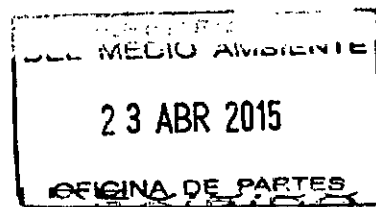


Acompaña documentos



SEÑOR SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE

MARÍA ALEJANDRA GUERRA FIGUEROA, en representación convencional de "**PORKLAND CHILE S.A.**" ("**Porkland**"), en el procedimiento sancionatorio Rol **D-020-2013**, cuaderno de medidas provisionales, al señor Superintendente, respetuosamente digo:

Que vengo en acompañar los siguientes documentos:

- 1) "Informe Técnico Complementario Comentarios a Informe de Modelización Plantel de Cerdos de Porkland en el sector de Montenegro, comuna de Til Til" (el "**Informe**"), emitido por el laboratorio Labaqua de 7 de abril de 2015.
- 2) CD-Room que contiene los archivos de la modelización del Plantel de Cerdos Porkland, correspondiente al Anexo III del Informe.

El Informe tiene por objeto dar respuesta a las observaciones realizadas por la Superintendencia del Medio Ambiente ("**SMA**") en la Resolución Exenta N°780 de 30 de diciembre de 2014 ("**R.E. N°780/2014**") al informe "Modelización de los niveles de inmisión de olores del plantel de cerdos de Porkland en el sector de Montenegro, Comuna de Til Til" de 12 de diciembre de 2014 ("**Informe de Dispersión**").

El Informe responde a cada una de las observaciones técnicas realizadas por la SMA, además de incluir los resultados que consideran la curva Isodora 1,5 para las instalaciones del plantel que corresponden al almacenamiento y tratamiento de purines.

Finaliza concluyendo que la posibilidad de que las emisiones de las fuentes correspondientes a las instalaciones de almacenamiento y tratamiento de purines incidan en la localidad de Montenegro con 1,5 UO o menos, **es menor al 2% del tiempo anual, lo cual es permitido por la normativa internacional, descartándose la hipótesis de daño inminente al medio ambiente o a la salud de las personas.**

Debe tenerse presente que la modelización de la isodora 1,5 que dio origen al Informe se realizó con posterioridad a la limpieza completa de la piscina biodigestora N°2 y de la piscina de acopio temporal, encontrándose las 3 piscinas biodigestoras restantes cubiertas con una geomembrana.

Actualmente, el escenario es aún más favorable, dado que el plantel cuenta adicionalmente con la piscina biodigestora N°1 completamente limpia, con la piscina biodigestora N°3 en proceso de limpieza y con la piscina biodigestora N°4 completamente cubierta con una geomembrana. Ello, sumado a la presentación del Programa de Reducción de Población de Cerdos de Porkland, permitirá, con la aprobación de la SMA, re direccionar el negocio de mi representada, eliminando las etapas de recría y engorda, apuntando a una disminución progresiva y permanente de las emanaciones del plantel.

POR TANTO,

AL SEÑOR SUPERINTENDENTE DEL MEDIO AMBIENTE

RESPETUOSAMENTE PIDO: tener por acompañados los documentos.


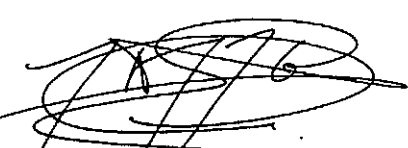
A handwritten signature in black ink, consisting of several vertical and diagonal strokes, located at the bottom of the page.

**INFORME TECNICO COMPLEMENTARIO COMENTARIOS A
INFORME DE MODELIZACIÓN PLANTEL DE CERDOS DE
PORKLAND EN EL SECTOR DE MONTENEGRO, COMUNA DE
TILTIL**

Asunto/Descripción Informe Técnico
Fecha: 7 de abril de 2015
Código o Referencia Informe Porkland_3026-IE-010_V2

Cliente: AQUALOGY MEDIOAMBIENTE
CHILE S.A.
Persona de contacto: Patricio Ubilla
Dirección: La Concepción 141, of701,
Providencia Región Metropolitana
Santiago de Chile

Razón Fiscal: LABAQUA
Departamento/Sección: Diagnóstico y Control de Olores
Teléfono: +34 965 10 60 70
Correo electrónico: ruben.cerda@labaqua.com

ELABORADO POR	APROBADO POR
	
Rubén Cerda Ortiz Jefe de Proyectos	Juan Manuel Juárez Galán Jefe de Producto

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVO DEL INFORME.....	3
3. RESPUESTAS A LAS OBSERVACIONES REALIZADAS POR LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE.....	
3.1 Observaciones de la SMA	4
3.2 Respuesta a las observaciones de la SMA	5
3.2.1 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM N°4:	6
3.2.2 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM N°5:	8
3.2.3 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM N°6:	10
3.2.4 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM N°7:	11
3.2.5 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM N°8:	12
3.2.5 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM N°9:	13
3.2.6 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM N°10:	14
4. INTERPRETACIÓN DE LOS NUEVOS RESULTADOS	15
ANEXO I. LA OLFATOMETRÍA: DESCRIPCIÓN Y METODOLOGÍA	15
ANEXO II: RESULTADO DE LAS NUEVAS MEDICIONES	28
1. INTRODUCCIÓN	28
2. OBJETIVO DEL ESTUDIO	29
3. MODELIZACIÓN DE LA INMISIÓN DE OLOR	30
4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	38
ANEXO III: CD ARCHIVOS DE MODELACIÓN	

1. INTRODUCCIÓN

Con fecha 12 de diciembre de 2014 se elaboró el informe "Modelización de los niveles de inmisión de olores del plantel de cerdos de Porkland en el sector de Montenegro, Comuna de Til Til" ("**Primer Informe**"), el cual incluía los valores de concentración de olor de inmisión de las instalaciones del plantel de cerdos de Porkland, resultado de la modelización matemática de las fuentes de emisión de olor consideradas para la citada instalación.

