento de purines	Cancha de Compostaje	Compostaje	Buenas Prácticas	9	
		Planta Tratamiento Purines	Lombrifiltro	Buenas Prácticas	7	
	Otros	Mortalidad	Encalado	Buenas Prácticas	24	

Fuente: Envirometrika a partir de SEA, 2018.

Del total de 110 planteles inicialmente catastrados en el presente estudio, 75 de ellos han sido validados con la información entregada por los propios titulares junto con ASPROCER a través de los informes de la PUCV antes mencionados. Esta información es adicional a la recopilada en la tabla anterior con proyectos aprobados en el SEA.

El resumen de los 75 planteles validados en base al tamaño del plantel (según validación ASPORCER: *Plantel Pequeño < 12.500 animales, Plantel Mediano entre 12.501 y 50.000 animales y Plantel Grande más de 50.001 animales*) y tipo de tratamiento es el siguiente:

Gráfico 89 – Resumen de planteles por tamaño y sistema de tratamiento.



Fuente: Envirometrika, 2018.

Como se observa en el gráfico anterior, de los 75 planteles validados, casi el 54% (41 planteles) posee solo tratamiento primario, es decir, separación de sólidos y acumulación de líquido en estanques y/o lagunas, siendo los planteles pequeños y medianos los que poseen la mayor cantidad. Seguido de este 54% de planteles con tratamiento primario, un 35% con tratamiento secundario donde son los planteles medianos los que poseen la mayor proporción. El 8% de los planteles validados no posee sistema de tratamiento.

4.8 Métodos de seguimiento y control de olores

Una vez definidos los límites a cumplir y poder contar con la trazabilidad de ello se vuelve un factor importante para el industrial. Como primera etapa es poder tener claro si el proyecto una vez iniciada la operación está cumpliendo lo comprometido referido a la “no molestia” por olores en la comunidad cercana. Para ello, se dispone de herramientas de seguimiento y control acorde a objetivo según sea desde el lugar donde se emiten los olores (emisión) o donde son percibidos (inmisión).

4.8.1 Metodología de seguimiento y control.

Tabla 52 – Metodologías de seguimiento aplicadas a la emisión

METODOLOGÍAS DE SEGUIMIENTO	TEO	EIO	MODELACIÓN	ERO	Monitoreo gases	Modelación On Line Tiempo real ^{1/}
Norma de referencia	NCh3386:2015 NCh3190:2010	NCh3386:2015 NCh3190:2010 Guía SEA 2010	Guía SEA 2017	NCh3386:2015 NCh3190:2010	-	-
Entrega	Tasa de emisión TEO (uo/s)	Alcance, perfiles horarios y mensuales, % reducciones.	Alcance pluma olor	¿Eficiente del sistema? ¿Entrega la remoción de olor requerida?	Niveles de gases odorantes (ppm)	CONTROL de proceso operacional
Tiempos de ejecución (aprox.)	3 días	3 semanas	2 semanas	3 días	1 día	2 semanas
Valores referenciales servicio (UF) ^{2/}	≥ 350 ^{3/}	≥ 550 ^{3/ 4/}	≥ 95 ^{5/}	≥ 58	≥ 34 ^{5/}	> 500 ^{6/}
WRF - meteorología altura UF ^{7/}		40	40	-	-	-
Tipo de fuente	Difusas	✓	✓	-	✓	✓
	Puntual	✓	✓	-	✓	✓
	Fugitiva volumen	✓	✓	-	✓	✓
Evaluar Molestia	-	✓	-	-	-	✓
Evaluar Sistema Remoción	Olor	-	-	Olor	gases	Olor / Gases
Diagnóstico de percepción (entorno)	-	-	-	-	-	-

Fuente: Envirometrika, 2018.

^{1/} Valores son netos y se debe sumar gastos de traslado. Gastos de traslado y estadía son en general entre 5 y 10 % del valor de servicio

^{2/} Corresponde a sistema de control interno.

^{3/} Considera 15 fuentes emisoras (promedio de fuentes tipo Puntuales, Difusas y fugitivas), muestreadas en triplicado y dos horarios (am y pm). Laboratorio certificado en olfatometría. Incluye toma de muestra y análisis en laboratorio en un período menor a 6 horas desde muestreo). Para la modelación incluye modelación de todas las fuentes (P98 y P 99,5), modelación por área, obtención de concentración máxima en receptores, perfiles o frecuencias mensuales y horarias en 6 receptores, y 6 modelaciones de análisis de sensibilidad.

^{4/} Considera 15 fuentes emisoras, análisis de la operación y confección de planillas según evolución de edad y estacionalidad. Incluye modelación de todas las fuentes (P98 y P 99,5), modelación por área, obtención de concentración máxima en receptores, perfiles o frecuencias mensuales y horarias en 6 receptores y 6 modelaciones de análisis de sensibilidad.

^{5/} Considera monitoreo en 10 fuentes, mínimo 4 gases odorantes, 2 técnicos, muestreo y dilución “in situ” de ser requerido.

^{6/} Valor para 12 meses.

^{7/} Referencia: Lakes Canadá.

-- No aplica.

Tabla 53 – Metodologías de seguimiento aplicadas a la inmisión.

METODOLOGÍAS DE SEGUIMIENTO		Grilla	Pluma	Encuesta
Norma de referencia		NCh3533:2017 Parte 1	NCh3533:2017 Parte 2	NCh3387:2015
Entrega		Levanta la Frecuencia con la que la comunidad percibe uno o varios focos emisores.	Alcance de la pluma (fuentes con numerosas fuentes, validación de modelos, conocer la emisión y alcance de emisores donde no se pueda ingresar)	Cuantificación del grado de molestia. Efecto de las medidas implementadas.
Tiempos de ejecución (aproximado)		6 meses / 1 año ^{1/}	3 semanas	1 semana
Valores referenciales servicio (UF) ^{2/}		≥ 650 ^{3/}	≥ 190	≥ 225
WRF - meteorología altura UF ^{4/}			40	
Tipo de fuente	Difusas (activa-Pasiva)	-	-	-
	Puntual	-	-	-
	Fugitiva / volumen	-	-	-
Evaluar Molestia		-	-	✓
Evaluar Sistema de Remoción de Olor		-	-	-
Diagnóstico de percepción (entorno)		✓	✓	✓

Fuente: Envirometrika, 2018.

^{1/} Períodos mínimos según NCh3533:2017 Parte 1 para representatividad estadística. Plazos ajustables según objetivo.

^{2/} Valores son netos, se les debe sumar el IVA y gastos de traslado.

^{3/} Considera pool de panelistas seleccionados según NCh 3190 de Laboratorio certificado en Olfatometría dinámica. Se ejecuta en 52 mediciones en terreno en un período de 6 meses.

^{4/} Referencia: Lakes Canadá.

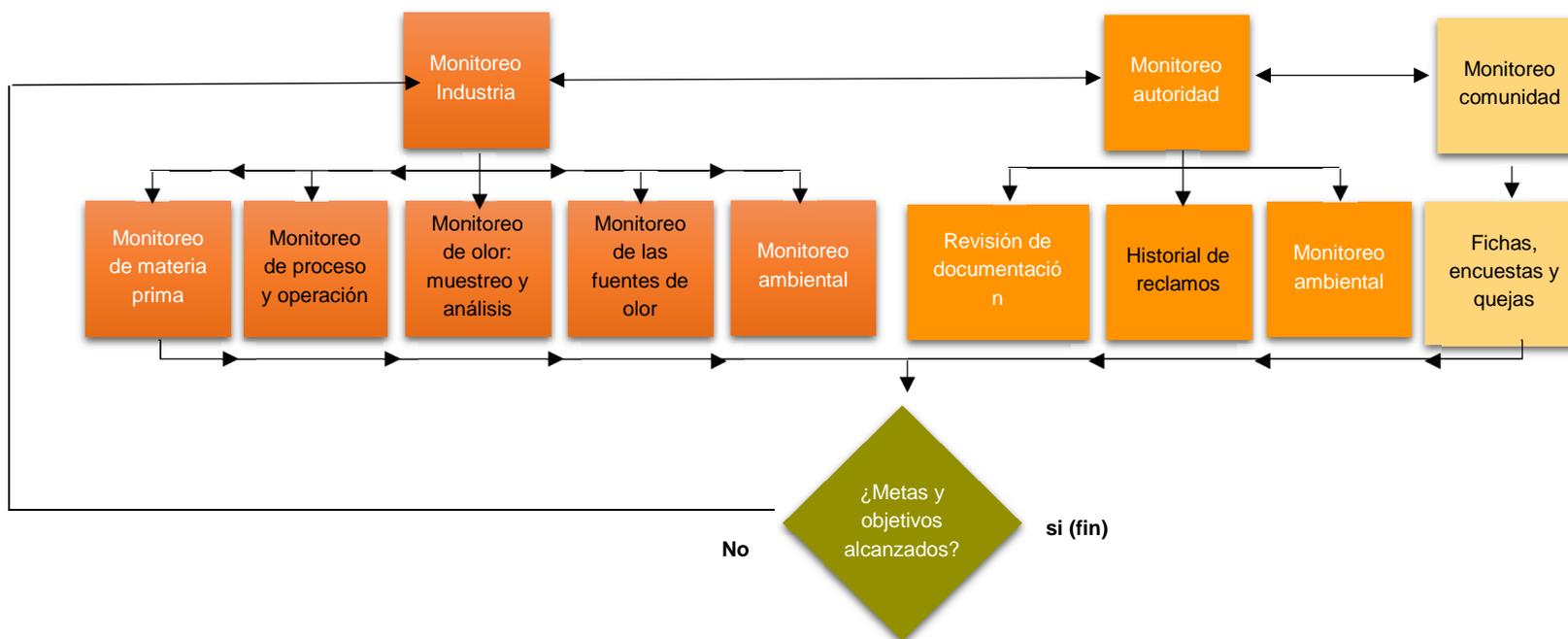
--No aplica.

4.8.2 Herramientas comerciales de seguimiento y control operacional.

La gestión moderna y de incidentes, demanda por servicios cada vez más transparentes y responsables con la comunidad. En una sociedad cada vez más conectada los ciudadanos esperan emitir sus quejas y reclamos al instante e idealmente en línea. También esperan tener el adecuado manejo y seguimiento de la misma y recibir retroalimentación sobre las acciones realizadas a partir de ella.

4.8.2.1 Actividades de seguimiento y control para prevenir conflictos por olores.

Figura 50 – Esquema de rutas y actividades como seguimiento y control



Fuente: Envirometrika, 2018.

4.8.2.2 Manejo de quejas

Existen hoy en el mercado, herramientas que permiten contar con un sistema que se desplaza desde la antigua comunicación unilateral para la comunicación bilateral y multilateral en las relaciones comunitarias. Transforman las líneas de denuncia en un solo sentido a la participación de muchos ciudadanos, en la protección del medio ambiente a través de múltiple generación de información. Visualización on line de datos en la línea del tiempo, ayuda al enfrentar un control de verosimilitud de las quejas, y la asignación de molestia a la fuente más plausible bajo las condiciones de operación de la instalación y meteorología al momento de la queja. Con ello se proporciona información útil para analizar y prevenir futuros eventos.

4.8.2.3 Herramientas de control operacional

Las plataformas de modelación en línea permiten visualizar en tiempo real, el comportamiento de la dispersión de uno o más contaminantes.

Esto permite:

- Modelar el impacto odorante y visualizar en línea, bajo Percentil 100 (ya que considera proyección en tiempo real por lo que, a diferencia de modelaciones anuales, utiliza toda la data meteorológica registrada para la proyección de la pluma instantánea, en consecuencia, no es posible trabajar con percentiles 98, 95 o 99,5).
- Visualización histórica del comportamiento de la pluma de dispersión.
- Contrastar y analizar eventos de reclamos (seguimiento).
- Establecer sistemas de alerta temprana frente a la superación de niveles específicos de concentración en diversos puntos de inmisión, reduciendo los tiempos de respuesta frente a posibles reclamos o superación de niveles.
- Visualización de la dispersión, bajo parámetros respaldados técnicamente según requerimientos de las distintas entidades reguladoras, al estar configurado y procesado bajo la parametrización y criterios descritos por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y en coherencia a los lineamientos de organismos ambientales internacionales (EPA).
- Herramienta de control operacional, respuesta pronta frente a posibles desviaciones en unidades/procesos con emisión al ambiente.
- Sistema de alerta temprana, permitiendo establecer puntos de control en la inmisión para anticipar posibles eventos de reclamos por parte de la comunidad.

Estas herramientas, no constituyen métodos de medición de olor. Son herramientas de control interno y los datos no son técnicamente válidos a la hora de establecer por ejemplo tasas de emisión. Por el contrario, requieren ingreso de datos a partir de levantamientos olfatométricos y se recomienda chequeo con cierta regularidad. Su uso aplica a procesos regulares y continuos, especialmente.

4.9 Conclusiones

En Chile, la producción intensiva de cerdos incluye como principales focos odorantes las etapas de; Alojamiento (pabellones cuya ventilación se maneja con cortinas manuales, principalmente), tratamiento de purines (pozos, lagunas, canchas de compostaje) y disposición de purines (aplicación en campo).

A diferencia de la crianza en Europa, en Chile además de manejar un mayor número de animales por plantel se da que en su operación, la etapa de tratamiento posee las mayores emisiones de olor (en Europa se suele tener la etapa de alojamiento y acopio de purines en una sola y con sistemas de tratamiento de aire), y como emisión; predominan las fuentes difusas y en menor grado fuentes fugitivas. Las fuentes difusas corresponden a todas aquellas que no son capturadas o canalizadas a través de un punto de descarga, como podría ser un ventilador, extractor, ducto o chimenea, es decir, se refieren a cualquier fuente de emisión que no sea considerada una fuente puntual. Las fuentes difusas de un plantel en Chile poseen dimensiones conocidas ya sean fuentes de área (lagunas, canchas, zonas de disposición, incorporación en suelos), fuentes de volumen (pabellones funcionando con cortinas) que funcionan con convección natural en la emisión, tales como depósito de desechos, lagunas, pilas de compost o estiércol, entre otras.

La dificultad mayor de las fuentes difusas es que, aun pudiendo emitir bajas concentraciones de compuestos odorantes, al tener grandes superficies, como por ejemplo, tanques, lagunas anaeróbicas, entre otras, generan una gran tasa de emisión. Sumado lo anterior a tener convección natural y no mecánica, la dispersión será dependiente de las condiciones meteorológicas. Al tener fuentes difusas mayoritariamente, que emiten a nivel de suelo generalmente y sumado a bajas condiciones de dispersión constituyen una condición poco favorable.

Es importante destacar que en general, para reducir efectivamente el impacto de olores producido por una actividad, las medidas de control adoptadas deben implicar una reducción significativa en los olores, al menos del 50%. Sin embargo, para que sean realmente efectivas, es decir, para que el nivel de impacto de olor se reduzca de forma significativa, las medidas aplicadas, ya sea a nivel de buenas prácticas como de MTD, deberían conllevar una reducción de los olores del 90% (Odournet SL, 2007).

Las condiciones locales influyen en la selección e implementación de técnicas de reducción, como por ejemplo en zonas densamente pobladas (Países Bajos). La aplicabilidad, los posibles efectos cruzados y los costos pueden limitar la adopción de las técnicas.

Enfrentar un problema de olor en la fuente de emisión mediante una modificación o rediseño de un proceso, gestionando la actividad de forma diferente, generalmente brinda una solución a largo plazo, reduciendo los costos en comparación con la instalación de equipos de abatimiento de fin de línea, los cuales tienen las siguientes desventajas:

- No se orientan a la causa que originan olores molestos.
- Los costos de capital y de funcionamiento son a menudo más altos.
- Generalmente producen residuos a los cuales hay que dar una disposición final adecuada.
- Alto consumo de energía.

Por el contrario, el control de la emisión de olor en su fuente, posee las siguientes ventajas:

- Permite una gestión o manejo más efectivo y eficiente del proceso.
- Menos producción de residuos generados como desechos.
- Ahorro de costos a largo plazo.

Las estrategias de control de olores deben estar, idealmente enfocadas en la prevención de las emisiones de olor en el origen. Cuando esto no es viable, se necesita minimizar la tasa de generación de olor y considerar tecnologías finalistas de control adecuadas, en función de la naturaleza y el tipo de fuente de emisión. Este hecho implica canalizar las emisiones desde el punto de generación hacia un sistema de tratamiento con el mínimo de emisiones fugitivas. Esta solución es bastante más costosa económicamente que la mayoría de las técnicas preventivas; por ello, a la vez que se seleccionan las MTD y antes de efectuar inversiones económicas elevadas, es vital conseguir asesoramiento de especialistas y/o realizar pruebas piloto para garantizar la aplicabilidad y la eficiencia del equipo de control de olor elegido. Es importante advertir que las tecnologías finalistas y por diferentes aspectos como los gastos que conllevan, su aplicabilidad o sus efectos colaterales, pueden no alcanzar una viabilidad técnica - económica suficiente y, por tanto, no se pueden aplicar de manera generalizada, sino que hay que analizar cada caso en particular.

De la revisión nacional e internacional a las prácticas y tecnologías, se aprecia que varían en costo y eficacia. Debido a los pequeños márgenes de ganancia en la industria porcina, las opciones para el control de olores deben ser muy rentables para ser favorecidas y ser un camino. Por ejemplo, se ha demostrado que las estrategias de modificación de la dieta reducen eficazmente las emisiones de NH₃ con un bajo costo, y es probable el considerarla las mejores prácticas de gestión, aunque su eficacia para reducir el olor sigue siendo incierta y no probada. Las cubiertas permeables y los biofiltros parecen tener un gran potencial para ser las tecnologías más prometedoras y rentables. Sin embargo, ambas tecnologías necesitan un mantenimiento cuidadoso para funcionar eficazmente. Se debe cuidar en seleccionar tecnologías que sean compatibles con las capacidades de funcionamiento para evitar posibles fallas debido a la mala gestión u operación en el día a día.

Algunas tecnologías pudieran necesitar más incentivos económicos o requisitos de cumplimiento reglamentario para ser ampliamente adoptados. En el caso de los aditivos para incorporar, se necesita más investigación para comprender los mecanismos y mejorar la fiabilidad; para la separación sólido-líquida, se necesita más investigación para desarrollar técnicas prácticas para la separación inmediata de sólidos del purines recién excretados; para los sistemas de filtración biológica (húmeda), se necesita más investigación para optimizar los procesos microbiológicos junto con minimizar el consumo de agua.

Al tratar de controlar el olor, se debe priorizar en las áreas o fuentes del plantel de mayor impacto en los puntos de interés de la inmisión (no necesariamente los de mayor tasa de emisión), ya sea por cercanía a los receptores o desplazamiento de la pluma odorante.

Cabe destacar, que ningún método eliminará por completo los olores de las instalaciones porcinas, por lo que se recomienda una combinación de principalmente prácticas y tecnologías.

Por ejemplo, el olor de pabellones de cerdos puede reducirse mediante una combinación de modificación dietética e instalación de extractores que puedan impulsar la pluma y favorecer la dispersión, mientras que el olor de las operaciones de tratamiento puede reducirse mediante la instalación de una cubierta permeable. En operaciones de mayor envergadura, prácticas y tecnologías pueden combinarse. En la práctica, la solución óptima a corto plazo, puede ser una combinación de ambas, sin embargo el objetivo a largo plazo, debería apuntar hacia la adopción de tecnologías limpias.

Lo anterior debería establecerse dentro de un marco de buenas prácticas operacionales y de gestión de olor. Debido a la naturaleza de algunos procesos, los cuales no pueden ser encapsulados, estos idealmente deben someterse a una buena práctica operacional.

En la aplicación de buenas prácticas de cada plantel, es fundamental educar y formar al personal en relación a todos los aspectos relativos a la generación y emisión de olor en producción animal; sanidad y bienestar animal; gestión, transporte y aplicación del estiércol; planificación de las actividades y potenciales situaciones de emergencia; etc.

De la revisión de proyectos aprobados se aprecia que casi un 50% se orienta a implementar medidas en la etapa de Tratamiento de purines, de estas el 28% presenta la biodigestión la que no siendo una tecnología para el control de olor, por el hecho de cubrir las fuentes difusas reduce significativamente la emisión, además de cumplir con el objetivo propio del sistema. Esta técnica puede tener un alto costo de implementación, es la única forma viable de hacer desaparecer una laguna (la alternativa para una laguna sería combinar lagunas de tratamiento aerobio – anaerobio, y/o coberturas).

La cortina vegetal se cita como buena práctica en un 31% de los proyectos en la etapa de tratamiento de purines. Como indicado en este capítulo, no está aceptada como un método de control ya que no se ha podido establecer su eficacia. Así aplicaría a fuentes de emisión muy bajas y para las cuales la densidad y posicionamiento constituya un “filtro” natural de verde. La cortina vegetal se asocia más mejoras en el efecto visual junto con la contribución al ambiente.

Dentro de lo solicitado en este estudio; se incluyó el análisis de las MTD referido a la reducción en olores y NH₃. Al respecto, se incluyeron en este capítulo una serie de citas bibliográficas en las que se esgrime por qué si se quiere evaluar reducción de olor y con ello reducciones en la molestia a comunidades, el referenciar efectividad en gases no sería el camino adecuado, en especial NH₃, para la industria porcina. Se concluye a partir de lo anterior, que el evaluar niveles de NH₃ u otros gases para evaluar la reducción en la exposición o grado de molestia, no sería un buen indicador. Más bien se utiliza lo anterior a la hora de definir soluciones para el tratamiento de compuestos odorantes.

5 CAPÍTULO V: MEDIDAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN DE OLORES EN EL SECTOR AVICOLA

5.1 Introducción

El presente capítulo aborda, las MTD existentes en el Sector Avícola a nivel nacional e internacional. Las definiciones y generalidades sobre MTD se han descrito en el capítulo IV. Se presenta una revisión bibliográfica sobre los antecedentes técnicos de las mejores técnicas disponibles utilizadas en el sector.

En este capítulo se incluye un análisis de las MTD con énfasis en la reducción de olores ya que como se indicó en citas bibliográficas de capítulo anterior, para evaluar la reducción de olor y con ello reducciones en la molestia a comunidades el indicador adecuado es olor. El referenciar gases como el NH₃ no sería un buen indicador, más bien se utiliza a la hora de definir soluciones para el tratamiento de compuestos odorantes.

Se consideró en forma consolidada las MTD comúnmente utilizadas en el sector avícola para las principales unidades de producción (reproducción, postura de huevos y aves de carne), resumidas y categorizadas acordes a la definición también detallada en el capítulo IV, tales como Buenas Prácticas Operacionales y Tecnologías. En este contexto, se presenta la recopilación de información de MTD del Sector Avícola en función de la etapa del proceso productivo. La información se obtuvo de la revisión bibliográfica sobre MTD a nivel Internacional, así como de los proyectos que ingresaron al Sistema de Evaluación Ambiental en el período 2000-2017.

Respecto a la evaluación de eficiencia de las MTD en procesos que presentan una variabilidad de emisión e influencia de múltiples factores como este caso, cobra relevancia la recomendación indicada en la guía española de MTD que menciona que sería más correcto hablar de porcentaje de reducción en las emisiones que de emisiones como valor absoluto²⁵. Dentro de los países que presentan sistemas de crianza intensiva de animales similares a los volúmenes que se manejan en Chile está Australia. Este país, a través de la Corporación de Investigación y Desarrollo de Industrias Rurales del Gobierno de Australia, presentó en marzo del año 2009 un documento resumen de tecnologías llamado *Control of Odour and Dust from Chicken Sheds– Review of “add-on” technologies*. Se incluyen los puntos a destacar como MTD.

Lo anterior, permite establecer condiciones a considerar a la hora de escoger una MTD.

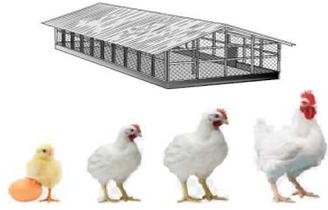
En términos generales, la selección de una MTD debe ser realizada en base a la información disponible de la misma y de los beneficios esperados. En este contexto, la *Guía de MTD del Sector de la Avicultura de Carne* de España del 2006 lista los aspectos que se deben considerar.

- Uso de técnicas que produzcan pocos residuos.
- Uso de sustancias menos peligrosas.
- Desarrollo de las técnicas de recuperación y reciclado de sustancias generadas que se utilizan en el proceso, así como de los residuos cuando proceda.

²⁵ Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2006) “Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector de la Avicultura de Carne”, España.

- Procesos, instalaciones o métodos de funcionamiento comparables que hayan dado pruebas positivas a escala industrial.
- Avances técnicos y evolución de los conocimientos científicos.
- Carácter, efectos y volumen de las emisiones que se trate.
- Fechas de entrada en funcionamiento de las instalaciones nuevas o existentes.
- Plazo que requiere la instauración de una mejor técnica disponible.
- Consumo y naturaleza de las materias primas (incluida el agua) utilizadas en procedimientos de eficacia energética.
- Necesidad de prevenir o reducir al mínimo el impacto global de las emisiones y de los riesgos en el medio ambiente.
- Necesidad de prevenir cualquier riesgo de accidente o de reducir sus consecuencias para el medio ambiente.

5.2 Caracterización del proceso productivo avícola nacional e internacional

Alojamiento/Almacenamiento de Animales	Tratamiento de Guano	Manejo y disposición de los residuos
		
Descripción del proceso		
<p><i>Alojamiento/almacenamiento de animales</i></p> <p>Se refiere a las unidades físicas llamadas pabellones, en cuyo interior permanecen durante el ciclo de vida las aves (gallinas, pollos y pavos) de producción, ya sea para fines reproductivos y/o de consumo como huevos o aves de carne.</p> <p>Los principales tipos de aves son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gallinas abuelas: producción de huevos que posteriormente se incuban para la producción de aves reproductoras y consumo. - Gallinas de reproducción: producción de huevos de aves de consumo. - Gallinas ponedoras: producción de huevos de consumo. - Pollos: Corresponden a las aves de carne. - Pavos: crianza, re-cría, reproductoras, pre-engorda y engorda de aves de consumo. 	<p><i>Tratamiento de Guano</i></p> <p>Se refiere al manejo y tratamiento de los residuos generados durante la operación y producción de pollos y huevos. El tratamiento (o no) de los residuos son principalmente originados por la cama o lecho que alberga a las aves al interior de los pabellones durante su ciclo productivo (como reproductoras, ponedoras o aves de carne).</p> <p>Aquellos planteles que no tienen tratamiento del guano y/o GAC lo utilizan directamente como abono dispuesto en suelo, por su parte, en los planteles que hacen algún tratamiento del residuo, predominan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabilización y compostaje del guano/GAC. - Estabilización de cama para reutilización entre crianzas. - En casos excepcionales se utiliza el guano/GAC como biocombustible para calderas. 	<p><i>El manejo y disposición de residuos</i></p> <p>Se refiere al uso final de los residuos, en este caso sólidos, generados a través del proceso de producción o crianza de animales. La disposición de residuos suele ser directa en suelo.</p> <p>a) Destino fracción sólida: Disposición en suelo como abono natural o utilizado como alimentación animal.</p> <p>b) Otros residuos: En esta clasificación está el manejo o disposición de animales muertos.</p>
Etapas o condiciones críticas de generación de emisiones		
<p>Tipo de crianza. Edad de los animales, principalmente en pavos. Tipo de alimentación. Tipo de ventilación en pabellones. Número de animales. Hora del día (mayor o menor ventilación).</p>	<p>Retiro de cama, guano y GAC. Acumulación de guano/GAC. Transporte de guano/GAC. Compostaje de sólidos.</p>	<p>Disposición en suelo de fracción sólida (abono). Alimentación animal.</p>
Potenciales emisiones y/o contaminación		
<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Amoniac Polvo Gases efecto invernadero</p>	<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Sulfuro de hidrógeno Amoniac Material particulado Gases efecto invernadero</p>	<p>Olor Compuestos Orgánicos Volátiles Sulfuro de hidrógeno Amoniac Contaminación de aguas superficiales Contaminación de aguas subterráneas</p>

Fuente: Envirometrika, a partir de APL Sector Productores de Aves de Carne 2007 y APL Asociación de Productores de Huevos de Chile 2007.

5.3 Experiencia nacional e internacional para el control y prevención de olores sector avícola

Los principales residuos que se generan en el sector se categorizan según el origen de los mismos y de sus características físicas como por ejemplo:

Generación de residuos sólidos

- Guano proveniente de las “camas” de las aves, compuesto de las fecas y aserrín o virutas.
- Cáscaras de huevos y huevos “no nacidos” para el caso de aves reproductoras y ponedoras.
- Aves muertas.

Vectores sanitarios

- Existencia de moscas, roedores e insectos, en los planteles en general.

Emisiones atmosféricas

- Producto de los sistemas de calefacción al interior de los planteles.
- Olores provenientes del mal manejo del guano y propio de la crianza intensiva de las aves.
- Emisiones de amoníaco proveniente del guano.
- Levantamiento de polvo, por movimientos frecuentes de camiones para transporte de las materias primas y productos entre los diferentes planteles.

Descarga de residuos líquidos

- Agua proveniente de los bebederos de las aves, cuyo consumo es bajo.
- Agua proveniente de la desinfección de los vehículos que ingresan a los planteles.
- Agua proveniente de la limpieza de los planteles.

De las emisiones de olor, manejo y control de las mismas, se tiene que, tanto a nivel nacional como internacional, las alternativas y opciones de MTD utilizadas son escasas y limitadas.

A continuación se presentan las principales MTD a nivel nacional y que son comúnmente utilizadas también a nivel internacional según etapa del proceso (alojamiento, tratamiento y disposición):

5.3.1 MTD - etapa de Alojamiento

a) Alimentación

La composición del alimento, su contenido en nutrientes y el sistema de aplicación (estrategias nutricionales) no sólo tienen una gran influencia en el rendimiento productivo de los animales, sino que además son un pilar fundamental dentro de la estrategia medioambiental de una granja a la hora de prevenir impactos. Como se ha indicado en otros apartados, las principales emisiones e impactos relacionados con la ganadería están asociados a la producción y al manejo del estiércol. Reduciendo la excreción de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y, por lo tanto, su concentración en el estiércol, se puede reducir las emisiones que se puedan producir a lo largo de todo el proceso (alojamientos, almacenamiento, gestión y aplicación agrícola).²⁶

La aplicación de estas técnicas, se constituye en la medida preventiva más importante para reducir la carga de elementos potencialmente contaminantes. Serán siempre preferibles sobre otro tipo de técnicas ya que al permitir reducir la concentración de elementos contaminantes en el estiércol, disminuyen la necesidad de aplicar medidas correctoras en las fases posteriores del proceso productivo. Su eficacia en la reducción de emisiones se prolonga a lo largo de toda la cadena de producción. Por tanto, los datos de eficacia aportados, deben considerarse como reducción sobre la emisión global de la instalación.²⁷

b) Manejo y diseño de pabellones

En el diseño y construcción de los alojamientos se debe considerar el asegurar que exista condición de estancamiento e idealmente hermeticidad de los residuos y desechos.

La reducción de las emisiones contaminantes en los pabellones de aves se basa principalmente en el mantenimiento de la cama con el objetivo de disponer del menor contenido en humedad posible. Es importante considerar el minimizar la cantidad de polvo o material particulado.

Respecto a las emisiones de olor de la cama, alterando las condiciones internas de manera de reducir la actividad de los microorganismos que producen mal olor mediante el uso de aditivos para la cama / piensos o el control de humedad, temperatura, pH y/o aireación de la cama.

Adicionalmente, se consideran MTD los alojamientos con ventilación natural o forzada, con lecho o cama sobre el suelo y equipada con bebederos diseñados para llevar al mínimo las pérdidas de agua como parte del control de humedad.

Existen como MTD tecnologías que capturan y destruyen los olores antes de ser emitidos a la atmósfera las cuales operan utilizando los principios del tratamiento biológico, químico o físico:

²⁶ Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2006) "Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector de la Avicultura de Carne", España.

²⁷ Ministerio de Medio Ambiente y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2006) "Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector de la Avicultura de Carne", España.

- **Biológico:** Los procesos utilizan tecnologías como los biofiltros y los restregadores biológicos, donde la acción microbiana transforma los compuestos olorosos en compuestos menos olorosos.
- **Químico:** Los procesos se utilizan en tecnologías tales como depuradores químicos o sistemas de tratamiento de ozono donde los productos químicos en el líquido de lavado eliminan o convierten los compuestos olorosos de la corriente de aire.
- **Físico:** Los procesos físicos incluyen incineración térmica o catalítica, tratamiento UV, oxígeno activo, plasma, filtración seca o filtración húmeda (para polvo). Estos procesos remueven el contaminante o usa energía para destruir o convertir los contaminantes.

c) Puntos de emisión (paredes, cortinas, ductos, etc.).

Desde el punto de emisión o liberación de olores al aire ambiente, se tienen principalmente tecnologías que ayudan a mejorar la dispersión de los olores, y por otro lado, aquellas que neutralizan para evitar impactos de olores o molestia.

Entre las tecnologías que favorecen la dispersión y/o neutralizan los olores incluyen: paredes o barreras contra el viento, chimeneas cortas y agentes neutralizantes de olores o agentes enmascaradores.

a) Paredes cortavientos y chimeneas cortas

El principio de funcionamiento es canalizar o re-direccionar el aire oloroso que emite el pabellón en un sentido que se vea favorecida la dispersión de dicha emisión de olor. Si en términos generales las condiciones atmosféricas no son propicios para la dispersión, esta medida puede ser menos efectiva.

b) Neutralizador de olor

Estos productos ofrecen una opción flexible para el control de olores. Los sistemas de nebulización o pulverización, con o sin agentes neutralizantes de olores, pueden activarse o desactivarse a medida que cambian las exigencias del control de olores. Hay muchos agentes neutralizantes de olores disponibles, y un número infinito de configuraciones de sistemas de nebulización / pulverización, lo que dificulta saber qué combinación (si existe alguna) resultará eficaz. Se puede instalar un sistema básico de nebulización a un costo muy bajo; Sin embargo, la efectividad de un sistema tan básico es cuestionable. La instalación de un sistema de nebulización más completo puede resultar más efectiva, pero también será más costosa. Los distribuidores de agentes neutralizantes de olores no siempre saben exactamente cómo reaccionan sus productos con los olores, y algunos de ellos no comprenden las limitaciones de la aplicación de estos productos en los pabellones de pollos de engorda. La mezcla y la reacción entre los agentes neutralizantes de olores y los odorantes es a menudo bastante aleatoria (con sistemas de nebulización / pulverización), lo que puede hacer que sea muy difícil evaluar con precisión la capacidad de los agentes neutralizantes de olores para controlar los olores de las aves de corral.

c) Filtración de polvo seco –

Se seleccionó un sistema A como sistema de filtro de polvo seco el cual ha sido diseñado específicamente para su uso en pabellones avícolas con ventilación mecánica. Las tasas de eliminación de polvo en dichos estudios oscilaron entre 40% y 70%. Los datos limitados de olfatometría indicaron que el sistema A redujo la concentración de olor en un 30%.

d) Tecnologías de lavado húmedo

Se estima una reducción en las emisiones de olores en un 50%; sin embargo, los resultados de las pruebas de olor no están disponibles actualmente. El sistema se puede instalar en cobertizos o pabellones de pollos de engorda.

e) Precipitación electrostática de polvo:

El sistema, Ionización de Partículas Electroestáticas (EPI) ha sido probado por investigaciones independientes para reducir el polvo (en un 40-61%) y niveles de amoníaco en alojamientos de animales intensivos, incluyendo pabellones de pollos de engorda. Esto no solo reduce las emisiones, sino que también mejora la calidad del aire interno (para animales y trabajadores). Es una de las tecnologías menos costosas que se han evaluado. Es discreto, requiere poco mantenimiento y no interfiere con el sistema de ventilación. Es adecuado para su aplicación en criaderos, instalaciones de incubación, pollos de engorde y cobertizos.

f) Estructuras de control de polvo:

Estos productos incluyen campanas de ventilación, paredes contra viento y productos disponibles comercialmente, como el sistema D. No proporcionan control confiable de olor o polvo. Cualquier acumulación de polvo o una mejor dispersión de los olores se producen de manera aleatoria y poco confiable. Los cambios en el clima o en las condiciones operativas del pabellón afectarán el rendimiento de estas estructuras. Sin embargo, estas estructuras ofrecen algunas ventajas, como el control de la luz y la protección de los ventiladores contra vientos fuertes. También tienen un bajo costo de instalación prácticamente sin costos operativos o continuos. Un sistema combinado que incorpora la tecnología del sistema D y EPI tiene un mayor potencial para el control del polvo (y algo de olor), y es digno de ser considerado para la instalación como una tecnología de control.

g) Aireación de la cama:

La aireación de la cama, lograda a través de la alteración de la cama, es una tecnología que requiere más investigación y desarrollo. El propósito de la aireación del desecho sería la prevención de condiciones anaeróbicas, que conducen a una mayor generación de olores. Unos pocos granjeros de carne y pollo están usando máquinas de labranza manuales para airear la basura apilada en los cobertizos.