Dicho informe estableció en sus conclusiones, entre otras cosas, que "*...la emisión total del plantel de cerdos de Porkland **no alcanza ni afecta a las localidades de Montenegro y Rungue...***".

Presentado el Primer Informe a la Superintendencia del Medio Ambiente ("SMA"), ésta realizó una serie de observaciones señalando que los parámetros utilizados y la información entregada para sustentar las conclusiones eran erróneos o insuficientes.

En consecuencia, se elaboró el presente Informe de complementación, en el que se acompaña la información que, a juicio de la SMA, sería necesaria para acreditar las conclusiones del Primer Informe, además de incluir los resultados que consideran la nueva curva Isodora 1,5 para las instalaciones del plantel que pertenecen al sistema de tratamiento de purines.

2. OBJETIVO DEL INFORME

El presente informe tiene como objeto dar respuesta a las observaciones realizadas por la SMA aclarando las dudas del ente regulador, complementando la información que, a juicio de la SMA, faltaría para sustentar las conclusiones contenidas en el Primer Informe, e incorporar los nuevos resultados que consideran el límite 1,5 [uo/m³] para las instalaciones de planta de tratamiento y almacenamiento de purines, junto con sus respectivas conclusiones.

3. RESPUESTAS A LAS OBSERVACIONES REALIZADAS POR LA SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

3.1 Observaciones de la SMA

Las observaciones realizadas por la SMA al informe "Modelización de los niveles de inmisión de olores del Plantel de Cerdos de Porkland en el Sector de Montenegro, Comuna de Til Til" fueron las siguientes:

- A) La grilla utilizada como receptor es de baja resolución, de hecho el receptor Montenegro tiene una superficie mayor. Generalmente se utiliza una *sampling grid* del mismo tamaño que la grilla meteorológica (0,5 km) y que tenga un tamaño mínimo (resolución) menor al de él o los receptores en estudio.
- B) No se entrega información acerca del método utilizado para la determinación de la emisión de olor (muestreo y olfatometría, o factores de emisión). Sin embargo la emisión presentada es altísima ya que corresponde a 3.116.116.200 [uo/h]. Cabe destacar que según la NCh 3190 una unidad de olor es la cantidad de (o una mezcla de) sustancias olorosas presentes en un metro cúbico de gas olorosos (en condiciones normales) en el umbral de detección del panel (personas). Asimismo, la concentración de olor se mide determinando el factor de dilución requerido para alcanzar el umbral de detección, la concentración de olor en el umbral de detección es, por definición 1 [uo/m³], es decir, 1 unidad de olor es el olor que una persona percibe o detecta, pero que no logra reconocer. Estas definiciones refuerzan aún más la altísima emisión que tiene la fuente (3 mil millones de unidades de olor por hora). Si además se considera la superficie de la misma (piscinas de acopio, pabellones, etc.) se tienen una amplia superficie de emisión lo que potencialmente puede incrementar la afectación de receptores.
- C) Sólo se presentan las concentraciones de olor, como promedio horario del año al percentil 98, lo que no es errado, pero si insuficiente ya que debe ser complementado con **series de tiempo, ciclos diarios y estacionales, y tablas de impacto por receptor relevante** (*"Guía para el uso de modelos de calidad de aire del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)"*). De esta manera se puede visualizar la situación global modelada, por ejemplo, las percepciones de olor en terreno llevadas a cabo por la SMA se dieron en horarios nocturnos (1 a 3 AM apróx.), situación que no es posible cotejar con la pluma de olor presentada por Porkland, ya que no necesariamente muestra lo que ocurre en horarios nocturnos. Lo mismo se repite para las estaciones del año en que los factores climáticos favorecen la emisión o desfavorecen la dispersión de los olores emitidos.
- D) La pluma de olor presentada utiliza los niveles 3, 5 y 7 [uo/m³], según lo indicado por el documento guía "H4 Odour Management UK". Sin embargo, este mismo documento

indica el nivel 1,5 [uo/m³] para olores altamente ofensivos, incluyendo en esta categoría los producidos por actividades de tratamiento de aguas residuales y procesamiento de lodos, que es el caso de la fuente en estudio. Adicionalmente el otro documento utilizado como guía, "Netherlands Emission Guidelines for Air", indica el límite de 1,5 a 3 [uo/m³] como concentración máxima (es decir, que no debiesen haber concentraciones superiores a 3 [uo/m³] en el área de estudio), para depuradoras de aguas residuales (procesos que la fuente realiza).

- E) No se presenta análisis de incertidumbre, como lo señala la "Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA". Por este motivo no se puede determinar el grado de ajuste del modelo.
- F) Al no presentarse series de tiempo, ni ciclos diarios ni estacionales, ni análisis de incertidumbre, no es posible asegurar que la pluma de olor no afecte a la Comunidad de Montenegro (es indispensable saber que ocurre en horarios nocturnos y estaciones del año con malas condiciones de dispersión de viento). También destacar que para este caso, esta Superintendencia considera el umbral 1,5 [uo/m³] como el más adecuado, ya que se trata de olores con notas altamente ofensivas como lo acredita el informe de fiscalización que incluye la medición de olor al aire ambiente realizada por fiscalizadores debidamente calibrados bajo NCh 3190, y, además, la fuente corresponde al proceso de tratamiento de aguas residuales y lodos. Por lo anterior, no es posible concluir que los olores emitidos por la fuente no alcancen a la Comunidad de Montenegro y de esta misma manera a Rungue, considerando todo lo expuesto anteriormente.
- G) El titular no entrega los archivos del modelo aplicado, según lo recomienda la "Guía para el uso de modelos de calidad de aire en el SEIA". Por este motivo no es posible replicar los resultados del mismo.

3.2 Respuesta a las observaciones de la SMA

En relación a las observaciones realizadas por la SMA, cabe señalar lo siguiente:

3.2.1 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM N° 4:

N°	Ítem analizado	Contenido del Informe Presentado	¿Es adecuado/a?	Comentarios y conclusión de la Superintendencia del Medio Ambiente
4	Grilla	12 x 12 km	No	La grilla utilizada como receptor es de baja resolución, de hecho el receptor Montenegro tiene una superficie mayor. Generalmente se utiliza una <i>sampling grid</i> del mismo tamaño que la grilla meteorológica (0,5 km) y que tenga un tamaño mínimo (resolución) menor al de él o los receptores en estudio.

Se realizó una primera modelización con un tamaño de *sampling grid* igual al de la grilla meteorológica (20 x 20 Km) y una con una resolución de 500 m entre cada punto de cálculo, con la finalidad de disponer de una valoración previa del resultado de los niveles de concentración. Una vez establecido el alcance máximo de las curvas isodoras, se realizó una segunda modelización reduciendo el tamaño del *sampling grid* a 11 x 16 Km, y aumentando la resolución del mismo a 250 metros entre cada punto de cálculo (Figura 1), para disponer de mayor resolución de cálculo para la posterior interpolación de las curvas isodoras.

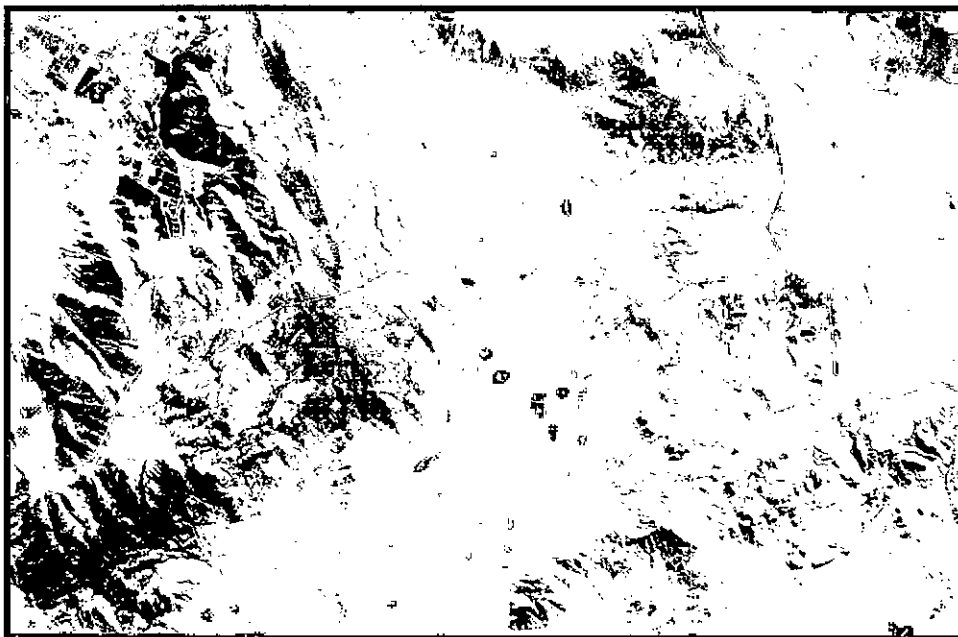


Figura 1. Vista general del Sampling Grid empleado

Como se observa en la Figura 2, la resolución del sampling grid empleado cubre correctamente la zona afectada, y objeto de estudio, de Montenegro, sobre la cual se ubican varios puntos de cálculo del mismo.

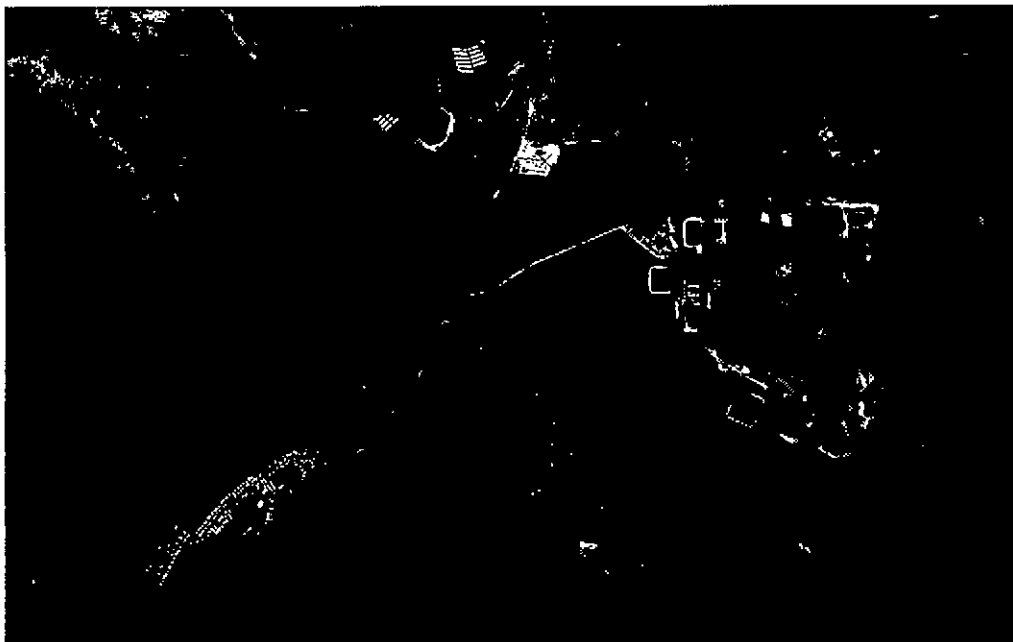


Figura 2. Vista de detalle del Sampling Grid empleado



Figura 3. Vista de detalle sobre la localidad del Montenegro del Sampling Grid empleado.