5.3.2 Fichas resúmenes de MTD

5.3.2.1 MTD Etapa Alojamiento

Ficha MTD 12 – Etapa Alojamiento: Reutilización de camas

 <p>Ficha N°12 - AVES <i>ETAPA: Alojamiento</i> <i>TIPO MTD: Buenas Prácticas</i></p>	<p>Medida: Reutilización de la cama</p>
<p>Principio de Funcionamiento: Consiste en utilizar la cama para un segundo ciclo productivo, para esto se debe asegurar que la cama se encuentre seca y así evitar focos de insalubridad.¹ Existen distintos tratamientos para manejar las camas, como fermentación, inhibición competitiva, aplicación de cal o acidificante², enzimas, bacterias y agentes osmóticos.³</p> <p>Requisitos de Implementación: Ninguno en especial aparte de personal de manejo de camas.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: Inmediato</p> <p>Fuente de Información: ¹ APA y CPL. 2007. <i>Acuerdo de Producción Limpia: Sector Productor de Aves de Carne.</i> ² Irisarri Matías. 2013. <i>Manejo y Tratamiento de camas en Producción Avícola.</i> ³ Bradley J. Turner. 2008. <i>Manejo y Reuso de Cama – Tratamiento para Prevención de Enfermedades.</i> <i>Ibíd</i> ⁵ Irisarri Matías. 2013. <i>Manejo y Tratamiento de camas en Producción Avícola.</i> ⁶ Bradley J. Turner. 2008. <i>Manejo y Reuso de Cama – Tratamiento para Prevención de Enfermedades.</i></p>	<p> Limitantes: Algunas de las sustancias usadas pueden ser corrosivas o tóxicas si son ingeridas.⁴</p> <p> Eficiencia Medioambiental Reducción de Amoniaco⁵, pH⁶. No hay información de porcentajes de eficiencia.</p> <p> Aplicabilidad Instalaciones existentes y nuevas</p> <p> Costo Estimado Bajo</p>

Ficha MTD 13 – Etapa Alojamiento: Precipitación electrostática

 <p>Ficha N°13 - AVES ETAPA: Alojamiento TIPO MTD: Tecnología</p>	<p>Medida: Precipitación electrostática</p>
<p>Principio de Funcionamiento: Procedimiento de eliminación de partículas sólidas o líquidas contenidas en un gas, éstas partículas son cargadas eléctricamente al pasar por unos electrodos, según el signo de carga adquirido son atraídos hacia la superficie de los electrodos cargados con el signo contrario en al cual las partículas se descargan y son eliminadas.¹</p> <p>Requisitos de Implementación: Alto voltaje negativo (-30,000 V) y baja corriente (hasta 2 mA).³</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: Sin información.</p> <p>Fuente de Información:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Real Academia de Ingeniería. Diccionario Español de Ingeniería. enero, 2019, 2. Sitio web: http://diccionario.raing.es/es/lema/precipitación-electrostática 3. MJ Bradley & Associates. 2005. Mejor tecnología disponible para el control de la contaminación atmosférica en América del Norte: directrices para el análisis y estudios de caso. 4. Australian Government. 2009. <i>Control of Odour and Dust from Chicken Sheds – Review of “add-on” technologies.</i> 	<p>Limitantes:  Sin información.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Reducción de Material Particulado (99%) y Dióxido de azufre.²</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas</p> <p>Costo Estimado  0,63 – 0,67 USD/ave.³</p>

Ficha MTD 14 – Etapa Alojamiento: Agentes neutralizantes de olor

 <p>Ficha N°14 - AVES <i>ETAPA: Alojamiento, Manejo o tratamiento, otros.</i></p> <p><i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Agentes neutralizantes de olor.</p>	
<p>Principio de Funcionamiento: Los métodos aromatizantes pueden ser, neutralizantes de olores, desodorizantes digestivos (consisten en bacterias o enzimas que eliminan los malos olores por medio de procesos digestivos bioquímicos), adsorbentes (Productos con gran superficie que adsorben los olores antes de ser emitidos a la atmósfera), aditivos alimentarios (compuestos que se agregan a los alimentos para mejorar la capacidad del animal para asimilar nutrientes, reduciendo la producción de olores) o desodorantes químicos (existen dos tipos, los que inhiben la descomposición microbiana del ácido úrico y los que se combinan con el amoníaco y lo neutralizan).¹</p> <p>Requisitos de Implementación: Instalación en pabellones durante período de vacío. Disponibilidad de una red de agua.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: Menor a 1 semana por pabellón</p> <p>Fuente de Información: ¹ Ricaurte S. 2005. <i>Bioseguridad en granjas avícolas.</i> ² Generalitat Valenciana. <i>Guía Técnica para la Gestión de las emisiones odoríferas generadas por las explotaciones ganaderas intensivas.</i> ³ Australian Government. 2009. <i>Control of Odour and Dust from Chicken Sheds – Review of “add-on” technologies</i></p>		<p>Limitantes:  Requiere disponer del recurso agua en alimentación continua.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Reducción de Olor (40-70%) y Material Particulado (80-85%)²</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas</p> <p>Costo Estimado  0,43 – 3,26 UDS/ave³</p>

Ficha MTD 15 – Etapa Alojamiento: Condiciones de gestión animal y residuos en general

 <p>Ficha N°15 - AVES <i>ETAPA: Alojamiento; Gestión animal y del residuos en general</i></p> <p><i>TIPO MTD: Buenas Prácticas</i></p>	<p>Medida: Condiciones generales de gestión animal y residuos en general</p>
<p>Principio de funcionamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Los materiales y acabados deben garantizar la estanqueidad y facilitar las tareas de limpieza. · Extraer con frecuencia óptima la gallinaza a un depósito exterior con una superficie estanca y una cubierta flexible. · Alojamientos con ventilación natural o forzada, con yacija sobre suelo y equipada con bebederos sin pérdidas de agua (si procede). · Mantener los animales y las superficies secos y limpios <p>Requisitos de Implementación: Disponer de un plan de gestión agrícola con sistema de seguimiento y registro periódico. Control de humedad, temperatura y ventilación.</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: Bajo, dependiendo del tiempo necesario de cada productor en aplicar su plan de gestión.</p> <p>Fuente de Información:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¹ Comisión Europea, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (BREF). ² Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2005. Ahorro y eficiencia energética en instalaciones ganaderas. 	<p>Limitantes:</p>  <p>Por cuestiones sanitarias, el estiércol debe permanecer en la explotación el menor tiempo posible. En casos excepcionales, en los que el estiércol se debe almacenar en la propia granja, se debe considerar la disposición de una capacidad suficiente y una superficie adecuada que garanticen la correcta gestión posterior.</p> <p>Eficiencia Medioambiental</p>  <p>Reducción de olor y NH₃ % de reducción de olor superior al 90%¹</p> <p>Aplicabilidad</p>  <p>Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado: Bajo</p>  <p>Costo salarial empleados y costo materiales</p>

Ficha MTD 16 – Etapa Alojamiento: Almacenamiento de gallinaza y estiércol

 <p>Ficha N°16 - AVES <i>Etapa Alojamiento; almacenamiento de gallinaza y estiércol</i></p> <p>TIPO MTD: Buenas Prácticas</p>	<p>Medida: Almacenamiento de gallinaza y estiércol</p>
<p>Principio de funcionamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Disponer de una superficie de almacenamiento lo más amplia posible. · La superficie de almacenamiento debe ser impermeable y disponer de un sistema de recogida de lixiviados que impida la contaminación de las aguas por infiltración o escorrentía. · Para disminuir las emisiones gaseosas se puede cubrir el estiércol, bien mediante la construcción de un cobertizo o bien mediante la colocación de una cubierta flexible (plástico). Si se almacena en el campo, se debe acumular lejos de cursos de agua superficial y/o subterránea en los que pudiera producirse escorrentía líquida. <p>Requisitos de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Ubicar los estercoleros en áreas protegidas de vientos dominantes y alejados de posibles áreas olores (Ej. Viviendas). · Reducir al mínimo la agitación del purín. · Acidificación del purín. <p>Tiempo estimado de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Bajo, dependiendo del tiempo necesario de cada productor en aplicar su plan de gestión. <p>Fuente de Información:</p> <ol style="list-style-type: none"> ¹ Adaptación MTD 2010/75/UE ² BREF 2017 cría intensiva de animales – aves de corral y cerdos. ³ Comisión Europea, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (BREF) (1) ⁴ Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. 2005. Ahorro y eficiencia energética en instalaciones ganaderas. 	<p>Limitantes:</p>  <p>Velar por que haya una distancia adecuada entre la nave/explotación y los receptores. Tener en cuenta la dirección del viento y espacio físico adecuado.</p> <p>Eficiencia Medioambiental</p>  <p>Reducción de olor y NH₃; reducción de olor superior al 90%</p> <p>Aplicabilidad</p>  <p>Instalaciones existentes y nuevas</p> <p>Costo Estimado: bajo</p>  <p>Coste salarial empleados y costo materiales (depósito, cubiertas, membranas). (1) retirada frecuente de la gallinaza 2 veces/semana a 0,013 €/plaza y año. Retirada semanal y presecado de la gallinaza 0,182€/plaza y año.</p>

Ficha MTD 17 – Etapa Alojamiento: Filtración húmeda para polvo

 <p>Ficha N°17 - AVES <i>ETAPA: Alojamiento, Manejo o tratamiento.</i></p> <p><i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Filtración húmeda para polvo</p>
<p>Principio de Funcionamiento: Proceso en el cual el aire es capturado y pasa a través de un filtro con el carbón activado, ya sea en polvo o granulado, éste absorbe las sustancias contaminantes. Es un sistema modular y se puede instalar en un número mínimo de extractores (para minimizar los costos, pero solo ofrece un tratamiento limitado) o en todos los ventiladores (mayor costo pero un tratamiento más completo).¹</p> <p>Requisitos de Implementación: Construcción modular permite que el sistema de filtro se adapte a las instalaciones individuales de la granja en función de la ventilación y los requisitos de espacio de cada cobertizo.¹</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: Sin información.</p> <p>Fuente de Información: ¹ Australian Government. 2009. <i>Control of Odour and Dust from Chicken Sheds – Review of “add-on” technologies.</i></p>	<p>Limitantes:  En planteles con ventilación forzada, se debe hacer coincidir el caudal y la caída de presión a través de la tecnología con el rendimiento del ventilador y los requisitos de ventilación del pabellón.¹ No es muy efectivo en emisiones con alta humedad.</p> <p>Eficiencia Medioambiental ¹  Olor: 30% de reducción en emisiones de olor. Polvo: 47%-70% reducción de polvo de aire filtrado.</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones [existentes y nuevas]</p> <p>Costo Estimado ¹  0,36 USD/ave (tratamiento mínimo) 3,33 USD/ave (tratamiento parcial) 5,51 USD/ave (tratamiento completo)</p>

Ficha MTD 18 – Etapa Alojamiento: Lavador de gases

 <p>Ficha N°18 - AVES <i>ETAPA: Alojamiento, Manejo o tratamiento.</i> <i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Lavador de gases</p>
<p>Principio de Funcionamiento: Proceso en el cual se introduce el aire contaminado por la parte inferior de una columna y se hace circular hacia la parte superior. El líquido de lavado se introduce por la parte superior y se reparte por el cuerpo de la columna para absorber los contaminantes y lavar de este modo el aire.¹ Para eliminar el olor, hay disponible un sistema de tres etapas (probado en cerdos) que comprende una etapa de eliminación de polvo, una etapa de lavado de amoníaco y una etapa de biofiltración (pared de biofiltro vertical).⁴</p> <p>Requisitos de Implementación: Se debe implementar después del biofiltro.²</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: Sin información.</p> <p>Fuente de Información: 1. ENQUIOL. <i>Lavador de gases</i>. Febrero 2019. Sitio web: http://www.enquiol.com/pg_scrubber.html 2. El sitio avícola. 2011. Biogás: alternativa para el tratamiento de estiércol. 3. ENQUIOL. <i>Lavador de gases</i>. Febrero 2019. Sitio web: http://www.enquiol.com/pg_scrubber.html 4. Australian Government. 2009. <i>Control of Odour and Dust from Chicken Sheds – Review of “add-on” technologies</i>.</p>	
<p>Limitantes:  Las grandes pérdidas de presión a través de las tres etapas del sistema hacen que este sistema no se use en las granjas avícolas, que tienen requisitos de ventilación significativamente mayores.</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Reducción de Olor, NH₃, H₂S y gases tóxicos.³ Olor: hasta 50% reducción en emisiones de olor. Polvo: >70% reducción de polvo, capturando el polvo que permanece atrapado en la solución líquida.⁴</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado  0,36 USD/ave⁴</p>	

5.3.2.2 MTD - Etapa de Tratamiento de Guano

Para la etapa de tratamiento de residuos o de guano, las alternativas son limitadas. Se pueden agrupar en MTD para el almacenamiento de guano y tratamiento como tal.

a) Almacenamiento de purines

El estiércol o guano se debe disponer y almacenar sobre una superficie impermeable de manera de impedir la contaminación de las aguas. Junto a lo anterior, para controlar y minimizar las emisiones gaseosas y odorantes, se puede cubrir el guano mediante cobertura superficial flexible (plástico o similar) o en galpones destinados específicamente para ello.

Existen también productos de neutralización de olor que se aplican superficialmente creando una película de barrera y neutralización de las emisiones odorantes.

Una medida simple, es considerar la dirección predominante del viento antes de remover el guano, para minimizar la posibilidad de olores y partículas de guano en áreas residenciales o lugares públicos.

b) Tratamiento de purines

Una tecnología bastante aplicada son sistemas de aireación y de compostaje del guano cuyo tratamiento tiene por objetivo estabilizar el material y degradar la materia orgánica mediante la acción bacteriana que permite convertir el guano en abono o fertilizante.

Para esta actividad también es importante considerar la variable viento (dirección y velocidad) a la hora de definir los horarios de movimientos y volteos del material a compostar.

Ficha MTD 19 – Etapa de tratamiento de Guano: Compostaje

 <p>Ficha N°19 <i>Etapa: Tratamiento; procesado de gallinaza y estiércol</i></p> <p><i>TIPO MTD: Tecnología</i></p>	<p>Medida: Compostaje</p>
<p>Principio de funcionamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Proceso aeróbico, consiste en biodegradación de la materia orgánica mediante bacterias, hongos y otros microorganismos. De esta forma se obtiene un producto inodoro, de fácil manejo, libre de sustancias fitotóxicas y apto para el uso agrícola. · Se recomienda adicionar serrín, paja o desechos de cosecha para absorber una mayor humedad y mejorar su balance C/N. <p>Requisitos de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Superficie extensa o nave acondicionada según el volumen de generación del propio producto. · Aireación frecuente para que los microorganismos que actúan en el proceso del compostaje tengan un medio adecuado. · Control de temperatura y humedad. <p>Tiempo estimado de Implementación:</p> <ul style="list-style-type: none"> · No definido; el necesario para acondicionar la zona seleccionada <p>Fuente de Información:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adaptación MTD 2010/75/UE 2. Francia 2010 3. Estrada Pareja, Mónica María, Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación [en línea] 2005, 2 (enero-junio). 4. (1) Menoyo et al., (1998). "Compostaje de gallinaza para su uso como abono orgánico (Composting of pultry manure to be applied as organic fertiliser)". 	<p>Limitantes:</p>  <p>Si se utiliza aeración forzada, el sistema sólo es económicamente viable para grandes volúmenes de estiércol.</p> <p>Eficiencia Medioambiental</p>  <p>Reducción de olor moderada, entre 25 y 50%</p> <p>Aplicabilidad</p>  <p>Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado: bajo -moderado (1)</p> 

Ficha MTD 20 – Etapa de tratamiento de Guano: Digestión anaerobia o biometanización

 <p>Ficha N°20 <i>Etapa Tratamiento; procesado de gallinazas y estiércol</i></p> <p>TIPO MTD: Tecnología</p>	<p>Medida: Digestión anaerobia o biometanización (Biodigestor).</p>	
<p>Principio de funcionamiento: Los microorganismos anaerobios descomponen la materia orgánica del estiércol en un reactor cerrado en ausencia de oxígeno. Se produce biogás (principalmente CH₄ y CO₂), que se recoge para generar energía (térmica o eléctrica). Parte del calor resultante se recicla en el proceso (cogeneración). El residuo estabilizado (fango digerido) puede utilizarse como fertilizante orgánico.</p> <p>Requisitos de Implementación: Instalaciones voluminosas en un espacio estanco, con un sistema de agitación en el que se introduce el material a tratar. Requiere condiciones específicas de temperatura y humedad para obtener un biogás apto para obtener energía de manera rentable</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: No definido, depende de la magnitud de la instalación</p> <p>Fuente de Información: ¹ Adaptación MTD 2010/75/UE) y BREF 2017 cría intensiva de animales – aves de corral y cerdos. ² Estrada Pareja, Mónica María, Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación [en línea] 2005, 2 (enero-junio). ³ (Menoyo et al., (1998). “Compostaje de gallinaza para su uso como abono orgánico (Composting of poultry manure to be applied as organic fertiliser)”. ⁴ Proyecto biogás 3, www.biogas3.eu (3) ⁵ www.bioregions.eu (4)</p>		<p>Limitantes:</p>  <p>Requiere una inversión elevada debido a los costes de implementación que supone la instalación y el control de sus parámetros físico-químicos.</p> <p>La reducción del precio del kWh cogenerado, así como el aumento de precio del gas natural, han hecho que este mecanismo técnico-financiero no se sostenga económicamente</p> <p>Eficiencia Medioambiental  Alta-muy alta; 70 – 84%</p> <p>Aplicabilidad  Instalaciones existentes y nuevas.</p> <p>Costo Estimado: alto, sin subvenciones suelen ser deficitarias (3).  También existen proyectos a pequeña escala (4) con una inversión mucho menor.</p>

5.3.2.3 MTD - Etapa Disposición de Guano

En avicultura es muy frecuente el uso agrícola con disposición superficial de guano como abono y que comúnmente se realiza en la propia granja del productor. Por lo anterior, se debiese el potencial de generación de olores durante esta actividad.

Al momento de disponer del guano sobre la superficie del predio agrícola, es necesario que sea realizado en la proporción adecuada y que no exista saturación del suelo para evitar la emisión de olor si el guano se ha dispuesto sin ningún tipo de tratamiento. Caso menos complejo se da con el producto del tratamiento de compostaje en que el material de abono resultante posee en la mayoría de las veces, un carácter de olor no ofensivo.

Como medida de reducción de las emisiones de olor en la etapa de disposición esta la incorporación y mezcla del guano con el suelo, en consecuencia, es recomendable no disponer solo en forma superficial.

Ficha MTD 21 – Etapa disposición de guano: Esparcido y enterrado de gallinaza y estiércol

 <p>Ficha N°21 <i>Etapa disposición; aplicación de gallinaza y estiércol al campo</i> <i>TIPO MTD: Buenas prácticas</i></p>	<p>Medida: Aplicación gallinaza y estiércol a campo mediante el método de esparcido y enterrado</p>	
<p>Principio de funcionamiento: El estiércol se esparce y se entierra mediante arado de vertedera o cultivador lo antes posible (dentro de un máximo de 24 horas).</p> <p>Requisitos de Implementación: Esta técnica sólo es aplicable en terrenos cultivables (no se puede emplear sobre praderas ni sobre cultivo).</p> <p>Tiempo estimado de Implementación: No aplica, depende de la extensión del terreno</p> <p>Fuente de Información: BREF 2003 Guía MTD del sector Avicultura de puesta, Ministerio de medio Ambiente 2006, España.</p>	<p>Limitantes: Sin información</p>  <p>Eficiencia Medioambiental</p>  <p>Reducción, respecto al sistema de referencia, de las emisiones de amoníaco un 90%</p> <p>Aplicabilidad</p> <p>Instalaciones existentes y nuevas</p> <p>Costo Estimado: bajo (2), se debe tener en cuenta que los costes varían según el plan de gestión asociado a cada explotación</p> 	

5.4 Resumen de MTD sector avícola en Chile

Para conocer el escenario nacional de las MTD evaluadas y/o implementadas, se realizó una revisión de proyectos ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental entre el período comprendido entre los años 2000 y 2017 considerando todos aquellos proyectos aprobados, es decir, con RCA y proyectos en calificación. Proyectos rechazados, no admitidos o término anticipado no fueron catastrados.

El resumen de la revisión es:

- Total de proyectos evaluados entre aprobados y en calificación: 68
- Total de proyectos aprobados: 67
- Total de proyectos en calificación: 1
- Nº de titulares que presentaron proyectos: 12
- Nº de RCA: 59 (algunas RCA son comunes en más de un plantel).
- Nº de planteles con proyectos MTD: 68

El resumen de las MTD por etapa del proceso y categorización (Tecnología o Buena Práctica Operacional) se presenta a continuación.

Tabla 54 – Resumen de planteles con RCA y proyectos En calificación

Código Titular	Nº planteles con RCA / En calificación	Cantidad de RCA	Planteles
3	12	14	PA-108, PA-109, PA-110, PA-111, PA-112, PA-128, PA-129, PA-167, PA-171, PA-182, PA-249, PA-277.
6	3	3	PA-227, PA-244, PA-245
10	36	24	PA-124, PA-130, PA-176, PA-229, PA-233, PA-234, PA-238, PA-239, PA-251, PA-256, PA-258, PA-259, PA-266, PA-267, PA-268, PA-269, PA-270, PA-271, PA-272, PA-273, PA-278, PA-280, PA-281, PA-284, PA-285, PA-287, PA-288, PA-289, PA-290, PA-293, PA-294, PA-295, PA-296, PA-297, PA-299, PA-300.
18	1	1	PA-69
21	1	1	PA-292
25	1	1	PA-320
32	2	2	PA-317, PA-319
33	2	2	PA-99, PA-102
44	1	1	PA-178
55	1	1	PA-247
64	1	En calificación	PA-42
65	7	9	PA-56, PA-62, PA-63, PA-64, PA-65, PA-74, PA-97.

Fuente: Envirometrika a partir de SEA, 2018.

Tabla 55 – Listado y categorización las MTD presentadas en proyectos en sector aves.

Etapa	MTD	Categorización
Alojamiento	Tipo de alimentación	BPO
	Condición de estanqueidad en pabellones	BPO
	Reducción de humedad de la cama	BPO
	Adición de bacterias/enzimas en la cama	T
	Ventilación optima de pabellones	T
	Biofiltro	T
	Lavador de gases	T
	Tratamiento con ozono	T
	Incineración térmica o catalítica	T
	Tratamiento UV	T
	Oxígeno activo	T
	Plasma	T
	Filtración seca	T
	Filtración húmeda	T
	Canalización a chimeneas	T
	Barreras físicas	BPO
Agentes de neutralización de olor	T	
Agentes de aromatización de olor	T	
Tratamiento	Cobertura flexible	BPO
	Confinamiento	BPO
	Compostaje	T
	Volteos en condiciones de viento favorables	BPO
Disposición	Mezcla de guano con la tierra agrícola	BPO

BPO: Buena Práctica Operacional / T: Tecnología.

Fuente: Envirometrika, 2018.

Como se observa en la tabla anterior, la etapa que consolida el mayor número de alternativas de MTD es la etapa de Alojamiento, mientras que para las etapas de tratamiento y Disposición, las MTD son bastante menos.

El resumen final de las MTD presentadas en proyectos evaluados en el Servicio de Evaluación Ambiental se presenta a continuación:

Tabla 56 – Resumen de cantidad de proyectos con MTD presentadas sector aves.

Etapa	Unidad de Proceso	Nombre MTD	Clasificación	Nº de proyectos que presentan dicha MTD
Alojamiento	Pabellones	Lavado pulverizado	BPO	68
		Ventilación automática	T	25
		Ventilación túnel	T	12
		Ventilación mecánica	T	12
		Reutilización de Cama	BPO	4
Tratamiento / Manejo	Cancha Guano	Compostaje	T	12
		Cortina vegetal	BPO	1
		Neutralizador de olor	T	1
		Confinamiento del guano	BPO	2
		Estabilización de guano	BPO	1
	Lodos	Digestor	T	1
		Externalizado	BPO	1
	Transporte	Camiones encarpados	BPO	58
		Ventilación mecánica	T	1
	Manejo de guano	Previsión del viento	BPO	10
Disposición Guano	Disposición	Externalizado	BPO	41
		Retiro periódico de Guano	BPO	1
Otros	Aves muertas	Compostaje	T	3
		Contenedor hermético (UT)	BPO	26
		Cortina vegetal	BPO	4
		Encalado	BPO	26
		Externalizado	BPO	19
		Filtro vegetal	BPO	6
		Incinerador	T	6
		Fosas cerradas	BPO	28
	Plantel	Cortina vegetal	BPO	21

Fuente: Envirometrika a partir de SEA, 2018.

Lo anterior da cuenta que de un total de 390 MTD mencionadas en los 68 proyectos revisados, el 19% corresponden a Tecnologías (73) mientras que el 81% restante (317) corresponden principalmente a Buenas Prácticas Operacionales.

Las MTD más utilizadas son: Lavado de pabellones mediante sistemas de pulverizado (principalmente Hidrolavadoras) en el 100% de los proyectos revisados y el encarpado de camiones para el transporte de guano en el 85% de los proyectos.

5.4.1.1 Resumen de costos.

Tabla 57 – Costos, rendimiento esperado y orden de recomendación.

Tecnología	Costo total estimado 10 años de vida útil	Costo 10 años vida útil (desglose de los costos totales)			Rendimiento	Recomendaciones para promover la investigación/demostración (Orden por preferencia)	
	¢/ave	Capital (¢/ave)	Operación y mantención (¢/ave)	Costo de la cantidad reducida de aves (¢/ave)		Control de Olor	Control de Polvo
Filtración seca para polvo (Sistema "A")	0,5 ¢ (tratamiento mínimo) 4,6 ¢ (tratamiento parcial) 7,6 ¢ (tratamiento completo)	0,2 - 3,3 ¢ (\$4.000-63.500)	0,2-2,2 ¢	0,1-2,1 ¢	Olor: 30% de reducción en emisiones de olor. Polvo: 47%-70% reducción de polvo de aire filtrado. General: El rendimiento del ventilador es reducido y requiere limpieza regularmente. El tratamiento completo es poco asequible, por lo que el tratamiento parcial requiere investigación.	1	2
Depuración húmeda (Scrubber) (Sistema "B")	8,4 ¢	3,6 ¢ (\$69.500)	2,8 ¢	1,9 ¢	Olor: expectativa de 50% reducción en emisiones de olor. Polvo: >70% reducción de polvo, capturando el polvo que permanece atrapado en la solución líquida General: Sistema complejo, relativamente costoso e incapaz de tratar todo el aire.	5	4
Productos Neutralizadores de olor	Producto "A"	1,6 - 2,8 ¢	0,21 ¢ (\$4,000)	1,4 - 2,6 ¢	Olor: reportan 80% de reducción. Polvo: los aerosoles de mayor volumen pueden interceptar el polvo y causar deposición. General: los mecanismos de tratamiento entre olor y agentes neutralizantes son aleatorios. Por lo tanto, no garantiza el control de olor. El producto eliminador de olores proclama mejorar la productividad, lo que podría compensar algunos costos.	4	6
	Producto "B"	0,7 ¢	0,05 ¢ (\$1,000)	0,7 ¢			
	Producto "C"	3,5 - 4,5 ¢	1,0 ¢ (\$20,000)	2,5 - 3,5 ¢			
	Producto "D"	0,6 - 0,8 ¢	0,1 ¢ (\$1,750)	0,5 - 0,7 ¢			

Tecnología	Costo total estimado 10 años de vida útil ¢/ave	Costo 10 años vida útil (desglose de los costos totales)			Rendimiento	Recomendaciones para promover la investigación/demostración (Orden por preferencia)		
		Capital (¢/ave)	Operación y mantención (¢/ave)	Costo de la cantidad reducida de aves (¢/ave)		Control de Olor	Control de Polvo	
Control de polvo Electrostático <i>Partículas electrostática ionizantes (EPI)</i>	0,87 - 0,93 ¢	0,81 ¢	0,006 - 0,012 ¢	-	Olor: No probado, (Posible 30-40% asumiendo un 60% de reducción de polvo y que un 60% de polvo contribuye al olor. Polvo: 40% a 60% reducción de polvo. General: Mejora la calidad del aire interior, bajo costo, mantención duradera, no tiene efectos en la ventilación.	3	1	
Estructuras para el control de polvo	Campanas de ventilador individual (para 10 ventiladores)	0,4 ¢	0,15 ¢ (\$2,900)	0,21 ¢	-	Olor: sin datos Polvo: sin datos General: la dispersión mejorada y la deposición de polvo pueden proporcionar cierto control de olor y polvo en ciertas condiciones.	7	5
	Grupo de campanas de ventilación	0,4 ¢	0,21 ¢ (\$4,000)	0,21 ¢	-			
	Muralla cortaviento	1,0 ¢	0,83 ¢ (\$15,000)	0,17 ¢	-			
	<i>Sistema "D"</i>	0,6 ¢	0,36 ¢ (\$7,000)	0,26 ¢	-			
	<i>Sistema "D" con EPI</i>	0,8 ¢	0,42 ¢ (\$8,100)	0,36 ¢	-	Olor: Sin datos Polvo: 60-80%, 67% reducción. General: Fabricante recomienda aplicar EPI sobre Sistema "D" con EPI.	6	3
Aireación de guano	Maquina manual	0,8 ¢	0,06 ¢ (\$1200)	0,8 ¢	-	Olor: Requiere investigación, desarrollo y pruebas, pero tiene el potencial para controlar la generación de olor.	2	No recomendado

¢: Centavo de dólar australiano (Conversión al 20.03.19 : 1 dólar australiano = 471,86 CLP o 0,71225 USD).

Fuente: Control of Odour and Dust from Chicken Sheds – Review of "add-on" technologies – , Australian Government, 2009.

Los costos oscilaron entre 0,5 centavos por ave y 8,4 centavos por ave (según los supuestos del costo de vida útil de 10 años). Si bien se han realizado todos los intentos para estimar los costos en función de los escenarios "típicos", los usuarios potenciales de estas tecnologías deben considerar cuidadosamente sus propias circunstancias y calcular los costos en consecuencia.

Supuestos de análisis de costos presentado en la tabla anterior

El análisis de los costos de capital y de operación (basados en dólar australiano \$), considerado como representativo de un plantel de pollos de engorda promedio en Australia, se basa en los parámetros que se muestran a continuación:

Costo de Capital (\$ / pollo)	Costo de operación (\$ / pollo)
- 35.000 pollos de carne producidos por ciclo en pabellones.	- 35.000 pollos de carne por cobertizo por lote
- 5,5 ciclos de pollos de carne por pabellón por año.	- 5,5 lotes de pollos de carne por cobertizo por año (192.500 pollos por galpón por año)
- El costo de capital es soportado en un período de 10 años. (es decir, 1.925 millones de pollos por pabellón).	

Una consideración importante asociada con los costos operativos es el aumento en los costos de funcionamiento de los ventiladores si el sistema de filtro aumenta la presión estática en dichos ventiladores. Se estima que el costo de operar los ventiladores son de aproximadamente \$1.500 por ciclo. Esto es en promedio del año, calculado en un pabellón de pollo de carne en el sureste de Queensland, con aproximadamente 35.000 aves que se cultivan por 51–58 días y equipado con 14 ventiladores, incluyendo 12 ventiladores de sistema túnel y 2 ventiladores de pared lateral para ventilación mínima).

Este valor se adoptó en este resumen como costos operativos típicos del ventilador. En consecuencia, si un sistema de filtro aumenta los costos de funcionamiento en un 10% (\$150 por ciclo), los costos anuales de energía para la ventilación aumentará en \$825 por año (suponiendo 5,5 ciclos por año).

Tabla 58 – Costos extra asociados a la instalación de un bioscrubber en granjas de aves.

TIPO DE ANIMAL	INVERSIÓN EXTRA			COSTOS EXTRA ANUALES		
	Cantidad	(€/unidad)	(€/unidad/año)	operacion	(€/unidad)	(€/ave)
Pollitas	50 000	2,93	0,41	0,59	1,00	0,400
Gallinas ponedoras	40 000	3,41	0,50	0,63	1,13	1,290
Pollas reproductoras engorda	33 000	4,24	0,60	0,86	1,46	0,700
Pollos de engorda	19 000	8,26	1,15	1,76	2,90	2,830
Pollos de engorde	90 000	3,71	0,55	0,64	1,19	0,173
Pavos	20 000	25,83	3,57	4,71	8,28	2,860

Fuente: Vermeij 2011

5.5 Sugerencias y recomendaciones

Como se detalla en capítulos II y III, el crecimiento en la producción se aprecia en alza para las aves, no tan claramente en cerdos para los cuales se aprecia un estancamiento a partir de 2013. La crianza de aves difiere de la de cerdos. Nuestra experiencia, como consultora desde 1995, es que hay muchas y no menores diferencias a la hora de comparar tipo de compuestos generados, compuestos emitidos, cómo y dónde impactan y tratamientos de reducción de olores provenientes de unos y otros.

Aves y cerdos se diferencian en cantidad de días de crianza, tipo de planteles, retiro de deshechos, puntos críticos generadores de olor, manejo operacional de los mismos, tratamiento posterior de deshechos y residuos, Buenas Prácticas de Manejo (BPM), tecnologías de tratamiento, entre muchos otros. Por ello, desde el punto de vista de olores generados y molestia, no son comparables.

Datos de bibliografía Europea de la tasa de emisión entregan una relación aproximada de 1:3 ave: cerdo. Vale decir, un cerdo promedio emite 3 veces más olor que un ave promedio.

Para las operaciones y manejo de aves en Chile, no se dispuso de parámetros operacionales detallados para cada categoría de producción (ponedoras, carne, reproductoras). Revisados los proyectos en el SEIA la información de emisión de olor, especialmente para aves, con la que se cuenta es escasa y poco detallada.

Por ello, sugerimos realizar un estudio posterior, sólo para aves, para levantar información nacional e internacional, comparar las actividades nacionales y extranjeras, desarrollar en plenitud un catastro de cada tipo según operación en Chile y la operación de crianza en pleno según objetivo final, que permita levantar las localizaciones y proyecciones para definir con amplia información, criterios adecuados y específicos para, específicamente, la industria avícola.

5.6 Conclusiones

En el capítulo se desarrolló la revisión de MTD más usadas en el sector avícola, nacional e internacional.

Los datos incluidos para la revisión del escenario nacional de MTD fueron los proyectos ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), entre los años 2000 y 2017, considerando proyectos aprobados, es decir, con RCA y en calificación. Proyectos rechazados, no admitidos o término anticipado no fueron incluidos en el análisis.

De lo anterior se obtuvo un total de 390 MTD para 68 proyectos, en 12 titulares. Del total de MTD, 73 corresponden a Tecnologías (19%) y 317 principalmente Buenas Prácticas Operacionales (81%).

Las MTD más utilizadas son Lavado de pabellones mediante sistemas de pulverizado (principalmente Hidrolavadoras) en el 100% de los proyectos revisados y el encarpado de camiones para el transporte de guano en el 85% de los proyectos.

Hay una serie de factores que influirán en la idoneidad de diferentes tecnologías complementarias, que incluyen la frecuencia de los requisitos para el control de olores (es un control continuo de los niveles "normales" de emisiones requeridas, o el control solo se requiere durante eventos "molestos" o clima adverso); el nivel requerido de control de olores (¿es una reducción significativa de todas las emisiones requeridas, o solo se requiere una ligera reducción?); el monto asignado o disponible para cubrir los costos de una tecnología adicional adoptada; la configuración de la granja (número de pabellones, así como dimensiones y diseño del pabellón); y rendimiento comprobado y rentabilidad de las tecnologías disponibles.

Dado el rango de estas variables y la escasez de información relevante, es extremadamente difícil hacer recomendaciones en cuanto a cuáles tecnologías, si las hay, deberían considerarse en cada caso.

Cada tecnología requiere una evaluación individual debido a las diferencias en los atributos físicos, los requisitos operativos y las características de rendimiento. Los costos oscilaron entre 0,5 centavos de dólar australiano (de donde se obtuvo mayor cantidad de información) por ave y 8,4 centavos por ave (según los supuestos del costo de vida útil de 10 años).

Si bien se han realizado todos los intentos para estimar los costos en función de los escenarios "típicos", los usuarios potenciales de estas tecnologías deben considerar cuidadosamente sus propias circunstancias y calcular los costos en consecuencia.

Los requisitos de ventilación en los pabellones de ave para carne pueden requerir grandes sistemas de tratamiento para proporcionar una capacidad de tratamiento adecuada. Además, si el sistema de tratamiento es externo. El aire que sale de un pabellón debe ser restringido y entregado al sistema de tratamiento utilizando conductos. Estos dos factores pueden llevar a altos costos.

6 CAPÍTULO VI – EVALUACIÓN PRÁCTICA DEL IMPACTO DE LAS EMISIONES DE OLOR

6.1 Introducción

Acorde a los términos de referencia, bases técnicas, y lo propuesto por Envirometrika, se ejecutaron las etapas de muestreo, análisis y cuantificación de las unidades de olor y modelación que conforman el Estudio de Impacto Odorante, en adelante EIO, en 2 planteles de cerdos.

Las características operacionales serían las representativas de la producción PYME a nivel país, en lo que a cantidad de planteles se refiere, según el catastro porcino recogido de los datos disponibles para el presente estudio.

Lo propuesto consideró el levantamiento en 2 planteles para así estimar las emisiones de olor, proyectar el alcance odorante y comparar los resultados con los límites internacionales para el sector porcino.

Los planteles, en adelante Plantel N°1 y N°2, fueron considerados para el análisis por cumplir con los criterios técnicos respecto al tamaño y condiciones operacionales.

Para ambos planteles las unidades operacionales se resumen en el ciclo completo de crianza de cerdos (considerando en forma referencial: gestación, maternidad, recría y engorda), tratamiento primario de purines (separación de sólidos), acumulación en estanque y/o laguna de fermentación anaeróbica y posterior zona de riego, para la fracción líquida.

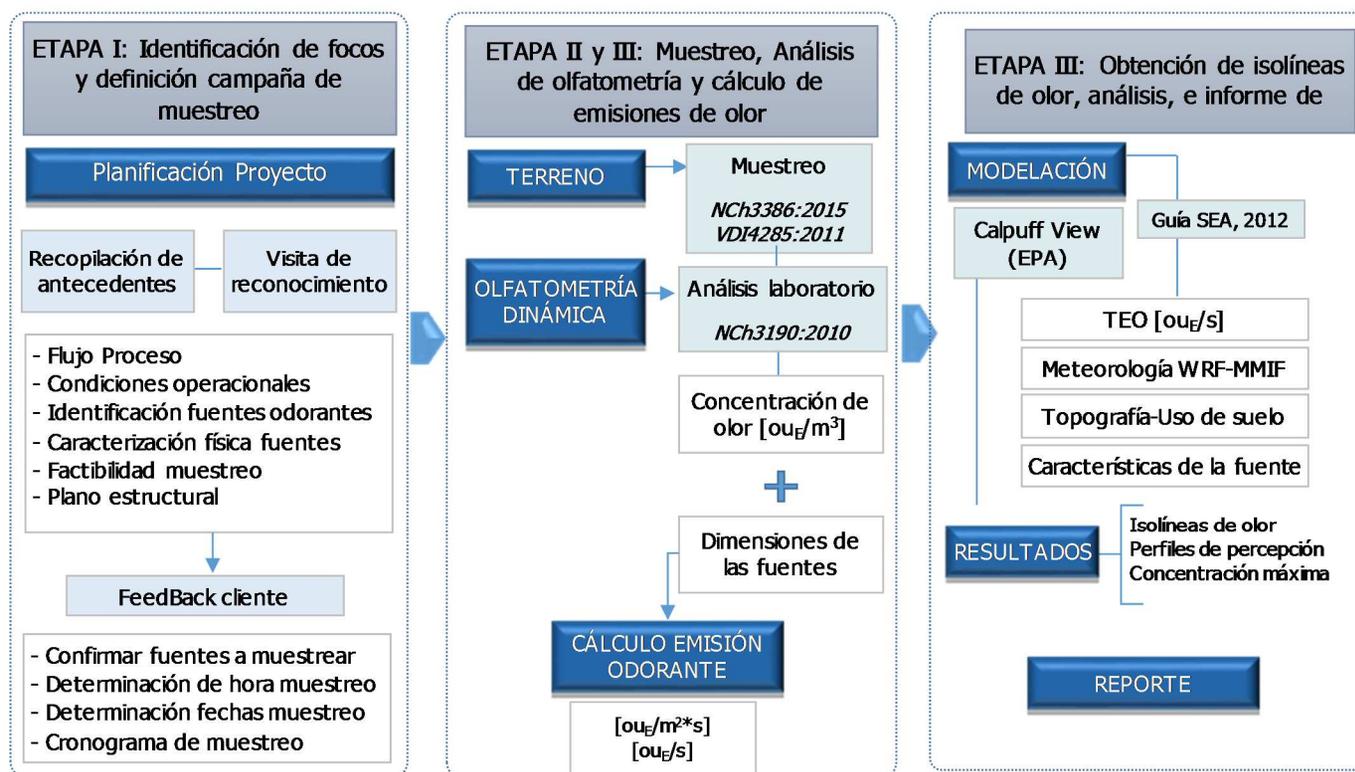
El presente capítulo muestra el contexto general del desarrollo y resultados del levantamiento.

6.2 Desarrollo

6.2.1 Metodologías

El plan de trabajo se inicia con la recopilación de antecedentes y visita de reconocimiento de focos de emisión de olor, en base a lo cual se planifican y ejecutan las actividades de muestreo en terreno, análisis de laboratorio, cálculo de emisiones de olor y proyección del alcance odorante a través del modelo de dispersión.

Figura 51 – Plan de trabajo - Estudio de Impacto Odorante



Fuente: Envirometrika, 2018

6.2.1.1 Trabajo en terreno, laboratorio y modelación.

A. Terreno

El programa de muestreo para cada plantel se ejecutó durante 3 días consecutivos en 2 módulos horarios cada día.

La planificación se realizó en base a los aspectos técnicos detallados en la NCh3386:2015 levantando un total de 78 muestras en Plantel N°1 y 84 muestras en plantel. N°2 sumando en conjunto un total de 162 muestras para el presente estudio.

Las unidades de muestreo en pabellones (Alojamiento) y módulos horarios de muestreo para ambos planteles fueron:

- Pabellones de gestación – Horario diurno²⁸.
- Pabellones de maternidad – Horario diurno.
- Pabellones de recría – Horario diurno y tarde.
- Pabellones de engorda Edad 70-100 – Horario diurno y tarde.
- Pabellones de engorda Edad 100-130 – Horario diurno y tarde.
- Pabellones de engorda Edad 130-180 – Horario diurno y tarde.

En Plantel N°1 se muestreó para las etapas desde tratamiento de purines:

- Estanque equalizador del sector 1 - Gestación y maternidad – Encendido y apagado
- Estanque equalizador del sector 2 y 3 - Recría y engorda – Encendido y apagado
- Filtro parabólico – Encendido y apagado.
- Filtro de prensa – Encendido y apagado.
- Estanque de acumulación sector 1 – Horario diurno y tarde.
- Laguna de acumulación sectores 2 y 3 – Horario diurno y tarde.
- Acopio de guano – Horario diurno y tarde.
- Zona de riego – Tiempo 0 h y 20 días.

En plantel N°2 se muestreó para las etapas desde tratamiento de purines:

- Estanque equalizador del sitio 1 - Gestación y maternidad – Horario diurno y tarde.
- Estanque equalizador del sitio 2 - Recría y engorda – Horario diurno y tarde.
- Filtro de prensa sitio 1 – Encendido y apagado.
- Filtro de prensa sitio 2 – Encendido y apagado.
- Apilamiento de guano – Horario diurno y tarde.
- Estanque acumulador – Horario diurno y tarde.
- Laguna de acumulación – Horario diurno y tarde.
- Zona de riego – No disponible al momento del muestreo.

²⁸ Se consideró solo horario diurno acorde a la disposición y condiciones de bioseguridad y planificación de muestreo. La secuencia de niveles de bioseguridad no permiten regresar a las edades más tempranas de crianza sin considerar vacíos sanitarios. Lo último, es un aspecto a considerar en campañas de muestreo de crianza intensiva.

El muestreo se realizó bajo las directrices de las normas:

- VDI 4285:2011 “Determinación de emisiones difusas por mediciones en galpones industriales y de ganadería” para el levantamiento de emisiones en los pabellones de alojamiento de cerdos y filtros parabólico y de prensa.
- NCh 3386:2015 “Calidad del aire – Muestreo estático para olfatometría” para las unidades o fuentes difusas del plantel.

B. Laboratorio

El análisis de laboratorio se ejecutó acorde a la NCh 3190:2010 “Calidad del aire – Determinación de la concentración de olor por Olfatometría dinámica” el que cumple con parámetros de análisis de laboratorio.

Las muestras fueron analizadas en:

- Equipo para el análisis: Olfatómetro Ecoma TO-8.
- Laboratorio de análisis: Laboratorio Central de Envirometrika.

Plantel N°1:

- Fecha de análisis: 10, 11 y 12 de Octubre del 2018.
- Tiempo máximo entre muestreo y análisis: 5:38 horas (Cumple NCh 3386:2015).

Plantel N°2:

- Fecha de análisis: 22, 23 y 24 de Octubre de 2018.
- Tiempo máximo de análisis desde el muestreo: 7 horas y 32 minutos.
- Se cumplió con la norma NCh 3190:2010 y la muestra estuvo 1 hora y 30 minutos sobre el límite de horas que menciona la norma NCh 3386:2015. Acorde a esta misma norma, como medida de verificación de la representatividad de los resultados cuyos resultados superaron las 6 horas entre el muestreo y análisis, se realizó una evaluación parcial en el tiempo determinando que no para aquellas muestras que estuvieron entre las 6 y las 7 horas con 32 minutos no hubo diferencias significativas en el resultado de concentración.

Recomendación: En caso de dificultad para cumplir con el tiempo entre muestreo y análisis de máximo 6 h (principalmente dado por distancia entre el punto de muestreo y el laboratorio) y cuando no se pueda hacer seguimiento en el tiempo para verificar la “no variación” de la muestra, se sugiere considerar análisis a través de un laboratorio móvil.