3.2.2 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM 5:

N°	Ítem analizado	Contenido del Informe Presentado	¿Es adecuado/a?	Comentarios y conclusión de la Superintendencia del Medio Ambiente
5	Emisión olor	3.116 x 10 ⁶ [uo/m]	-	<p>No se entrega información acerca del método utilizado para la determinación de la emisión de olor (muestreo y olfatometría, o factores de emisión). Sin embargo la emisión presentada es altísima ya que corresponde a 3.116.116.200 [uo/h]. Cabe destacar que según la NCh 3190 una unidad de olor es la cantidad de (o una mezcla de) sustancias olorosas presentes en un metro cúbico de gas olorosos (en condiciones normales) en el umbral de detección del panel (personas). Asimismo, la concentración de olor se mide determinando el factor de dilución requerido para alcanzar el umbral de detección, la concentración de olor en el umbral de detección es, por definición 1 [uo/m³], es decir, 1 unidad de olor es el olor que una persona percibe o detecta, pero que no logra reconocer. Estas definiciones refuerzan aún más la altísima emisión que tiene la fuente (3 mil millones de unidades de olor por hora). Si además se considera la superficie de la misma (piscinas de acopio, pabellones, etc.) se tiene una amplia superficie de emisión lo que potencialmente puede incrementar la afectación de receptores.</p>

El informe presentado se centra únicamente en la modelización. En el anexo I de este informe se acompaña toda la información relacionada con las fases de toma de muestras y análisis mediante olfatometría dinámica que se llevaron a cabo. Se siguieron las directrices, tanto para la toma de muestras como para el análisis, de la norma de referencia chilena NCh 3190 y la norma alemana VDI 3880. Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio acreditado ANAM S.A.

LABAQUA

Sobre la elevada emisión de olor de la planta, ésta se debe a las altas concentraciones de algunos focos, unido a las elevadas superficies de exposición, por lo que, bajo el criterio técnico del equipo consultor, es normal la emisión de olor calculada para este tipo de instalaciones. Así, por ejemplo, las piscinas de sólidos, con una superficie de 1.645 m^2 cada una de las 4 existentes, tenía una concentración de olor de $19.484 \text{ uo}_E/\text{m}^3$. El cálculo de la emisión de olor proporciona $365 \cdot 10^6 \text{ uo}_E/\text{h}$ para cada una de las 4 piscinas. Este es básicamente el motivo de la elevada emisión, la alta concentración de los focos implicados, y su gran superficie expuesta. No son infrecuente este tipo de situaciones.

.2.3 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM 6:

N°	Item analizado	Contenido del Informe Presentado	¿Es adecuado/a?	Comentarios y conclusión de la Superintendencia del Medio Ambiente
6	Resultados	C _{P98-1hr} Anual	No	Sólo se presentan las concentraciones de olor, como promedio horario del año al percentil 98, lo que no es errado, pero si insuficiente ya que debe ser complementado con series de tiempo, ciclos diarios y estacionales, y tablas de impacto por receptor relevante ("Guía para el uso de modelos de calidad de aires del SEIA"). De esta manera se puede visualizar la situación global modelada, por ejemplo, las percepciones de olor en terreno llevadas a cabo por la SMA se dieron en horarios nocturnos (1 a 3 AM apróx.), situación que no es posible cotejar con la pluma de olor presentada por Porkland, ya que no necesariamente muestra lo que ocurre en horarios nocturnos. Lo mismo se repite para las estaciones del año en que los factores climáticos favorecen la emisión o desfavorecen la dispersión de los olores emitidos.

La toma de muestras de olores, se realiza mediante sistemas que permiten medir directamente en emisión sin que le afecten las condiciones meteorológicas. Las campañas de muestreo, además, se realizan en condiciones habituales de proceso con la finalidad de disponer de los datos de emisión más representativos posible.

Luego, se presentan los resultados en percentil 98 para poder interpretar con los niveles guía documentados. En la modelización se han tenido en cuenta todas las horas del día durante los 365 días del año modelizado (8.765 horas), por lo que los horarios nocturnos también han sido evaluados. El percentil 98 "permite" que se sobrepase, únicamente, el nivel de concentración representado, un 2% de las horas del año. Por tanto, la representación gráfica del percentil 98 constituye un escenario desfavorable en cuanto a la extensión del impacto.

Finalmente, las series y ciclos diarios a los que hace referencia la guía del SEIA, es meramente descriptiva y se emplea de manera implícita en los cálculos de modelización. No aporta valor añadido al proyecto en cuanto a conclusiones, ya que toda la información meteorológica la emplea el modelo CALPUFF para sus cálculos matemáticos, y con la presentación de series de datos meteorológicas es difícil extrapolar conclusiones con respecto a los niveles de inmisión de olor obtenidos, y lo único que puede suponer en un informe de esta índole, es una gran cantidad de información en los informes difícil de procesar para el lector. Además, con el modelo utilizado, CALPUFF-View no se dispone de salidas esquemáticas para analizar dicha información. Son estudios cualitativos que se deben solicitar de forma paralela.

Como ejemplos, sí se podrían presentar algún ciclo horario de cada una de las variables (vientos, temperatura, humedad relativa y radiación solar) en el dominio de modelización, para determinados días, de los 365 del año modelizado.