C. Modelación

La proyección de las emisiones para la determinación del alcance odorante se realizó en base a las recomendaciones de:

- Guía para la Predicción y evaluación de impactos por olores en el SEIA, 2017.
- Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA, 2012.

Los resultados de modelación se ejecutaron y presentan para siguientes criterios:

Tabla 59 – Resumen de escenarios modelados plantel N°1

ESCENARIO	CRITERIO DE CALIDAD ^{a/}
Alcance Odorante todas las fuentes en operación actual.	CP98-1h: 3 [ouE/m ³]
	CP99,5-1h: 3 [ouE/m ³]
	Concentración máxima en receptores a 3 [ouE/m ³] – Percentil 98 y 99,5.

^{a/}Se incluye el criterio de calidad de 3 uoE/m³ a solicitud de la contraparte técnica por ser uno de los valores

más estrictos a nivel internacional.

Fuente: Envirometrika, 2018.

Tabla 60 – Normativa Internacional

País	Nivel de protección	Criterio de Calidad ^{a/} [ouE/m ³]
Países Bajos	Zona Ganadera fuera del área residencial. ^{d/}	14
	Zona Urbana con ganadería. ^{e/}	3
Irlanda	Granjas de producción porcina existente.	6
Inglaterra	-	3
Colombia	-	5
Bélgica (Walloon)	Granja porcina - Residente más cercano.	6
Bélgica (Flanders)	Zona ganadera (suelo todo tipo de uso).	3
	Zona ganadera (receptores).	3
Bélgica (Flanders)	Zona ganadera (residencial en entorno rural).	5
	Zona ganadera (áreas rurales).	10

^{a/} Percentil 98-1 h.

^{c/} Clasificación de olor "moderadamente ofensivo".

^{b/} Planteles y establos de crianza de animales.

^{d/} Aplicable a plantel de estudio N°2.

^{e/} Aplicable a plantel N°1 de estudio.

Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.2 Estudio de Impacto Odorante - Plantel N°1

El Plantel N°1 es una empresa familiar dedicada a la crianza de ganado porcino y producción de uvas. La capacidad total del plantel es de 1.500 madres, teniendo como mercado objetivo el de exportación. El Plantel se ubica en la Región Metropolitana.

6.2.2.1 Receptores

Los receptores identificados en las cercanías del Plantel N°1 corresponden a viviendas ubicadas dentro de límites establecidos por el Plan regulador Metropolitano (o fuera de él según corresponda) con su respectiva descripción de tipo de uso de suelo como se puede observar en el cuadro a continuación:

Tabla 61 – Receptores plantel N°1

Receptor	ID	Distancia al plantel [m]	
		Punto central	Descripción de uso de suelo del receptor ^a
1	R1	1.378	Casa ubicada en área de interés Silvoagropecuario Mixto.
2	R2	1.699	Casa en área zona habitacional mixto.
3	R3	1.628	Casa en área zona habitacional mixto.
4	R4	1.608	Casa en área de interés Silvoagropecuario Mixto.
5			Casa abandonada - no considerado en el análisis (solo referencia visual).
6	R6	1.350	Casa en área de interés Silvoagropecuario Mixto.

^a Basado en clasificación de uso de suelo de la Región Metropolitana acorde al Plan Regulador Metropolitano de Santiago.

Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.2.2 Resultados de Emisión de Olor

De los muestreos y análisis de laboratorio, los valores de Emisión de Olor (en adelante EO), unitario (o por cerdo) son:

Tabla 62 – Emisión por cerdo por crianza, edad y horario.

Unidad	Módulo	Crianza ^{/a}	EO [ouE/cerdo*s]	EO ^{/b} [ouE/cerdo*s]	Nº Días	Factor de ponderación ^c	EO ^{/d} [ouE/cerdo*s]
Gestación	-	Reproductoras	17,10	30,7	-	-	-
Maternidad	-		15,35	15,3	-	-	-
Rango 21-60 días	Diurno	Recría	0,34	2,1	-	-	-
	Tarde		3,93				
Rango 61-100 días	Diurno	Engorda	3,61	2,7	40	0,33	6,3
	Tarde		1,84				
Rango 101-130 días	Diurno		6,21	7,2	30	0,25	
	Tarde		8,18				
Rango 131-180 días	Diurno	9,07	8,5	50	0,42		
	Tarde	7,97					

^{/a} Crianza: Pit y tradicional. Ventilación: cortinas. ^{/b} Emisión ponderada diaria. ^{/c} Proporción en porcentaje (factor) del nº de días para cada rango medido respecto al nº total de días de la crianza para posterior cálculo de EO ponderada. ^{/d} Emisión ponderada del ciclo.

Fuente: Envirometrika, 2018.

Tabla 63 – Emisión por superficie unitaria [m²], condición operacional y horario.

Nº	Unidad	Condición	EO [ouE/m ² *s]
1	Estanque Ecuilizador (de gestación y maternidad)	Encendido	498,7
		Apagado	4,8
2	Filtro Parabólico	Encendido	5.013,2
		Apagado	172,0
3	Estanque Ecuilizador (de re-cría y engorda)	Encendido	105,7
		Apagado	11,0
4	Filtro Prensa	Encendido	3.539,9
		Apagado	463,6
5	Acopio de Guano	Diurno	148,6
		Tarde	12,1
6	Zona de riego	Tiempo 0 h.	9,5
		20 días	3,6
7	Estanque Acumulador	Diurno	17,3
		Tarde	8,8
8	Laguna de Acumulación	Diurno	61,8
		Tarde	9,9

Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.2.3 Ranking de emisiones

El ranking de emisiones corresponde la sumatoria de la Tasa de emisión de olor de todas las unidades emisoras. Este permite relacionar las emisiones de cada unidad con el nivel de actividad. Los resultados se ordenan de mayor a menor en términos de aporte porcentual con el fin de visualizar cuales son las unidades del plantel que presentan una mayor emisión de olor.

El cálculo para las unidades de pabellones de crianza según edad, tratamiento y disposición se realiza a través de las siguientes fórmulas:

Pabellones de alojamiento o crianza de cerdos

$$\text{TEO}_{\text{Pabellones}} = \text{E.O cerdo ponderada} [\text{ou}\epsilon/\text{cerdo*s}] \times \text{n}^{\circ}\text{cerdos} \times \text{n}^{\circ}\text{Pabellones}$$

Dónde: E.O cerdo ponderada = Emisión odorante x área de muestreo.

Unidades de tratamiento y disposición de purines

$$\text{TEO}_{\text{Tratamiento y disposición}} = \text{E.O unidad} [\text{ou}\epsilon/\text{m}^2\text{s}] \times \text{Superficie de exposición} [\text{m}^2]$$

De acuerdo a lo anterior la emisión total del plantel N°1 es de 354.375 [ou ε/s]. El ranking es el siguiente:

Tabla 64 – Ranking de emisión de olor por área

Nº	Unidad	% TEO
1	Estanque / Laguna acumulación	32,2%
2	Pabellones Engorda	22,1%
3	Zona de riego - Durante riego	19,2%
4	Zona de riego post-riego	7,3%
5	Pabellones Gestación	6,1%
6	Estanques Ecuilizador 1 y 2 + Canaletas	4,9%
7	Filtros de prensa y parabólico 1 y 2	4,2%
8	Pabellones Recría	2,5%
9	Pabellones Maternidad	1,2%
10	Acopio Guano	0,2%
	TOTAL	100%

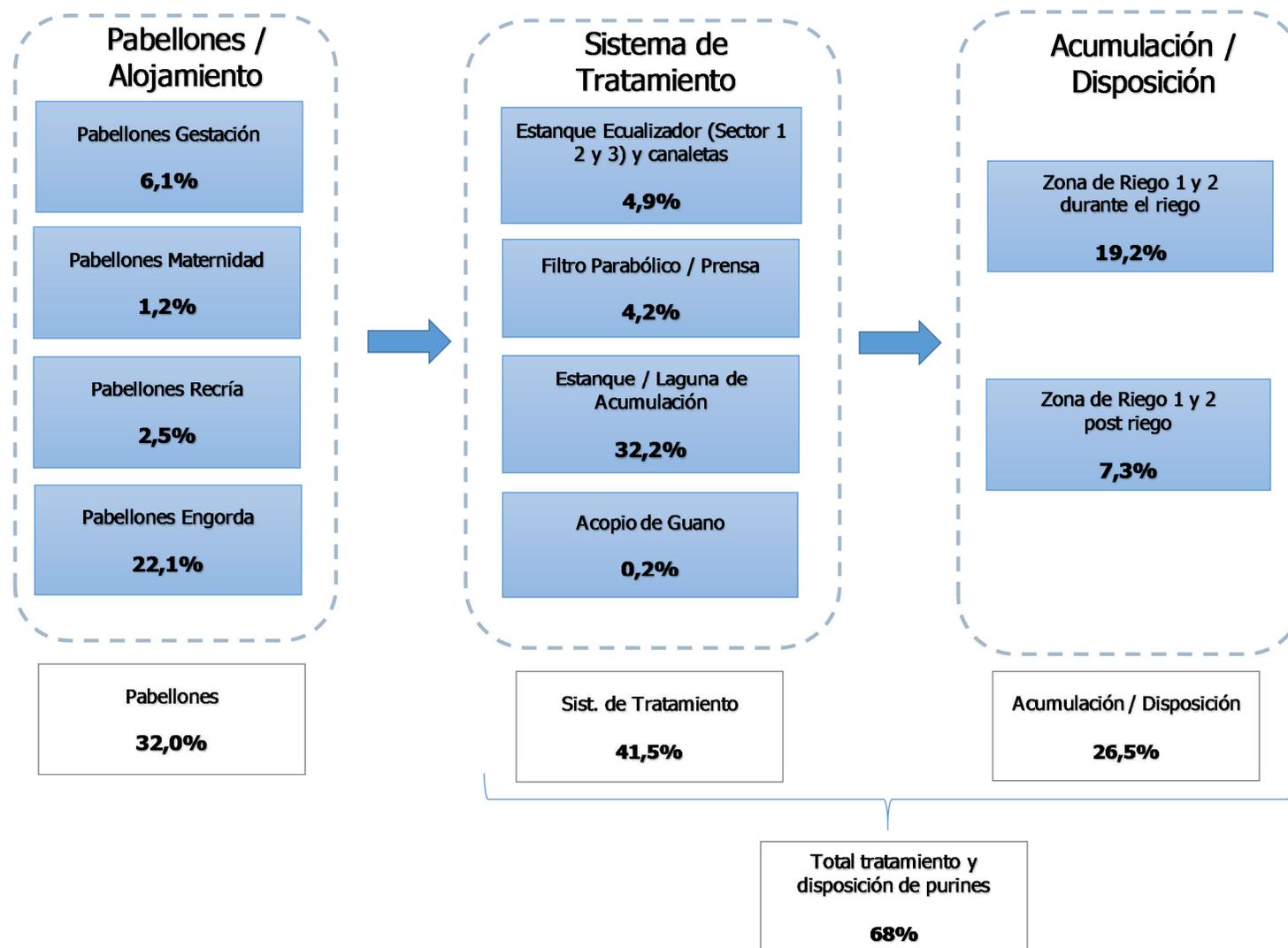
Fuente: Envirometrika, 2018.

Tabla 65 – Ranking de emisión por etapa

Nº	Unidad	% TEO
1	Sistema de Tratamiento + Disposición	68%
2	Pabellones o alojamiento de cerdos	32%
	TOTAL	100%

Fuente: Envirometrika, 2018.

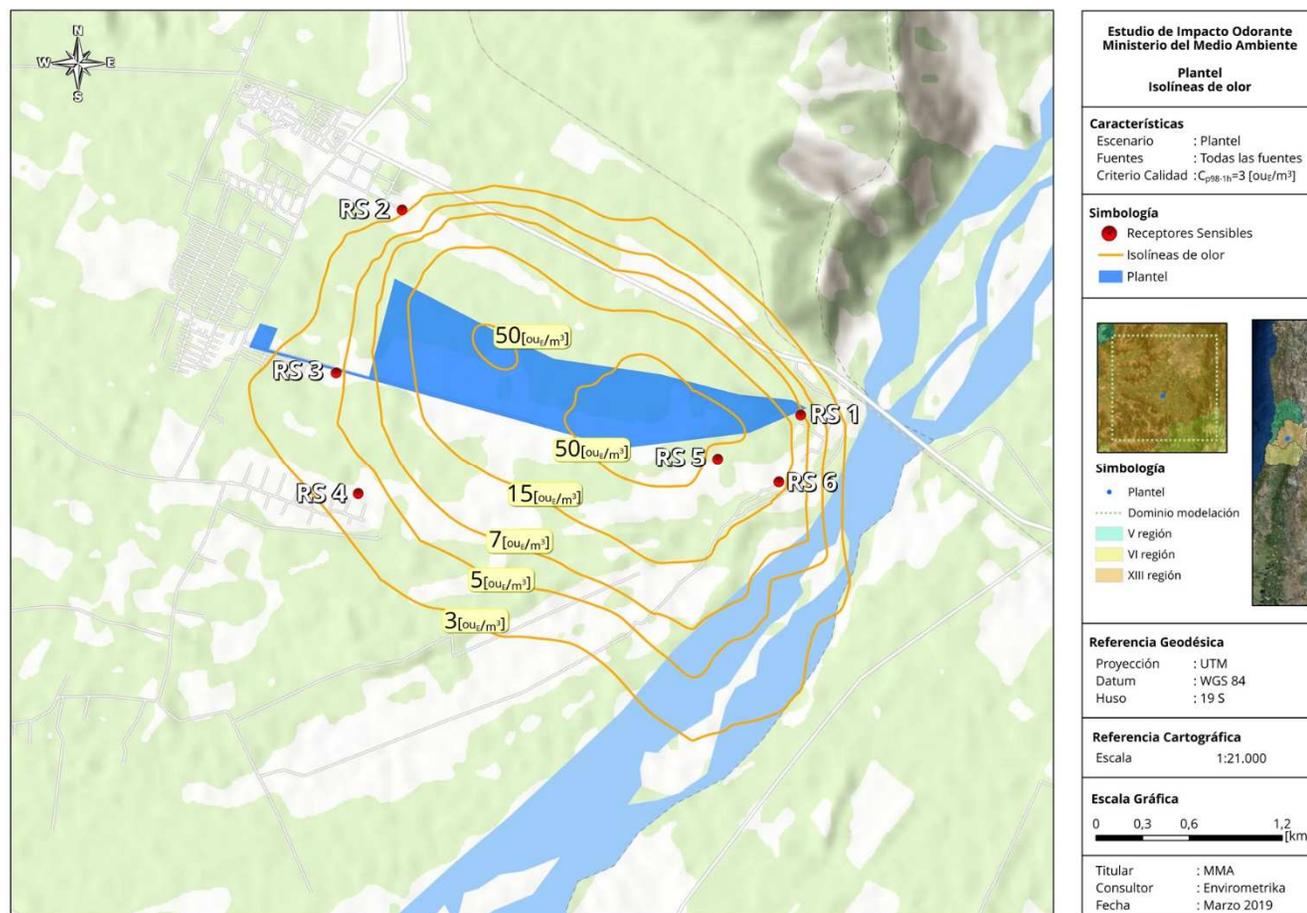
Figura 52 – Distribución Emisión de Olor por etapa - plantel N°1.



Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.2.4 Resultados de Modelación Odorante

Figura 53 – Alcance odorante todas las fuentes a percentil 98 C_{P98-1h} : 3 [ouE/m³]



Fuente: Envirometrika, 2019.

Valores límites de exposición

Concentración límite = 3 [ouE/m³]
Criterio de cumplimiento = P98
Tiempo de evaluación = 1 hora

Tasa de emisión de olor

354.375

Al modelar la operación de las fuentes emisoras de olor del Plantel N° 1 bajo los valores límites de exposición de $C_{P98-1h}=3$ [ouE/m³], el impacto de olor tendría un alcance de 754 hectáreas^(a).

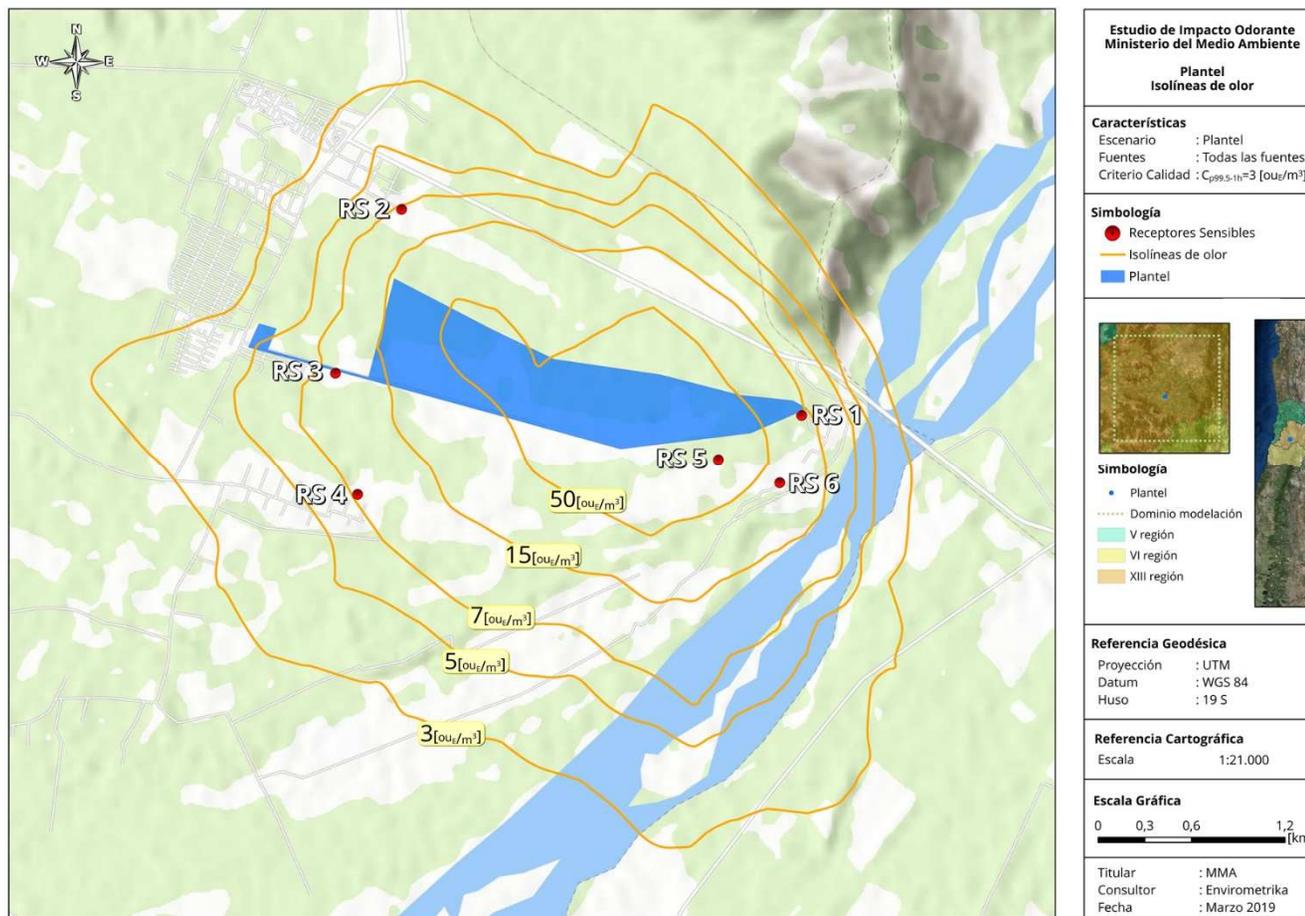
El alcance de la pluma se desplazaría según los siguientes sentidos ^(b):

Alcance [km]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1	0,9	0,4	1,8	1,4	1,5	1,3	1,2

^(a) Considera las [ha] de impacto odorante fuera del perímetro.

^(b) Dimensiones consideradas desde el perímetro de la planta, y centro geométrico.

Figura 54 – Alcance odorante todas las fuentes a percentil 99,5 $C_{P99,5-1h}$: 3 [ouE/m³]



Fuente: Envirometrika, 2019.

Valores límites de exposición

Concentración límite = 3 [ouE/m³]
Criterio de cumplimiento = P99,5
Tiempo de evaluación = 1 hora

Tasa de emisión de olor

354.375 [ouE/s]

Al modelar la operación de las fuentes emisoras de olor del Plantel N° 1 bajo los valores límites de exposición de $C_{P99,5-1h}=3$ [ouE/m³], el impacto de olor tendría un alcance de 1.554 hectáreas^(a).

El alcance de la pluma se desplazaría según los siguientes sentidos ^(b):

Alcance [km]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1,3	1,5	0,9	2,2	2,3	2,3	2,2	1,7

^(a) Considera las [ha] de impacto odorante fuera del perímetro.

^(b) Dimensiones consideradas desde el perímetro de la planta, y centro geométrico.

6.2.2.5 Receptores – Concentración de olor

Tabla 66 – Resumen concentración máxima en receptores Plantel N°1

ID	Distancia al Receptor más cercano [m]		Concentración máxima [ouE/m ³]	
	Desde el perímetro del plantel	Desde el centro del plantel	Percentil 99,5	Percentil 98
RS 1	23	1.378	16,13	7,44
RS 2	451	1.699	7,11	2,62
RS 3	15	1.628	7,43	4,45
RS 4	729	1.608	7,24	3,71
RS 5	-	-	71,42	37,83
RS 6	361	1.350	31,25	18,27

Fuente: Envirometrika, 2018.

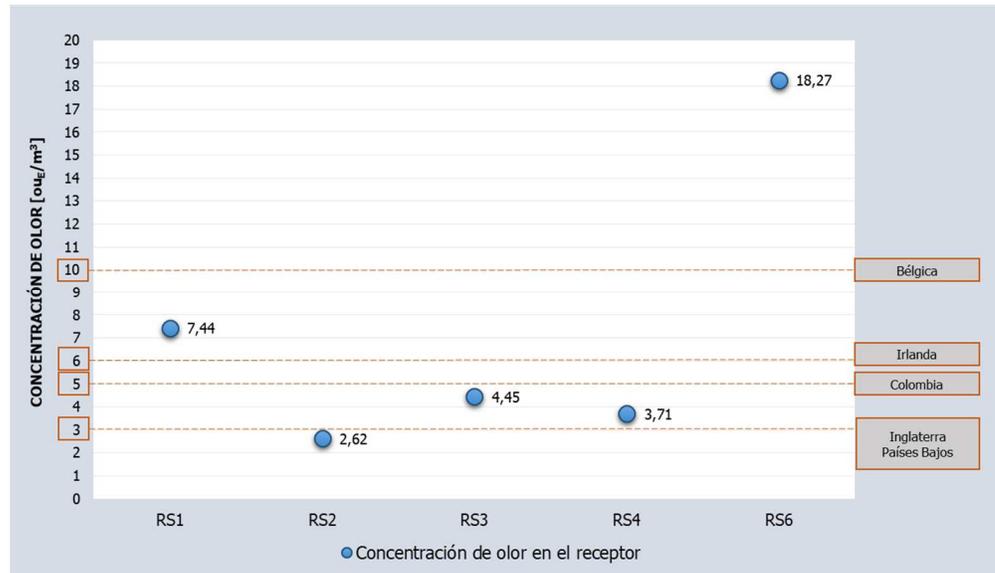
Por lo indicado anteriormente, para este análisis no se incluyó la ubicación RS5 (corresponde a casa abandonada).

Se observa en la tabla anterior que para los resultados de modelación de todas las fuentes considerando un límite de alcance de 3 [ouE/m³], en los 5 receptores evaluados se superaría el límite mencionado con evaluación a ambos percentiles. Se observa que el receptor de mayor impacto (RS6) no es el Receptor más cercano al perímetro del plantel.

6.2.2.6 Comparación de resultados EIO Plantel N°1 versus Normativa Internacional

En el siguiente gráfico se observa la concentración de olor de impacto en cada receptor evaluado en el Plantel N°1 junto con el límite por país según la tabla anterior.

Gráfico 90 – Comparación resultados en receptores versus límites internacionales.



Bélgica: Valor corresponde a Zona ganadería en Áreas rurales.

Irlanda: Valor corresponde a Granjas de producción porcina existente

Colombia: Valor corresponde a característica de olor de la fuente. No distingue tipo de actividad productiva o uso de suelo.

Inglaterra: Valor corresponde a característica de olor de la fuente. No distingue tipo de actividad productiva o uso de suelo.

Países Bajos: Valor corresponde a Zona Urbana con Ganadería.

Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.2.7 Análisis de resultados Plantel N°1

Del levantamiento de las emisiones en los pabellones (alojamiento), se tiene que la mayor emisión por cerdo se levantó en la etapa de gestación seguida de maternidad. Lo anterior podría estar dado por la edad de los animales junto con el tipo de sistema de limpieza (PIT) el cual contempla acumulación de los desechos entre descargas.

Para las etapas de recría y engorda, la edad es directamente proporcional a la emisión, siendo el periodo de engorda comprendido entre los 130-180 días el de niveles mayores: 8,5 [ouE/s*cerdo]. Cabe señalar que este valor es casi 3 veces inferior al factor de 22,5 [ouE/s*cerdo] referenciado por la EPA²⁹, Europa.

El sistema de tratamiento de purines, acusó diferencias en la emisión de las unidades de tratamiento como filtros y estanques equalizadores, en condición ON versus OFF. Las emisiones de la laguna y estanque de acumulación, son las unidades que presentan el mayor aporte a las emisiones del plantel (32%) dado por la mayor superficie [m²] de exposición, no siendo las de mayor emisión por unidad de superficie.

Al evaluar el impacto odorante P₉₈ en la inmisión, los criterios de calidad internacionales con los cuales los resultados obtenidos presentarían un mayor grado de cumplimiento (aplica a 4 de los 5 receptores evaluados) estaría relacionado el límite de 10 [ouE/m³] establecido en Bélgica (Flanders) para “zona ganadera en zonas rurales”.

El criterio de calidad con el cual los resultados presentaron mayor distancia fue el de 3 [ouE/m³] donde en 4 de los 5 receptores estarían por sobre el límite. Este criterio es el utilizado por Inglaterra como actividad que genera olores moderadamente ofensivos y Bélgica (Flanders) para el nivel de protección de zona ganadera con residentes cercanos y para zona ganadera con todo tipo de uso de suelo.

²⁹ Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture, Final report, R&D Report Series No. 14, EPA Ireland, 2001

6.2.3 Resumen Estudio de Impacto Odorante Plantel N°2

Plantel N°2 es una empresa dedicada a la crianza intensiva de ganado porcino y que abastece al mercado nacional como el internacional. Está ubicado en la Región del Libertador Bernardo O’Higgins.

6.2.3.1 Selección de receptores

Los receptores identificados en las cercanías del Plantel N°2 corresponden a viviendas ubicadas fuera de los límites urbanos establecidos por los planes reguladores existentes en la Región del Libertador Bernardo O’Higgins como se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 67 – Receptores plantel N°2

Receptor	Nombre	Distancia al plantel [m]	
		Punto Central	Descripción de uso de suelo del receptor ^{/a}
1	R1	860	Vivienda más cercana al área del plantel. Fuera de los límites urbanos establecidos por los planes reguladores.
2	R2	3.030	Vivienda ubicada en las cercanías del sector El Zapal. Fuera de los límites urbanos establecidos por los planes reguladores.
3	R3	3.374	Vivienda ubicada en las cercanías del sector El Zapal. Fuera de los límites urbanos establecidos por los planes reguladores.
4	R4	2.609	Vivienda ubicada en las cercanías del sector El Maitén. Fuera de los límites urbanos establecidos por los planes reguladores.
5	R5	2.157	Fuera de los límites urbanos establecidos por los planes reguladores.
6	R6	3.895	Vivienda ubicada en el poblado de Chépica. Zona urbana residencial 2.

^{/a} Basado en clasificación de uso de suelo del Plan Regulador Comunal de Chépica.

Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.3.2 Resultados de Emisión de Olor

De los muestreos y análisis de laboratorio, se tiene que los valores de Emisión de Olor (en adelante EO) unitario es:

Tabla 68 – Emisión por cerdo por crianza, edad y horario.

Unidad	Módulo	Crianza ^{1a}	EO [ouE/cerdo*s]	EO ^{1b} [ouE/cerdo*s]	Nº Días	Factor de ponderación ^{1c}	EO ^{1d} [ouE/cerdo*s]
Gestación	-	Reproductoras	12,59	12,6	-	-	-
Maternidad	-		12,94	12,9	-	-	-
Rango 21-70 días	Diurno	Recría	2,73	3,3	-	-	-
	Tarde		3,85				
Rango 71-100 días	Diurno	Engorda	2,94	3,4	30	0,275	6,8
	Tarde		3,77				
Rango 101-130 días	Diurno		3,02	12,1	30	0,275	
	Tarde		21,23				
Rango 131-180 días	Diurno	4,11	5,7	50	0,450		
	Tarde	7,31					

^{1a} Crianza: Pit y tradicional. Ventilación: cortinas.

^{1b} Emisión ponderada diaria.

^{1c} Proporción en porcentaje (factor) del nº de días pa ra cada rango medido respecto al nº total de días d e la crianza para posterior cálculo de EO ponderada

^{1d} Emisión ponderada del ciclo.

Fuente: Envirometrika, 2018.

Tabla 69 – Emisión por superficie unitaria [m²], condición operacional y horario.

Unidad	Condición	EO [ouE/m ² *s]
1 Filtro prensa 1	Encendido	2.220,3
	Apagado	355,7
2 Filtro prensa 2	Encendido	1.397,1
	Apagado	582,6
3 Apilamiento guano Sitio 1	Diurno	3,5
	Tarde	0,4
4 Apilamiento guano Sitio 2	Diurno	11,9
	Tarde	2,1
5 Estanque ecualizador 1	Encendido	5,2
	Apagado	0,6
6 Estanque ecualizador 2	Nivel mayor	31,0

	Unidad	Condición	EO [ou_E/m²*s]
		Nivel menor	9,9
7	Estanque acumulador 1	Diurno	15,6
		Tarde	11,8
8	Estanque acumulador 2	Diurno	4,6
		Tarde	5,6
9	Laguna de acumulación	Diurno	9,2
		Tarde	2,5

Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.3.3 Tasa de Emisión de Olor total y ranking de emisiones

De la cuantificación total de las emisiones levantadas, esto es, pabellones y unidades de tratamiento y disposición de purines, se tiene una emisión total del plantel N°2 de:

- 1.871.436 [ouE/s] - incluye área total de riego.
- 296.336 [ouE/s] - no incluye área de riego.

El mayor valor de TEO del plantel al considerar la zona de riego se asocia a la superficie total de emisión de 3 zonas o pivotes y una viña que en conjunto suman 1.575.100 [m²] y al momento del muestreo, no comenzaba el período de riego en dichas superficies.

El ranking de emisiones, para ambos escenarios (con y sin área de riego) es el siguiente:

Con zona de riego

Tabla 70 – Ranking de emisión de olor por área con zona de riego

Nº	Unidad	% TEO
1	Zona de riego - Durante riego	84,2%
2	Estanque / Laguna acum. + canal	9,9%
3	Pabellones Engorda	3,1%
4	Pabellones Gestación	1,1%
5	Pabellones Recría	1,0%
6	Filtros 1 y 2	0,4%
7	Estanque Ecuilizador 1 y 2	0,2%
8	Pabellones Maternidad	0,1%
9	Apilamiento Guano	0,0%
	TOTAL	100%

Fuente: Envirometrika, 2018.

Tabla 71 – Ranking de emisión de olor por etapa con zona de riego

Nº	Unidad	% TEO
1	Acumulación / Disposición	94,1%
2	Pabellones o alojamiento de cerdos	5,3%
3	Sistema de Tratamiento	0,6%
	TOTAL	100%

Fuente: Envirometrika, 2018.

Sin zona de riego

Tabla 72 – Ranking de emisión de olor por área sin zona de riego

Nº	Unidad	% TEO
1	Estanque / Laguna acum. + canal	62,5%
2	Pabellones Engorda	19,3%
3	Pabellones Gestación	6,9%
4	Pabellones Recría	1,5%
5	Filtros 1 y 2	2,6%
6	Est. Ecuilizador 1 y 2	6,3%
7	Pabellones Maternidad	0,9%
8	Apilamiento Guano	0,1%
	TOTAL	100%

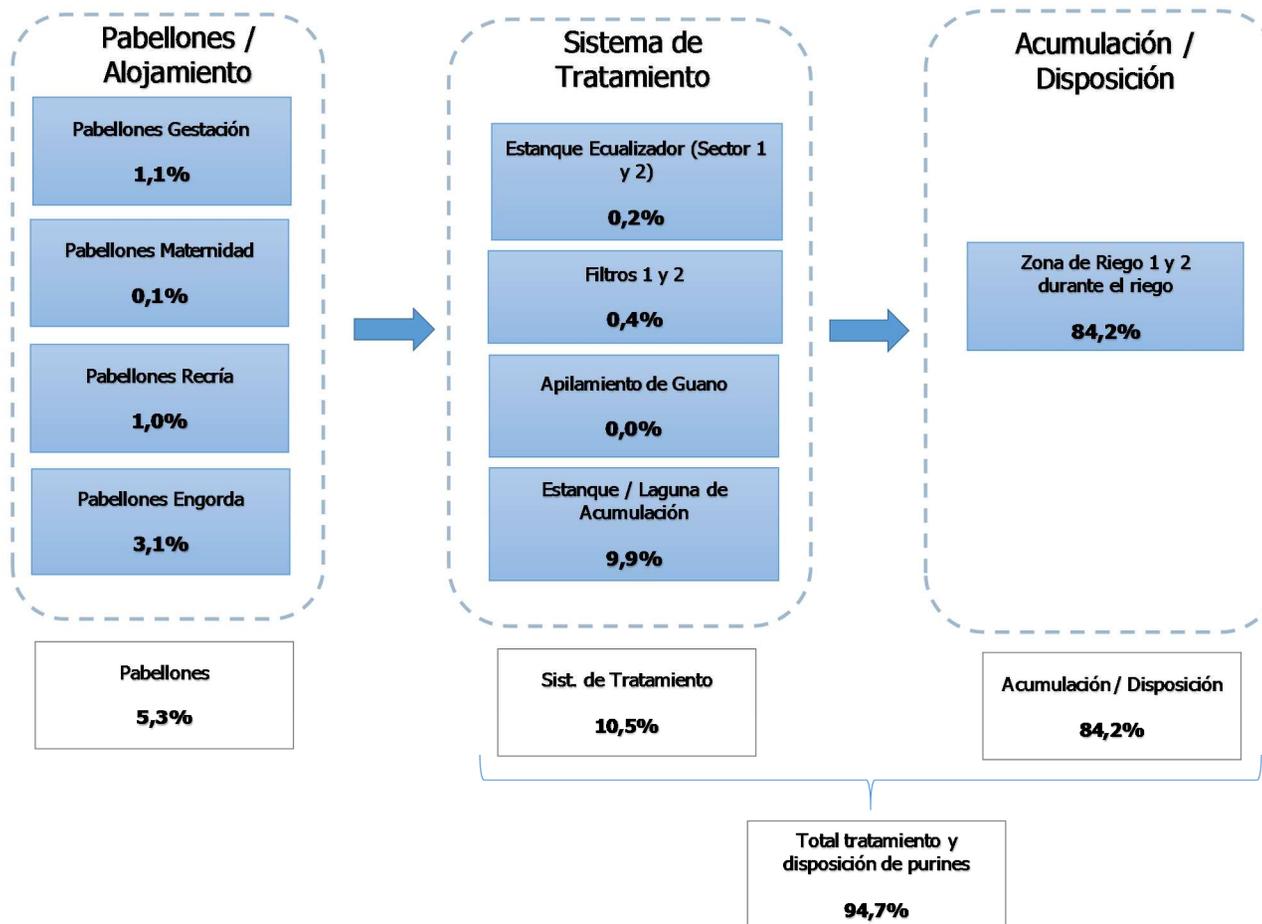
Fuente: Envirometrika, 2018.

Tabla 73 – Ranking de emisión de olor por etapa sin zona de riego

Nº	Unidad	% TEO
1	Sistema de Tratamiento - Disposición	66,6%
2	Pabellones o alojamiento de cerdos	33,4%
	TOTAL	100%

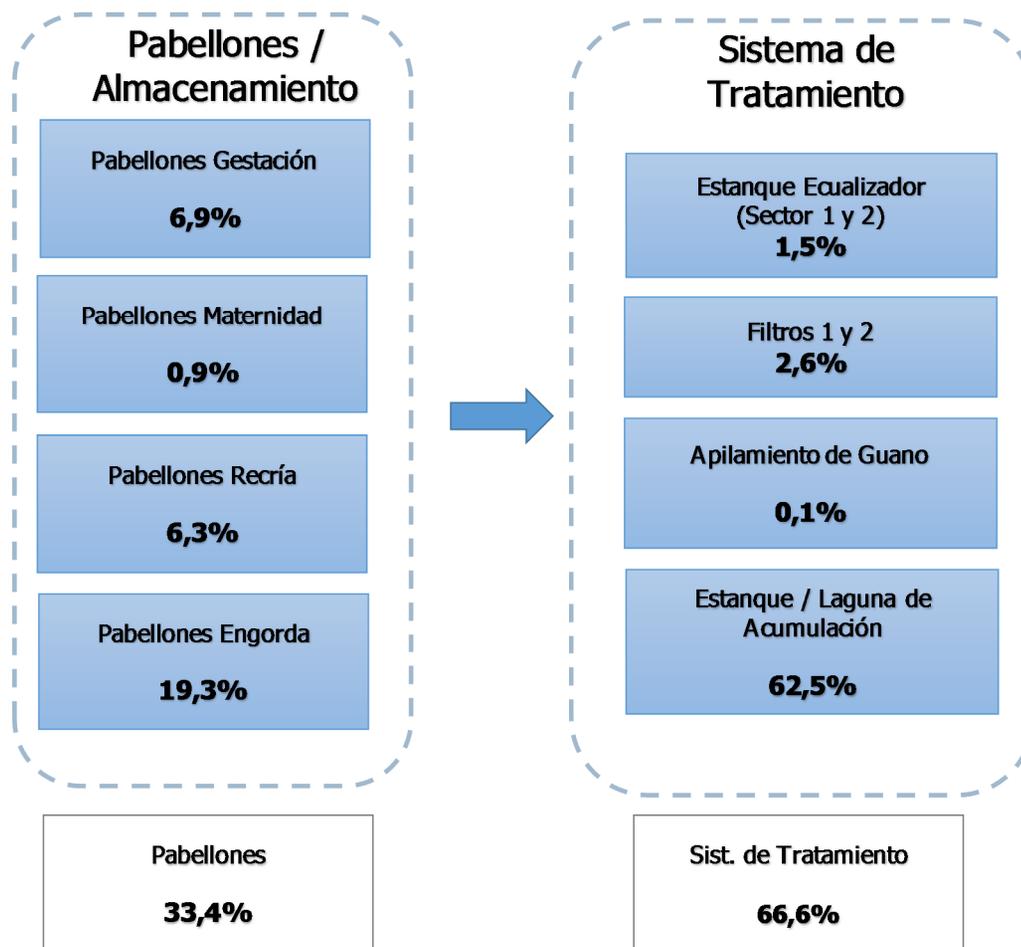
Fuente: Envirometrika, 2018.

Figura 55 – Distribución de Emisión de Olor por etapa – incluye zona de riego plantel N°2



Fuente: Envirometrika, 2018.

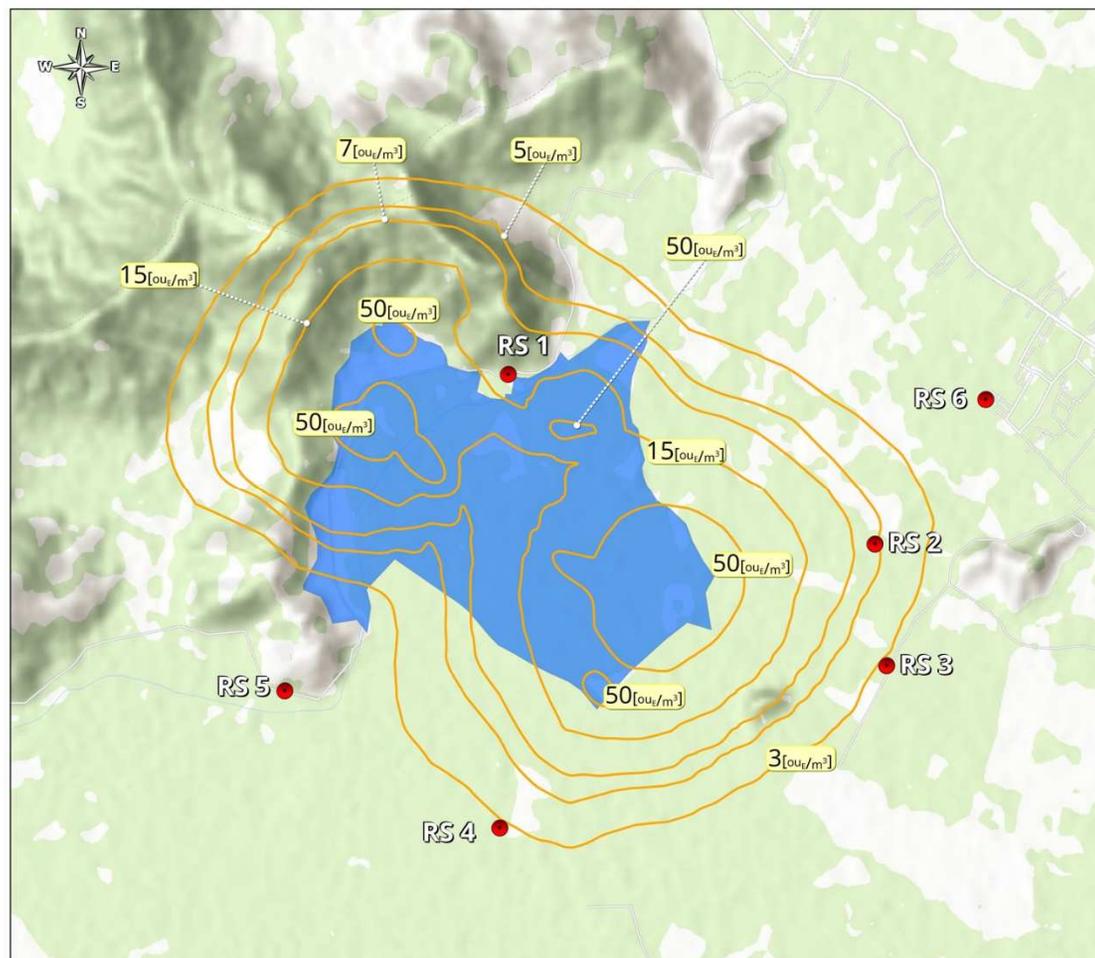
Figura 56 – Distribución de Emisión de Olor por etapa – excluye zona de riego plantel N°2



Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.3.4 Resultados de Modelación Odorante

Figura 57 – Alcance odorante todas las fuentes a percentil 98 C_{P98-1h} : 3 [ouE/m³]

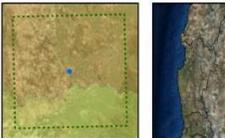


Estudio de Impacto Odorante
Ministerio del Medio Ambiente

Plantel
Isolíneas de olor

Características
Escenario : Plantel
Fuentes : Todas las fuentes
Criterio Calidad : $C_{P98-1h}=3$ [ouE/m³]

Simbología
● Receptores Sensibles
— Isolíneas de olor
■ Plantel



Simbología
● Plantel
----- Dominio Modelación
■ VI región
■ VII regi

Referencia Geodésica
Proyección : UTM
Datum : WGS 84
Huso : 19 S

Referencia Cartográfica
Escala : 1:26.000

Escala Gráfica
0 0,3 0,6 1,2 [km]

Titular : MMA
Consultor : Envirometrika
Fecha : Marzo 2019

Valores límites de exposición

Concentración límite = 3 [ouE/m³]
Criterio de cumplimiento = P98
Tiempo de evaluación = 1 hora

Tasa de emisión de olor

1.871.436 [ouE/s]

Al modelar la operación de las fuentes emisoras de olor del Plantel N° 2 bajo los valores límites de exposición de $C_{P98-1h}=3$ [ouE/m³], el impacto de olor tendría un alcance de 1.297 hectáreas^(a).

El alcance de la pluma se desplazaría según los siguientes sentidos^(b):

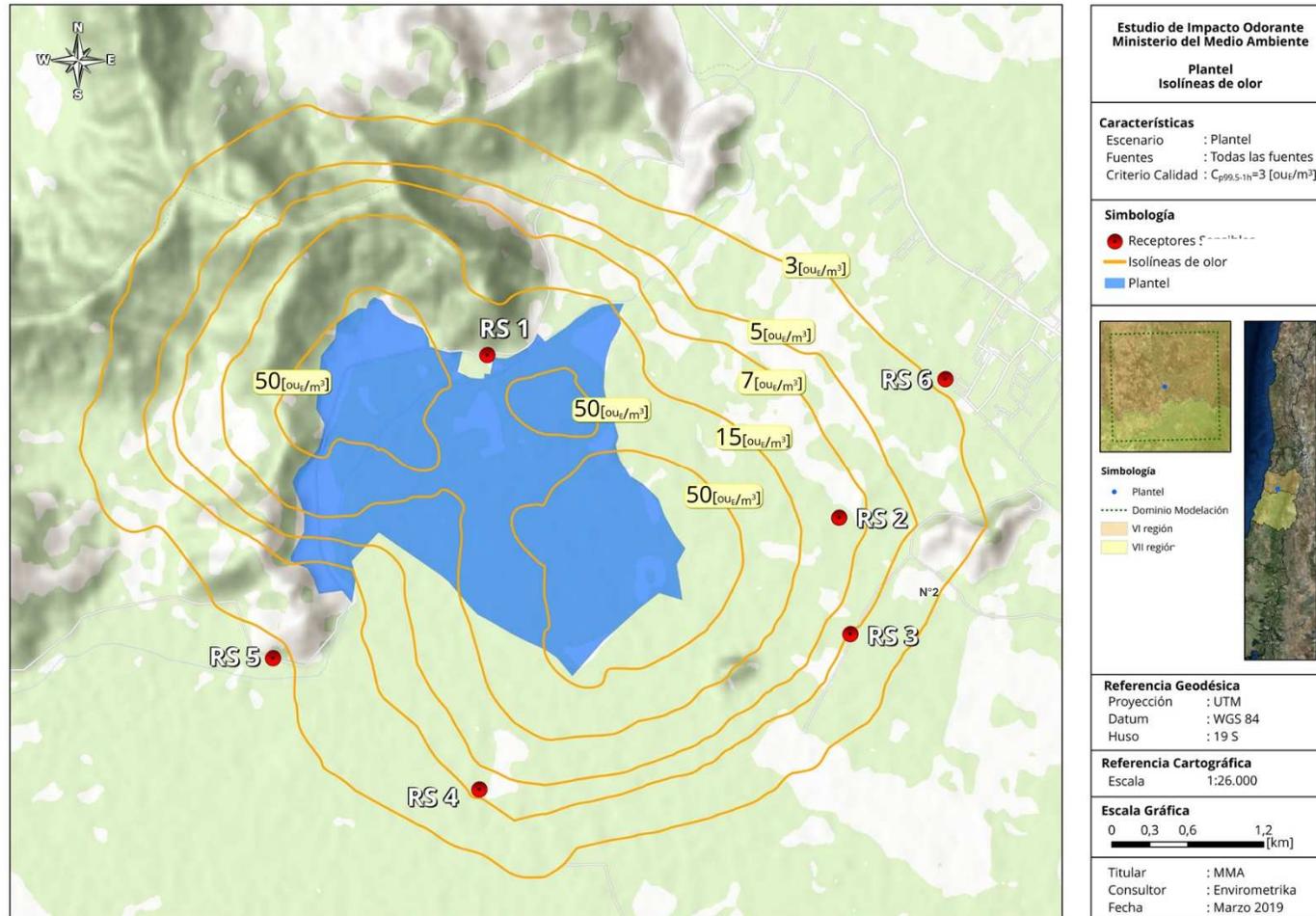
Alcance [km]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1,5	0,7	2	1,3	1,3	0,5	0,6	1,1

^{a)} Considera las [ha] de impacto odorante fuera del perímetro.

^(b) Dimensiones consideradas desde el perímetro de la planta, y centro geométrico.

Fuente: Envirometrika, 2019.

Figura 58 – Alcance odorante - todas las fuentes a percentil 99,5 $C_{P99,5-1h}$: 3 [ouE/m³]



Fuente: Envirometrika, 2019.

Valores límites de exposición

Concentración límite = 3 [ouE/m³]
Criterio de cumplimiento = P99,5
Tiempo de evaluación = 1 hora

Tasa de emisión de olor
TEO: 1.871.436 [ouE/s]

Al modelar la operación de las fuentes emisoras de olor del Plantel N°2 bajo los valores límites de exposición de $C_{P99,5-1h}=3$ [ouE/m³], el impacto de olor tendría un alcance de 2.914 hectáreas^(a).

El alcance de la pluma se desplazaría según los siguientes sentidos ^(b):

Alcance [km]							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
2	1,3	2,6	1,8	1,9	1,4	1,6	1,7

^{a)} Considera las [ha] de impacto odorante fuera del perímetro.

^(b) Dimensiones consideradas desde el perímetro de la planta, y centro geométrico.

6.2.3.5 Receptores – Concentración de olor

Tabla 74 – Resumen concentración máxima en receptores Plantel N° 2.

ID	Distancia al receptor más cercano [m]		Concentración máxima [ouE/m³]	
	Desde el perímetro del plantel	Desde el centro del plantel	Percentil 99,5	Percentil 98
RS 1	89,5	860	26,20	11,33
RS 2	1.248,0	3.030	9,02	5,00
RS 3	1.375,4	3.374	4,79	2,67
RS 4	1.213,4	2.609	5,29	2,79
RS 5	613,3	2.157	2,60	1,41
RS 6	1.251,3	3.895	2,61	1,42

Fuente: Envirometrika, 2018.

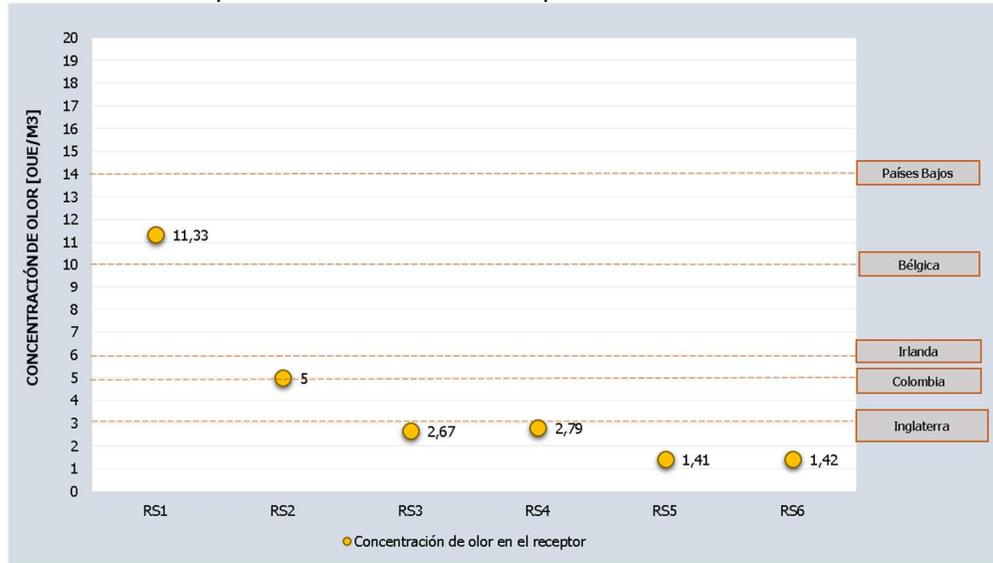
Se observa en la tabla anterior que para los resultados de modelación de todas las fuentes considerando un límite de alcance de 3 [ouE/m³], en 4 de los 6 receptores evaluados se cumpliría el límite mencionado para el percentil 98 (RS3 al RS6).

Para el percentil 99,5 se cumpliría en 2 de los 4 receptores. Se observa que el receptor de mayor impacto (RS1) es el ubicado más cerca del perímetro del plantel.

6.2.3.6 Comparación de resultados EIO Plantel N°2 versus Normativa Internacional

En el siguiente gráfico se observa la concentración de olor de impacto en cada receptor evaluado en el Plantel N°2 junto con el límite por país, según la tabla anterior.

Gráfico 91 – Comparación resultados en receptores versus límites internacionales.



Países Bajos: Valor corresponde a Zona ganadera fuera del área residencial.

Bélgica: Valor corresponde a Zona ganadera en áreas rurales.

Irlanda: Valor corresponde a granjas de producción porcina existentes.

Colombia: Valor corresponde a característica de olor de la fuente. No distingue tipo de actividad productiva o uso de suelo.

Inglaterra: Valor corresponde a característica de olor de la fuente. No distingue tipo de actividad productiva o uso de suelo.

Fuente: Envirometrika, 2018.

6.2.3.7 Análisis de resultados Plantel N°2

Del levantamiento de las emisiones en los pabellones (alojamiento), las mayor emisión por unidad animal se obtuvo en la etapa de gestación, maternidad y engorda para el rango de edad 101-130 días. En el caso de gestación y maternidad, podría estar dado por la edad de los animales junto con el tipo de sistema de limpieza (PIT/Tradicional) el cual contempla acumulación de los desechos para los períodos entre descargas. De las etapas de recría y engorda, es esta última la de mayor aporte en la emisión total del plantel y mayor en el rango de edad 101-130 días de todo el ciclo. Lo anterior se pudo deber a una serie de condiciones operacionales y productivas que pudiesen estar relacionadas con esta condición (tipo de alimentación, momento de la descarga para la limpieza, etc).

El valor de emisión para este rango de edad fue: 12,1 [ou_E/s*cerdo]. Este valor es casi la mitad de los 22,5 [ou_E/s*cerdo] reportados en el informe EPA³⁰, para la crianza en Europa.

Se observó diferencia en la emisión del sistema de tratamiento de purines de las unidades de tratamiento como filtros y estanques equalizadores, en condición ON vs OFF. Las emisiones de la laguna y estanque de acumulación son las unidades que presentan el mayor aporte a las emisiones del plantel (62% sin considerar la zona de riego) dado por la mayor superficie [m²] de exposición.

Del impacto o alcance odorante, se tiene que para el criterio de calidad de 3 [ou_E/m³], el área de impacto sería de 1.297 [ha], con un alcance máximo (1,95 [km]) hacia el Este del plantel y 2 de los 6 receptores considerados se encontrarían dentro del área de alcance.

Al evaluar el impacto odorante P₉₈ en la inmisión, los criterios de calidad internacionales con los cuales los resultados obtenidos presentarían un mayor grado de cumplimiento (para los 6 receptores evaluados) estaría relacionado con los límites normativos establecidos en los Países Bajos de 14 [ou_E/m³] para Zona Ganadera, fuera del área residencial, seguido del criterio de 10 [ou_E/m³] establecido en Bélgica (Flanders) para “zona ganadera en zonas rurales”., luego el que se utiliza en Irlanda de 6 [ou_E/m³] para Granjas de producción porcina existentes y finalmente de Colombia y Bélgica (Flanders) con un límite de 5 [ou_E/m³].

El criterio de calidad con el cual los resultados presentaron mayor distancia fue el de 3 [ou_E/m³] sin embargo, 4 de los 6 receptores cumpliría con dicho límite. Este criterio es el utilizado por Inglaterra como actividad que genera olores moderadamente ofensivos y Bélgica (Flanders) para el nivel de protección de zona ganadera con residentes cercanos y para zona ganadera con todo tipo de uso de suelo.

³⁰ Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture, Final report, R&D Report Series No. 14, EPA Ireland, 2001

6.3 Recomendaciones – Dificultades

Recomendaciones: Muestreo Olfatométrico.

Para realizar el muestreo olfatométrico, según lo indicado en la norma chilena NCh3386:2015, se debe realizar la recopilación de antecedentes de la Industria odorante, con el objetivo de realizar una correcta planificación del muestreo y como primer input para la modelación de dispersión.

La realización de una visita de reconocimiento se recomienda cada vez que sea posible. Esta visita permite identificar la cantidad de fuentes y el tipo de fuente, y con esto, el tipo de instrumento de muestreo, la actividad de la fuente (activa/pasiva), si existen fugas que puedan canalizarse para determinar una concentración, la homogeneidad (de forma visual) y con esto, el número de muestras por fuente (como primer aprox.), etc. Otro punto importante de la visita, es que se determina la factibilidad del muestreo y las condiciones de seguridad del personal. De existir condiciones de riesgo, se debe realizar una planificación especial de muestreo, y de no ser posible, se determina el uso de Factores de Emisiones de Referencia.

De ser factible el muestreo, se realiza la planificación con las distintas áreas que intervienen: terreno con muestreo y laboratorio con el análisis olfatométrico, coordinando los horarios de muestreo y análisis olfatométrico de tal forma de cumplir con el tiempo máximo transcurrido entre muestreo y el análisis olfatométrico, recomendado en las normativas chilenas de:

- o 24 [h] NCh3190:2010
- o 6 [h] NCh 3386:2015

Se le debe solicitar al titular antecedentes del proyecto, descripción de su proceso, horario de operación, planos de la planta (con dimensiones y altura). Primer input para el proceso de modelación.

Previo a la planificación, se debe conocer las restricciones de bioseguridad para el acceso a los planteles de cerdo, esto con el fin de evitar posible contaminación y enfermedades de los cerdos en el plantel y para coordinar adecuadamente el o los días de muestreo.

Dificultades:

Una de las principales dificultades y retrasos es el no disponer de la información completa respecto al listado, tipo de fuente de emisión de olor y/o la posibilidad de ejecución de una visita previa. En este caso la recomendación es hacer detalladamente las solicitudes al titular.

Estos rangos horarios pueden presentar dificultad a la hora del análisis ya que por la localización y distribución geográfica de nuestro país, hace complejo el cumplimiento de los plazos mencionados en la norma NCh 3386:2015 (6 horas entre el muestreo y análisis). Para ello se debe considerar el operar con un laboratorio móvil que de pleno cumplimiento a los requisitos para las condiciones de análisis de laboratorio para olfatometría dinámica según NCh3190:2010.

En caso de no ser posible el contar con un laboratorio móvil, se puede dar cumplimiento al plazo recomendado en la NCh3190:2010 para el tiempo entre la toma de muestra y el análisis de hasta 24 horas, pero considerando el alcance detallado en la norma técnica de muestreo NCh3386:2015, indica “De acuerdo con NCh3190:2010, el período entre el muestreo y la

medición no debe ser mayor que 24 h. Para períodos de almacenaje de más de 6 h, se deben efectuar pruebas para la fuente específica de que la concentración de olores en las muestras no ha cambiado. Esta verificación se debe realizar para cada fuente y condición de proceso”.

Recomendaciones: Muestreo - Análisis Olfatométrico y Cálculo de Emisiones Odorantes.

Determinadas las fuentes odorantes en la Etapa I, se muestrea según normativas vigentes y dependiendo del tipo de fuente:

- o NCh3386:2015
- o VDI4285:2011 parte II
- o DIN EN 15259

El desarrollo de muestreo debe realizarse basados en alguna de estas normativas. Todo lo que se realiza en terreno se registra y documenta para ser plasmado en un informe, detallando como mínimo:

- i. Metodologías utilizadas.
- ii. Clasificación del tipo de fuentes muestreadas: Difusas no aireadas (pasiva), difusas aireadas (pasiva o activa), puntuales, difusas de volumen, fugitiva, móvil.
- iii. Determinación de la actividad si la fuente es aireada por medio de perfil de velocidades
- iv. Determinación de la homogeneidad de la fuente por medio de perfil de velocidades si la fuente es activa, con perfil de temperatura si la fuente es pasiva o de forma visual en base a las características de la fuente
- v. Instrumento de muestreo utilizado
- vi. Características de la fuente, dimensiones, velocidad de emisión [m/s], n° de puntos de medición, tiempo de muestreo por fuente, temperaturas de expulsión (para fuentes puntuales). Para el caso de planteles de cerdo se recomienda como mínimo considerar al menos 4 rangos de edad entre las etapas de crianza, esto es, recría y engorda o ciclo completo. Adicionalmente considerar pabellones de gestación y maternidad.

El análisis olfatométrico depende de la trazabilidad generada entre la toma de la muestra y el transporte de estas, como recepción conforme. En el reporte de terreno y laboratorio, se deben entregar estos antecedentes.

Dentro del reporte de resultados, se deben entregar los valores de concentración odorante (CO) de las fuentes, a través del valor geométrico de la cantidad de muestras por fuente, además de las notas de olor percibidas por el panel. Estos valores de CO son los valores utilizados en el cálculo de las tasas de emisiones odorantes.

Dificultades

En las actividades de terreno, en planteles medianos y pequeños (menor a 30.000 animales) se puede dar la condición que no se disponga de los distintos rangos de edad t/o sexo de los animales. Al respecto se debe lograr el levantamiento de emisiones de mayor representatividad para cubrir la crianza completa.

Unidades de proceso, en forma más común las lagunas de fermentación anaeróbicas, no siempre están disponible el acceso a la totalidad de la superficie por lo que se debe considerar

el tener la mayor cantidad de puntos disponibles en la zona de acceso para tener una mayor representatividad del muestreo.

Otra dificultad es la localización de los planteles y las fuentes, que en ocasiones dificultan los tiempos de muestreo y los tiempos de almacenamiento entre muestreo y análisis.

Recomendaciones: Obtención de Isolíneas de olor y análisis

Con los valores de dimensión y velocidad de expulsión de las fuentes determinados en terreno, se calculan los valores de emisión odorante por fuente. Las unidades deben presentarse como $[ou_E/s \cdot m^2]$, $[ou_E/s]$.

El reporte de emisiones, si aplica, debe incluir lo indicado en la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA, Ministerio del Medio Ambiente, Chile:

- a) Antecedentes generales y específicos del proyecto en ejecución o inexistente, identificando las fuentes con coordenadas geográficas y cartografiada, descripción del proyecto.
- b) Antecedentes para identificar el área de influencia de la componente olor
- c) Antecedentes observados en terreno y en laboratorio.
 - Antecedentes del modelo de dispersión:
 - Descripción del modelo
 - Dominio de la modelación
 - Receptores
 - Base meteorológica y grilla de muestreo
 - Elevaciones de terreno
 - Uso de suelo
 - Emisiones de referencia y factores de emisión: Descripción de las fuentes de emisión
 - Emisiones según tipo de olor
 - Criterio de calidad
- d) Predicción de impactos de olor
- e) Estimación del impacto por emisiones de olor
- f) Cuantificación según curvas de isoconcentraciones de olor
- g) Cuantificación de la frecuencia de percepción de olor
- h) Determinación área de influencia
- i) Estadística proyección máxima a P99.5 y P98

Recomendaciones Evaluación de Impacto y medidas de mejora

Evaluar el impacto en receptores más cercanos considerando en los puntos cardinales principales (Norte, Sur, Este y Oeste) e idealmente en puntos cardinales intermedios.

Realizar la evaluación de los impactos ambientales por olor según las consideraciones y criterios establecidos en los artículos 5 al 9 del Reglamento del SEIA, según lo siguiente:

- a) Artículo 5, con relación al riesgo para la salud de la población;
- b) Artículo 7, con relación a la alteración significativa de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos y el artículo 8, con relación a la afectación de población protegida;
- c) Artículo 9, con relación a la alteración significativa del valor turístico.

De generarse impacto odorante fuera del perímetro de la planta evaluada (situación proyecto o inexistente), se debe entregar en informe de recomendaciones con medidas de prevención, control y seguimiento relacionadas al impacto odorante provocado.

Dificultades

No disponer de una amplia y completa gama de factores de emisión de olor, levantadas para las condiciones operacionales que representen la realidad en Chile.

6.4 Emisiones de olor - 2010 a 2017 de proyectos con RCA.

Para la recopilación de información relacionada con proyectos ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental para el sector porcino, Envirometrika consideró los proyectos comprendidos entre el año 2010 y 2017 y adicionalmente se ha incluido el primer semestre del 2018.

De proyectos ingresados al SEIA y el estado en el que se encuentran es el siguiente:

Gráfico 92 –
Distribución de
proyectos según
estado.



Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2018.

Del total de proyectos presentados, la revisión se basó en los proyectos Aprobados, En calificación y Rechazados arrojando un total de 17 proyectos, todos presentados como Declaración de Impacto Ambiental (DIA). De ellos, 13 corresponden a proyectos aprobados, 2 se encuentran en calificación y los 2 restantes fueron rechazados.

Entre estos proyectos ingresados al SEA, destacan los que consideran mejoras en el sistema de tratamiento de purines. De los 13 proyectos aprobados, el 77% corresponde a mejoras en los sistemas de tratamiento (9 proyectos), el 15% corresponde a construcción de planteles de cerdo (2 proyectos) y 8% corresponde tanto a un aumento en el número de animales como mejoras en el sistema de tratamiento de purines.

6.4.1 Proyectos con incorporación de valores límites de olor

De los 16 proyectos presentados, 13 se encuentran aprobados y 8 de ellos consideraron la variable olor como parte de sus evaluaciones de emisión y/o proyecciones de impacto o alcance odorante. De estos, 6 corresponden a proyectos aprobados y 2 a proyectos en calificación.

Los proyectos que presentaron dicha información son:

Tabla 75 – Listado de proyectos del sector porcino ingresados al SEIA que consideran la variable olor.

Fecha presentación	Nombre del Proyecto	Región	Comuna	Estado	N°RCA
14/12/2011	Plantel de cerdos Quebrada Honda	Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	La Estrella	Aprobado	10/2014
24/04/2012	Modificación y Regularización Proyecto Plantel de Cerdos Pelarco	Maule	Pelarco	Aprobado	175/2013
20/12/2013	Modificación Planta de Tratamiento de Purines y Mejoramiento Integral, Plantel La Gloria	Lib. Gral Bdo. O'Higgins	Nancagua	Aprobado	291/2014
18/11/2014	Plantel de Cerdos San José de Apalta	Lib. Gral Bdo. O'Higgins	Rengo	Aprobado	47/2015
17/08/2015	Remodelación Planta de Procesamiento de Purines (PPP) Plantel Basal, con impulsión y conducción hacia Plantel Campesino	Metropolitana	Melipilla	Aprobado	425/2016
17/08/2017	Mejora del Desempeño Ambiental y Ampliación Plantel de Cerdos Santa Josefina	Biobío	Chillán	En calificación	No aplica
02/02/2017	Optimización del sistema de manejo de purines del primer grupo de 24 pabellones del plantel porcino de 10 mil madres, San Agustín del Arbolito.	Maule	San Javier	Aprobado	92/2018
16/02/2018	Mejoramiento del desempeño ambiental del plantel de cerdos Monte Verde, a través de la recuperación de nutrientes para el riego, y el manejo de animales muertos	Biobío	Tucapel	En calificación	No aplica

Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2018.

6.4.2 Proyectos aprobados con RCA

La revisión de los proyectos entregó límites entre 3 y 8 [ouE/m³], citando diferentes normativas internacionales. Si a este análisis se aplica la lógica de la Guía SEA 2017, hay 6 proyectos cuyos alcances técnicos no permitirían evaluar el impacto odorante ya sea porque se excluyeron o no incorporaron los siguientes puntos en su metodología:

- Todas las fuentes de emisión,
- Muestreo directo para estimación de emisiones en fuentes existentes,
- Factores de emisión representativos de la operación
- Metodología de muestreo acorde al tipo de fuente
- Adecuado modelo de dispersión.

La recomendación sería aplicar lo indicado en la Guía SEA, incorporando las consideraciones técnicas que se especifican en la NCh 3190 para el análisis y NCh 3386 para el muestreo, en especial en lo referido a cantidad de muestras y tiempos menores a 6 h entre el muestreo y análisis. Si bien este último punto es un factor de mayor costo, no es menos cierto que las decisiones que se toman a partir de este tipo de resultados muchas veces implican la definición de recursos a futuro, que supera con creces el costo del muestreo.

Se recomienda contar con datos meteorológicos observados para, junto a datos de meteorología de altura, ingresar al modelo.

Tabla 76 – Proyectos aprobados 2010-2017 y límites de calidad

Nº	Nombre del Proyecto	NºRCA	Considera todas las fuentes del plantel	Norma/Guía de referencia	País	Distancia ^{1/} [m]	CO ^{2/} [ouE/m ³]	Límite propuesto [ouE/m ³]	Cumple límite propuesto
1	Plantel de cerdos Quebrada Honda	10/2014	Incluye: pabellones y zona de riego. Excluye: tratamiento de purines (digestato desde biodigestores).	No hace referencia a norma o guía.	-	630	> 3	3	NC
2	Modificación y Regularización Proyecto Plantel de Cerdos Pelarco	175/2013	Incluye: pabellones y tratamiento de purines Excluye: zona de riego.	GUÍA: Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture, EPA.	Irlanda	55	3,5	6	C
3	Modificación Planta de tratamiento de Purines y Mejoramiento Integral, Plantel La Gloria.	291/2014	Incluye: tratamiento de purines y zona de riego Excluye: pabellones.	NORMA: Ley sobre Molestia por Olores y Ganadería - Wet geurhinder en veehouderij, Stb 2006, nr. 531, Países bajos.	Países Bajos	10	8	8	C
4	Plantel de Cerdos San José de Apalta	47/2015	Incluye: pabellones y tratamiento de purines. Excluye: zona de riego.	GUÍA: H4 Odour Management. How to comply with your Environmental Permit, EPA.	Reino Unido	No informado	> 7	3	NC
5	Remodelación Planta de Procesamiento de Purines (PPP) Plantel Basal, con impulsión y conducción hacia Plantel Campesino	425/2016	Incluye: tratamiento de purines y zona de riego. Excluye: pabellones.	NORMA: Ley sobre Molestia por Olores y Ganadería - Wet geurhinder en veehouderij, Stb 2006, nr. 531, Países bajos.	Países Bajos	93	3.513	8	NC
6	Optimización del sistema de manejo de purines del primer grupo de 24 pabellones del plantel porcino de 10 mil madres, San Agustín del Arbolito.	92/2018	Incluye: pabellones, tratamiento de purines y zona de riego/aplicación purín.	NORMA: Ley sobre Molestia por Olores y Ganadería - Wet geurhinder en veehouderij, Stb 2006, nr. 531, Países bajos.	Países Bajos	1.440	8,2	8	NC

^{1/} Distancia al receptor más cercano. ^{2/} CO: concentración de olor en el receptor más cercano, P_{98-1 h}. C: cumple NC: No cumple
Fuente: SEA, 2018.

Del resumen de resultados bajo los alcances y consideraciones definidos para cada proyecto y su comparación con límites presentados y propuestos^{1/}, 4 de los 6 proyectos no cumplirían con el criterio de calidad límite presentado en los respectivos estudios y no se cumpliría con el criterio de calidad propuesto^{1/} de 3 [ouE/m³] en los 6.

6.5 Recopilación internacional de límites de olor en ganadería.

Los valores de referencia de concentración de olor ($\times \text{ouE}/\text{m}^3$) aplicados en la regulación de Países Bajos han sido el resultado de estudios de dosis-efecto.

Durante el proceso de regulación, en particular para la ganadería, también se han tenido en cuenta varios factores y se les ha dado poder de decisión a las administraciones regionales y locales (en especial a Municipalidades). Por ejemplo, los valores indicados en la Ley de Olor para la Ganadería, considera casos concretos. Para una determinada región que tiene como actividad económica predominante el ganado, aplica criterios más permisivos de impacto por olor. En estos casos, hasta cierto punto, los criterios de calidad del aire se han adaptado a la realidad existente. Estos valores de referencia en la norma o reglamento se expresan bajo criterios de percentil, como un valor límite, de impacto máximo admisible. El percentil hace referencia a los valores medios horarios (calculados mediante modelo de dispersión), para al menos, un año completo de datos meteorológicos.

Estos valores límite de inmisión aplican en la localización de los receptores, generalmente en la propiedad residencial más cercana. El objetivo de las autoridades sigue siendo reducir aún más este valor límite, decidiendo cómo y dónde presionar para que un programa de mejora alcance un valor límite inferior.

La siguiente tabla indica los criterios de impacto por olor aplicables a ganadería en Países Bajos.

Tabla 77 – Valores normativo de impacto por olor en Países Bajos aplicable a ganadería

Criterio de impacto de olor		A_t	F	Nivel de protección	Referencia
C_t	P (%)				
3 (0,1-14)	98	1h	1	Zona ganadera que incluye área residencial	VROM (2006b)
14 (3-35)				Zona ganadera fuera del área residencial	
2 (0,1-8)				Fuera de la zona ganadera que incluye área residencial	VROM (2007)
8 (2-20)				Fuera de ambas zonas; ganadera y residencial.	

Fuente: M. Nancher et al., Chemosphere, 2016.

Norma de impacto máximo basado en series temporales de concentración de olor en el aire ambiente y calculada por dispersión de modelos (C_t : umbral de concentración de olor; P: percentil - frecuencia de cumplimiento; A: tiempo de promedio F: relación de los máximos al promedio, cuando F es igual a 1 no se consideran las concentraciones a corto plazo, así como las regulaciones no aplica recomendaciones para el cálculo de los valores a corto plazo en las regulaciones, o F se incluye en el valor medio horario).

La tabla anterior muestra un valor límite, ejemplo 3 (0,1 – 14) y lo que se muestra como rango dentro del paréntesis es la holgura para que cada administración regional o municipal defina, si se justifica, ya que serán los responsables ante la comunidad, autoridad e industrial), los criterios que se opten para cada región.

6.5.1 Recopilación, análisis y sistematización bibliografía nacional e internacional

A continuación se presenta el marco normativo internacional en materia de olor para el sector de ganadería / crianza intensiva.

Tabla 78 – Marco normativo internacional de impacto por olor en ganadería.

Criterio de impacto de olor		A _t	F	Nivel de protección sector ganadería	Referencia	
C _t	P (%)					
Australia (Victoria)						
5	99,9	3 min	0,3	Cría de animales (en o más allá de la línea de cercado)	EPA Victoria 2001	
Dinamarca						
5	99	1h	1	Zonas urbanas y recreativas	DEPA (2009)	
7				Zonas rurales		
15				Residencias aisladas		
Francia (rendering)						
5	98	1h	1	Industrias existentes	JORF (2003)	
5	99,5			Nuevas industrias		
Irlanda						
3	98	1h	1	Granjas producción porcina de nueva construcción	EPA Irlanda (2001)	
6				Granjas producción porcina existentes		
Inglaterra						
3	98	1h	1	Clasificación olor "moderadamente ofensivo"	EA (2011)	
España (Cataluña)						
5	98	1h	1	Clasificación olor "moderadamente ofensivo", área residencial	DVAM (2005)	
Colombia						
5	98	1h	1	Clasificación olor "moderadamente ofensivo", área residencial	MINAMBIENTE (2013)	
Bélgica (Walloon)						
6	98	1h	1	Granja porcina como residente más próximo	Nicolas et al. (2008)	
Bélgica (Flanders)						
0,5 (valor objetivo)	98	1h	1	Granjas aisladas de nueva construcción	LNE (2008) VITO (2012)	
1 (valor límite)						
1,5 (valor límite)				agrupaciones de explotaciones ganaderas (suelo todo tipo de uso)		
3 (valor objetivo)						
3 (valor límite)						agrupaciones de explotaciones ganaderas (receptores sensibles)
5 (valor límite)						
10 (valor límite)						agrupaciones de explotaciones ganaderas (área residencial en entorno rural)
						agrupaciones de explotaciones ganaderas (áreas rurales)

Fuente: M. Brancher et al, Chemosphere 2016. Normas de impacto máximo.

Basado en series temporales de concentración de olor en el aire ambiente y calculada por dispersión de modelos (C_t: umbral de concentración de olor; P: percentil - frecuencia de cumplimiento; A: tiempo de promedio; F: relación de los máximos al promedio, cuando F es igual a 1 no se consideran las concentraciones a corto plazo, así como las regulaciones no aplica recomendaciones para el cálculo de los valores a corto plazo en las regulaciones, o F se incluye en el valor medio horario).

Esta tabla que muestra criterios de impacto por olor (norma de impacto máximo), se basa en series temporales de concentración de olor en el aire ambiente y cálculo por modelos de dispersión.

Además de los países indicados en esta tabla, hay otros países donde el sector ganadería / crianza intensiva no está reflejada específicamente en la clasificación de nivel de protección y dicho nivel de protección aplica según otros parámetros que se citan a continuación:

- Australia, (Nuevo Gales y el sur de Australia), el parámetro que define el criterio de impacto de olor es la densidad poblacional de los lugares con receptores, oscilando este parámetro entre una población inferior a 12 habitantes y superior a 2.000 personas.
- Nueva Zelanda, el parámetro que define el criterio de impacto de olor es el uso del tipo de suelo, el cual se clasifica en 3 categorías (especialmente sensible, moderadamente sensible y poco sensible) y esto según el tipo de receptor. El suelo correspondiente a las áreas residenciales se clasifica en la categoría de especialmente sensible, mientras que el suelo de áreas rurales se clasifica como poco sensible.
- Noruega, el parámetro que define el criterio de impacto de olor es la distancia a áreas residenciales o urbanas.
- Israel; los parámetros que definen los criterios de impacto de olor son el uso del tipo de suelo y la existencia o no de industrias.
- Italia; los parámetros que definen los criterios de impacto son el uso del tipo de suelo y la existencia o no de industrias.
- Alemania; el parámetros que define los criterios de impacto es el uso del suelo; por un lado residencial y mixto, por otro comercial, industrial y agrícola.
- Canadá; los parámetros que definen los criterios de impacto son el uso del tipo de suelo (residencial, rural) y la distancia de los receptores del entorno a las industrias.

En definitiva, países con mayor densidad demográfica son los más avanzados ya que las principales fuentes de quejas por olor se originan por parte de los habitantes de áreas residenciales, que poco a poco se acercan a áreas industriales/emisores por la falta de terreno urbano y por el precio más económico de estas zonas.

Asimismo, cada país otorga prioridad en la legislación de olores, conforme a conflictos históricos y tipo de industria asociados a ellos o de mayor relevancia y desarrollo en el lugar.

Como se indicó la asociación entre el percentil 98 con las molestias por olores en el entorno cercano a una determinada actividad se ha determinado mediante estudios epidemiológicos

de dosis-efecto, realizados mayoritariamente en Países Bajos. De esta forma se ha establecido el efecto de los olores de ganado en la población mediante cuestionarios y la recopilación de quejas a lo largo del tiempo, diferenciando la mayor o menor tolerancia al olor entre diferentes muestras de población.

Existen otros estudios, elaborados en Holanda y en Inglaterra, donde se ha valorado el impacto que pueden ocasionar las actividades ganaderas en función de la distancia entre éstas y los receptores potenciales (EPA, 2001).

Éste también es el caso de Alemania, donde se regula esta separación en función del tipo de animales, pabellones, alimentación suministrada, etc., y de la capacidad productiva de la explotación (VDI 3473p1, 1994). Por ejemplo, según la citada normativa, para una explotación de 1.200 terneros grandes, las distancias mínimas legisladas entre la explotación y una zona residencial varían entre 540 y 740 metros en función del tipo de alojamiento, alimentación, etc.

Otro criterio interesante a mencionar es el que fija la guía de evaluación ambiental para explotaciones ganaderas de la EPA en Australia (EPA, 2008). En este caso, una explotación ganadera con más de 200 cabezas de terneros de engorde se ha de ubicar a más de 500 metros de una residencia y a más de 1.500 de un núcleo urbano.

6.6 Conclusiones

Al evaluar el alcance odorante de ambos planteles y la comparación de la concentración de olor en los receptores versus límites en la normativa internacional, se tiene que ambos planteles evaluados no cumplirían con el criterio de calidad más estricto, 3 [ou_E/m³], para el rubro de crianza de cerdos.

El mayor grado de cumplimiento de los límites internacionales se da para niveles > 5 [ou_E/m³].

De los resultados obtenidos en los planteles evaluados y la experiencia de esta Consultora, destacamos el que se hace necesario tener levantamientos locales que permitan contar con datos confiables de emisión, según condición operacional de las etapas. Que integren y consideren el levantamiento por tamaño, edades, alimentación, tipo de pabellón, ventilación, época del año, antes durante y después de descargas de purines, y otros factores que son determinantes en la generación y emisión de olores, en especial en la etapa de alojamientos. Con ello se podrá disponer de datos o factores de emisión por cerdo, representativos de la forma de operar en Chile y que permitan ser usados para proyectar otras instalaciones de similares condiciones operacionales.

Debido a que no es posible usar los resultados de una modelación en otra ubicación debido a las diferencias que existen tanto del entorno geográfico como el tipo de uso de suelo, cercanía a los receptores e incluso con el área o zona buffer que pueda tener cada plantel acorde al perímetro de sus instalaciones o predio, se recomienda evaluar caso a caso cada plantel a proyectar.

7 CAPÍTULO VII: INVENTARIO DE EMISIONES DE OLORES SECTOR PORCINOS

7.1 Introducción

En este capítulo se presenta un resumen de factores de emisión de olor asociados a la actividad de crianza de cerdos utilizados a nivel internacional (revisión bibliográfica) y a nivel nacional, estos últimos a partir de muestreos realizados en terreno aportados por Agrícola Súper Ltda. y de los muestreos realizados en el presente estudio para 2 planteles de tamaño mediano representativos del sector y que fueron detallados en el capítulo VI.

A partir de la información antes mencionada, y de la información propia de cada plantel disponible, se estimó un inventario de emisiones de olor y amoníaco a nivel regional y nacional.

El objetivo principal fue recopilar factores de emisión de cerdos y cuantificar las emisiones de olor y amoníaco de los planteles de cerdos validados.

Se incluye en este capítulo una serie de factores de emisión con sus respectivas citas bibliográficas junto con el resumen de factores de emisión a nivel nacional y la metodología de base de cálculo del inventario de emisiones de olor (NCh3190:201 – NCh3386:2015) y amoníaco (metodología EPA “National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Husbandry Operations Report, Draft Report, January 2004).

Finalmente, a partir del inventario de olor se hizo una estimación de distintos escenarios en los cuales se proyectaron las nuevas emisiones de olor al implementar distintas medidas de reducción de olor en los planteles.

7.2 Alcances

Para la cuantificación y catastro de emisiones de amoniaco, al no disponer de la información detallada y validada por una parte del sector porcino respecto a la base de datos consolidada disponible, se trabajó en base a la información entregada por ASPROCER en los distintos estudios realizados para el estudio “Programa de transformación tecnológica, energética y ambiental para el segmento PyME de la industria porcina” del año 2017 junto con la información enviada por los titulares. La cuantificación de amoniaco se hizo acorde al número de animales y relacionándolo con los sistemas de tratamiento y disposición.