3.2.4 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM 7:

N°	Ítem analizado	Contenido del Informe Presentado	¿Es adecuado/a?	Comentarios y conclusión de la Superintendencia del Medio Ambiente
7	Niveles Concentración olor	3,5 y 7 [uo/m ³]	No	La pluma de olor presentada utiliza los niveles 3, 5 y 7 [uo/m ³], según lo indicado por el documento guía "H4 Odour Management UK". Sin embargo, este mismo documento indica el nivel 1,5 [uo/m ³] para olores altamente ofensivos, incluyendo en esta categoría los producidos por actividades de tratamiento de aguas residuales y procesamiento de lodos, que es el caso de la fuente en estudio. Adicionalmente el otro documento utilizado como guía, "Netherlands Emission Guidelines for Air", indica el límite de 1,5 a 3 [uo/m ³] como concentración máxima (es decir, que no debiesen haber concentraciones superiores a 3 [uo/m ³] en el área de estudio), para depuradoras de aguas residuales (procesos que la fuente realiza).

De acuerdo a las actividades descritas en el citado documento (H4 Odour Management UK), la actividad que desempeña Porkland, ganadería intensiva, se considera moderadamente ofensiva y le aplica un nivel de 3 uo_E/m³ percentil 98.

Cabe destacar que los valores a utilizar en este caso deberían ser los niveles guías para planteles de crianza intensiva de animales y no de una depuradora de aguas residuales, toda vez que las emisiones más importantes se generan en el proceso mismo de crianza y no como planta depuradora.

De todas formas, se presenta la isodora 1.5 uo_E/m³ percentil 98 para las instalaciones correspondientes al sistema de tratamiento de purines, cuyos resultados se presentan en el punto 4 del presente informe.

3.2.5 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM 8:

N°	Ítem analizado	Contenido del Informe Presentado	¿Es adecuado/a?	Comentarios y conclusión de la Superintendencia del Medio Ambiente
8	Análisis incertidumbre	No realizado	No	No se presenta análisis de incertidumbre, como lo señala la "Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA". Por este motivo no se puede determinar el grado de ajuste del modelo.

El modelo utilizado es la versión comercial de Lakes Environment del CALPUFF, modelo reconocido y validado por la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (EPA), lo cual se puede corroborar en su sitio web¹.

Para cuantificar la incertidumbre de un modelo se acostumbra a comparar los resultados del modelo con observaciones, en el caso de que estas observaciones se dispongan en la región de estudio. Para el caso del presente estudio del plantel de cerdos de Porkland, este estudio de validación no se ha realizado y se encuentra fuera del ámbito del proyecto. A la fecha existen diversos estudios de que han validado del modelo CALPUFF², razón por la cual la EPA lo considera de uso regulatorio.

¹ http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm

² i) *Air Quality Modelling Technical Support Document. NJ126 Petition of September 7, 2010.* US EPA; ii) *40 CFR Part 51. Revision of the Guideline on Air Quality Models.* Environmental Protection Agency; y, iii) *James Bay Air Quality study: Phase II. Report On the Results of Calpuff Air Quality Dispersion Modelling 2007.* 25 February, 2009. Vancouver Island Health Authority, Victoria, British Columbia..

Ejemplos de referencias:

Air Quality Modelling Technical Support Document. NJ126 Petition of September 7, 2010. US EPA ^{(2) (3)}

3.2.5 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM 9:

N°	Item analizado	Contenido del Informe Presentado	¿Es adecuado/a?	Comentarios y conclusión de la Superintendencia del Medio Ambiente
9	Interpretación resultados	-	No	Al no presentarse series de tiempo, ni ciclos diarios ni estacionales, ni análisis de incertidumbre, no es posible asegurar que la pluma de olor no afecte a la Comunidad de Montenegro (es indispensable saber que ocurre en horarios nocturnos y estaciones del año con malas condiciones de dispersión de viento). También destacar que para este caso, esta Superintendencia considera el umbral 1,5 [uo/m ³] como el más adecuado, ya que se trata de olores con notas altamente ofensivas como lo acredita el informe de fiscalización que incluye la medición de olor al aire ambiente realizada por fiscalizadores debidamente calibrados bajo NCh 3190, y, además, la fuente corresponde al proceso de tratamiento de aguas residuales y lodos. Por lo anterior, no es posible concluir que los olores emitidos por la fuente no alcancen a la Comunidad de Montenegro y de esta misma manera a Rungue, considerando todo lo expuesto anteriormente.

Como se comentó en la respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM 6, la presentación de series de tiempo y ciclos diarios y estacionales, es meramente descriptiva y se emplea de manera implícita en los cálculos de modelización, que ya tiene en consideración las ocasiones del año en las que las condiciones de dispersión son peores. No aporta valor añadido al proyecto en cuanto a conclusiones.

Destacar nuevamente, que todos los horarios (diurnos y nocturnos) han sido evaluados, las 8.760 horas del año son consideradas, y que el resultado presentado es un percentil 98, lo que indica que los valores mostrados en los mapas de isodoras

sólo pueden ser superados un 2% de las horas del año, lo que implica la representación gráfica de los valores más altos en cuanto a concentración de olor.

En cuanto a los niveles de concentración de olor presentados en los mapas se presenta la curva isodora 1.5 uoE/m³ percentil 98 en el punto 4 de este informe.

3.2.6 Respuesta a las observaciones contenidas en el ITEM 10:

N°	Ítem analizado	Contenido del Informe Presentado	¿Es adecuado/a?	Comentarios y conclusión de la Superintendencia del Medio Ambiente
10	Entrega de archivos de modelación	No	No	El titular no entrega los archivos del modelo aplicado, según lo recomienda la "Guía para el uso de modelos de calidad de aire en el SEIA". Por este motivo no es posible replicar los resultados del mismo

Se acompañan los documentos solicitados en CD Room complementario a este informe.

4. INTERPRETACIÓN DE LOS NUEVOS RESULTADOS

Se adjunta como anexo el informe en el cual se agrega la isodora $1,5 \text{ uoE/m}^3$ a los resultados de la modelización para las fuentes identificadas como planta de tratamiento y almacenamiento de purines, y se agregan además conclusiones respecto de curva solicitada.