En términos generales, la cuantificación de emisiones se realiza por método de muestreo directo o a través del uso de factores de emisión teóricos acorde a las distintas unidades de proceso para luego hacer el cálculo total de las emisiones. En el caso de muestreo directo, las emisiones de olor se obtienen relacionando la concentración de olor [ou_E/m^3], determinada en el análisis olfatométrico de la muestra, con el flujo de muestreo [m^3/s]. Este flujo se obtiene, para el caso de los pabellones, midiendo el área total de exposición de cada pabellón en [m^2] (en base al largo del pabellón y alto de abertura de cortina) y la velocidad de salida de aire desde el interior del pabellón en [m/s] medido en distintos puntos a lo largo del mismo y en el caso fuentes difusas, se obtiene en base a las condiciones de diseño del instrumento de muestreo, en este caso, túnel de viento obteniendo así la Emisión de Olor por unidad de superficie relacionándolo [ou_E/m^2s] y extrapolando a la superficie total de la fuente emisora [m^2] de tal manera de obtener así la emisión total de cada fuente [ou_E/s]. La misma lógica aplica al usar factores de emisión teóricos relacionados con las superficies de emisión. Para el caso del presente estudio la situación es diferente ya que no se dispone de la información detallada del número de focos o fuentes de emisión de olor, dimensiones y operación de cada uno de los planteles de cerdo catastrados por lo que se debió realizar una estimación de emisiones en base a relaciones porcentuales del número de cerdos levantados durante los muestreos ejecutados en terreno para el presente estudio y las superficies de exposición de las unidades de tratamiento y disposición de purines en su fracción líquida y/o sólida.

De los datos disponibles de planteles validados, corresponden principalmente a planteles con sistemas de tratamiento primario por lo cual se utilizó esta información para el análisis general.

7.3 Recopilación de Factores de Emisión para Olores

7.3.1 Factores de Emisión internacionales

La bibliografía internacional referente al sector porcino, dispone de diversos estudios que están orientados a determinar la emisión de olor de los planteles porcinos. Estos entregan como resultado el factor de emisión para cada etapa animal y sistema de crianza. Estos factores suelen variar según las características típicas de operación de cada país, por lo que de realizar un análisis comparativo, se encuentran grandes diferencias.

A continuación, se presentan los factores de emisión recopilados según las siguientes categorías:

1. Factor de emisión por cerdo [ou_E/s].
2. Factor de emisión por kilogramo [$ou_E/s \cdot Kg$].
3. Factor de emisión por superficie [$ou_E/s \cdot m^2$].
4. Factor de emisión por año [$kOU/animal/año$].

Tabla 79 – Factores de emisión por cerdo

Etapa Animal	Sistema de Crianza	Factor de Emisión (ouE/s)													
Engorda	Convencional, suelo rejilla completa	(36)	[1]	10,7-28,2	[2]	22,4	[3]	18,7-36,1	[4]	(5)	[5]	(25,4)	[6]	5,8-10,6*	[7]
	Convencional, Suelo rejilla parcial	22,4	[1]	25,4	[1]	19	[1]	22,5	[1]	5,9-17,9*	[8]	-	-	-	-
	Área de emisión restringida debajo de la rejilla	9,6	[1]	10	[1]	9,6	[3]	-	-	-	-	-	-	-	-
	Enfriamiento de la superficie del lodo debajo de las rejillas	10,8	[1]	11	[1]	10,8	[3]	-	-	-	-	-	-	-	-
	Limpieza dos veces al día debajo de la rejilla	10,9	[1]	11	[1]	20	[1]	10,9	[3]	-	-	-	-	-	-
	Lecho de paja							3,9-6,9*							[8]
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)							13,1*							[7]
Sin información							9,79-12,18*							[9]	
Destetados (weaners)	Convencional, suelo rejilla completa	6	[1]	3,3	[1]	3,7 - 10,5	[2]	5-16,3	[3]	(3,3)	[6]	-	-	-	-
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)							1,4-5,8*						[7]	
	Convencional, Suelo rejilla parcial							-							
	Superficie de emisión restringida							4						[3]	
Sin información							31,44 - 39,56*							[9]	
Gestando y paridoras (gestating and farrowing sows)	Suelo rejilla parcial	33,2-66,4	[2]	(17,8)	[11]	(17,2)	[6]	-	-	-	-	-	-	-	
	Suelo rejilla completa	18	[1]	17,8	[1]	17,2	[1]	17,8	[3]	18,7*	[8]	-	-	-	
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)							6,3*						[7]	
Dry Sows (sin amamantar)	Convencional	19	[1]	44,6	[1]	19	[3]	-	-	-	-	-	-	-	
	Estaciones de alimentación	6,8	[1]	7	[1]	6,8	[3]	-	-	-	-	-	-	-	

Etapa Animal	Sistema de Crianza	Factor de Emisión (ouE/s)								
	Suelo rejilla parcial	10,9-24,1	[2]	(44,6)	[6]	-	-	-	-	-
	Sin información	9,79-12,18*								[9]
Cerdas jóvenes (gilts)	Sin información	20								[1]
Cerdos para reproducción (boars)	Sin información	20								[1]

[1] Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture, Final report, R&D REPORT SERIES No. 14, EPA Ireland, 2001

[2] Hayes E. T., Curran T. P., Dodd V. A. Odour and ammonia emissions from intensive poultry units in Ireland, Bioresource Technology 97, 933, 2006.

[3] Ogink N. W. M., Groot Koerkamp P. W. G. Comparison of odour emission from animal housing with low ammonia emission. Water Science and Technology 44, (9), 245, 2001.

[4] Paulina Mielcarek, Wojciech Rzeźnik, Odor Emission Factors from Livestock Production, Polish Journal of Environmental Studies 24(1):27-35 · January 2015

[5] Lim T. T., Heber A. J., Ni J. Q., Grant R., Sutton A. L. Odor impact distance guideline for swine production. Systems Odors and VOC Emissions. Water Environment Federation, USA, pp 1-16, 2000.

[6] Van Langenhove H., De Bruyn G. Development of a procedure to determine odour emissions from animal farming for regulatory purposes in Flanders. Water Science and Technology 44, (9), 205, 2001.

[7] Rivilli S., Pettarin N., Tonino A., Snidar R., Del Frate S., Pillon A. Odour emissions from intensive pig farms. Environmental Engineering and Management Journal 12, (S11), 197, 2013.

[8] BREF. IPPC Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry and Pigs –draft.

[9] Verdoes N., Ogink N. W. M. Odour emission from pig houses with low ammonia emission. In: Voermans J. A. M., Procs. of the Intl. Symp. on Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities Vinkeloord, The Netherlands: NVTL. 1, 317, 1997.

*Por animal – () Promedio

Tabla 80 – Factores de emisión por kilogramo

Etapa Animal	Sistema de crianza	Factor de Emisión (ouE/s*kg)							
Engorda	Convencional, suelo rejilla completa	(0,43)	[1]	0.04-0.16	[3]	0.09-0.19	[4]	0.41-0.45	[5]
	Convencional, Suelo rejilla parcial	(0,22)	[1]	0.15-0.19	[3]	-	-	-	
	Área de emisión restringida debajo de la rejilla					-			
	Enfriamiento de la superficie del lodo debajo de las rejillas					-			
	Limpieza dos veces al día debajo de la rejilla					-			
	Lecho de paja					0,24		[1]	
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)					-			
	Sin información					-			
Destetados (weaners)	Convencional, suelo rejilla completa					0.01-0.02		[2]	
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)					-			
	Convencional, Suelo rejilla parcial					-			
	Superficie de emisión restringida					-			
Gestando y paridoras (gestating and farrowing sows)	Sin información					-			
	Suelo rejilla parcial					-			
	Suelo rejilla completa					-			
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)					-			
Dry Sows (sin amamantar)	Convencional					-			
	Estaciones de alimentación					-			
	Suelo rejilla parcial					-			
	Sin información					-			
Cerdas jóvenes (gilts)	Sin información					-			
Cerdos para reproducción (boars)	Sin información					-			

[1] Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture, Final report, R&D REPORT SERIES No. 14, EPA Ireland, 2001

[2] Kai P., Kaspers B., Van Kempen T. Modeling sources of gaseous emissions in a pig house with recharge pit. Transactions of the ASABE 49, (5), 1479, 2006.

[3] Hansen C. F., Sorensen G., Lyngbye M. Reduced diet crude protein level, benzoic acid and inulin reduced ammonia, but failed to influence odour emission from finishing pigs. Livestock Science 109, 228, 2007.

[4] Romain A. C., Nicolas J., Cobut P., Delva J., Nicks B., Philippe F. X. Continuous odour measurement from fattening pig units. Atmos. Environ. 77, 935, 2013.

[5] Paulina Mielcarek, Wojciech Rzeźnik, Odor Emission Factors from Livestock Production, Polish Journal of Environmental Studies 24(1):27-35 · January 2015

*Por animal – () Promedio

Tabla 81 – Factores de emisión por superficie

Etapa Animal	Sistema de crianza	Factor de Emisión (ou _e /s*m ²)			
Engorda	Convencional, suelo rejilla completa	(6.86)	[1]	26.3-120.5 (51.7)	[3]
	Convencional, Suelo rejilla parcial		(12,8)		[1]
	Area de emisión restringida debajo de la rejilla		-		
	Enfriamiento de la superficie del lodo debajo de las rejillas		-		
	Limpieza dos veces al día debajo de la rejilla		-		
	Lecho de paja		-		
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)		-		
	Sin información		3.4-14.9		[2]
Destetados (weaners)	Convencional, suelo rejilla completa		7.7-93.2 (31.8)		[3]
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)		-		
	Convencional, Suelo rejilla parcial		(8.66)		[1]
	Superficie de emisión restringida		-		
Gestando y paridoras (gestating and farrowing sows)	Sin información		3.2-7.9		[2]
	Suelo rejilla parcial		(4.8)		[1]
	Suelo rejilla completa		10.2-57.6 (24.6)		[3]
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)		-		
Dry Sows (sin amamantar)	Convencional		-		
	Estaciones de alimentación		-		
	Suelo rejilla parcial		-		
	Sin información		-		
Cerdas jovenes (gilts)	Sin información		-		
Cerdos para reproducción (boars)	Sin información		-		

[1] Jacobson L. D., Guo H., Schmidt D. R., Nicolai R. E., Zhu J., Janni K. A. Development of the offset model for determination of odor-annoyance-free setback distances from animal production sites: Part I. Review and experiment. Transactions of the ASAE 48, (6), 2259, 2005.

[2] Zhu J., Jacobson L. D., Schmidt D. R., Nicolai R. E. Daily variations in odor and gas emissions from animal facilities. ASAE Paper No. 99-4146. St. Joseph, Michigan: ASAE, 1999.

[3] Guo H., Dehod W., Agnew J., Lague C., Feddes J. R., Pang S. Annual odor emission rate from different types of swine production buildings. Transactions of the ASABE 49, (2), 517, 2006.

*Por animal – () Promedio

Tabla 82 – Factor de emisión por año

Etapa Animal	Sistema de crianza	Factor de Emisión (kOU/animal place/Año)
Engorda	Convencional, suelo rejilla completa	819936 ^[1]
	Convencional, Suelo rejilla parcial	614952 ^[1]
	Area de emisión restringida debajo de la rejilla	-
	Enfriamiento de la superficie del lodo debajo de las rejillas	-
	Limpieza dos veces al día debajo de la rejilla	-
	Lecho de paja	819936 ^[1]
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)	614952 ^[1]
	Sin información	-
Destetados (weaners)	Convencional, suelo rejilla completa	126144 ^[1]
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)	94608 ^[1]
	Convencional, Suelo rejilla parcial	-
	Superficie de emisión restringida	-
Gestando y paridoras (gestating and farrowing sows)	Sin información	-
	Suelo rejilla parcial	-
	Suelo rejilla completa	819936 ^[1]
	Suelo rejilla completa con sistema de vacío (Vacuum system)	-
Dry Sows (sin amamantar)	Convencional	819936 ^[1]
	Estaciones de alimentación	-
	Suelo rejilla parcial	614952 ^[1]
Cerdas jovenes (gilts)	Sin información	-
	Sin información	-
Cerdos para reproducción (boars)	Sin información	-

[1] Hill, R., Bealey, B, Johnson, C., Braban, C., Tang, S., Ball, A., Simpson, K. SCAIL-Agriculture. Final Report, Sniffer ER26, 2014

*Por animal – () Promedio

7.3.2 Factores de Emisión levantados en Chile

Agrícola Súper S.A. ha entregado datos de emisión levantados en planteles de Chile, entre años 2013 a 2018.

Tabla 83 – Cuadro resumen proyectos Agrícola Súper S.A.

Período	:	2013 a 2018
Nº de proyectos	:	15
Nº total de muestras analizadas	:	> 2.200
Alojamiento: Pabellones de cerdo:		
Destete-venta / machos /descarga Pit / 5 rangos de edad / Cortinas.		
Destete-venta / hembras /descarga Pit / 5 rangos de edad / Cortinas.		
Destete-venta / machos /descarga Pit / 5 rangos de edad / Túnel.		
Destete-venta / hembras /descarga Pit / 5 rangos de edad / Túnel.		
Destete-venta / machos /descarga Flush / 5 rangos de edad / Cortinas.		
Destete-venta / hembras /descarga Flush / 5 rangos de edad / Cortinas.		
Segundo Estado / descarga Flush / 3 rangos de edad / Cortinas.		
Engorda / descarga Flush / 3 rangos de edad / Cortinas.		
<i>Donde:</i>		
· Destete-venta corresponde a crianza completa de 21 a 180 días.		
· Segundo Estado corresponde a crianza de 21 a 70 días (recría).		
Etapas	:	· Engorda corresponde a crianza de 70 a 180 días.
Tratamiento Purines:		
Pozo purín		
Pozo agua tratada		
Lombrifiltro superficie		
Laguna aeróbica		
Acumulación lodos		
Acumulación guano		
Laguna Anaeróbica		
Estanque DAF		
Disposición:		

Fuente: Envirometrika, 2018.

Estos levantamientos en planteles de Agrícola Súper, incluyen el cálculo de emisión (media geométrica y ponderación por el período) según metodología de muestreo realizado en base a:

- Rangos de edad,
- Ventilación
- Módulos horarios (AM, PM, Noche),
- Sexo, entre otros.

Los factores o Tasa de Emisión de Olor (en adelante TEO), se presentan como resumen de los resultados obtenidos para Pabellones y Sistema de Tratamiento. Los planteles se han identificado como A; B; C; D; E, con el fin de respetar la confidencialidad de los datos.

7.3.2.1 Tasa de Emisión de Olor- Alojamiento / Pabellones

Tabla 84 – Resumen TEO Pabellones de cerdo

Crianza	Plantel	Tipo ventilación	Descarga/limpieza	TEO [oue/cerdo*s]		% Variación Flush vs Pit	% Variación Túnel vs Cortina
Destete –Venta (21 a 180 días)	A			8,5		- 16%	
	B	Cortinas	Flush	8,2	8,0		
	C			7,5			
	A			9,4			
	B	Cortinas	Pit	9,5	9,6		
	C			9,8			
2do. Estado (21 a 70 días)	A	Túnel	Pit	3,8			- 61%
	D	Cortinas	Flush	1,8			
Engorda (70 a 180 días)	E	Cortinas	Flush	11,6		- 41%	
			Pit	19,9			

Fuente: Envirometrika a partir de datos de Agrícola Súper, 2018.

La tabla muestra que al ordenar secuencialmente según TEO, se tiene que:
Etapa de engorda (Pit) > etapa de engorda (Flush) > crianza completa (Pit) > crianza completa (Flush) >
En los cuatro casos mencionados el sistema de ventilación es por cortinas.

La comparación entre sistema de limpieza Pit vs/ Flush arroja:
TEO Pit 16% > TEO Flush, ciclo de crianza destete-venta
TEO Pit 41% > TEO Flush, para el ciclo de engorda.
TEO Pit cortinas 61% > TEO Pit túnel, para el ciclo destete-venta.

La menor emisión sería la que aporta la crianza de cerdos de menor edad que corresponde a crianza de segundo estado o también llamado recría.

7.3.2.2 Factores de emisión - Tratamiento de Purines

Se realizaron levantamientos de emisión para procesos de tratamiento primario (separación de sólidos y acumulación en lagunas de fermentación), y tratamiento secundario (Planta de tratamiento de purines por lodos activados y lombrifiltro), además compostaje.

Tabla 85 – Valores TEO para distintos procesos en el tratamiento de purines

Tratamiento	Área	Foco	TEO [ouE/m ² *s]
Primario	Planta purines	Pozo purín	86.461,1
Secundario	Planta purines - Lombrifiltro	Pozo agua tratada	180,6
Secundario	Planta purines - Lombrifiltro	Lombrifiltro superficie	64,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica A	79,7
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica B	84,9
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica C	7,8
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica D	28,3
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica E	34,8
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica F	8,3
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica G	9,2
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica H	40,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica I	8,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica J	6,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica K1	197,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica K2	4,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica K3	169,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica L1	209,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica L2	43,5
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica L3	41,1
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna aeróbica	0,1
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Acumulación lodos	141,2
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Acumulación guano	154,0
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna Anóxica A	13,6
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna aeróbica 1	0,2
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna aeróbica 2	0,6
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna Anóxica B	2,2
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Estanque DAF	130,0
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna agua tratada	3,1
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas estado Inicial - Verano	19,6
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas en proceso fermentación - Verano	19,0
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas terminadas - Verano	13,4
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas terminadas de Trincheras - Verano	2,1
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas preparación despacho - Verano	4,2
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas despacho de Trincheras - Verano	3,6
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas listas para despacho - Verano	2,3
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas estado Inicial - Invierno	274,4
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas en proceso fermentación - Invierno	505,3
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas terminadas - Invierno	308,2
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas listas para despacho - Invierno	361,0
Secundario	Cancha Compostaje	Acopio de guano - Invierno	152,9
Secundario	Cancha Compostaje	Acopio de lodo - Invierno	2.759,0
Secundario	Cancha Compostaje	Materia prima - Invierno	186,0

Fuente: Envirometrika a partir de datos Agrícola Súper, 2018.

Tabla 86 – Valores resumen de TEO - tratamiento de purines

Tipo de tratamiento	Área	Foco	TEO [ou _E /m ² *s]
Primario	Planta purines	Pozo purín	86.461,1
Secundario	Planta purines - Lombrifiltro	Pozo agua tratada	180,6
Secundario	Planta purines - Lombrifiltro	Lombrifiltro superficie	64,0
Primario	Tratamiento Purines	Laguna fermentación anaeróbica	4,0 – 209,0
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna aeróbica	0,1 – 0,6
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Acumulación lodos	141,2
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Acumulación guano	154,0
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna Anóxica	2,2 – 13,6
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Estanque DAF	130,0
Secundario	Planta Tratamiento Purines	Laguna agua tratada	3,1
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas estado inicial (invierno-verano)	19,6 – 274,4
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas en fermentación (invierno-verano)	19,0 – 505,3
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas terminadas (invierno-verano)	13,4 – 308,2
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas preparación despacho (solo verano)	4,2
Secundario	Cancha Compostaje	Pilas listas para despacho (invierno-verano)	2,3 - 361,0
Cancha Compostaje	Cancha Compostaje	Pilas terminadas de trincheras (solo verano)	2,1
Cancha Compostaje	Cancha Compostaje	Pilas despacho de trincheras (solo verano)	3,6
Cancha Compostaje	Cancha Compostaje	Acopio de guano (solo invierno)	152,9
Cancha Compostaje	Cancha Compostaje	Acopio de lodo (solo invierno)	2.759,0
Cancha Compostaje	Cancha Compostaje	Materia prima (solo invierno)	186,0

Fuente: Envirometrika a partir de datos Agrícola Súper, 2018.

7.3.3 Factores de Emisión Estudios de Impacto Odorante – Plantel de Cerdos N°1 y N°2

De los Estudios de Impacto Odorante realizados para el presente estudio, se presentan los resultados de lo muestreado como emisión de olor para Pabellones y Sistema de tratamiento en 2 planteles.

A. Resultados de Emisión de Olor – Plantel N°1

Tabla 87 – Emisión por cerdo, crianza, edad y horario.

Unidad	Módulo	Crianza	Sistema Limpieza	Tipo ventilación	EO pond-día [ouE/cerdo*s]	EO [ouE/cerdo*s]
Gestación	-	Reproductoras	Pit		17,10	17,1
Maternidad	-				15,35	15,3
Rango 21-60 días	Diurno	Recría			0,34	2,1
	Tarde				3,93	
Rango 61-100 días	Diurno			Cortinas	3,61	2,7
	Tarde				1,84	
Rango 101-130 días	Diurno	Engorda	Tradicional		6,21	7,2
	Tarde				8,18	
Rango 131-180 días	Diurno				9,07	8,5
	Tarde				7,97	

Fuente: Envirometrika, 2018.

 Tabla 88 – Emisión por superficie unitaria [m²], condición operacional y horario

Unidad	Condición	EO [ouE/m ² *s]
Estanque Ecuilizador (de gestación y maternidad)	Encendido	498,7
Estanque Ecuilizador (de gestación y maternidad)	Apagado	4,8
Filtro Parabólico	Encendido	5.013,2
Filtro Parabólico	Apagado	172,0
Estanque Ecuilizador (de re-cría y engorda)	Encendido	105,7
Estanque Ecuilizador (de re-cría y engorda)	Apagado	11,0
Filtro Prensa	Encendido	3.539,9
Filtro Prensa	Apagado	463,6
Acopio de Guano	Diurno	148,6
Acopio de Guano	Tarde	12,1
Zona de riego	Tiempo 0 h.	9,5
Zona de riego	20 días	3,6
Estanque Acumulador	Diurno	17,3
Estanque Acumulador	Tarde	8,8
Laguna de Acumulación	Diurno	61,8
Laguna de Acumulación	Tarde	9,9

Fuente: Envirometrika, 2018.

B. Resultados de Emisión de Olor – Platel N°2

Tabla 89 – Emisión por cerdo, crianza, edad y horario

Unidad	Módulo	Crianza	Sistema Limpieza	Tipo ventilación	EO _{pond-día} [ouE/cerdo*s]	EO [ouE/cerdo*s]
Gestación	-	Reproductoras			12,59	12,6
Maternidad	-				12,94	12,9
Rango 21-70 días	Diurno Tarde	Recría			2,73 3,85	3,3
Rango 71-100 días	Diurno Tarde		Pit y Tradicional	Cortinas	2,94 3,77	3,4
Rango 101-130 días	Diurno Tarde	Engorda			3,02 21,23	12,1
Rango 131-180 días	Diurno Tarde				4,11 7,31	5,7

Fuente: Envirometrika, 2018.

 Tabla 90 – Emisión por superficie unitaria [m²], condición operacional y horario

Unidad	Condición	EO [ouE/m ² *s]
Filtro prensa 1	Encendido	2.220,3
Filtro prensa 1	Apagado	355,7
Filtro prensa 2	Encendido	1.397,1
Filtro prensa 2	Apagado	582,6
Apilamiento guano Sitio 1	Diurno	3,5
Apilamiento guano Sitio 1	Tarde	0,4
Apilamiento guano Sitio 2	Diurno	11,9
Apilamiento guano Sitio 2	Tarde	2,1
Estanque ecualizador 1	Encendido	5,2
Estanque ecualizador 1	Apagado	0,6
Estanque ecualizador 2	Nivel mayor	31,0
Estanque ecualizador 2	Nivel menor	9,9
Estanque acumulador 1	Diurno	15,6
Estanque acumulador 1	Tarde	11,8
Estanque acumulador 2	Diurno	4,6
Estanque acumulador 2	Tarde	5,6
Laguna de acumulación	Diurno	9,2
Laguna de acumulación	Tarde	2,5

Fuente: Envirometrika, 2018.

7.3.3.1 Resumen TEO por cerdo para crianza (edad entre 21 - 180 días).

Tabla 91 – Comparación de TEO

Rangos de edad	Ventilación	Sist. Limpieza	Recría – Engorda (ou/cerdo*s)	
			Nº1	Nº2
21 - 70	Cortinas	Pit	2,1	3,3
70-100			2,7	3,4
100-130			7,2	12,1
130-160			8,5	5,7
160-180				
Nº animales promedio por pabellón			1.200 - 1.300	1.200 - 1.300
Nº pabellones aprox. por plantel (no considera gestación y maternidad)			14	13
Nº animales aprox. por plantel (no considera gestación y maternidad)			18.000	16.000

Fuente: Envirometrika, 2018

Como se observa en la tabla anterior, aun existiendo similitud en los tipos de crianza, ventilación y sistemas de limpieza, puede haber diferencias entre los factores de emisión de olor entre ambos planteles. Lo anterior da cuenta de la particularidad individual de cada plantel en el cual se realizan los levantamientos de emisiones de olor ya que pueden existir ciertas diferencias en tipo de alimentación (proporción de nutrientes), frecuencias de limpieza, rotación de animales en los corrales (cantidad de cerdos por edad), niveles de abertura de cortinas, etc. Por lo anterior es recomendable caracterizar individualmente cada plantel.

7.4 Inventario de emisiones de olor

En términos de cuantificación de emisiones por método de muestreo directo, las emisiones de olor se obtienen relacionando la concentración de olor [ou_E/m^3], determinada en el análisis olfatométrico de la muestra, con el flujo de muestreo [m^3/s]. Este flujo se obtiene, para el caso de los pabellones, midiendo el área total de exposición de cada pabellón en [m^2] (en base al largo del pabellón y alto de abertura de cortina) y la velocidad de salida de aire desde el interior del pabellón en [m/s] medido en distintos puntos a lo largo del mismo y en el caso fuentes difusas, se obtiene en base a las condiciones de diseño del instrumento de muestreo, en este caso túnel de viento, obteniendo así la Emisión de Olor por unidad de superficie relacionándolo [ou_E/m^2s] y extrapolando a la superficie total de la fuente emisora [m^2] de tal manera de obtener así la emisión total de cada fuente [ou_E/s].

Para el caso del presente estudio la situación es diferente ya que no se dispone de la información detallada del número de focos o fuentes de emisión de olor, dimensiones y operación de cada uno de los planteles de cerdo catastrados por lo que se deberá realizar una estimación de emisiones en base a relaciones porcentuales del número de cerdos levantados durante los muestreos ejecutados en terreno para el presente estudio y las superficies de exposición de las unidades de tratamiento y disposición de purines en su fracción líquida y/o sólida. La metodología de referencia para el cálculo de emisiones de una determinada unidad de proceso corresponde a las normas técnicas NCh3190:2010 y NCh3386:2015.

El cálculo en caso de disponer de la información del número de cerdos y/o superficies de emisión en [m^2], los cálculos de referencia sería en base a las siguientes relaciones:

a) Tasa de Emisión de Olor total del plantel

Emisión plantel [ou_E/s] = Emisión Alojamiento de cerdos [ou_E/s] + Emisión sistema de tratamiento [ou_E/s] + Emisión de las áreas de disposición líquida [ou_E/s] + Emisión de las áreas de disposición sólida [ou_E/s] + Emisión de las zonas de riego [ou_E/s].

b) Tasa de Emisión de Olor alojamiento de cerdo

Emisión Alojamiento de cerdos [ou_E/s] = Emisión por cerdo [$ou_E/s \cdot \text{cerdo}$] x N^o total cerdos.

c) Tasa de Emisión de Olor sistema de tratamiento

Emisión sistema de tratamiento [ou_E/s] = Emisión de cada unidad [ou_E/m^2s] x superficie de cada unidad [m^2].

d) Tasa de Emisión de Olor área de disposición líquida / sólida

Emisión área de disposición líquida / sólida [ou_E/s] = Emisión unitaria de cada área [ou_E/m^2s] x superficie de cada área [m^2].

e) Tasa de Emisión de Olor zona de riego

Emisión zona de riego [ou_E/s] = Emisión unitaria de zona de riego [ou_E/m^2s] x superficie de zona de riego [m^2].

Como referencia, a partir de los resultados obtenidos en los levantamientos de los planteles N°1 y N°2, se obtuvo para planteles con sistemas de tratamiento de purines primarios, el aporte porcentual por etapa de proceso del plantel.

El valor medio de aporte a la emisión total del plantel se aplicó al catastro total de planteles con sistema de tratamiento primario.

El detalle de cada levantamiento de emisiones y cálculo de las Tasas de Emisión de Olor, se detallan en el punto antes indicado.

El resumen del aporte porcentual por etapa de tratamiento se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 92 – Aporte porcentual por etapa

Área	N°1	N°2
Alojamiento (pabellones)	32%	33%
Tratamiento + disposición	68%	67%
	100%	100%

Fuente: Envirometrika, 2018.

7.4.1 Emisiones de Olor por Región

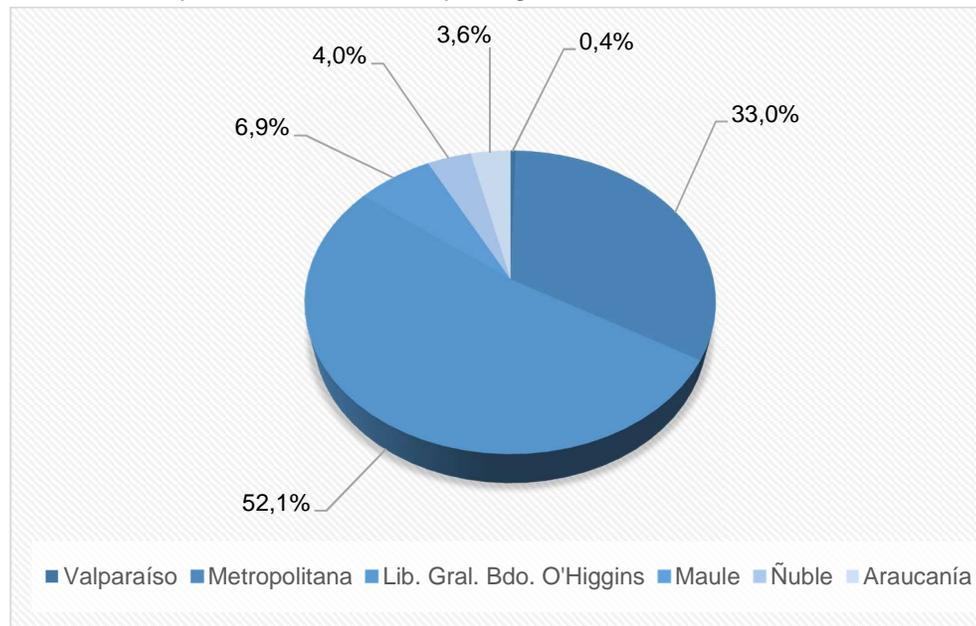
A continuación se presenta el resumen de inventario de emisiones de olor por región estimado para planteles con sistema de tratamiento primario a partir del levantamiento de referencia.

Tabla 93 –TEO Total Plantel Base según región.

Región	TEO Total Plantel Base [ouE/s]
Valparaíso	59.101
Metropolitana	4.341.982
Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	6.862.307
Maule	906.113
Ñuble	524.140
Araucanía	477.331
Total Nacional	13.170.974

Fuente: Envirometrika, 2019.

Gráfico 93 – Aporte TEO Total Base por región



Fuente: Envirometrika, 2019.

De las figuras anteriores, se observa que el Total de las emisiones de olor País corresponden a 13.170.974 [ouE/s]. La región donde se concentra el mayor porcentaje corresponde a la VI región, con un 52,1%. Este resultado se utilizará como base para el análisis comparativo, y observar la variación de las emisiones en los cuadros que se presentan a continuación.

7.4.1.1 Escenario proyectado 1: Reemplazo de lagunas por Planta de Lodos Activados.

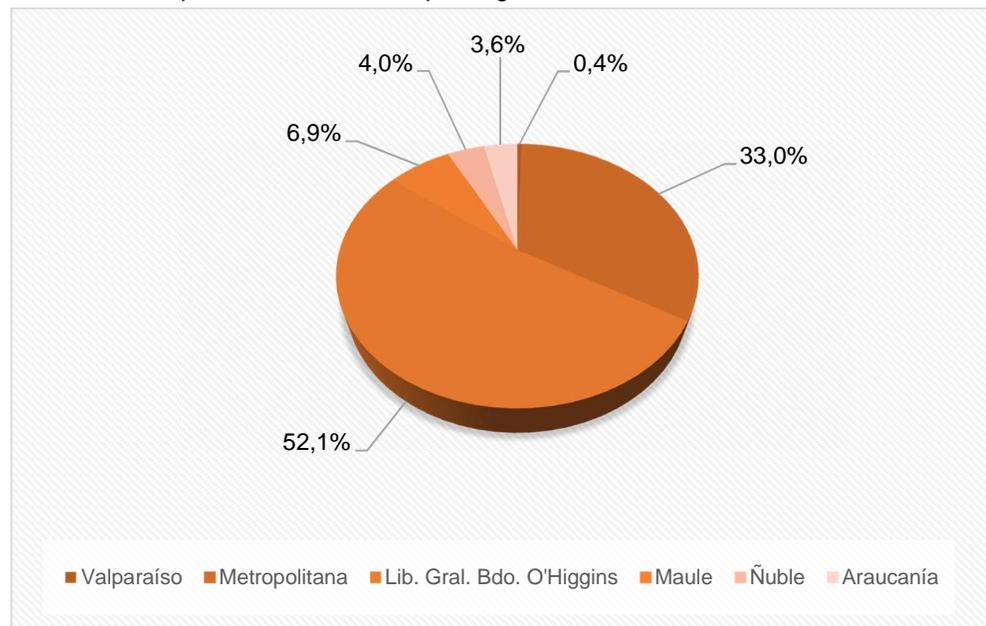
Tabla 94 – TEO Total Plantel con MTD – Planta de lodos

Región	TEO Total Plantel [ou _E /s] con MTD (reemplazo de lagunas por Planta de lodos activados)
Valparaíso	37.639
Metropolitana	2.765.543
Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	4.370.329
Maule	577.067
Ñuble	333.804
Araucanía	303.993
Total Nacional	8.388.375

Fuente: Envirometrika, 2019.

La implementación de una Planta de Lodos Activados en reemplazo de las lagunas proyectaría una reducción estimada de un 36% respecto al inventario actual.

Gráfico 94 – Aporte TEO con MTD por región – Planta de lodos



Fuente: Envirometrika, 2019.

7.4.1.2 Escenario proyectado 2: Reemplazo de ventilación cortinas por sistema túnel.

Tabla 95 – TEO Total Plantel con MTD – Túnel

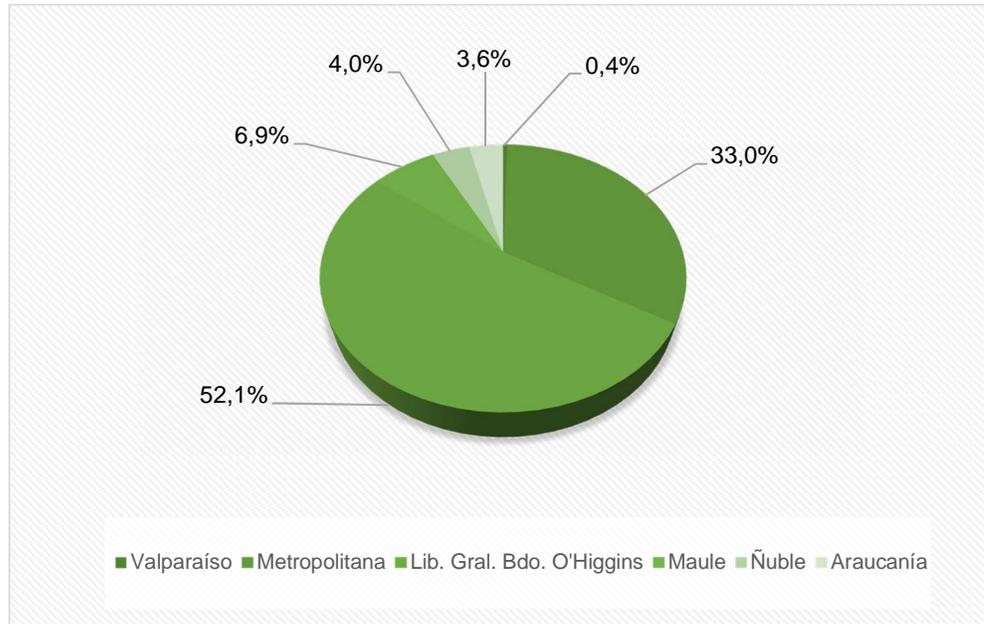
Región	TEO Total Plantel [ou _e /s] *
Valparaíso	51.371
Metropolitana	3.774.197
Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	5.964.717
Maule	787.593
Ñuble	455.583
Araucanía	414.896
Total Nacional	11.448.357

Fuente: Envirometrika, 2019.

* Considera MTD (reemplazo de cortinas a sistema túnel en pabellones)

El reemplazo de cortinas en el sistema de ventilación de pabellones por sistema túnel proyectaría una reducción estimada de un 13% respecto al inventario actual.

Gráfico 95 – Aporte TEO Total Plantel con MTD por Región – Túnel



Fuente: Envirometrika, 2019.

7.4.1.3 Escenario proyectado 3: Disponer de cobertura flotante sobre lagunas y/o estanques.

Tabla 96 – TEO Total plantel con MTD – Cobertura flotante

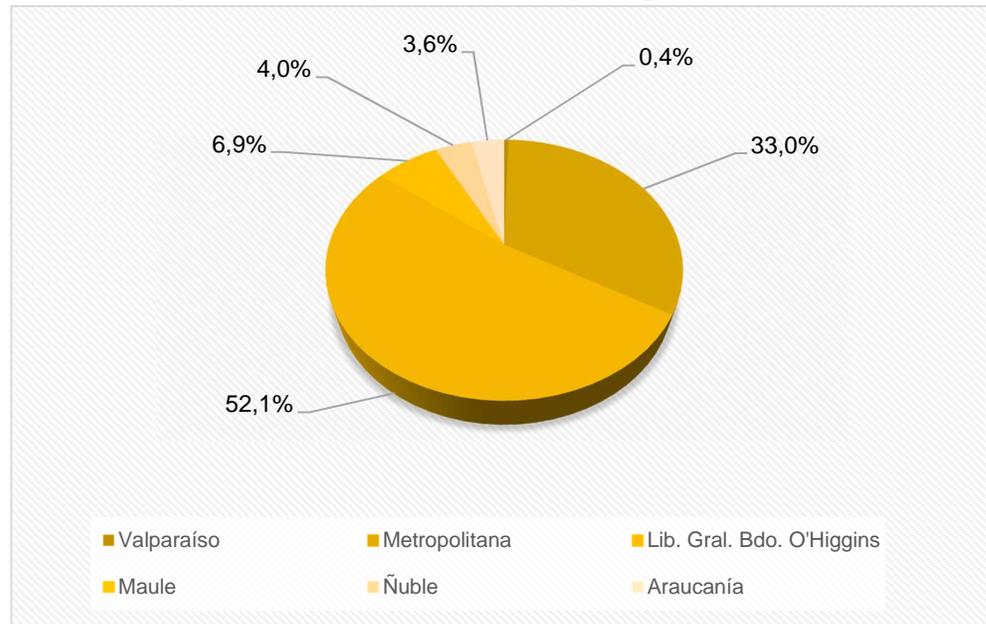
Región	TEO Total Plantel [ou _E /s] *
Valparaíso	47.896
Metropolitana	3.518.826
Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	5.561.214
Maule	734.314
Ñuble	424.763
Araucanía	386.829
Total Nacional	10.673.842

Fuente: Envirometrika, 2019.

* Considera MTD (cobertura flotante en lagunas y estanques)

La implementación de coberturas flotantes sobre la superficie de lagunas y/o estanques de purines proyectaría una reducción estimada de un 19% respecto al inventario actual.

Gráfico 96 – Aporte TEO Total plantel con MTD por región – Cobertura Flotante



Fuente: Envirometrika, 2019.

7.4.1.4 Escenario proyectado 4: MTD Combinadas Escenarios proyectados 1 + 2

Tabla 97 – TEO total plantel con MTD – Combinadas

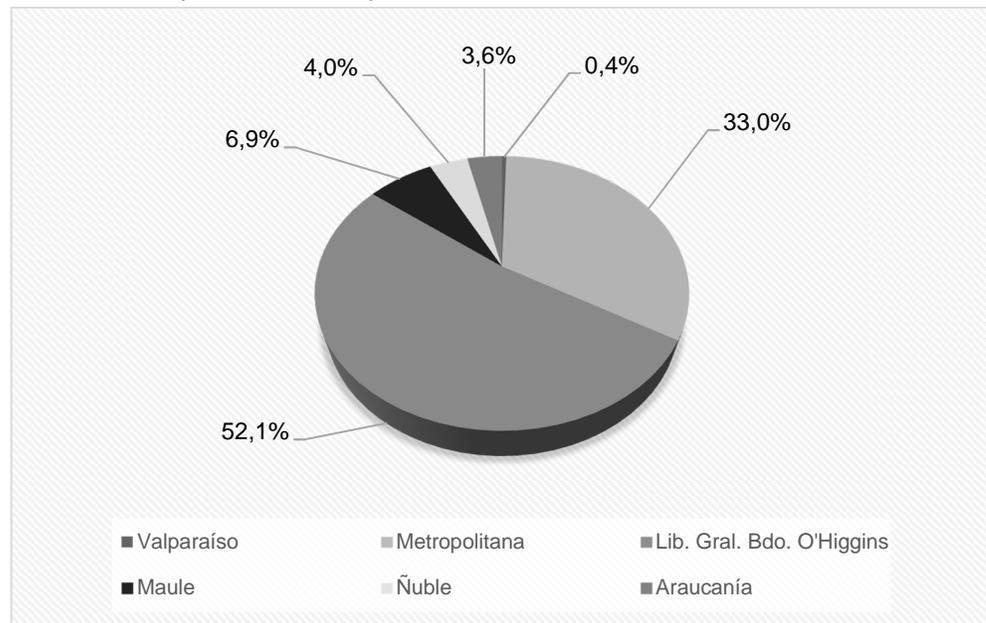
Región	TEO Total Plantel [ouE/s] *
Valparaíso	29.909
Metropolitana	2.197.757
Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	3.472.739
Maule	458.547
Ñuble	265.246
Araucanía	241.558
Total Nacional	6.665.757

Fuente: Envirometrika, 2019.

* Considera MTD combinadas (reemplazo de cortinas a túnel en pabellones y reemplazo de lagunas a Planta Lodos Activados)

La implementación un sistema de MTD combinado de reemplazo de cortinas por sistema túnel en pabellones y de una Planta de Lodos Activados en reemplazo de las lagunas de fermentación proyectaría una reducción estimada de un 49% respecto al inventario actual.

Gráfico 97 – Aporte TEO total plantel con MTD – Combinadas

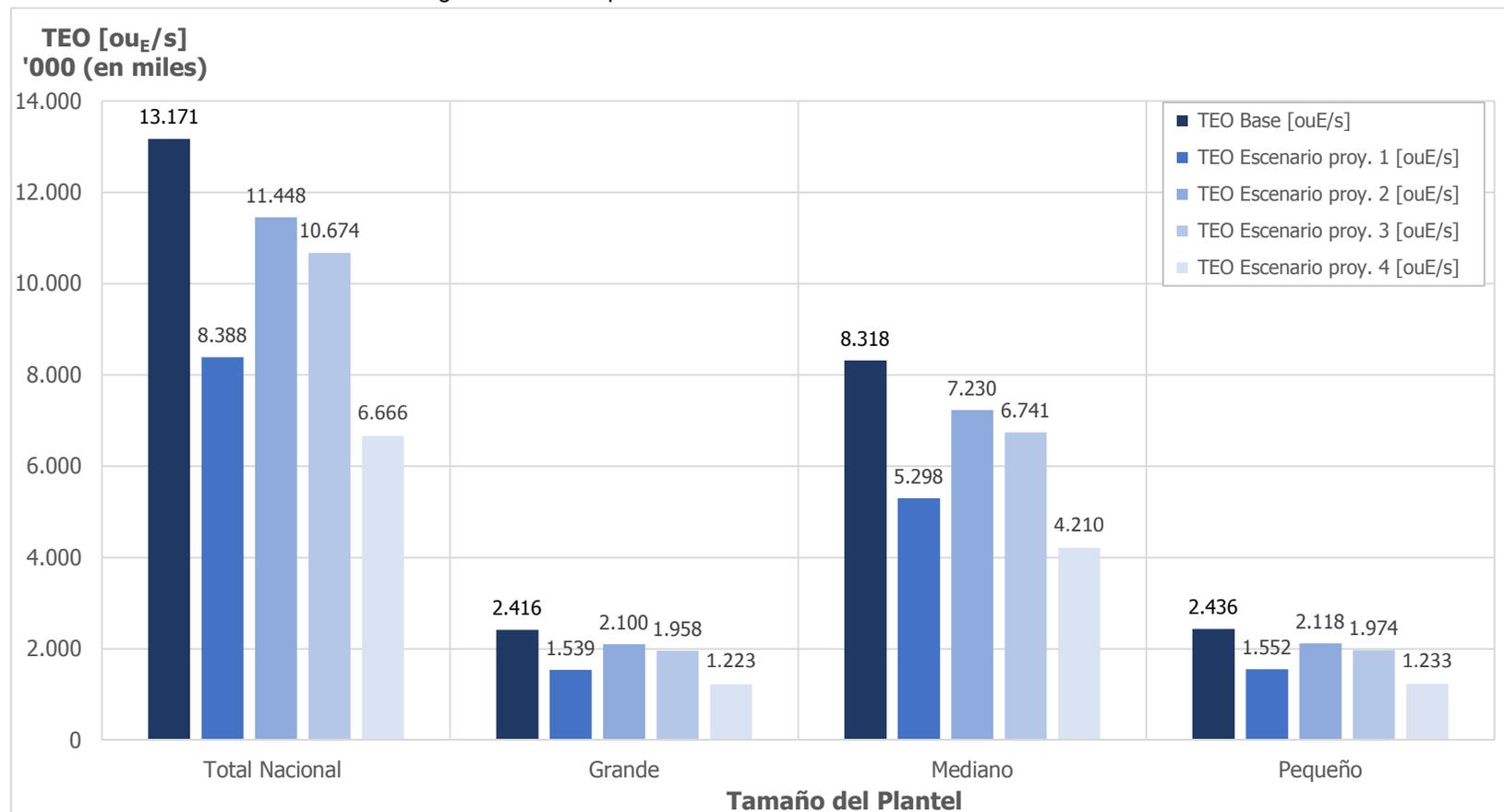


Fuente: Envirometrika, 2019.

7.4.2 Emisiones de Olor por tamaño de plantel

A continuación se presenta en la distribución de emisiones de olor por tamaño de plantel en base a la información de planteles validados y con sistema de tratamiento de purines primario. El gráfico muestra la emisión total a nivel nacional considerando la emisión base y la emisión correspondiente a los 4 escenarios proyectados (análisis de sensibilidad) descritos en el punto 7.4.1.

Gráfico 98 – Tasa Emisión Olor total según tamaño de plantel



Fuente: Envirometrika, 2019.

7.5 Inventario de emisiones de amoniaco

7.5.1 Inventario de Amoniaco

A la fecha de entrega del presente reporte, no se cuenta con información validada por Asprocer respecto a la base de datos consolidada del sector porcino desarrollada para el presente estudio, por lo que se trabajó en base a la información entregada por Asprocer en los distintos estudios realizados para el estudio “Programa de transformación tecnológica, energética y ambiental para el segmento PyME de la industria porcina” del año 2017 junto con la información enviada por los titulares. La metodología utilizada en el presente estudio se basa el estudio de EPA “National Emission Inventory—Ammonia Emissions from Animal Husbandry Operations Report, Draft Report, January 2004”.

La base de cálculo será:

A) Paso 1 – Estimación de Nitrógeno excretado por categoría animal

$N_{\text{anual Excretado}} = \text{Cant. anual de animales} * \text{Peso promedio} * \text{Tasa de excreción N} * 365$

Donde:

Cantidad anual de animales = Cantidad según rango de edad y tipo de categoría animal [cabeza animal].

Peso promedio = Peso promedio, según categoría animal [kg/cabeza animal].

Tasa de excreción N = Tasa de excreción anual de Nitrógeno por animal [kg N/ (cabeza animal*año)].

Periodo anual = 365 [días/año].

Ejemplo

Nº de animales por año (tipo/categoría) [cabeza animal] = 16.902 [cabeza animal].

Peso promedio [kg/cabeza animal] = 198,22 [kg/cabeza animal].

Tasa de excreción [kg N/ (cabeza animal*año)] = 0,00024 [kg N/ (cabeza animal*año)].

$N_{\text{anual Excretado}} = 16.902 \text{ [cabeza animal]} * 198,22 \text{ [kg/cabeza animal]} * 0,00024 \text{ [kg N/ (cabeza animal*año)]} * 365 \text{ [días]}$.

$N_{\text{anual Excretado}} = 293.486 \text{ [kg N/año]}$.

B) Paso 2 – Estimación de Nitrógeno excretado en pabellones según manejo

$N_{\text{Total Excretado en pabellones}} = \sum N_{\text{excretado en pabellón } i,j}$

Donde:

i= Categoría;

j= Rango de edad

Donde:

$N_{\text{Total Excretado en pabellones}}$ = Sumatoria de la cantidad de Nitrógeno excretado por cada rango de edad y por cada categoría animal [kg N/año].

Ejemplo

$N_{\text{Total excretado en pabellones con laguna}} = N_{\text{pabellón recría}} [\text{kg N/año}] + N_{\text{Pabellón engorda A}} [\text{kg N/año}] + N_{\text{Pabellón engorda B}} [\text{kg N/año}] + N_{\text{Pabellón engorda C}} [\text{kg N/año}] + N_{\text{Pabellón maternidad}} [\text{kg N/año}]$.

$N_{\text{Total excretado pabellones con laguna}} = 104.765 [\text{kg N/año}] + 113.680 [\text{kg N/año}] + 156.106 [\text{kg N/año}] + 176.828 [\text{kg N/año}] + 293.486 [\text{kg N/año}]$.

$N_{\text{Total excretado pabellones con laguna}} = 844.865 [\text{kg N/año}]$.

C) Paso 3 – Estimación de Amoniac por pabellón según manejo

$NH_3 \text{ de pabellones} = \text{Cantidad total de animales por año} [\text{cabeza animal}] * FE_{NH_3} \text{ pabellones}$.

Donde:

Cantidad total de animales = Total de número de animales por año en pabellones [cabeza animal].

$FE_{NH_3} \text{ pabellones}$ = Factor de emisión de amoniaco, según sistema de manejo de purines (Ej. Laguna).

Ejemplo

Cantidad total de animales = 92.582 [cabeza animal].

$FE_{NH_3} \text{ pabellones con laguna} = 2,72 [\text{kg } NH_3/\text{cabeza animal} * \text{año}]$.

Emisión de NH_3 de pabellones (con laguna) = 253.054 [kg NH_3 /año]

D) Paso 4 – Estimación de Emisión de Amoniac del sistema de manejo de purines

Paso 4.1 – Estimación de pérdida de Nitrógeno en pabellón

$Pérdida \text{ de } N_{\text{Pabellón}} = \text{Emisión de } NH_3 \text{ de pabellones} * FC \text{ de } NH_3 \text{ a } N$.

Donde:

Emisión de NH_3 de pabellones = Emisión de Amoniac en pabellones, según sistema de manejo de purines [kg NH_3 /año].

$FC \text{ de } NH_3 \text{ a } N$ = Factor de conversión de Amoniac a Nitrógeno (14N/17NH₃).

Ejemplo

$NH_3 \text{ pabellones} = 253.054 [\text{kg } NH_3/\text{año}]$.

$Pérdida \text{ de } N_{\text{Pabellón}} = 253.054 [\text{kg } NH_3/\text{año}] * (14N/17NH_3)$
 $= 208.398 [\text{kg N/año}]$.

Paso 4.2 – Estimación de pérdida de nitrógeno en laguna

$$\text{Pérdida de N}_{\text{laguna}} = \text{N}_{\text{Total Excretado en pabellones}} - \text{Pérdida de N}_{\text{Pabellón}}$$

Donde:

$\text{N}_{\text{Total Excretado en pabellones}}$ = Nitrógeno total excretado por cada rango de edad y por cada categoría animal [kg N/año].

$\text{Pérdida de N}_{\text{Pabellón}}$ = Emisión de Nitrógeno en pabellones, según sistema de manejo de purines [kg NH₃/año].

Ejemplo

Nitrógeno total excretado en pabellones = 844.865 [kg N/año].

Pérdida de Nitrógeno en pabellones = 208.398 [kg N/año].

$\text{Pérdida de N}_{\text{laguna}} = 844.865 \text{ [kg N/año]} - 208.398 \text{ [kg N/año]}$
 $= 636.468 \text{ [kg N/año]}$.

Paso 4.3 – Estimación de NH₃ en laguna

$$\text{NH}_3_{\text{Laguna}} = \text{Pérdida de N}_{\text{Laguna}} * \text{FE pérdida N}_{\text{Lagunas}} * \text{FC N a NH}_3$$

Donde:

$\text{Pérdida de N}_{\text{Laguna}}$ = Emisión de Nitrógeno según sistema de laguna [kg N/año].

$\text{FE pérdida N}_{\text{Lagunas}}$ = Factor Emisión para pérdida de Nitrógeno en laguna [%].

FC de N a NH_3 = Factor de conversión de Nitrógeno a Amoniac (17NH₃/14N).

Ejemplo

$\text{Pérdida de N}_{\text{laguna}} = 636.468 \text{ [kg N/año]}$.

$\text{FE pérdida de N}_{\text{Laguna}} = 71 \text{ [%]}$.

$\text{Estimación de NH}_3_{\text{Laguna}} = 636.468 \text{ [kg N/año]} * 71 \text{ [%]} * (17\text{NH}_3/14\text{N})$
 $= 548.726 \text{ [kg NH}_3\text{/año]}$.

E) Paso 5 – Estimación de Emisión de Amoniac en aplicación de suelo

$$\text{Pérdida de N}_{\text{pabellón+laguna}} = (\text{NH}_3_{\text{Pabellón}} + \text{NH}_3_{\text{Laguna}}) * \text{FC de NH}_3 \text{ a N.}$$

Donde:

$\text{NH}_3_{\text{Pabellón}}$ = Emisión anual de Amoniac en pabellones [kg NH₃/año].

$\text{NH}_3_{\text{Laguna}}$ = Emisión anual de Amoniac en laguna [kg NH₃/año].

$\text{FC de NH}_3 \text{ a N}$ = Factor de conversión de Amoniac a Nitrógeno (14N/17NH₃).

Ejemplo

$\text{NH}_3_{\text{Pabellón}} = 253.054 \text{ [kg NH}_3\text{/año]}$.

$\text{NH}_3_{\text{Laguna}} = 548.726 \text{ [kg NH}_3\text{/año]}$.

$$\begin{aligned} \text{Pérdida de N}_{\text{pabellón+laguna}} &= (253.054 \text{ [kg NH}_3\text{/año]} + 548.726 \text{ [kg NH}_3\text{/año]}) * (14\text{N}/17\text{NH}_3) \\ &= 660.290 \text{ [kg N/año]}. \end{aligned}$$

$$\text{N}_{\text{aplicación en suelo}} = \text{N}_{\text{Total Excretado en pabellones (según manejo)}} - \text{Pérdida de N}_{\text{pabellón+laguna}}$$

Donde:

$\text{N}_{\text{Total Excretado en pabellones}}$ = Cantidad total de Nitrógeno excretado en pabellones por cada rango de edad y por cada categoría animal [kg N/año].

$\text{Pérdida de N}_{\text{pabellón+laguna}}$ = Cantidad total de pérdida de Nitrógeno de pabellones y lagunas [kg N/año].

Ejemplo

$$\text{N}_{\text{Total Excretado en pabellones}} = 844.865 \text{ [kg N/año]}.$$

$$\text{Pérdida de N}_{\text{pabellón+laguna}} = 660.290 \text{ [kg N/año]}.$$

$$\begin{aligned} \text{N}_{\text{aplicación en suelo}} &= 844.865 \text{ [kg N/año]} - 660.290 \text{ [kg N/año]} \\ &= 184.576 \text{ [kg N/año]}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NH}_3 \text{ suelo} &= (\text{N}_{\text{aplicación en suelo}} * \text{FE aplicación de purines desde operación} > \text{ a } 2.000 \text{ cabezas} \\ &* \text{Porcentaje del plantel con operación} > 2.000 \text{ cabezas} * \text{Porcentaje de pérdida de} \\ &\text{nitrógeno} * \text{FC de N a NH}_3) + (\text{N}_{\text{aplicación en suelo}} * \text{FE aplicación de purines desde operación} \\ &< \text{ a } 2.000 \text{ cabezas} * \text{Porcentaje del plantel con operación} < 2.000 \text{ cabezas} * \text{FC de N a} \\ &\text{NH}_3). \end{aligned}$$

Donde:

$\text{N}_{\text{aplicación en suelo}}$ = Cantidad de Nitrógeno disponible en aplicaciones en suelo [kg NH₃/año].
FE aplicación de purines desde operación > a 2.000 cabezas = Factor de emisión de Amoniaco en aplicaciones de purines en suelo desde operaciones mayores a 2.000 animales [kg N/año].

Porcentaje del plantel con operación >2.000 cabezas = Porcentaje del plantel con operación mayores a 2.000 animales.

Porcentaje de pérdida de nitrógeno = Porcentaje de pérdida de Nitrógeno, en aplicaciones de suelo, según operación.

FE aplicación de purines desde operación < a 2.000 cabezas = Factor de emisión de Amoniaco en aplicaciones de purines en suelo desde operaciones menores a 2.000 animales [kg N/año].

Porcentaje del plantel con operación <2.000 cabezas = Porcentaje del plantel con operación menores a 2.000 animales.

FC de N a NH₃ = Factor de conversión de Nitrógeno a Amoniaco (17NH₃/14N).

Ejemplo

$$\text{Estimación de N}_{\text{aplicación en suelo}} = 184.576 \text{ [Kg N/año]}.$$

$$\text{FE aplicación de purines desde operación} > \text{ a } 2.000 \text{ cabezas} = 20 \text{ [\%]}.$$

$$\text{FE aplicación de purines desde operación} < \text{ a } 2.000 \text{ cabezas} = 23 \text{ [\%]}.$$

Porcentaje de pérdida de nitrógeno operación > a 2.000 cabezas = 94,9 [%].

Porcentaje de pérdida de nitrógeno operación < a 2.000 cabezas = 5,09 [%].

Factor de conversión N a NH₃ = (17NH₃/14N).

Estimación de NH₃ suelo = (184.576 [Kg N/año] * 20 [%] * 94,9 [%] * (17NH₃/14N)) + (184.576 [Kg N/año] * 23 [%] * 5,09 [%] * (17NH₃/14N)).

Estimación de NH₃ suelo = 45.163 [kg NH₃/año]

F) Paso 6 – Calculo de emisión total de amoniaco

$NH_3 \text{ Total} = NH_3 \text{ Pabellón} + NH_3 \text{ Laguna} + NH_3 \text{ Suelo}$

Donde:

NH₃ Pabellón = Emisión total de Amoniaco en pabellones [kg NH₃/año].

NH₃ Laguna = Emisión total de Amoniaco en laguna [kg NH₃/año].

NH₃ Suelo = Emisión total de Amoniaco en aplicaciones de suelo [kg NH₃/año].

Ejemplo

NH₃ Pabellón = 253.054 [kg NH₃/año].

NH₃ Laguna = 548.726 [kg NH₃/año].

NH₃ Suelo = 45.163 [kg NH₃/año].

NH₃ Total = 1.867.201 [kg NH₃/año].

7.5.2 Emisiones de amoníaco por Región

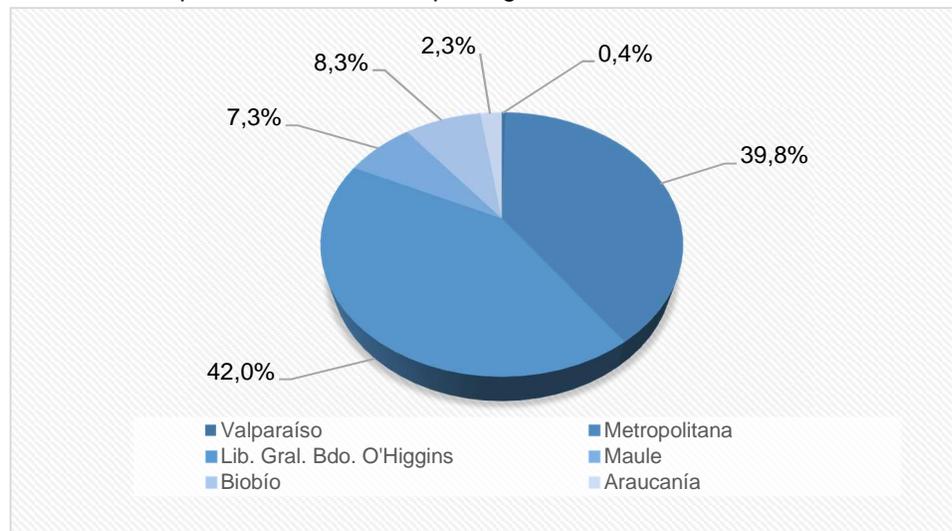
A continuación se presenta el resumen de inventario de emisiones de amoníaco por región estimado para planteles con sistema de tratamiento primario y secundario a partir del levantamiento de referencia.

Tabla 98 – Emisiones NH₃ plantel [ton NH₃/año]

Región	Emisiones NH ₃ plantel [ton NH ₃ /año]	%
Arica y Parinacota	0	0,0
Tarapacá	0	0,0
Antofagasta	0	0,0
Atacama	0	0,0
Coquimbo	0	0,0
Valparaíso	27	0,4
Metropolitana	2.792	39,8
Lib. Gral. Bdo. O'Higgins	2.947	42,0
Maule	513	7,3
Biobío/Ñuble	580	8,3
Araucanía	164	2,3
De los Ríos	0	0,0
Los Lagos	0	0,0
Aysén	0	0,0
Magallanes	0	0,0
Total Nacional	7.023	100,0

Fuente: Envirometrika, 2019.

Gráfico 99 – Aporte Emisiones NH₃ por región



Fuente: Envirometrika, 2019.

7.6 Conclusiones

De la información bibliográfica internacional se tiene que existen bastantes datos de factores de emisión de olor para el sector porcino, sin embargo la mayoría de ellos está relacionado con la etapa de alojamiento de los animales y poco al tratamiento de los residuos. Por su lado, la información no siempre está disponible respecto a las características operacionales que originaron dichos factores lo cual incrementa la incertidumbre del dato y de su correcta aplicabilidad.

Otro aspecto importante del levantamiento de factores de emisión bibliográficos, es que mucha de esta información está relacionada con países en los que el tipo de crianza y las características propias de las operaciones en los planteles difieren de la realidad nacional lo cual los hace poco aplicables en Chile. Al respecto, los factores de emisión levantados en el presente estudio y aquellos aportados por el titular Agrícola Súper Ltda. reflejan de mejor manera la realidad nacional por lo que son un buen piso para hacer estimaciones preliminares de cuantificación de emisión por plantel, pero siempre teniendo en cuenta que la recomendación va por el lado de caracterizar individualmente cada plantel que se desea evaluar mediante muestreo directo de las emisiones o si se requiere como alternativa, utilizar factores de emisión estandarizados, la sugerencia va por el lado determinar estos factores de emisión a partir de un amplio número de levantamientos en terreno (aumentar el “n”) de manera de tener una mejor representatividad y validez estadística de los valores que se determinen.

8 CAPÍTULO VIII: PROPUESTA DE ELABORACIÓN DE PGO

8.1 Introducción

El olor se define como una “propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles”³¹.

Por la naturaleza de los procesos que tienen que algunas actividades, generan olores que son característicos ya sea por las materias primas que usan, o por las condiciones o tipos de producción³².

Uno de los principales objetivos en el manejo de olores para cualquier actividad industrial generadora de olor es prevenir, mitigar y/o controlar las emisiones de olor desde las distintas unidades operacionales para minimizar el riesgo de molestia, a lo anterior se le denomina Plan de Gestión Odorante (PGO) y corresponde a un documento el que plasma las definiciones que haya hecho la instalación para asegurar la prevención, mitigación y/o control de las emisiones de olores. Esto se logra conjugando datos entregados por adecuado diagnóstico, no por ello de alto costo, sino que prevalece la definición acertada de puntos críticos en la operación. Una vez identificados se da curso a la definición de protocolos de operación y planes de contingencia de los procesos e incluye a las partes interesadas (a nivel interno y externo; comunidad y autoridades).

A nivel mundial el gestionar adecuadamente los olores es una situación globalizada y son cada vez más los países que han ido adaptando la variable olor entre los parámetros a evaluar como afectación a la comunidad. Al respecto, entre los principales países que han desarrollado estrategias relacionadas con la gestión de los olores y que estarían directamente relacionados con un Plan de Gestión Odorante destacan:

Australia

A través de una guía desarrollada en forma conjunta entre la asociación Australian Pork Ltda. junto a la comunidad y al Gobierno Australiano:

- “*National Environmental Guidelines for Piggeries*”. (2010). FSA Consulting for: Australian Pork Limited.

Colombia

A través del siguiente protocolo:

- “*Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos*”. (2014). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.

España

A través de la guía técnica:

- “*Guía Técnica para la Gestión de las Emisiones Odoríferas Generadas por las Explotaciones Ganaderas Intensivas*”. (2008). Generalitat Valenciana, a través de la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda, y la Universidad Politécnica de Valencia

³¹ NCh3190:2010 – Calidad del Aire: Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica.

³² Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos. 2014. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia.

Reino Unido

A través de las siguientes guías técnicas:

- “Technical Guidance Note IPPC H4 - Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) – DRAFT - Horizontal Guidance for Odour Part 2 – Assessment and Control”. (2002). Environment Agency y Scottish Environment Protection Agency (SEPA).
- “Additional guidance for H4 - Odour Management How to comply with your environmental permit”. (2011). Environment Agency.
- “Guidance on the Assessment of Odour for Planning”. (2014). Institute of Air Quality Management.

Un PGO puede ser implementado con motivo de:

- Control Interno (compromiso medioambiental).
- Compromiso asociado a la aprobación de un proyecto mediante RCA (Resolución de Calificación Ambiental).
- Gestión producto de reiteradas quejas por parte de la comunidad.
- Solicitudes y exigencias productos de procesos de fiscalización.

En términos generales, un PGO debe responder las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es mi situación odorante? (Cómo estoy)
- ¿Qué medidas de mejora y/o de control necesito implementar? (Qué hacer)
- ¿Qué herramientas de seguimiento y control debo implementar? (Cómo controlar)
- ¿Quién es el responsable de cada etapa? (Quién)

Para dar respuesta a estas interrogantes el resumen del contenido de un PGO es:

- A) Diagnosticar la situación odorante.
- B) Definir las medidas a implementar.
- C) Definir las herramientas de seguimiento y control.
- D) Definir Plan de Contingencia

8.2 Desarrollo de PGO

Figura 59 – Esquema Plan de Gestión Odorante



Fuente: Envirometrika, 2019.

8.2.1 Desarrollo de un Plan de Gestión Odorante (PGO)

8.2.1.1 Contenido mínimo recomendado en un plan de gestión odorante

Datos de la instalación:

- Descripción del proceso, particularmente describiendo los olores, olores potenciales, actividades o materiales usados (inventario).
- Identificación de los puntos de emisión de forma directa al aire ambiente (fuentes) para cada una de las actividades (plano/mapa si es posible).
- Identificación de los receptores en el área de influencia que pueden ser impactados (plano/mapa si es posible).
- Descripción de las condiciones meteorológicas prevalentes en el sitio, especialmente la dirección del viento. Una rosa de los vientos (proveniente de una estación meteorológica cercana y que sea representativa o desde sensores en la instalación es el formato ideal.)

Controles de rutina bajo condiciones normales

- Una descripción de las medidas de mitigación/control de rutina que pudiesen ser usadas día a día bajo condiciones normales de operación, en la ausencia de algún factor de riesgo inusual. Ejemplos de medidas de control de rutina incluyen recepción, inspección, aprobación/rechazo de materiales, almacenamiento, contención, manejo y programación de actividades.
- Es necesaria una lista de las acciones detalladas y quien es responsable de llevarlas a cabo.

Condiciones anormales razonablemente predecibles y controles adicionales

- Identificación de posibles factores de riesgo (condiciones climáticas adversas) y anticipación de incidentes o accidentes razonablemente predecibles (por ejemplo: situaciones anormales, derrames, fallas en suplemento de energía, averías de puertas, equipos o medidas de control) y hacer una lista de las consecuencias en términos de olor de estos factores de riesgo.
- Una descripción de medidas adicionales (ejemplo: medidas de control y modificaciones a las operaciones en el sitio, como dirigir cargas de residuos odorantes a lugares con menos receptores durante condiciones climáticas adversas) esto será aplicado durante estos períodos para lidiar con estos riesgos y algún incidente o accidente razonablemente predecible. Si las medidas no son suficientes, estas necesitan ser reforzadas o de otra manera cesar/reducir las operaciones generadoras de olor
- Una lista de las acciones en detalle y quien es responsable por llevarlas a cabo.

Gatillantes para controles adicionales y chequeos de efectividad

Una descripción de qué podría gatillar acciones o medidas adicionales, como por ejemplo:

- Resultados de los chequeos de rutina, inspecciones, sondeos en el sitio.
- Resultados de las mediciones en sitio de los parámetros de proceso y sustituir medidas para olor (ejemplo: pH, temperatura, oxígeno, etc.) si se superan niveles predefinidos y que se espere aumenten el riesgo de generar quejas en la comunidad.
- Otras mediciones, como condiciones meteorológicas particulares (ejemplo temperatura sobre cierto valor, vientos en cierta dirección, o calmos).
- Monitoreo odorante encendido/apagado en sitio, incluyendo:
 - o Monitoreo y manejo de quejas de olor.
 - o Medición en la emisión de algún parámetro objetivo, y que supere el valor o condición establecida como aceptable.
 - o Medición en la inmisión, (ejemplo: sniff test, encuestas de olor diarias, etc), y que se supere el valor o condición establecida como aceptable.

Buenas prácticas de gestión

Descripción de:

- Roles y responsabilidades del personal en la empresa (cuadro organizacional)
- Entrenamiento y competencia (formalmente establecido y firmado por cada responsable) específicos del staff en los roles críticos en términos de olor.

Detalles de cómo lo siguiente será llevado a cabo, y quien ha sido asignado como responsable a nivel de gestión y operacional por estos:

- Implementando y manteniendo el plan de gestión odorante.
- Responder a incidentes relacionados con olores y cualquier nivel elevado de olor desde los chequeos, inspecciones, encuestas, monitoreos mencionados anteriormente. O recibir los reclamos por molestias odorantes, incluyendo llevar a cabo investigaciones y llevando acciones de remediación para prevenir recurrencia.
- Planear mantenimiento y reparaciones, mantener repuestos (partes) críticos relacionadas con problemas de olor.
- Revisión regular (al menos una vez por año) de la efectividad del control odorante, incluyendo el plan de gestión odorante en sí, tomando en cuenta las quejas, monitoreando resultados, inspecciones, encuestas y otra información donde el feedback es recibido. Este intervalo puede ser más corto si han habido quejas o cambios relevantes a la operación o infraestructura.

- Comprometerse con los vecinos y comunicarse con las partes interesadas relevantes (comunidad local y autoridad local) para proveer información necesaria y minimizar sus preocupaciones y reclamos, incluyendo los métodos usados, contenido y frecuencia de comunicación.
- Mantener registro de todas las actividades y acciones relativas al olor y al plan de gestión odorante.

Se indican las etapas y el para qué se realizan.

ETAPA Y OBJETIVO	GESTIÓN
Diagnostico - Inventario de fuentes: registrar cada fuente odorante potencial y su emisión.	→ Priorizar
Evaluación de riesgos: La evaluación de riesgos dependerá de la causa de la emisión y la distancia a los receptores.	→ Priorizar
Fijar objetivos: La empresa define un curso de acciones y plazos solo una vez esté claro el objetivo de calidad a cumplir.	→ Definir caminos
Límites de emisión: Los límites de emisión deben considerarse como indicadores del proceso.	→ Define el PGO
Análisis de vías/tecnologías de reducción de olor.	→ Tecnologías vs costo.
Acciones de remediación y control: Controles para la mitigación de las emisiones odorantes de cada fuente, tanto de rutina como las no planeadas.	→ Implementación del PGO
Controles y Monitoreo (procedimientos) para prevenir/conocer causas de reclamos.	→ Monitoreo continuo
Acciones y contingencias: descripción detallada de las acciones que serán llevadas a cabo.	→ Procedimiento interno
Revisión de las medidas de control odorantes: El PGO es activo y debe ser revisado regularmente para asegurar que aún es el apropiado para las operaciones actuales.	→ Mejora continua.
Responsabilidades: designar responsabilidades de revisar y monitorear las actividades con potencial de generar olores. Asignar responsabilidades de manejo de reclamos.	→ Procedimientos internos
Autoridad	→ Comunicar e integrar
Comunidad	→ Integrar

A continuación se presentan las formas de reporte propuesto pensado de forma genérica. Se puede adaptar a cada situación particular, si fuere adecuado y necesario.

8.2.1.2 PGO – Etapa I: Diagnóstico

Actividades a desarrollar.

- A. Identificación del establecimiento: Indicar la localización geográfica del establecimiento indicando la georreferencia del punto central de la instalación y/o la delimitación del perímetro del predio de la instalación. Adicionalmente se debe indicar el sector productivo al cual pertenece (rubro de la industria), la unidad de producción (tipo de producto principal) y el número total de empleados (en dicha instalación).
- B. Identificar el tipo de operación y de procesos de la instalación: Indicar en forma el horario de producción en un rango aproximado (que mejor se ajuste al horario de operación), el número total de horas de operación por día, informar el proceso productivo a través de un diagrama de flujos e indicar si la instalación cuenta con planta de tratamiento de RILes.
- C. Identificar las principales emisiones: Identificar y definir el tipo de emisión directa al aire ambiente producto de las operaciones de la instalación, esto es, emisiones de olor, sustancias odoríferas (gases odorantes) y/o material particulado.
- D. Identificar y caracterizar las fuentes emisoras: Una vez definido y caracterizado el proceso productivo e identificadas las principales emisiones, caracterizar cada uno de los procesos que puedan causar impactos por olor fuera de los límites o del perímetro de la instalación. Esto incluye los procesos de producción pero también de transporte, así como las actividades fortuitas relacionadas con el mantenimiento, limpieza de equipos de proceso, carga y descarga de materiales, las emisiones de las tareas de almacenamiento, o situaciones anormales o eventuales de funcionamiento.

Dentro de los principales antecedentes, para el proceso de identificación de las fuentes emisoras se debe caracterizar:

- Tipo de fuente (puntual, difusa, de volumen o fugitiva).
- Fuente puntual (caudal, temperatura, diámetro, altura del punto de emisión, orientación del punto de salida, etc.).
- Fuente difusa (activa o pasiva, área, temperatura, altura de la superficie de emisión, etc.).
- Fuentes de volumen (área, altura, caudal de emisión, etc.).
- Fuentes fugitivas (área, altura, caudal de emisión, etc.).
- Ciclo de operación de cada fuente (Meses, semanas, días, horas).

- Sistemas de abatimientos asociados a las fuentes descritas anteriormente, en el caso de que existan (nombre, compuesto que remueve y % de eficiencia o abatimiento por cada compuesto).
 - Duración de la emisión; Continua, Puntual, Periódica (frecuencia/duración).
 - Dato de Concentración de Olor medido en [ouE/m³] (último dato levantado).
 - Dato de Emisión de Olor medido en [ouE/ s*m²] (último dato levantado).
 - Dato de Caudal o Tasa de Emisión de Olor medido en [ouE/s] (último dato levantado).
- E. Características del olor: Las variables que definen un olor consideran 4 dimensiones³³ que deben ser evaluadas al momento de caracterizar los olores emitidos por el establecimiento y sus unidades de proceso. Estas dimensiones son:
- **Concentración**: se entiende por concentración de olor al número de unidades de olor europeas en un metro cúbico de gas en condiciones normales [ouE/m³].
 - **Intensidad**: se refiere a la fuerza con la que el olor se percibe, la cual aumenta en función de la concentración del olor.
 - **Calidad**: indica como huele, permitiendo clasificar e identificar los olores en diversos grupos en función de descriptores como floral, frutal, vegetal, medicinal, etc.
 - **Tono hedónico (o aceptabilidad)**: es la propiedad de un olor relativa a su agrado y desagrado, es decir, es un juicio de categoría del placer o no placer relativo del olor y se refiere a las asociaciones mentales hechas por el sujeto al percibirlo, en forma cualitativa (negativo o positivo) en una escala que va desde 4 (muy agradable) a -4 (muy desagradable) siendo el cero un olor neutral.
- F. Identificar la probabilidad de generar olor: En este punto, se debe identificar la probabilidad (alto o baja) de generación de generar eventos de olor acorde a la frecuencia de que ocurra dicho evento (alta o baja) y a la duración que pueda tener dicho evento (larga o corta).

Actividades a desarrollar respecto al entorno de las instalaciones.

- A. Caracterización del tipo de uso de suelo: Indicar, acorde a la Guía para la descripción del uso del territorio en el SEIA, con información basada en la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, el tipo de uso de suelo en el cual se encuentran emplazadas las instalaciones.

³³ Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA. 2017. Servicio de Evaluación Ambiental de Chile.

- B. Identificación de otras fuentes generadoras de olor: Indicar si existen otras actividades externas a la operación que se está declarando (perteneciente a otro titular) y que sean potencialmente generadoras de olor en el entorno cercano.
- C. Distancia a los receptores más cercanos: La distancia a los receptores cercanos, es un número escalar, el cual define la distancia lineal medida desde el centro geométrico del punto de emisión en planta de la instalación a los receptores más cercanos, entendiendo por receptores cercanos aquellos cuya ubicación sea en el perímetro de la vivienda o núcleo de viviendas más cercano. Apéndice N°1 se incluye método para calcular distancia desde los establecimientos a receptores.
- D. Registros de quejas o denuncias por olores: Identificar si existen reclamos por parte de la comunidad, en caso de una instalación existente o modificación, realizar un análisis de la información, recopilada respecto de la cantidad de reclamos, fechas y horarios, dirección de vientos en horario de denuncias, y cruce con estado operacional de la planta de las denuncias. Apéndice N°2 se incluye formato para recepción de denuncias.

Actividades a desarrollar respecto al impacto por olores.

- A. Definir la(s) herramienta(s) de Diagnóstico: Indicar la herramienta de diagnóstico utilizada para establecer y/o determinar el alcance o impacto odorante de las instalaciones. Esta herramienta puede estar basada en metodologías ejecutadas desde el punto de emisión como un Estudio de Impacto Odorante (EIO, considerando el muestreo de las emisiones de olor de las fuentes emisoras y la proyección de dichas emisiones a través de un modelo de dispersión odorante), Modelación de Impacto Odorante (sólo modelación con la utilización de factores de emisión de olor teóricos debidamente fundamentados y representativos de la operación), Levantamiento de emisiones (sólo muestreo y posterior cálculo de concentración y emisión de olor), Eficiencia de Remoción de Olor (%) y/o en base a metodologías orientadas a evaluar el impacto en la inmisión como el Método de la grilla NCh3533:2017 Parte 1 y Método de la pluma NCh3533:2017 Parte 2.
- B. Evaluar el impacto odorante: Indicar los principales resultados de la metodología aplicada en términos de alcance máximo odorante. Para ello deberá considerar alguna de las alternativas propuestas en la Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA, considerando por ejemplo estudios realizados en la emisión basados en la proyección del alcance odorante EIO o Modelación de olor. Si se evalúa el impacto

con alguna metodología diferente, esta deberá estar bien fundada y técnicamente justificada.

- C. Definir la situación odorante: Definir, en base a los resultados del diagnóstico, el riesgo de las instalaciones de generar impacto por olores basado en tres niveles de olor: Alto, Medio o Bajo.

Los niveles de olor antes mencionados se establecen tomando como referencia de impacto el perímetro o el límite de las instalaciones. Si no hay receptores cerca del límite, normalmente se permite una instalación que cumpla con los criterios del receptor más cercano. Sin embargo, incluso cuando la instalación no haya causado problemas de olores en el pasado, el titular puede tener que tomar medidas para prevenir o, cuando no sea posible, minimizar la contaminación por olores real o potencial si las circunstancias cambian, por ejemplo, un nuevo desarrollo residencial se construye cerca del límite del sitio. Puede decidir diseñar según el estándar más estricto (límite) para asegurar su inversión en el futuro³⁴.

Tabla 99 – Niveles de olor

Alto	Se está generando un olor que representa una contaminación grave, o es probable que se cause (independientemente de si se están utilizando las medidas apropiadas). Debe tomar medidas adicionales o puede que tenga que reducir o interrumpir las operaciones.
Medio	La contaminación por olores generada es probable que salga del perímetro de la instalación. Se deben tomar las medidas apropiadas para minimizar el olor. Si se utilizan las medidas adecuadas, el olor residual deberá ser tolerado por la comunidad. Para algunas actividades, las medidas apropiadas lograrán que los olores no salgan del perímetro de la instalación.
Bajo	No hay olor fuera del perímetro = no hay contaminación = no se necesita acción.

Fuente: Envirometrika, adaptado de Environment Agency – How to comply with your permit – H4 Odour Management, 2011.

8.2.1.3 PGO – Etapa II: Medidas a implementar.

El objetivo de esta etapa es identificar las medidas que se tomarán para el control de olores principalmente desde su origen. Para sectores regulados por la norma de emisión de olores deberá reportar en esta parte cómo cumplen las medidas de la norma.

Este instructivo señala una explicación general de cómo hacer frente a los problemas de olores que generan molestia. Sin embargo, no se consideran los detalles de diseño, operación o mantenimiento de la instalación porque dependerá caso a caso.

³⁴ Environment Agency – How to comply with your permit – H4 Odour Management, 2011.

Se recomienda considerar un enfoque integral, tomando en cuenta todas las medidas bajo las siguientes etapas y dando prioridad a los controles que se puedan utilizar en la etapa más temprana del proceso.

Definir acciones inmediatas.

Una vez diagnosticada la situación odorante del establecimiento o las instalaciones, se deben tomar medidas inmediatas para establecer medidas de mitigación de control exitosas. Para lo anterior, la recomendación es al menos:

- Definir el objetivo e indicadores de éxito.
- Establecer compromisos de la organización (interno, comunidad, autoridad).
- Definir el plazo para dar cumplimiento al objetivo planteado, según las medidas de mitigación y control que se definan, estableciendo su implementación a corto, mediano y largo plazo.

Lo anterior implica definir el cargo y/o el área dentro de la organización responsable de dar cumplimiento a las acciones establecidas internamente.

Definir medidas de mitigación y control de olores.

Las medidas de mitigación y control de olores van a estar definidas acorde a las etapas del proceso que se hayan identificado como las principales generadoras de emisiones de olor. Para ello, se deben considerar las medidas a implementar, ya sea como Buena Práctica Operacional y/o como Tecnología en las etapas que corresponda.

La recomendación es que se adopte un enfoque sistemático, considerando todas las medidas bajo cada uno de los siguientes encabezados y dando prioridad a los controles que se pueden usar en la etapa más temprana posible del proceso³⁵:

- Manejo de materia prima.
- Controlando las emisiones odoríferas.
- Contención y reducción.
- Dispersión
- Reducción de impactos.