ANEXO I. LA OLFATOMETRÍA: DESCRIPCIÓN Y METODOLOGÍA

Las fases de un estudio de olfatometría son las siguientes (ver figura 1):

- FASE I: Campaña de toma de muestras
- FASE II: Análisis de las muestras mediante el olfatómetro
- FASE III: Cálculo de las emisiones de olor de cada fuente
- FASE IV: Cálculo de los niveles de inmisión en el entorno
- FASE V: Conclusiones. Determinación de medidas correctoras

A continuación se describe el contenido de cada una de estas fases.

Fase I: Campaña de toma de muestras

Elaboración del plan de toma de muestras

La identificación de las fuentes de olor relevantes de la planta se realiza en base a la experiencia y/o mediante una visita previa a la misma. Posteriormente se elabora el plan de toma de muestras, determinándose en qué puntos se deben tomar muestras y el calendario a seguir.

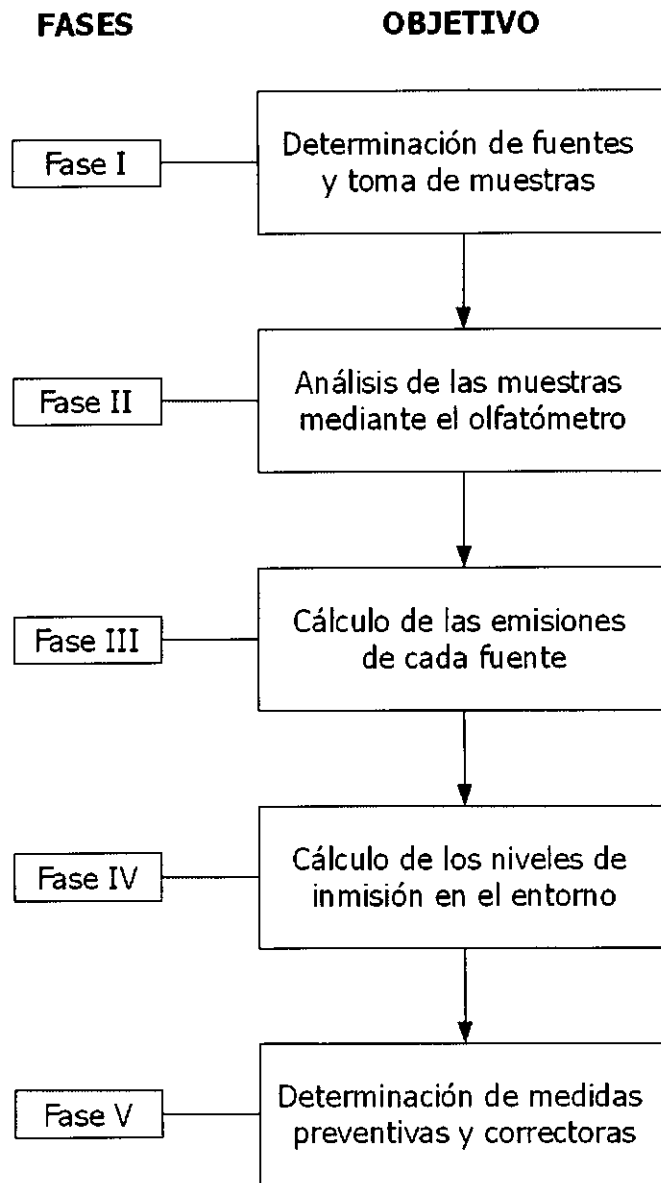
Toma de muestras

Para la toma de muestras se utiliza un equipo específicamente diseñado con ese fin. En realidad, el proceso de toma de muestras consiste en almacenar aire contaminado en bolsas de nalophan, un material especial que no absorbe olor, con el fin de que pueda ser transportado al laboratorio de olfatometría sin sufrir alteraciones para analizar la concentración de olor de cada muestra.

Básicamente, el equipo de muestreo consta de los siguientes elementos:

- Dilutor
- Cámara de vacío
- Bomba de vacío
- Botella de aire sintético comprimido
- Sonda toma-muestras
- Túnel de viento
- Ventilador
- Filtro de carbón activo
- Campana
- Bolsas "nalophan"
- Bidones para el transporte de las bolsas "nalophan"
- Accesorios

METODOLOGÍA DE UN ESTUDIO OLFATOMÉTRICO



En condiciones de humedad elevada, si las muestras de aire contaminado fueran almacenadas directamente en las bolsas nalophan se producirían condensaciones en el interior de las mismas, lo que conllevaría alteraciones en el olor de la muestra. Por otra parte, puede ocurrir que la concentración de olor de las muestras sea demasiado alta y quede fuera del rango de operación del olfatómetro. Para evitar esto, las muestras deben ser prediluidas en el momento en que son introducidas en las bolsas nalophan. Con este fin se utiliza el dilutor, que es el elemento central del equipo de muestreo y es el encargado de gobernar y controlar todo el proceso de llenado de las bolsas nalophan con muestras de aire oloroso.

A través del dilutor circulan dos flujos diferentes de aire (ver figura 2):

Aire sintético comprimido: Se conecta una botella de aire sintético comprimido al dilutor. Este aire sintético es utilizado para diluir la muestra de aire contaminado con olores que se extrae del conducto por el que circula el mismo. Por lo tanto, el aire sintético entra en el dilutor, y éste lo envía a la sonda que recoge el aire en la cantidad adecuada mediante el capilar crítico para conseguir una mezcla con la dilución que se haya fijado en el panel de control.

Muestra de aire oloroso: El aire del conducto, diluido a la concentración fijada por el dilutor, pasa a través de este último y se introduce en la bolsa.

La dilución del aire de la muestra con aire sintético inodoro se realiza en la misma sonda de muestreo mediante capilares críticos (existen capilares con diferentes secciones y, por tanto, diferentes caudales de succión), lo que evita que se produzcan condensaciones bien en la sonda, bien en el tubo que conecta la sonda a la bolsa nalophan. El principio del funcionamiento de los capilares críticos se basa en el "efecto VENTURI", dependiendo la dilución obtenida de la presión de aire sintético inodoro inyectado a través del capilar, y del caudal que permite pasar el mismo.