Las estrategias más efectivas pueden o no involucrar grandes inversiones de capital, pero la mayoría de las medidas necesitarán una gestión cuidadosa.

Desarrollar plan de Buenas Prácticas Operacionales y/o Tecnologías a implementar.

El objetivo de esta etapa es establecer en base a la información de olor disponible por el establecimiento, como por ejemplo el diagnóstico odorante, un plan de implementación de Buenas prácticas Operacionales y/o Tecnologías que permitan minimizar las emisiones de olor de exposición directa al aire

³⁵ Environment Agency – How to comply with your permit – H4 Odour Management, 2011.

ambiente. Para lo anterior, dependiendo de la magnitud de los niveles de reducción requeridos, existen distintas alternativas utilizadas tanto a nivel nacional como internacional las cuales son implementadas acorde a lo requerido por cada establecimiento.

A. Medidas en la recepción y gestión de materia prima

Muchas materias primas alimenticias, particularmente los residuos o subproductos animales en descomposición, pueden generar olores muy desagradables durante el trayecto, por lo que el operador debe preocuparse de contactar a proveedores y velar por esta etapa³⁶.

Entre las principales acciones o medidas que se deben considerar están:

- Conocer el tipo de materia prima;
- Disponer de espacios cerrados para el manejo de la materia prima;
- Establecer el tiempo de almacenamiento de la materia prima;
- Mantener un control de las condiciones de almacenamiento y manejo;
- Mantener las condiciones de transporte y almacenaje (por ejemplo refrigeración o ambiente de baja humedad);
- Rotación permanente del stock de materia prima olorosa;
- Generar la menor cantidad de compuestos olorosos que sea posible, por ejemplo, minimizando las temperaturas o manteniendo las condiciones aeróbicas.
- Implementar un sistema de limpieza permanente y seleccionar materiales de construcción que puedan limpiarse fácilmente.

En cualquier caso se debería manejar los materiales olorosos rápidamente de manera que reduzca la posibilidad de generar molestia.

B. Control de emisiones odorantes al aire

Se pueden controlar muchas sustancias químicas odoríferas mediante la reducción de su tasa de evaporación³⁷ (y en consecuencia, la emisión de olor).

Los métodos para hacerlo pueden ser químicos o físicos. Es posible, por ejemplo:

- Bajar la temperatura al evitar la luz solar directa o reducir la velocidad de evaporación del agua y la liberación de sustancias químicas olorosas disueltas;
- Reducir el flujo de aire sobre la superficie (barrera física) de los materiales que liberan olores para reducir la velocidad de evaporación;
- Controlar la acidez / alcalinidad de los material, desechos, etc. para hacer que los compuestos químicos malolientes sean más solubles en agua y menos propensos a evaporarse.

³⁶ *Ibíd.*

³⁷ Environment Agency – How to comply with your permit – H4 Odour Management, 2011.

- Incorporar tratamientos superficiales temporales para bajar la temperatura de la superficie o crear una barrera química.
- Reducir la superficie de un material oloroso (incluyendo la superficie de exposición o contacto al aire ambiente);
- Evite las actividades que generan turbulencia y/o que aumentan drásticamente el área de superficie expuesta.

C. Contención y reducción de la emisión de olor

Si no puede evitar producir niveles significativos de aire oloroso, se debe priorizar el contener las emisiones antes de tratarlas³⁸.

Como recomendación, se debe:

- Elegir métodos de contención y tratamiento de forma que pueda disponer de un tratamiento con el adecuado manejo de tasas de ventilación.
- Contener, canalizar o confinar de forma localizada desde una fuente emisora de olor, reduce el volumen de aire requerido para ser tratado, haciendo este proceso mucho más rentable y eficaz.
- Mantener cerradas las ventanas y puertas de los edificios utilizados para el confinamiento. Idealmente disponer de puertas con cierre automático.
- Incorpora la revisión de las tuberías, válvulas y tanques regularmente para detectar fugas y daños.
- En algunos casos, las medidas de contención hermética, como los recipientes a presión en una planta de digestión anaeróbica, no requerirán ventilación, excepto para transferir los gases producidos a un motor.

D. Tratamiento de fin de línea

Una vez identificadas y confinadas las emisiones que requieren de un sistema de tratamiento de fin de línea, se debe seleccionar la tecnología de reducción de olor que mejor se ajuste al nivel objetivo de reducción de olor y/o sustancias odorantes (gases) y cuyos costos permitan su implementación³⁹.

E. Condiciones de dispersión

Como una medida de favorecer las condiciones de dispersión, se pueden usar ductos o chimeneas que canalicen el aire oloroso y expulsarlas a una altura tal que permita que las emisiones de olor se dispersen antes de que lleguen al suelo.

Otra alternativa es que cuando sea posible, aumentar la distancia física a los receptores, esto también puede reducir la exposición. La recomendación para instalaciones futuras es proyectar la ubicación de las

³⁸ *Ibid.*

³⁹ Environment Agency – How to comply with your permit – H4 Odour Management, 2011.

unidades operativas lo más alejadas posibles del perímetro de la instalación y en consecuencia, de los receptores. Previo al diseño e instalación de las chimeneas de dispersión y/o de la modificación o planificación de posición de las unidades operativas, se puede a través de un modelo de dispersión, evaluar el efecto proyectado los beneficios de estas medidas⁴⁰.

Es posible evitar los impactos máximos programando las operaciones. Por ejemplo, suspender las operaciones cuando hay condiciones de baja dispersión y/o cuando la dirección del viento es hacia los receptores cercanos. Cuando esto sea parte de una estrategia de control, debe estar monitoreando el clima y los pronósticos para estar listo para tomar medidas rápidas.

Desarrollar un plan de comunicación interno y con la comunidad.

Es importante que exista un nexo con las personas que pueden verse afectadas por las actividades de una determinada instalación. Existen titulares que se relacionan con la comunidad como una cuestión de rutina e incluso tienen procedimientos bien establecidos para interactuar con el público y la comunidad en general.

Es probable que los vecinos de una determinada instalación perciban los olores de dicho lugar de manera muy diferente a la del titular o a su personal⁴¹. Para los vecinos, los olores pueden:

- Causar molestia
- Reducir la calidad de vida;
- Reducir los valores de la propiedad;
- Plantear inquietudes sobre la exposición a emisiones nocivas o tóxicas.

Como una efectiva medida de generar lazos colaborativos con la comunidad, es recomendable que los vecinos vean la instalación perteneciendo a la comunidad, en vez de un activo o una unidad totalmente externa y lejana.

Participar con la comunidad local y convertirse en un miembro activo de ella permite mitigar el impacto de sus actividades productivas y aumentar la tolerancia a los olores, especialmente cuando esos olores son relativamente transitorios u obedecen a eventos muy puntuales.

El compromiso puede incluir una amplia variedad de actividades, y la comunicación siempre es un aspecto clave. Esto significa ser una fuente confiable de información para la comunidad y estar disponible para escuchar lo que tienen que decir. Exactamente cómo establece los canales

⁴⁰ *Íbid.*

⁴¹ Environment Agency – How to comply with your permit – H4 Odour Management, 2011.

de comunicación depende de lo que el titular y la comunidad definan como vía.

La participación activa en la comunidad no solo ayuda a las personas a conocer la instalación, su función y personal, sino que también ayuda a las personas a comprender lo que ahí se hace. Algunos de los empleados pueden vivir en la comunidad circundante y pueden ser importantes embajadores en este proceso.

8.2.1.4 PGO – Etapa III: Seguimiento y control– reporte de gestión/mediciones

Toda gestión, actividad y/o sistema implementado con el objetivo de minimizar el potencial de generación de olores en un establecimiento es particular debe ir acompañado de un plan de control y seguimiento que permita mantener en el tiempo las medidas implementadas. De esta forma se asegura el mantener o mejorar las condiciones de funcionamiento y por otro lado, corregir posibles desviaciones y pudiesen generar escenarios odorantes desfavorables.

Las herramientas de seguimiento y control requeridas o sugeridas van a estar ligadas al objetivo que se desea evaluar. Por ejemplo, en la siguiente tabla se presentan objetivos de seguimiento y/o control y su recomendación de ejecución:

Tabla 100 – Objetivos a cumplir como seguimiento y/o control.

Por ejemplo, si se desea:	Lo que se sugiere realizar es:
Determinar la o las fuentes de mayor generación de olor	A través de muestreo y análisis de olfatometría para cálculo de emisiones de referencia (medidos) y/o cálculo de emisiones en base a factores de emisión (teóricos).
Investigar las fuentes y orientación predominante de impacto	Estimación de emisiones, monitoreo de olor perimetral, monitoreo meteorológico.
Estimar el impacto o alcance odorante	Mediante modelación de olor (en base a emisiones medidas o teóricas), método de la pluma.
Evaluar el impacto o alcance odorante	En base a método de la grilla, registro de quejas o reclamos, cuestionarios, entrevistas y/o encuestas a la comunidad.
Evaluar la exposición en los receptores	A través de encuestas en terreno, método de la grilla, monitoreo con olfatómetro de campo.
Verificar y controlar cumplimiento de BPO	A través de cumplimiento de APL si el sector o industria dispone de ello, cumplimiento de procedimientos, cumplimiento de periodicidad de chequeo, plan de mantención.

Por ejemplo, si se desea:	Lo que se sugiere realizar es:
Verificar y controlar cumplimiento de Tecnologías y niveles de reducción de olor en fuentes de emisión	A través de cumplimiento de APL si el sector o industria dispone de ello, cumplimiento de procedimientos, cumplimiento de periodicidad de chequeo, plan de mantención, cálculo de concentración y emisión de olor a través de muestreo y análisis de olfatometría dinámica, evaluación de Eficiencia de Remoción de Olor (%ERO), control de parámetros de diseño, control de variables de operación de diseño.
Evaluar procesos operacionales y de remoción de olor	Chequeo de parámetros y niveles de diseño, de operación y plan de mantención. Por ejemplo niveles de concentración de olor en [ouE/m ³] del aire a tratar, concentración de sustancias olorosas o gases en [ppm] o [mg/m ³] a tratar, control de temperatura, humedad, niveles de oxígeno, el pH, etc.
Hacer pruebas de seguimiento o rastreo de olor	Verificar si la percepción de olor tiene un alcance dentro o fuera de perímetro del establecimiento.

Fuente: Envirometrika, adaptado y complementado de Environment Agency – How to comply with your permit – H4 Odour Management, 2011.

Según lo anterior, el monitoreo y/o el plan de seguimiento y control puede tomar una variedad de formas diferentes acorde al objetivo establecido en el PGO. En la siguiente tabla se presenta un listado de actividades y alternativas de seguimiento y control orientadas a responder a los objetivos a evaluar.

Tabla 101 – Objetivos, parámetros y alternativas propuestas de seguimiento y control.

Status	Objetivo	Parámetros a cuantificar / evaluar	Alternativas de Metodologías (ver apéndice 3)	Alternativas de Actividades (ver apéndice 4)
Seguimiento y Control	Determinar la o las fuentes de mayor generación de olor / Compuestos gaseosos específicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Concentración de olor y/o compuestos gaseosos. - Calidad del olor (descriptores). - Intensidad. - Tono Hedónico. - Emisión de olor. - Ranking de emisiones. 	Alternativa 1 Alternativa 2 Alternativa 3 Alternativa 8	-
	Investigar las fuentes y orientación predominante de impacto	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones de olor. - Alcance odorante. - Variables meteorológicas. 	Alternativa 1 Alternativa 3 Alternativa 8 Alternativa 10 Alternativa 11	-
	Estimar el impacto o alcance odorante	<ul style="list-style-type: none"> - Alcance odorante (área y alcance máximo). - Pluma de olor. 	Alternativa 5 Alternativa 10	-
	Evaluar el impacto o alcance odorante	<ul style="list-style-type: none"> - Frecuencia de impacto en receptores (vía modelación). - Concentración de olor máxima en receptores (vía modelación). - Frecuencia de percepción de olor (vía método de la grilla). - Molestia por percepción de olor (registro de quejas, encuestas, etc). 	Alternativa 4 Alternativa 6 Alternativa 7 Alternativa 10	-
	Evaluar la exposición en los receptores	<ul style="list-style-type: none"> - Molestia por percepción de olor (registro de quejas, encuestas, etc). - Frecuencia de percepción de olor (vía método de la grilla). - Concentración de olor máxima en receptores (vía olfatómetro de campo). 	Alternativa 4 Alternativa 6 Alternativa 7	-
	Verificar y controlar cumplimiento de BPO	<ul style="list-style-type: none"> - Tareas y actividades comprometidas en APL. - Procedimientos internos para control operacional. - Periodicidad/frecuencia de chequeo. - Plan de mantención. 	-	Alternativa 12 Alternativa 13 Alternativa 14 Alternativa 17
	Verificar y controlar cumplimiento de Tecnologías y niveles de reducción de olor/gases en fuentes de emisión	<ul style="list-style-type: none"> - Procedimientos para control de funcionamiento. - Periodicidad/frecuencia de chequeo. - Plan de mantención. - Eficiencia de Remoción de Olor / Compuestos gaseosos. 	-	Alternativa 2 Alternativa 13 Alternativa 14 Alternativa 17
	Evaluar procesos operacionales y de remoción de olor / gases.	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros de diseño de tecnologías. - Procedimientos internos para control operacional. - Periodicidad/frecuencia de chequeo. - Plan de mantención. - Eficiencia de Remoción de Olor / Compuestos gaseosos. 	-	Alternativa 2 Alternativa 12 Alternativa 13 Alternativa 14 Alternativa 17
	Hacer pruebas de seguimiento o rastreo de olor / gases.	<ul style="list-style-type: none"> - Concentración de olor máxima en receptores (vía olfatómetro de campo). - Concentración de compuestos gaseosos (monitores estáticos o portátiles). - Alcance odorante (área y alcance máximo). - Pluma de olor. 	-	Alternativa 2 Alternativa 13 Alternativa 14 Alternativa 15 Alternativa 16 Alternativa 17

Fuente: Envirometrika, 2019.

8.2.1.5 PGO – Etapa IV: Plan de contingencia

El objetivo de esta etapa es reportar un plan de contingencia ante fallas operacionales en el que se pueda tener acciones para enfrentar los accidentes relacionados con olores. Este plan puede ser más adecuado para cubrir las fallas relacionadas con molestia por olores. En dicho documento se entrega la respuesta adecuada a una situación determinada como también al responsable que debe adoptar las medidas preventivas después de un incidente.

Para lo anterior, las principales actividades sugeridas son:

- Definir los alcances del plan de contingencias.
- Establecer las unidades de procesos que están asociadas al plan de contingencias.
- Definir las medidas de contingencia.

A. Definir alcances del plan de contingencias.

Establecer los alcances que cubre el plan de contingencia, entre ellos, definir:

- Qué se entiende por contingencia o evento de olor, esto implica definir las condiciones que se deben dar para que se declare una contingencia.
- Cuáles son las posibles causas (por ejemplo fallas humanas, fallas operacionales, etc).
- Cuáles son los objetivos del plan de contingencia.
- Quienes son los responsables de dar cumplimiento el plan de contingencia.
- Quienes son responsables de ejecutar las actividades descritas en el plan de contingencia.
- Cuáles son los plazos de cumplimiento de las medidas de contingencia a adoptar.
- Cuál es el indicador de éxito de la contingencia.
- Definir la vía comunicacional a la comunidad y a la autoridad.

B. Establecer las unidades de procesos que están asociadas al plan de contingencias.

En base a las unidades de procesos asociadas al establecimiento, se debe tener claridad de cuales son aquellas unidades susceptibles de generar potenciales eventos de olor. Al respecto se debe considerar:

- Identificar los procesos críticos.
- Identificar las fuentes de potencia generación de olor.
- Identificar los horarios de proceso de las unidades o fuentes involucradas.
- Definir alternativas de solución del posible evento de generación de olor.

C. Definir las medidas de contingencias.

Acorde al tipo de evento, causa y de las condiciones dadas al momento de generarse la contingencia se debe definir las medidas a implementar:

- Acción inmediata, por ejemplo, detener la operación de la planta, detener la operación de la unidad de operación, etc.
- Establecer la medida de contingencia acorde a la condición que generó el evento de olor.

8.2.1.6 Apéndices

Apéndice 1 – Metodología para determinar distancia del establecimiento y receptor.

Determinación del punto central de una instalación.

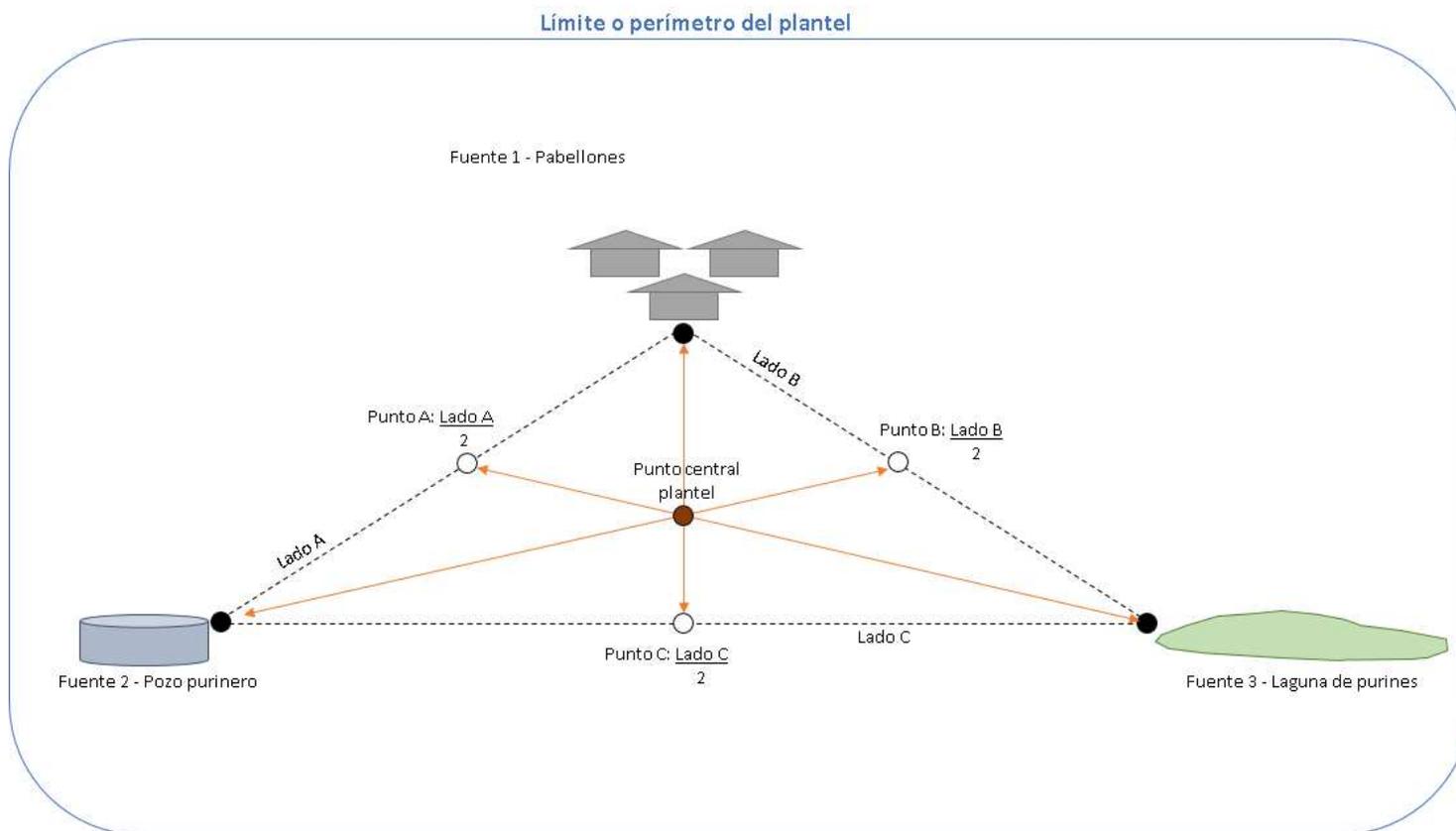
a) Establecimiento con una única fuente de emisión:

En caso de que exista una única fuente (baja probabilidad que así sea), la coordenada central de dicha fuente será este el punto definido como punto central.

b) Planteles con más de una fuente de emisión:

En el caso de un plantel con más de una fuente de emisión, como hace referencia la EPA de South Australia *“Un límite de actividad incluye todas las actividades y operaciones relacionadas de las cuales pueden surgir emisiones residuales de aire o ruido. Engloba todas las fuentes de emisiones potenciales, como plantas y equipos, edificios, pilas, reservas y vías de acceso. Por ejemplo, es una práctica normal cuando se evalúa que los planteles de cerdos consideren los impactos de las lagunas de efluentes como parte integral de los efectos asociados con un cobertizo (pabellones) para cerdos”* implica o se recomienda considerar el centro geométrico de los planteles como punto central de emisión calculado en base a la determinación de un polígono donde cada vértice es cada una de las unidades de emisión más próximas al perímetro (en todas las direcciones) del plantel.

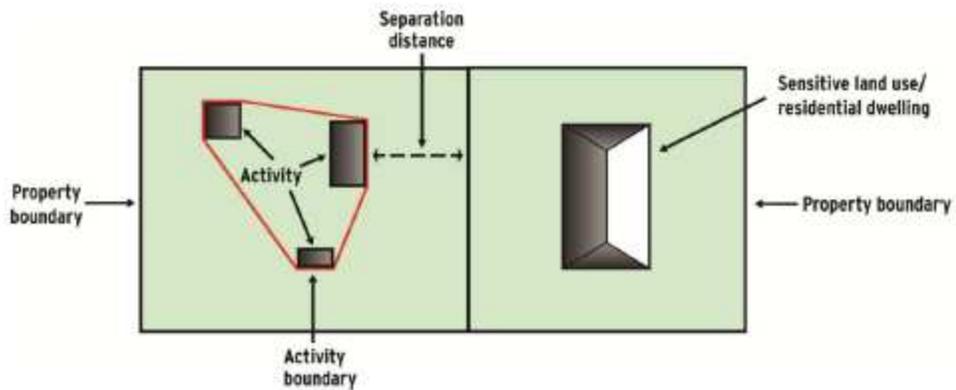
Figura 60 – Ejemplo para un plantel de cerdos con distribución triangular de sus fuentes.



Cálculo de distancia a los receptores cercanos

La distancia a los receptores cercanos, acorde a la guía EPA de Victoria “Recomendación de distancias de separación para emisiones de aire industrial” y llevado al presente objetivo, se puede evaluar mediante 2 métodos:

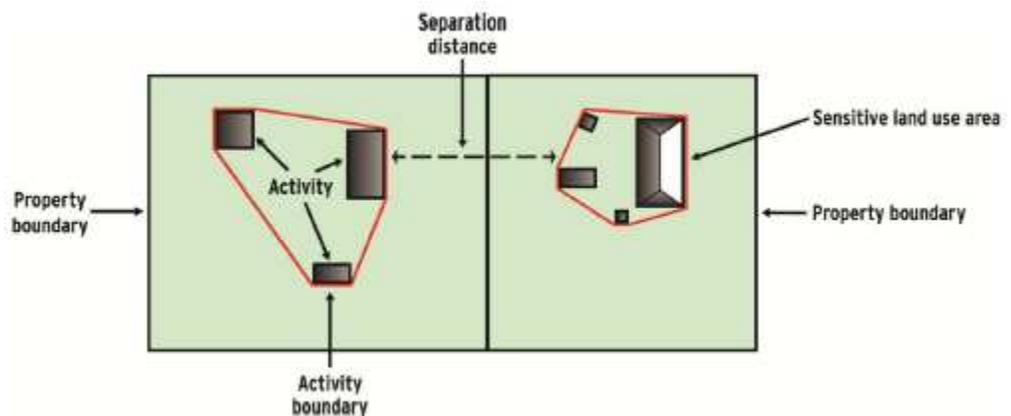
Método 1: Desde el límite de la actividad (en este caso del plantel) al límite de la propiedad del receptor.



Fuente: EPA Victoria, 2013.

Método 2: Desde el límite de la actividad (plantel) al límite del receptor.

Para el presente estudio, al no disponer del perímetro exacto de cada plantel de cerdos catastrado, se ha evaluado la distancia al receptor mediante distancia lineal desde el centro geométrico de cada plantel y hasta el límite de cada receptor, es decir, en base al método 2.



Fuente: EPA Victoria, 2013

Apéndice 2 – Formato Reporte de Reclamos por Olores.

Formato Reporte de Reclamos por Malos Olores	
Hora y fecha del reclamo:	Nombre y dirección del denunciante:
Número de teléfono del denunciante:	

Fecha de percepción del mal olor	
Hora de percepción del mal olor	
Ubicación del mal olor, si no la dirección antes mencionada	
Condiciones climáticas (es decir, seco, lluvia, niebla, nieve)	
Temperatura (muy caluroso. Caluroso, templado, frío o grados si se conocen)	
Fuerza del viento (ninguna, claro, firme, fuerte, ráfagas)	
Dirección del viento (por ejemplo, desde NE)	
Descripción del mal olor de parte del denunciante: * ¿Qué olor se percibe?	
* Intensidad del olor 0: Sin olor 1: Muy suave 2: Suave 3: Medio 4: Fuerte 5: Muy fuerte	
* Duración del olor(tiempo)	
* Constante o intermitente en este período	

* ¿Tiene el denunciante algún otro comentario sobre el mal olor?		
¿Tiene otros reclamos relacionados con la instalación o el lugar? (ya sea con anterioridad o en relación con la misma exposición)		
Cualquier otra información que considere pertinente		
¿Acepta que el mal olor probablemente provenga de sus actividades?		
¿Qué estaba ocurriendo en el lugar en el momento en que se percibió el mal olor?		
Condiciones del proceso operativo en el momento que se produjo el mal olor (por ejemplo, velocidad de flujo, presión de la entrada y presión de la salida)		
Acciones tomadas		
Formulario completado por:	Fecha:	Firma:

Apéndice 3 – Tabla resumen alternativas de metodologías y medición propuestas.

Tabla 102 – Alternativas propuestas de metodologías y medición.

Alternativa	Metodología	Método de Medición / Evaluación	Norma / Guía de referencia	Variable a medir / Controlar	Parámetros asociados a resultados
1	Muestreo estático para olfatometría	Instrumentos de muestreo y proceso de toma de muestra	NCh3386:2015 VDI4285:2011	Olor	- Concentración de Olor - Calidad del Olor (descriptores) - Intensidad del Olor - Tono Hedónico - Emisión de Olor
2	Determinación de concentración de compuestos gaseosos	Cromatografía gaseosa, Celdas electroquímicas, Fotoionización, tubos colorimétricos, etc.	Según compuesto gaseosos.	Compuesto gaseoso.	- Concentración de gas (compuesto gaseoso).
3	Determinación de concentración de olor por olfatometría dinámica	Análisis de laboratorio	NCh3190:2010	Olor	- Concentración de Olor - Emisión de Olor - Comparación entre muestras.
4	Medición del impacto de olor mediante inspección de campo - Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles - Método de la grilla.	Medición en terreno	NCh3533:2017 Parte I	Olor	- Horas de Olor - Frecuencia de percepción de olor.
5	Medición del impacto de olor mediante inspección de campo - Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles - Método de la pluma.	Medición en terreno	NCh3533:2017 Parte II	Olor	- Horas de Olor - Alcance de pluma de olor.
6	Evaluación de la molestia por olores - Encuesta	Levantamiento de la molestia	NCh3387:2015	Olor	- Nivel de molestia por olores
7	Efectos y valoración del olor - Procesamiento de quejas del olor.	Catastro de quejas	VDI3883:2017 Parte IV	Olor	- Quejas por olor
8	Estimación de emisiones de olor	Estimación de factores de emisión de olor justificados	Guía para predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA	Olor	- Emisión de Olor
9	Eficiencia de Remoción de Olor (ERO)	% ERO	NCh3386:2015 VDI4285:2011 NCh3190:2010	Olor	- Concentración de Olor
10	Modelación del Impacto Odorante	Proyección del alcance odorante	Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA	Olor	- Área de influencia - Área de impacto - Frecuencia/exposición de impacto - Conc. máxima en receptores
11	Medición de variables meteorológicas	Registro de datos meteorológicos	Manual de garantía de calidad para el aire - Sistemas de medición de la contaminación. US-EPA	Variables meteorológicas	- Temperatura ambiente - Dirección del viento - Velocidad del viento - Humedad Relativa ambiente

Apéndice 4 – Alternativas de actividades en PGO.

Tabla 103 – Alternativas propuestas de actividades a cumplir en un PGO.

Alternativa	Actividades	Instructivo / Guía / Referencia	Criterio de evaluación	Variable a medir / Controlar
12	Acuerdo de Producción Limpia	APL Implementación de buenas prácticas agropecuarias en el sector de producción porcino intensiva.	Cumplimiento de tareas, actividades y/o plazos comprometidos en APL.	Operacionales
13	Plan de control de variables operacionales	Plan interno con instructivos, procedimientos, registros y plazos definidos para el control y/o seguimiento de las variables operacionales.	Disponer de antecedentes para dar cumplimiento.	Operacionales
14	Chequeo de variables operacionales	Chek List de variables y/o parámetros operacionales a controlar.	Establecer grado de cumplimiento.	Operacionales
15	Plan de control de parámetros de diseño	Plan interno con instructivos, procedimientos, registros y plazos definidos para el control, seguimiento y cumplimiento de las variables de diseño.	Disponer de antecedentes para dar cumplimiento.	Diseño
16	Procedimientos de chequeo de parámetros y niveles de diseño	Chek List de variables y/o parámetros de diseño a controlar.	Establecer grado de cumplimiento.	Diseño
17	Plan de mantención	Plan interno con instructivos, procedimientos, registros y plazos definidos para el plan de mantención de las unidades operativas y de mitigación/reducción de olores.	Disponer de antecedentes para dar cumplimiento y establecer grado de cumplimiento.	Operacionales

8.3 Conclusiones

El planificar las acciones a realizar, definir quiénes serán los responsables, capacitarles y comunicar el plan de manejo de olores constituye una herramienta sólida para la industria. Básicamente, un PGO sigue las etapas básicas de la gestión aplicable a cualquier materia cuyos pasos son; a) Planificar y para ello identificar las desviaciones bajo condiciones normales y eventuales, desarrollando un documento con las medidas de control en cada caso. b) Actuar; aplicando si se da el caso la medida de control específica. c) Chequear; verificando los indicadores que se hayan establecido y d) Revisar y asegurar que las medidas han sido efectivas.

Es un proceso iterativo que aplicado adecuadamente es una herramienta útil y auto reguladora, requiriendo disponer de muy pocos recursos externos ante eventualidades; sino que requiere que el operador siga las instrucciones y enfrente las situaciones, sin riesgo de tener que suspender o detener las actividades normales. Es un plan que se establece y de producirse un evento de olor, se procede a controlar la situación y evitar que se generen quejas.

9 CAPITULO IX: ANTECEDENTES PARA LA PROPUESTA DE NORMA

9.1 Propuesta de alcance normativo

A) Contaminante a regular

A nivel internacional no está claro que el Amoníaco (u otros gases odorantes) y el olor, estén necesariamente relacionados. El Amoníaco tiene un componente oloroso, pero no se cree que sea realmente importante para el olor, sólo sería importante debido a sus efectos en las áreas naturales. Sumado lo anterior al hecho de que los compuestos detectados en la crianza de cerdos son de amplio y variado número, que es difícil definir cuáles compuestos son los indicadores de cada etapa y que las emisiones odorantes emitidas en la crianza de animales son una mezcla compleja de más de 150 componentes en diferentes concentraciones, entonces, incluso si se conocen todas las sustancias químicas no es posible determinar la percepción del olor basándose en la concentración de sustancias individuales porque el olor es una reacción fisiológica humana y no tiene propiedades materiales.

Por todo lo anterior, se sugiere normar “olor” si el objetivo está centrado en limitar y reducir incidencias por exposición a niveles de molestia en la comunidad.

Es importante establecer que los malos olores no producen la muerte, sí producen alteración del bienestar, según indica la propia definición de la OMS. El umbral de detección puede ser tan bajo como en ppb o incluso a niveles ppt en los odorantes producto de la crianza de cerdos. Efectos como el insomnio, mal humor, dolor de cabeza, irritación de las mucosas, tendencia a desarrollar situaciones de estrés, náuseas, vómitos, reacciones aparentemente neurotóxicas; tales como comportamiento evasivo, pérdidas de memoria o problemas de concentración, interacciones con otros sistemas sensoriales o biológicos que provocan cambios de hipersensibilidad y cambios en las pautas de respiración, alteran este bienestar, y en consecuencia, nuestra percepción en la calidad de vida.

Los olores y su regulación, a nivel internacional, no están basados en la toxicología, entre otros, debido a que la detección del olor se produce en una etapa mucho más temprana (detección a niveles de ppb); y es la percepción de ciertos olores, a concentraciones sumamente bajas, lo que genera alerta en el individuo. En el caso de los olores ofensivos, es vital tener en cuenta los mecanismos no toxicológicos, los cuales se asocian con efectos sobre la calidad de vida de las personas, familias y comunidades. La OMS sugiere usar gradientes biológicos en los estudios de evaluación ambiental, lo cual ayuda a proponer una asociación causal para riesgos ambientales de la salud dando peso a la evidencia.

Lo que ocurre es que una de las funciones principales de nuestro sentido del olfato, es advertir la presencia de compuestos tóxicos y antes de que dichos compuestos puedan dañarnos. Entonces existe una alta sensibilidad hacia los odorantes, y sobre todo los asociados con procesos de descomposición, como, por ejemplo, el compuesto tóxico ácido sulfhídrico (H₂S). Sin embargo, el OTV o umbral de detección de este compuesto es de 0,4 ppb, mientras que los efectos toxicológicos se asocian a concentraciones superiores a 15 ppm. De esta forma, se manifiesta claramente que la toxicología y el olor

no son conceptos correlacionados, ya que la mayoría de los miles de compuestos odorantes identificados, reiteramos, son detectables en concentraciones muy por debajo de la concentración a la cual, dichos compuestos, se vuelven toxicológicamente relevantes.

En el caso de compuestos potencialmente relevantes desde el punto de vista de la toxicidad, existe una legislación específica para limitar la exposición, basada en las relaciones dosis-efecto de la toxicidad. Esto aplica a compuestos como SO₂, H₂S y NH₃. Se debe tener en cuenta que estos 3 compuestos pueden ser relevantes como un "odorante" o irritante en el caso de NH₃ y SO₂, ya que son compuestos que activan las sensaciones del nervio trigémino, a niveles que pueden estar dentro de los límites de calidad del aire basados en la toxicidad; (considerando que SO₂ y NH₃ tienen umbrales de detección sensorial de alrededor de 1 ppm).

Un ejemplo práctico es el gas (propano) combustible de las cocinas, al cual se le añaden sustancias olorosas que permiten advertir posibles fugas, en concentraciones siempre muy por debajo del límite de explosividad.

Por otra parte, existen otros compuestos tóxicos relevantes, como puede ser el CO, el cual no genera ningún tipo de respuesta olfativa, ya que es inodoro incluso a concentraciones letales.

No es correcto entonces relacionar molestia y efectos toxicológicos en la salud, son dos cosas diferentes, ya que un efecto toxicológico está referido a un gas (odorante o no). La molestia aparece mucho, mucho antes que los efectos tóxicos sobre la salud.

El objetivo de un criterio de calidad ambiental odorante es evitar que se produzca un olor medible, así como la consecuente respuesta de molestia, claramente significativa desde el punto de vista estadístico.

Las Tablas N° 79 y 80 muestran algunas de las referencias internacionales de normativas de olores, aplicado en ganadería.

El valor límite en normativas internacionales proporciona un nivel general de protección ante molestia por olor para el público en general, para limitar el porcentaje de personas (10% o menos) que experimenten alguna forma de molestia inducida por olores. El límite se utiliza como objetivo de calidad ambiental para todas las situaciones y entrega un punto de partida. En general la estructura de valores límite es: Valor objetivo (ejemplo): C 98, 1 hora < 3 [ouE / m³]

El valor límite se alcanza cuando la exposición al olor calculada para todas las ubicaciones de los receptores al olor es inferior a una concentración de olor promedio por hora.

Internacionalmente facilita el uso, las reglas y la proyección del industrial, al tener definiciones claras de zonas para uso específico de ganadería, por ejemplo. Para quienes elijan esas zonas supone además un cierto grado de aceptación de la naturaleza rural de su entorno de vida, basado en los estudios de dosis-efecto (como los realizados en Europa). Esto facilita la aplicabilidad de medidas e implementación de normas límites.

Se ha incorporado a nivel internacional el factor de gradualidad en la aplicación y la diferenciación del valor límite entre proyectos en operación y futuros o inexistentes.

El objetivo de los criterios límite de exposición a los olores es proporcionar un marco que se pueda utilizar para alcanzar una calidad ambiental general, al tiempo que se reconoce

que en algunos casos las unidades de producción de cerdos existentes pueden necesitar un período de tiempo para alcanzar ese objetivo. En algunos casos, el tiempo permitido ha debido tomar en cuenta el ciclo de reemplazo normal de activos para el alojamiento de animales y permitir la implementación de una solución estructural, evitando la destrucción de bienes de capital.

Actualmente, a nivel internacional el marco regulatorio que aplica a la calidad del aire está claramente diferenciado en cuanto a:

- La calidad del aire basado en los efectos sobre la salud pública debido a la toxicidad de los compuestos y la exposición,
- Las molestias asociadas a olores.

En este sentido, el marco reglamentario para limitar el impacto de los malos olores en los Países Bajos (y también en Alemania), pretende explícitamente el que para olores se limite la molestia.

B) Sector a regular

El catastro de planteles y producción de cerdos y aves en Chile, presentado en este reporte, es mayoritariamente representativo para la industria de cerdos respecto de la de aves.

Dada las diferencias desde el punto de vista odorante entre la crianza de aves y de cerdos, que la información levantada de la industria avícola fue mínima como para definir de forma confiable la actividad en Chile, se propone realizar un estudio posterior, para sólo aves que permita levantar la realidad nacional e internacional, comparar las actividades nacionales y extranjeras, desarrollar en plenitud el catastro (pollos, pavos, otros) según la producción en Chile y según la crianza (carne, ponedoras, reproductora). Se propone así levantar las localizaciones y proyecciones para definir con una amplia latitud de información, criterios adecuados y específicos, en la industria avícola.

Tal y como indicado antes, existen diferencias significativas en la crianza de aves y cerdos y esto se refleja en las emisiones, impacto y grado de molestia por olores. Al comparar datos de bibliografía Europea de tasas de emisión, entregan una relación aproximada de 1:3 ave:cerdo. Hay importantes diferencias en la huella hídrica entre ambas crianzas, siendo casi nula en aves. Se diferencian en cantidad de días de crianza, tipo de compuestos generados, emitidos, cómo y dónde impactan, tipo de planteles y su manejo, tipo de desechos, puntos críticos generadores de olor, tratamiento posterior de desechos y residuos, Buenas Prácticas de Manejo (BPM), tecnologías de tratamiento, entre muchos otros. Para las operaciones y manejo de cómo se realiza en Chile el levantamiento de datos de emisión es en general bajo, y en aves, especialmente reducido. La información de emisiones de olor, especialmente para aves, de la que se pudo disponer fue escasa y poco detallada.

Del catastro de denuncias; las ocasionadas por la industria porcina alcanzan a nivel nacional el 51% y la avícola el 35%, y se concentran en la Región Metropolitana.

En Chile existirían 110 planteles de cerdos pertenecientes a 59 titulares, el número de sectores que componen estos 110 planteles, son 201. Predominan aquellos planteles destinados a la crianza y engorda de animales, seguidos de planteles con sistema de ciclo completo (reproducción-crianza-engorda) y finalmente de reproducción.

El crecimiento en la producción se aprecia en alza para las aves, no tan claramente en cerdos para los cuales se perfila un estancamiento en la tendencia al alza a partir de 2012. Pudiera haber sido consecuencia de lo ocurrido en Freirina y con ello súrgela consecuente necesidad de definición de reglas claras en el tema de molestia por olores, referido a niveles permitidos, clasificación territorial, cómo evaluar, qué evaluar, dónde evaluar, lo que permitiría proyectar futuras instalaciones y a la industria el poder proyectarse con reglas claras. Existe hoy una demanda no cubierta cercana al 23% con lo que se proyecta un incremento progresivo tanto en los niveles de producción como de consumo interno y exportación.

Por todo lo antes expuesto, se recomienda comenzar por regular el sector porcino dejando para una fecha posterior lo referido a aves.

C) Ámbito territorial

Se propone un ámbito de cobertura a nivel nacional.

El total de planteles de cerdos a nivel país asciende a 110 planteles distribuidos en 7 regiones, siendo las regiones de O'Higgins (42%) y Metropolitana (35%) las que concentran el 76%.

La distancia entre planteles, es menor a 1 km para 18 planteles en la RM y Región de O'Higgins, en el resto las distancias de separación es igual o supera 1 [km] entre sí.

D) Receptores

Los receptores son aquellos puntos o áreas de interés dentro de la zona de estudio. Según la norma de emisión de ruido, y adaptando el concepto al ámbito de los olores, podemos definir un receptor como: toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta a olores generados por una fuente emisora de olor externa.

En la norma de ruido, se categorizan las zonas donde se encuentra ubicado el receptor, cuya clasificación es la siguiente:

- **Zona I:** aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.
- **Zona II:** aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona I, Equipamiento de cualquier escala.
- **Zona III:** aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
- **Zona IV:** aquella zona definida en el instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o de Infraestructura.

- **Zona Rural:** aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo.