El tiempo de toma de muestra, es decir, desde que empieza a entrar aire en la bolsa nalophan, hasta que se desconecta el proceso, depende de la capacidad de la bolsa tedlar ó nalophan que se utilice. Lo más común es utilizar bolsas de entre 5 a 80 litros (AQUALOGY Medio Ambiente utiliza bolsas de 8 litros).

Aunque el tiempo de muestreo esté en torno a los 20 minutos, antes de estar en disposición de empezar a tomar muestras, hay que realizar una serie de trabajos que son laboriosos: instalar los equipos, conectarlos, estabilizar el dilutor, programarlo con los parámetros adecuados, etc. Esto implica que para tomar un par de muestras se tenga que emplear prácticamente media jornada, aunque varía mucho dependiendo de la dificultad de la muestra a tomar (método empleado, acceso fácil o difícil, etc.) y de la necesidad o no de mover los equipos de un sitio a otro.

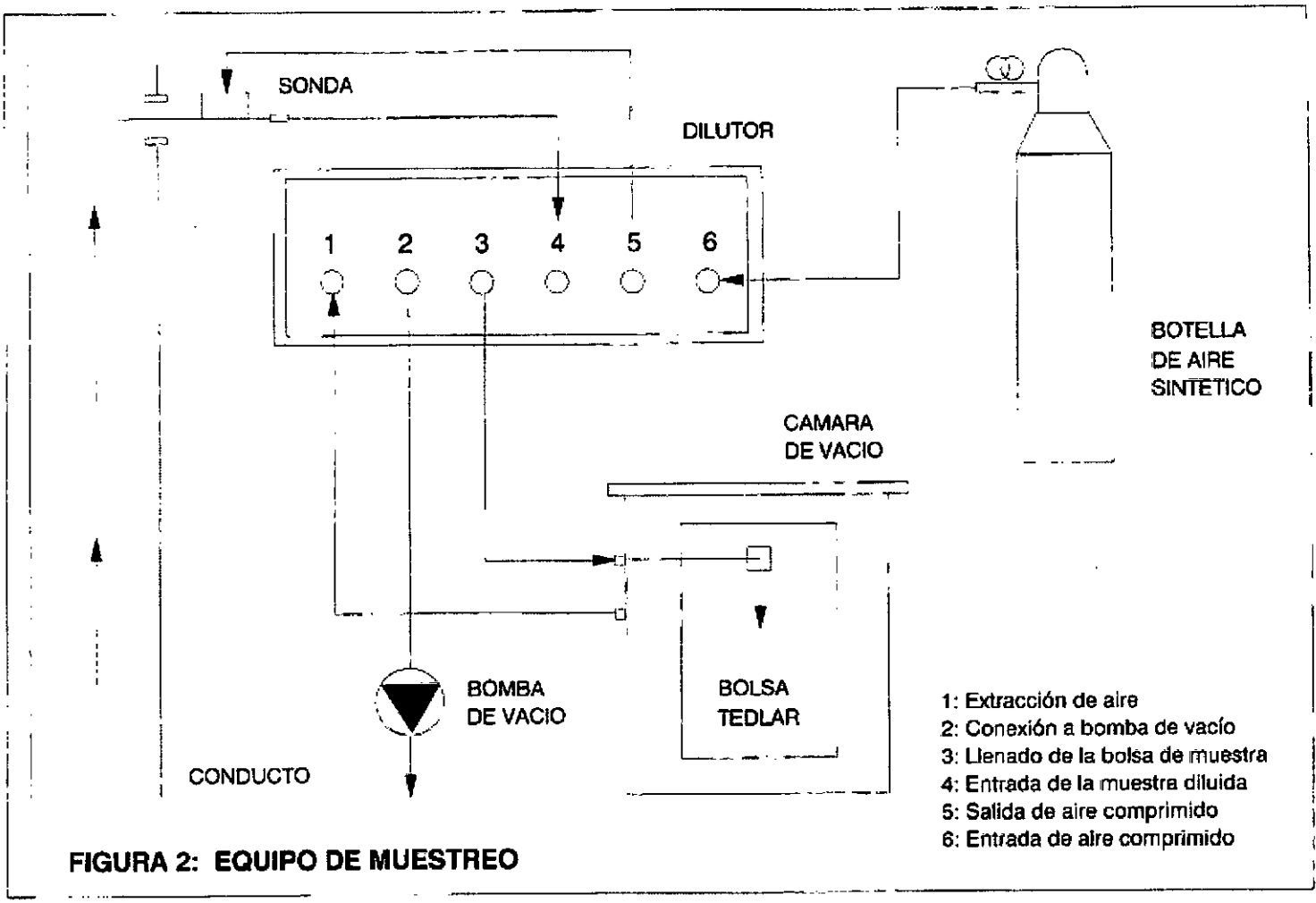


FIGURA 2: EQUIPO DE MUESTREO

- 1: Extracción de aire
- 2: Conexión a bomba de vacío
- 3: Llenado de la bolsa de muestra
- 4: Entrada de la muestra diluida
- 5: Salida de aire comprimido
- 6: Entrada de aire comprimido

En relación a la dificultad de la muestra a tomar, se ha mencionado que ésta depende del método empleado, ya que en función del tipo de fuente emisora de olores se utilizan distintos métodos de toma de muestras. A continuación se describen los distintos tipos de focos emisores que se pueden encontrar y el método de toma de muestras especificado en la norma NCh 3190 aplicable a cada uno de ellos:

Fuentes puntuales fijas:

Este es el caso más sencillo a la hora de tomar la muestra (por ejemplo: chimeneas, conductos, salidas de sistemas de extracción de aire, etc.). Únicamente es necesario que la sonda pueda ser introducida en el interior del conducto por donde circula el aire que se quiere muestrear. En la mayoría de los casos se realiza un pequeño orificio en el conducto por el que la sonda es introducida y la muestra es absorbida por la sonda.