Por otro lado, un receptor puede variar en su sensibilidad a los olores, dependiendo del uso de la tierra en la que habita, sea ésta residencial, industrial, etc⁴².

Para un total de 110 planteles, con 89 planteles georreferenciados se tiene que: Distancia al receptor más cercano es 0 a 250 m en 21 planteles (24%). Distancia entre 251 y 500 m en 26 planteles (29%). Distancia entre 501 y 750 m en 18 planteles (20%), con esto se tiene el 75% de planteles con un receptor a distancia menor o igual a 750 [m].

Como se comentó antes, la mirada internacional es que cualquier receptor tiene derecho al mismo nivel de protección. Lo diferente es lo que se decida a nivel de legislación (ejemplo: grupo de casas superior a XX, núcleos poblacionales superiores a XXX, etc), y es una decisión que involucra a todos los organismos (MINSAL, MMA, SMA y especialmente planificación territorial). De poco serviría legislar en el receptor más próximo si luego se construyen nuevas viviendas en zonas de proximidad.

El foco principal siempre será reducir o eliminar la molestia a cualquier posible residente, y esto requiere estudios de dosis y sus respuestas que generarán datos y se podrá analizar y redefinir a partir de estos.

⁴² Institute for Air Quality Management. (2014). *Guidance on the assessment of odour for planning*. Institute for Air Quality Management (AIQM), UK.

9.2 Propuesta de medidas a incluir

A) Valores límites de emisión

Según el reglamento de normas DS 38/2013 MMA, considera que “el efluente de la fuente emisora considerará no sólo lo emitido o descargado por los caños, ductos o chimeneas de la fuente, sino que abarcará lo emitido o descargado por cualquier otra vía, siempre que sea posible calcularlo e imputarlo a la fuente emisora” por ello se propone la elaboración de una norma de emisión.

Valores límite, aplicados en ganadería a nivel internacional son los que se indican en las tablas 77 y 78 del capítulo VI.

Internacionalmente se sostiene que $C_{99.5}$, 1 hora $< 0.5 \text{ ouE/m}^3$ es un valor asociado a un índice de quejas bajo, y un valor C_{98} , 1 hora $\leq 5 \text{ ouE/m}^3$ conlleva una alta probabilidad de quejas.

A nivel nacional; de los 6 proyectos en planteles de cerdos ingresados entre 2010 y 2017 al SEIA y aprobados (Nº de RCA: 10/2014, 175/2013, 291/2014, 47/2015 y 425/2016) 92/2018, el titular incluye un límite a cumplir en el receptor más cercano de 3 [ouE/m^3] en 2 proyectos, 6 [ouE/m^3] en un proyecto y 8 [ouE/m^3] en 3 de ellos. Al comparar límites presentados y propuestos, 4 de los 6 proyectos no cumplirían con el criterio de calidad límite presentado en los respectivos estudios.

Al analizar los estudios presentados bajo la lógica de la Guía SEA 2017, hay 6 proyectos cuyos alcances técnicos no permitirían evaluar el impacto odorante ya sea porque se excluyeron o no incorporaron el muestreo de todas las fuentes de emisión, el ejecutar un muestreo directo en fuentes existentes y no usar factores, el no uso de factores de emisión representativos de la operación, metodología de muestreo acorde al tipo de fuente, adecuado modelo de dispersión, el no uso de equipos de muestreo cumpliendo NCh 3386. La recomendación sería contar con datos meteorológicos observados para, junto a datos de meteorología de altura, ingresar al modelo, aplicar lo indicado en la Guía SEA, incorporando las consideraciones técnicas que se especifican en la NCh 3190 para el análisis y NCh 3386 para el muestreo, en especial en lo referido a cantidad de muestras y tiempos máximos de 6 h entre el muestreo y análisis.

Si bien este último punto es un factor de mayor costo en algunos casos, no es menos cierto que las decisiones que se toman a partir de este tipo de resultados muchas veces implican la definición de recursos a futuro, que justifica plenamente el costo de un muestreo que cumpla con reglas de calidad mínimas, probadas y establecidas nacional e internacionalmente.

Se sugiere establecer una Guía de recomendaciones para levantar las emisiones en la industria, de tal forma que el industrial evalúe el aplicarla considerando lo anterior.

A.1) Localización territorial del Impacto de Olor: La política de olores general en 28 países de América, Europa, Oceanía, Asia, África y Medio Oriente se categorizan en cinco enfoques principales (estándar de impacto máximo, distancia de separación, emisión máxima, molestia máxima, tecnología) utilizados dentro de las jurisdicciones, además de los principios de la Ley de Molestia. El enfoque más común hacia la evaluación de los riesgos de impacto de olor es el estándar de impacto máximo con la aplicación de límites de concentración de olor en el aire ambiente, que se establecen según los criterios de impacto de olor OIC (de su sigla en inglés Odour Impact Criteria). Los umbrales de concentración de olor, los percentiles y los factores peak comprenden un amplio rango de valores. Las pautas desarrolladas para la evaluación de impacto no están diseñadas para satisfacer cero olores, sino más bien para minimizar el efecto molesto a niveles aceptables para una variedad de receptores sensibles en la región circundante de las fuentes de olores.

Tabla 104 – Resumen de criterios normativos en ganadería a nivel internacional.

Criterio Normativo	Uso de Suelo	Actividad Industrial	Industrias Nuevas / Existentes	Distancia Receptores	Densidad Poblacional	Nivel de Ofensividad
Descripción	Regulado por instrumentos de planificación territorial. Ejemplo: - Área Rural / Residencial - Zona Industrial - Zona Agrícola.	Según tipo de actividad. Ejemplo: - Ganadería - Agricultura - Acuicultura - Silvicultura	Diferenciado para proyectos en operación y futuras.	Distancia a los receptores más cercanos a la actividad industrial a desarrollar.	Criterio de impacto de olor definido por la cantidad de habitantes. Ejemplo: <12.00 - >2.000	Criterio Normativo según Ofensividad, ejemplo: “moderadamente ofensivo”.
Países	Holanda Dinamarca España/* Colombia Nueva Zelanda Alemania Canadá Israel Italia	Australia (Victoria) Irlanda Bélgica (Wallon) Bélgica (Flanders)	Francia Irlanda Bélgica (Flanders) Israel Italia	Noruega Canadá	Australia (Nuevo Gales y Sur de Australia)	Inglaterra España Colombia

Fuente: Envirometrika, 2019 a partir de M. Brancher et al, Chemosphere 2016.

De acuerdo a lo expuesto en capítulo II la distancia de los planteles a receptores es cercana, destacando que el 20% de los planteles se encuentran a una distancia menor o igual a 250 [m] respecto al receptor más cercano y un 26% en un rango entre 250-500 [m].

Las regiones con mayor cantidad de planteles de cerdos son O'Higgins y Metropolitana, concentrándose en las comunas de Melipilla y San Pedro para el caso de la región Metropolitana y en Sn. Fco de Mostazal, Pichidegua y Rancagua, para el caso de la región de O'Higgins.

- B) Medidas asociadas a MTDs: Según reglamento de normas DS 38 “Se deberán, además, considerar las condiciones y características ambientales propias de la zona en que se aplicarán dichas normas de emisión, pudiendo utilizarse las mejores técnicas disponibles a la época de su dictación, como criterio para determinar los valores o parámetros exigibles en la norma, cuando corresponda” En este sentido cobra relevancia el capítulo sobre MTD, y la caracterización tecnológica del sector. De manera que se suba el estándar operacional de los planteles.

A nivel internacional, como se detalla en la Guía de MTD del Sector Porcino del Ministerio del Medio Ambiente de España y la guía BREF (Best Available Techniques –BAT-Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs, European Commission), la tendencia está orientada a expresar las medidas para la gestión de olor como % de reducción de olor y no como valor absoluto, de manera de evaluar la implementación de medida acorde al objetivo requerido y en términos de eficiencia, y a su vez son enfáticas en indicar que no se proponen valores límites de emisión. Por eso las medidas se expresan como reducción de olor en el punto emisor (alojamiento, tratamiento, disposición de residuos).

En Chile, las principales MTD por tamaño de plantel son:

- a) Planteles pequeños: predomina la separación de sólidos como tratamiento o manejo de purines y principalmente buenas prácticas operacionales como lavado de pabellones mediante Hidrolavadoras, cierres o coberturas de unidades expuestas al ambiente, encalado de residuos y/o mortalidad, etc. En menor proporción se hace referencia al manejo a través de Biodigestión anaeróbica y manejo de purines mediante bacterias.
- b) Planteles medianos: destaca el proceso de biodigestión anaeróbica junto a algunas buenas prácticas como encalado de residuos/mortalidad y cierre o cobertura de unidades con exposición al ambiente.
- c) Planteles grandes: en términos generales, destaca el tratamiento de purines por biodigestión aeróbica a través de la operación de Plantas de Lodos Activados.

En términos generales, de las tecnologías como MTD, las más utilizadas y efectivas para la reducción de olor son las Plantas de Lodos Activados y Biodigestores anaeróbicos, en planteles grandes y medianos respectivamente, y por su lado, en planteles pequeños predominan las buenas prácticas siendo la limpieza permanente de pabellones, el confinamiento y el encalado, las medidas más efectivas.

Considerando la eficiencia en términos de reducción de olor como medidas específicas, se tiene lo siguiente:

MTD	Nombre MTD	Reducción de Olor
BP	Limpieza en Pabellones	90%
BP	Aplicación purines al campo mediante localizador de manguera	55 a 60%
T	Biofiltro Biológico	Desde 90%
T	Sistema Biotrickling	45 a 76%
T	Cobertura Lagunas	50-90%
T	Biofiltro Carbón Activo	90%
T	Sistema Automatización Agentes Neutralizantes	50%
T	Separación mecánica Sólido-Líquido	<50%
T	Compostaje	25 a 50%
T	Biodigestor (Aeróbico o Planta de Lodos Activados – Anaeróbico)	70 a 84%

Donde BP: Buena Práctica y T: Tecnología

Por su lado, acorde a la información contenida en el documento APL nacional del sector porcino (2005), específicamente en el anexo 8 de dicho documento, se tiene que entre las medidas destacadas para la reducción de olores se encuentran:

- Digestión anaeróbica.
- Digestión aeróbica.
- Biofiltros.
- Lavadores de gases (biológicos y químicos).
- Cubiertas geotextiles.
- Cubiertas plásticas.
- Etc.

Como se puede observar, tanto en la recopilación de antecedentes para el presente informe a nivel internacional como en la información contenida en el APL del sector porcino nacional, se tiene que las MTD están orientadas a la etapa de tratamiento de residuos principalmente, que según lo levantado, sería la etapa de mayor generación de olor, por lo anterior se recomienda considerar el evaluar medidas de reducción de olor en % basados en dicha etapa.

Finalmente, se recomienda para toda actividad industrial potencialmente generadora de olor y emisión directa al aire ambiente, se incluye el sector porcino, implementa un Plan de Gestión Odorante (PGO) que permita responder las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es mi situación odorante? (Cómo estoy)
- ¿Qué medidas de mejora y/o de control necesito implementar? (Qué hacer)
- ¿Qué herramientas de seguimiento y control debo implementar? (Cómo controlar)
- ¿Quién es el responsable de cada etapa? (Quién)

Para dar respuesta a estas interrogantes el resumen del contenido de un PGO es:

- a) Diagnosticar la situación odorante: Caracterización de las fuentes de emisión de olor, levantamiento de las emisiones y/o caracterización del entorno.
- b) Definir las medidas a implementar: Establecer MTD a implementar ya sea como buenas prácticas operacionales y/o como tecnologías para el tratamiento de olor.
- c) Definir las herramientas de seguimiento y control: Previa definición de los respectivos indicadores de éxito, como reducciones porcentuales en la emisión de olor o eficiencia en la remoción, se deben considerar las vías de seguimiento y control de las medidas implementadas.
- d) Definir Plan de Contingencia: Todo PGO, independiente del grado de actividades y medidas que este incluya, debiese considerar las medidas de contingencia que en caso de eventos no controlados y que permita re-direccionar las operaciones.

La sugerencia es que todo plantel de crianza intensiva de animales implemente un PGO como medida de gestión ambiental para el manejo de sus emisiones. A su vez, se recomienda presentar la información más relevante de dicho PGO a la autoridad ambiental como mínimo en forma anual (idealmente en forma semestral) a través de sistemas simples de ingreso de información, por ejemplo a través de formulario un *On Line*.

El nivel de profundidad de dicho PGO junto con las actividades específicas, debiese ser acorde al tamaño del plantel y a las características propias de cada establecimiento.

9.3 Costos asociados a la regulación

Los beneficios de prevenir, normar y reducir la molestia por olores, se pueden establecer aparte de lo mencionado antes respecto del “bienestar” de la comunidad, también en costos. Los impactos y las acciones asociadas con "olores" pueden subdividirse en varias categorías o componentes de costos. Muchos de estos costos, como gastos médicos o legales, se producen como resultado directo de las respuestas que la gente hace para hacer frente a los olores "ofensivos". Estos son costos que la gente elige incurrir para aliviar el negativo impactos de los olores. Sin embargo, hay otros costos, importantes, como la devaluación de la propiedad y la interferencia con el desarrollo de la comunidad, que no están directamente relacionadas con lo voluntario. Estos son los costos de las oportunidades perdidas, y son impuestos por el sistema. Vemos entonces que el beneficio de prevenir molestia por olores beneficia a todos los stakeholders.

9.4 Beneficios aplicados a la regulación

9.4.1 Experiencia Holandesa

En la década de los años 70 Holanda comenzó a preocuparse de la contaminación por olores molestos convirtiéndose en el primer país europeo en desarrollar este tema. Países Bajos se centraron en el sector de la ganadería intensiva para aplicar la primera regulación específica de olores, y en 1971 se impuso una directriz a las explotaciones ganaderas nuevas y existentes, debido principalmente al volumen del sector de producción porcino. Esta directriz estableció la distancia mínima de separación entre las zonas residenciales y las instalaciones ganaderas, en función de la capacidad de producción en términos de número de animales (Van Harreveld, 2003).

Posteriormente, en 1984, se introdujo otra directriz de calidad del aire que aplicaba a los olores procedentes de fuentes industriales. Esta directriz se basaba en la medición del olor mediante Olfatometría, seguida de la modelación de dispersión para predecir la frecuencia de exposición a concentraciones de olores superiores a un cierto límite en el aire ambiente por encima de las medias horarias. Se establecieron 2 criterios de exposición, siendo más estricto el de las nuevas instalaciones.

Luego, en 1995 se introdujeron las guías de emisión a la atmósfera o NeR (Nederlanse emissierichtlijnen lucht) (Van Harreveld, 2003), basadas en el principio de “tan bajo como sea posible” conocido por su sigla en inglés ALARA (As Low As Reasonably Achievable) derivado del TA-Luft alemán. Hasta ese año 1995, los permisos ambientales en relación con la emisión de olores se regulaban a nivel estatal, lo cual se modificó a partir del 30 de Junio de ese mismo año, con relación a la carta del Ministro van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM). Desde esta fecha los olores en los Países Bajos comenzaron a ser regulados a nivel nacional. La política de olores incluyó a posteriori la evaluación de molestias, registrado en el 2012 en la NeR según InfoMil, 2014.

La línea general de la política ha sido prevenir y, si no fuese posible, limitar al máximo los olores molestos. A pesar de este criterio, el 1 de enero de 2016 la NeR fue retirada. El proceso se inició en 2011 cuando el Ministerio de Infraestructura de Medio Ambiente e InfoMil, en colaboración con el Grupo Consultivo sobre Emisiones Industriales, iniciaron una reorientación de la NeR. La NeR fue una directriz nacional (sin carácter legal), creada con el objetivo de armonizar los permisos ambientales en los Países Bajos con respecto a la reducción de las emisiones atmosféricas. De esta forma, por un lado la NeR introdujo los límites de emisión a la atmósfera de la mayoría de los compuestos químicos emitidos por fuentes industriales; así como proporcionó factores de emisión y criterios de exposición (estándares máximos de impacto) para actividades específicas de emisión de olores. De esta forma, la NeR proporcionó criterios de impacto de olor (OCI – Odour Impact Criteria) de acuerdo a la Ofensividad del olor. Los límites eran específicos según la fuente, con criterios más estrictos para aquellas más ofensivas, variando los umbrales de concentración de olor de $0,5 \text{ ouE/m}^3$ a 25 ouE/m^3 y los percentiles de 98 a 99,99.

A partir del 1 de enero 2016 la parte normativa de la NeR se modificó en el Decreto de Actividades, mientras que la parte informativa referente a las emisiones industriales sigue sin modificarse. El artículo 2.7a del Decreto de Actividades define las normas generales sobre olores, indicando que hay actividades las cuales pueden no causar molestia, u otras cuya molestia de olor es inevitable, y debe reducirse a un nivel aceptable según las autoridades locales.

Concretamente, con relación a los olores de las granjas ganaderas, desde el 1 de enero de 2007, los olores se tratan según la Ley de molestias por olores y ganadería (Wet geurhinder in veehouderij e Wgv) con cobertura nacional (VROM, 2006b). El Wgv es la referencia para los permisos ambientales en los aspectos relacionados con las molestias por olores de la producción agropecuaria. El Decreto de Actividades también establece disposiciones a este respecto. Básicamente, el propósito del Wgv es proporcionar distancias de separación mínimas y estándares de impacto máximos en receptores para evitar el impacto odorífero. Para residencias en áreas urbanas se aplica una distancia mayor que para casas agrícolas; esta distancia se determina en función del número de animales de la granja. Por otra parte, los criterios de calidad del aire en la inmisión están vinculados a los límites de emisión para fuentes específicas.

Las medidas de control se aplican según las tasas de emisión correspondiente de cada plantel. La frecuencia de los controles se determina en la licencia y la autoridad ambiental tiene plena disposición para solicitar y aumentar los controles si se considera necesario.

En resumen, el núcleo de la política de olores de los Países Bajos tiene como objetivo minimizar la contaminación por olores y prevenir la aparición de nuevos tipos de contaminación, así como la aplicación de MTD.

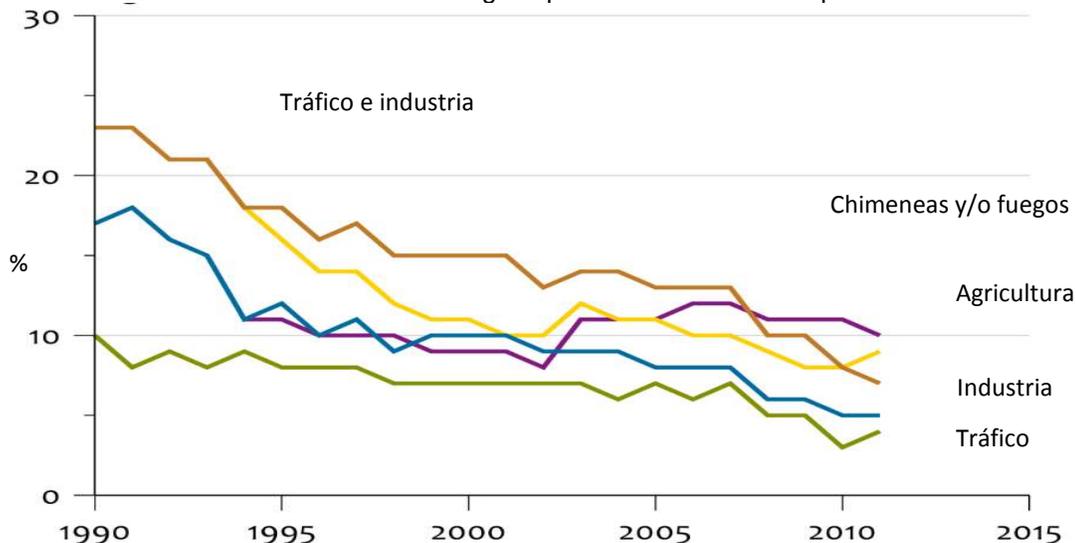
Las autoridades regionales y locales tienen potestad para ajustar las normas o límites, teniendo en cuenta los intereses pertinentes para alcanzar una condición de olor aceptable como parte de una calidad sostenible del entorno de vida. Para ello, desde 1990, uno de los objetivos del Gobierno nacional holandés y del Parlamento, fue establecer planes estratégicos con objeto de reducir a menos del 10% el porcentaje de ciudadanos que experimentaban molestias por olores.

Posteriormente, en 1993-1994, se decidió no convertir este objetivo político en ley y los porcentajes se basaron en unos cuestionarios, aplicados bianualmente por la Oficina Nacional de Estadística (www.cbs.nl). Según estos datos, la percepción de molestias por olores en general en Países Bajos afecta a un porcentaje inferior al 12% de la población (últimos datos 2011), mientras que el porcentaje de ciudadanos molestos por olores vinculados al sector ganadero se redujo del 13% al 11% en el periodo de 1997 a 2010.

Esta ligera disminución de los porcentajes refleja un equilibrio entre la reducción de emisiones e impacto y, por otro, el aumento de las expectativas en cuanto a la calidad de vida en el entorno. El siguiente gráfico muestra la evolución de quejas por olores desde los años 90 hasta el 2011 con relación a diferentes tipos de fuentes. Esta encuesta anual

realizada por Statistics Netherlands sobre la valoración del entorno de vida, muestra que el 7% de la población holandesa en 2011 se vio obstaculizada por el hedor del tráfico y/o la industria, lo cual representa 1 punto porcentual menos que el año anterior. A principios de los noventa, este porcentaje correspondía al 23 % (las personas que sufren molestia de ambas fuentes se cuentan una sola vez). En este caso, los encuestados indican en 2011 a la industria el 5 % de las veces como una fuente de molestias por olor.

Gráfico 100 – Evolución de reclamos según tipo de industria o descriptor.



Fuente: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl CBS/jul.2012/0290

Además de la Oficina Nacional de Estadística de Países Bajos, la Organización para la Investigación Científica Aplicada del mismo país (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek – TNO) también realizó un estudio en el que se analiza a la población según el grado de molestia por olor. Este estudio se basó en una escala de 10 puntos; siendo el 1 no molesto en absoluto y 10 muy molesto.

Las personas que contestaron 8, 9 o 10 se caracterizan por estar "seriamente molestas". Las cifras de molestias por olor en ambos estudios difieren y no pueden compararse, ya que cada institución aplica su propia definición de molestia y grupos. La molestia por olor según la definición de la oficina de estadística incluye "tener problemas en el entorno del hogar o, a veces, experimentar hedor", mientras los datos del estudio TNO se refieren a la molestia de olor grave. Hoy en día, este tipo de encuesta aplicada por el TNO ya no se lleva a cabo.

El objetivo de un **criterio de calidad ambiental odorante** es evitar que se produzca un olor medible, y respuesta de molestia, claramente significativa desde el punto de vista estadístico. Los estudios de dosis-efecto realizados en Europa para olores provenientes de la crianza de cerdos, arrojaron que la correlación entre molestia de la población encuestada y la exposición calculada fue estadísticamente muy significativa. Los coeficientes de correlación r son superiores al valor 0,9. La incertidumbre del método

de la encuesta fue de $\pm 3\%$. Por ello, **el valor de molestia que alcanza al 10% de la población** debe considerarse como un valor en el que un efecto es detectable con un alto grado de confianza.

9.4.2 Calidad Medioambiental

La **definición de un objetivo de calidad medioambiental** en olores no se restringe a temas científicos, ya que lo que indican los datos científicos son el nivel al que un efecto es claramente detectable en la población.

Lo que se acepte o no como nivel de molestia es una materia de política y de consensos sobre las prioridades y aspiraciones de una sociedad, lo cual derivará en cómo estos valores podrán reducirse o incrementarse según el nivel de seguridad que se considere adecuado.

Como se dijo en Países Bajos, el objetivo político fue limitar el porcentaje de población molesta al 12% (VROM, 1988), lo cual en un principio se materializó en tener como máximo 750.000 viviendas expuestas a olores (molestos). Este objetivo fue una decisión política. En un principio, este objetivo se hizo operativo mediante la aplicación de límites de exposición de $C_{98, 1h} < 0,5 \text{ ouE/m}^3$ para las fuentes existentes y un $C_{99,5} < 0,5 \text{ ouE/m}^3$ para nuevas. Estos criterios, aplicados hasta 1995, demostraron su eficacia para reducir las molestias en zonas residenciales, sin embargo, desde un punto de vista económico, fueron severos.

Generalmente, el marco conceptual utiliza la relación dosis-efecto para establecer un criterio inicial de calidad odorífera del aire basándose en la exposición a olores, según el límite de $C_{98, 1h} < x \text{ ouE/m}^3$. A su vez, existen mecanismos para aplicar correcciones en caso de molestias y adaptar estos valores a un olor específico y su potencial de molestias.

- Los **límites de calidad del aire** en materia de olor deben formularse sobre **la base de estudios epidemiológicos** describiendo la relación entre dosis y efecto. En el caso de que a nivel nacional no haya experiencias o sean escasas, se recomienda recopilar la información existente para ser analizada, así como valorar la puesta en marcha de casos prácticos a través de pilotos, estudios, etc. para obtener datos y resultados que puedan aproximarnos a lo que sería una correcta identificación y evaluación dosis-efecto.
- Un **nivel de exposición al olor asociado con un efecto conductual medible (historia) es un buen punto de partida científico**, aunque los niveles reales los criterios de calidad deben establecerse desde una perspectiva política, teniendo en cuenta las prioridades y aspiraciones de una sociedad concreta en una etapa particular de su historia.
- Un nivel del 10% de población molesta puede ser detectado con la suficiente confianza estadística de que el efecto medido no es el resultado de un error metodológico. En consecuencia, un nivel de **molestia del 10%** medido mediante encuesta **es un buen indicador** de que la exposición al olor causa un efecto en el comportamiento.
- El **tono hedónico** influye de manera significativa en el **grado de molestia**.

- El concepto de "**nivel de molestia aceptable**" puede cambiar con el tiempo. Se requieren revisiones **periódicas** de las políticas y normas límite, teniendo en cuenta la eficacia percibida de dicha política y resultados actualizados de la misma, así como de la información epidemiológica. Esto sucede en Holanda donde, a pesar de la reducción de las emisiones, la exigencia de la comunidad han ido en aumento.
- Actualmente, el marco regulatorio internacional que aplica a la calidad del aire está claramente diferenciado en cuanto a:
 - La calidad del aire basado en los efectos sobre la salud pública debido a la toxicidad de los compuestos y la exposición,
 - Las molestias asociadas a olores.
- El marco reglamentario para limitar el impacto de los malos olores en los Países Bajos (y también en Alemania), pretende explícitamente limitar las molestias. **La molestia se considera relevante en salud pública en términos de bienestar y, por lo tanto, dentro de la definición de salud de la OMS, es decir, no sólo la ausencia de enfermedad.** El olor se considera, al igual que el ruido, la causa de efectos potencialmente perjudiciales para la calidad de vida (salud) a través de mecanismos de estrés. Las molestias (cognitivas) pueden dar lugar a estrés y esto puede tener efectos fisiológicos sobre la salud, por ejemplo, aumento de la presión arterial y sus síntomas secundarios, trastornos del sueño, efectos psicológicos, etc.

La implementación de regulaciones claras y objetivas de olores basadas en una estrategia integrada es la clave para el éxito a largo plazo de la gestión de los olores ambientales. Esto está respaldado por una experiencia práctica y científica consolidada. También hay un impacto social positivo, dado que los olores afectan la calidad de vida de los ciudadanos y pueden promover la depreciación del valor de las propiedades en las comunidades expuestas.

Con los mecanismos apropiados, las autoridades pertinentes y la industria pueden actuar sólidamente para evitar o resolver conflictos, además de proporcionar información al público sobre el nivel de protección deseado.

9.5 Sugerencias y recomendaciones

La forma más eficiente de evitar molestias por olores es minimizando la tasa de generación de olores. Para ello, las buenas prácticas de manejo colaboran minimizando la generación como la emisión. En la aplicación de buenas prácticas de cada plantel, es fundamental educar y formar al personal en relación con todos los aspectos relativos a la generación y emisión de olor en producción animal; sanidad y bienestar animal; gestión, transporte y disposición del estiércol; planificación de las actividades y manejo de potenciales situaciones de emergencia; etc.

En el capítulo IV se enumeran BP de la cuales varias están implementadas en muchos planteles. Se recomienda definir puntos críticos de generación de olor, que según lo revisado en proyectos presentados al SEA es en la etapa de tratamiento de purines. Establecer trazabilidad en los procedimientos de manejo para con ello evaluar el cumplimiento y ante eventos analizar qué falló o qué falta, es una herramienta útil.

El tamaño de planteles o número de animales no debiera limitarse. Si se quiere reducir o eliminar las molestias, el foco debiera estar en mejorar la gestión y tratamiento de las emisiones. Es de vital importancia analizar donde está localizado o donde se localizará un proyecto y las legislaciones colaterales que se aplican sobre esto.

Las reducciones o planes de reducción se evalúan midiendo el efecto en la inmisión. Para ello los resultados de la modelación son hasta ahora la forma más adecuada de proyectar el alcance de la emisión. Si se controla la emisión, será mediante olfatometría como reducción de la concentración de olor a la salida de los sistemas de tratamiento (si aplica) y posterior modelización (tasas de emisión). Si se desea realizar en la inmisión, (para zonas residenciales) evaluación del impacto según % de horas de olor (NCh 3533-1).

Una herramienta razonable y eficaz a la hora de fijar límites es dejar poder de decisión a nivel de regiones/zonas/municipios. Existen zonas que viven en base a esta actividad y cuyos residentes serán mucho más tolerantes con respecto al impacto de olor. Por otro lado, el nivel de densidad poblacional es muy diferente de una zona a otra así como el grado de actividad del sector.

Se sugiere entregar valores o niveles límites flexibles o rangos que puedan ir ajustándose en función de los estudios que se vayan realizando a posteriori en el sector.

Un Plan de gestión Odorante sin importar el tamaño del plantel será de utilidad a todas las partes (Plantel, comunidad y autoridad). El catastro que se genere mediante fiscalización generará riqueza y permitirá una mirada “real” hacia la situación actual y de futuro del país.

BIBLIOGRAFÍA

- Australian Pork Limited, (2010). National Environmental Guidelines for Piggeries, Australia.
- Aarnink, A.J.A., Le P.D., Ogink N.W.M., Becker P.M., Verstegen, M.W.A. (2005). Odor from animal production facilities: Its relationship to diet. *Nutr. Res. Rev.* 18(1): 3-30. National Center for Biotechnology Information, United States.
- Agrícola AASA Ltda. (2015). DIA Remodelación Planta de Procesamiento de Purines (PPP) Plantel Basal, con impulsión y conducción hacia Plantel Campesino, Chile.
- Agrícola Chorombo S.A. (2012). DIA Modificación y Regularización Proyecto Plantel de Cerdos Pelarco, Chile.
- Agrícola Coexca S.A. (2017). DIA Optimización del Sistema de Manejo de Purines del Primer Grupo de 24 Pabellones del Plantel Porcino de 10 Mil Madres, San Agustín del Arbolito, Chile.
- Agrícola Santa Lucía Ltda. (2011). DIA Plantel de cerdos Quebrada Honda, Chile.
- Agrosuper, (2012). Manual de Lavado de salas y pabellones. Disponible en portal web del Servicio de Evaluación Ambiental, Chile.
- Anam, (2014). Estudio de Olores en Criadero de Cerdos de Sociedad Agrícola San Ramón, Chile.
- Bokowa, A. (2008). Odour Sampling Methods for Point, Area, Fugitive, and Ambient Sources. WE, United States.
- BREF, (2017). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs, European Commission.
- Campabadal Phd, (2009). Guía Técnica para Alimentación de Cerdos, Costa Rica.
- Campana, D., M.D. Lewin, S.G. Insera, B.L. Phifer, and M.C. White, (2000). Impact of ambient hydrogen sulphide and total reduce sulfur levels on hospital visits for respiratory disease in Dakota City and South Sioux City, Nebraska, during 1998 and 1999; interim results. 12th Annual Meeting of the International Society for Environmental Epidemiology (ISEE2000), Buffalo, NY. *Epidemiology* 11:S114.
- D.S. MINVU N°47/1992 "Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones" al 21 de Noviembre del 2012, Chile.
- Danish Pig Research Centre, (2012). Riis, Test Farm Airclean. 3-filter bioscrubber tested with VERA protokol, Danmark.
- Díaz.Báez, M.; Espitia, S. y Molina, F. (2002) Digestión Anaerobia una Aproximación a la Tecnología. UNIBIBLIOS. Bogotá, Colombia.
- Dirección General de Desarrollo Rural, (2008). Métodos Rápidos de Análisis como Herramienta de Gestión con Purín Porcino. Gobierno de Aragón, España.
- Dirección Nacional de Sanidad Animal, (2017). Bioseguridad en explotaciones porcinas, Argentina.
- División de Calidad del Aire, (2013). Estrategia para la gestión de olores en Chile (2014 -2017). Ministerio del Medio Ambiente, Chile.
- Ecotec. (2012). Estudio: Antecedentes para la Regulación de Olores en Chile, Chile.
- EN 13725:2003, (2003). Air Quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry, Irland.

- Envirometrika. (2012). Estudio de Impacto Odorante Plantel Quebrada Honda, Chile.
- Environment Agency, (2009). Horizontal Guidance: Technical Guidance Note – H4 Odour Management. Bristol, England.
- Environment Protection Agency, (2009). Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture, Ireland.
- Environment Protection Authority, (2013). Recommended separation distances for industrial residual air emissions, Australia.
- Environment Protection Authority, (2016). Evaluation distances for effective air quality and noise management, Australia.
- Environmental Protection Agency, (2010). Odour Impact Assessment Guidance for EPA Licensed Sites. Air Guidance Note 5 (AG5), Wexford, Ireland.
- Federación Nacional de Productores de Leche, (2006) Guía de recomendaciones – Manejo de purines de lechería. Ministerio de Agricultura, Argentina.
- Fernando Concha A. PhD, (2001). Manual de Filtración y Separación. Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Universidad de Concepción, Chile.
- Final report to Minnesota Pork producers Association, (2001). Best Technologies for reducing odors emissions from curtain-sided, deep pit, swine finishing buildings. Minnesota, United States.
- Forcada, F. (2009) Ganado porcino: diseño de alojamientos e instalaciones. Edit. Servet Diseño y Comunicación SL, España.
- Generalitat Valenciana, (2008). Guía técnica para la gestión de las emisiones odorantes generadas por las explotaciones ganaderas intensivas, España.
- German Sustainable Mobility, (2010). Clean Air - Made in Germany, Germany.
- Hahne J., (2011). 'Development of exhaust air treatment in animal husbandry in Germany', Landtechnik, Vol. 66, 2011, pp. 289-292. Germany.
- Hahne J., Asendorf W., Vorlop K.-D. (2000). Abluftreinigung - eine realistische Maßnahme zur, Deutschland.
- Instituto Nacional de Normalización (INN), (2015), 3NCh 3386:2015. Calidad del Aire – Muestreo estático para Olfatometría, Chile.
- Institute for Air Quality Management. (2014). Guidance on the assessment of odour for planning, England.
- Instituto de normalización (INN), (2002). NCh 2794. Of2003 Instalaciones domiciliarias de agua potable. Estanques de almacenamiento y Sistemas de elevación, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización (INN), (2010). NCh 3190.Of2010 Medición de la Concentración de Olor por Olfatometría Dinámica, Chile.
- Instituto Nacional de Normalización, (2017). NCh 3533/1:2017 Medición del impacto de olor mediante inspección de campo – Medición de la frecuencia del impacto de olores reconocibles – Método de la grilla, Chile.
- Instructivo Planteles de Animales Porcinos Bajo Certificación oficial, (2010) . Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Ministerio de Agricultura, Chile.
- IRPP IWG, BREF (2014). Conclusions D2 Review January BE (Flanders), DE, ES, UK, NL and FR.
- IRPP TWG, (2011). Comments to Draft 1 revised BREF, European Commission.
- IRPP TWG, (2013). Comments submitted for the Draft 2 of the revised Intensive Rearing of Poultry and Pigs (IRPP) Best Available Techniques (BAT) Reference Document (BREF), European Commission.

- Jaakkola, JJ, M. Paunio, M. Virtanen and O.P. Heinonen, (1991). Low- Level air pollution and upper respiratory infections in children. *American Journal of Public Health* 81(8):1060-1063, United States.
- Jaakkola, JJ, V. Villa, O. Marttila, Jappinen and T. Haahtela, (1990). The South Karelia air pollution study. The effects of mal-odorous sulfur compounds from pulp mills on respiration and other symptoms. *Am. Rev. Respir. Dis.* 142 (6, Part 1):1334-1350, United States.
- Jacek A. Koziel¹, Lingshuang Cai¹, Donald W. Wright², and Steven J. Hoff¹. (2006). Solid-Phase Microextraction as a Novel Air Sampling Technology for Improved, GC–Olfactometry-Based Assessment of Livestock Odors, United States.
- Jacek Koziel, (2008). What is a smell?, United States.
- KTBL, Exhaust air treatment systems for animal housing facilities, KTBL, 2008, p. KTBL publication 464, Germany.
- Labaqua. (2015). Modelización de los Niveles de Inmisión de Olores del Plantel de Cerdos de Agrícola San Ramón en Apta, Chile.
- Landwirtschaft, (2018). KTBL Sonderveröffentlichung, 031: 105-114, Deutschland,.
- Legator M.S., C.R. Singleton, D.L. Morris, and D.L. Philips. 2001. Health effects from chronic low-level exposure to hydrogen sulphide. *Arch. Environ. Health* 56:123-137, United States.
- Ley 90.920 Marco para La Gestión de Residuos, (2016). La Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Ministerio Del Medio Ambiente, Chile.
- Lingshuang Cai, Jacek A. Koziel, Yin-Cheung Lo, Steven J. Hoff. (2005). Characterization of volatile organic compounds and odorants associated with swine barn particulate matter using solid-phase microextraction and gas chromatography–mass spectrometry–olfactometry, The Netherlands.
- Lozano-Rivas 2012. *Fundamento de Diseño de Plantas Depuradoras de Aguas Residuales*. Bogotá D.C, Colombia.
- Lyngbye M., Hansen M.J., Iris A.L., Jensen T.L., Sørensen G. (2006). 1000 Olfactometry Analyses and 100 TD-GC/MS Analyses to Evaluate Methods for Reducing Odour from Finishing Units in Denmark, Denmark.
- M. Brancher et al., (2016). A review of odour impact criteria in selected countries around the world, *Chemosphere*, United States.
- Mazuela y de la Riva, (2013). *Manual de Fertirriego*. Departamento de Producción Agrícola. Universidad de Tarapacá, Chile.
- Mc Graw-Hill. Arboleda, J. 2000. *Teoría, diseño y control de los procesos de clarificación del agua*. 3^a ed. Colombia.
- Melse et al., (2010). Multi-pollutant scrubbers for removal of ammonia, odour and particulate matter from animal house exhaust air, The Netherlands.
- Melse R.W., Ogink N.W.M, Rulkens W.H. (2009). Air Treatment Techniques for Abatement of Emissions from Intensive Livestock Production. *The Open Agriculture Journal*. 3: 6-12, The Netherlands.
- Ministerio de Desarrollo Social, (2005). *Zonificación para la planificación territorial – Cuaderno 1*, Chile.
- Ministerio de Salud, (2004), Decreto supremo 148/2004 Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente, (1995). Decreto 948, Reglamento de protección y control de la calidad del aire, Colombia.
- Ministerio del Medio Ambiente, (2012). Decreto Supremo N°38/11. Norma de

- Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente, (2013). Decreto 38/2013. Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, (2010). Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector Porcino, España.
- Ministerio del Medio Ambiente, (2017). Decreto Supremo 31/2017 Plan de Prevención Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago, Chile.
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia, (2010). Decreto Supremo 4/2010. Reglamento para el manejo de lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas, Chile.
- Odotech, (2013). Estudio de Impacto de Olor Plantel de Cerdos Pelarco, Chile.
- Odotech, (2015). Estudio de Impacto de Olor para Plantel Basal, Chile.
- Odournet SL, (2007). Guía sectorial de gestión de los olores en actividades ganaderas, España.
- Ogink N.W.M., Melse R.W., Mosquera J. (2008). Multi-pollutant and onestage scrubbers for removal of ammonia, odor, and particulate matter from animal house exhaust air, Netherlands.
- Organización de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (FAO), (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina.
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), (2018). Informe consolidado, Programa de Transformación Tecnológica, Energética y Ambiental para el segmento PyME de la Industria Porcina, Chile.
- Proterm. (2017). Evaluación de la dispersión de emisiones de olores. "Optimización Del Sistema De Manejo De Purines Del Primer Grupo De 24 Pabellones Del Plantel Porcino De 10 Mil Madres, San Agustín Del Arbolito". Agrícola Coexca S.A. Chile.
- R.S. Ramalho, (2003). Tratamiento de aguas residuales, Canada.
- RWIAir Inc. (2005). Final Report Odour Management In British Columbia: Review And Recommendations, Canadá.
- Schiffman & Williams, (2005). Science of odor as potential health issue. Journal of Environmental Quality, United States.
- Servicio de Evaluación Ambiental, (2017). Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA. Ministerio del Medio Ambiente, Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2012). Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA. Ministerio del Medio Ambiente, Chile.
- Sociedad Agrícola San Ramón Ltda. (2014). DIA Plantel de Cerdos San José de Apalta, Chile.
- TWG ILF BREF, (2001). Complete Comments to 2003 ILF BREF Draft 2. European Commission.
- Unidad de planeación Minero Energética (UPME), (2003). Guía para la implementación de Sistemas de Producción de Biogás. Colombia.
- Verfahren, Einsatzbereiche, Leistungen und Kosten, (2010). KTBL, Abluftreinigung in der Schweinehaltung, Deutschland.