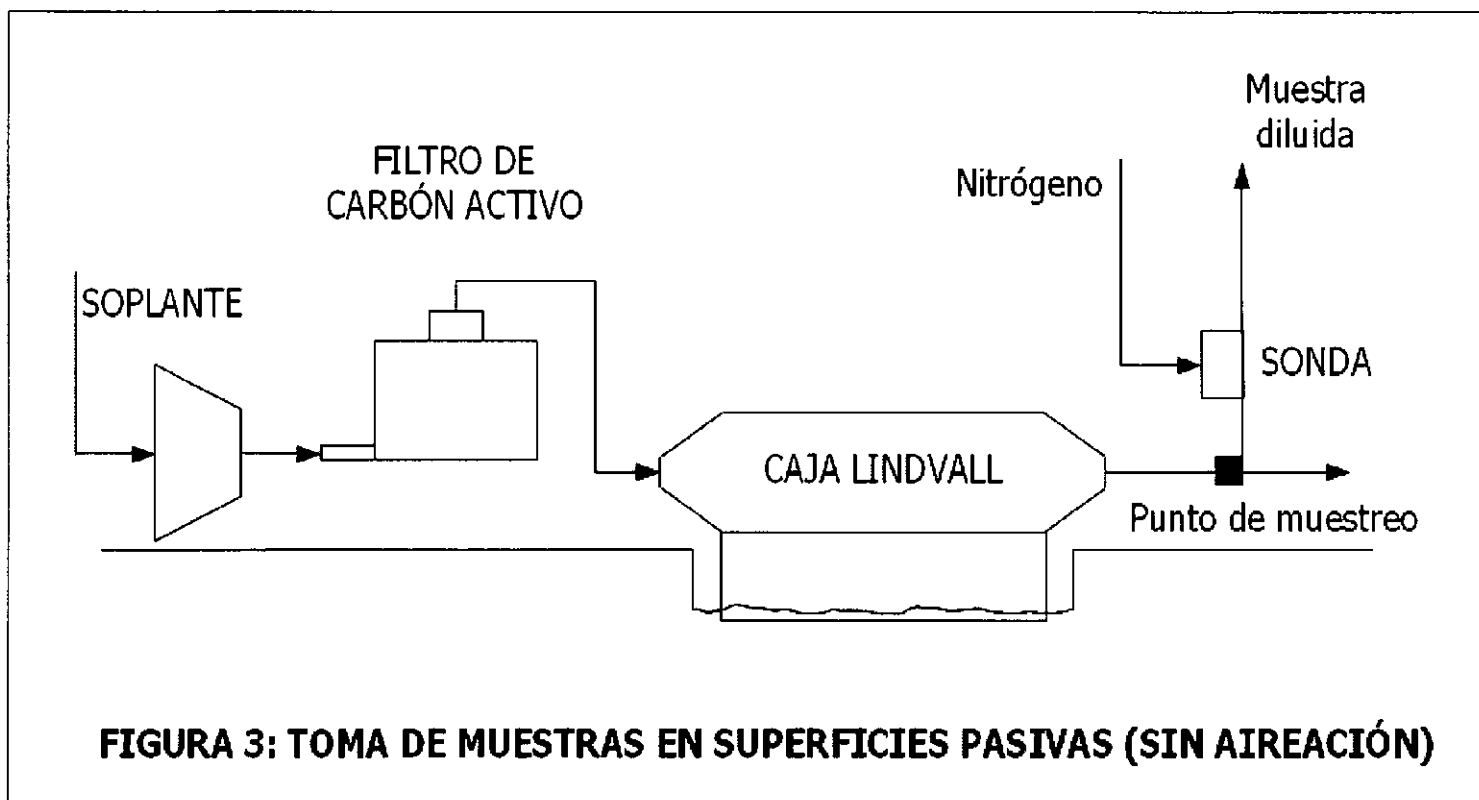
Fuentes superficiales pasivas (sin aireación):

Para este tipo de focos en los que el caudal emitido es difícil de evaluar, La Agencia Medioambiental Americana (U.S. EPA) recomienda, para estos casos el empleo de la denominada cámara de flujo ("Flux chamber"). Básicamente una cámara de flujo consiste en un túnel cerrado depositado sobre la superficie a muestrear sobre el que se inyecta una corriente de aire exento de contaminación que arrastra los VOCs de la superficie objeto de análisis hacia la salida de este túnel donde se colecta la muestra. La cámara de flujo es el método de elección recomendado por la EPA tanto en superficies pasivas no aireadas líquidas y sólidas, así como en el caso de emisiones fugitivas. Paralelamente las metodologías para el cálculo de las emisiones olorosas propuestas por el Comité Europeo de Normalización para este tipo de focos emisores han desembocado en el mismo planteamiento. En este caso el túnel de viento empleado denominado Túnel de viento (que fue diseñada por Lindvall en 1974) ha sido propuesto para estos cálculos. El túnel de viento es una caja de base rectangular de superficie 1 m² con un conducto de entrada a un lado y uno de salida en el extremo opuesto.

De lo que se trata con los accesorios de la figura 3 es de simular la acción del viento sobre la superficie y recoger una muestra de la emisión producida.

Para tomar la muestra con el túnel de viento se deposita la misma, sobre la superficie que se quiere muestrear. Además se crea una corriente de aire según lo indicado en la norma VDI 3880, con ayuda de un pequeño ventilador, que se hace pasar a lo largo del túnel de viento. La corriente de aire crea un flujo laminar sobre la superficie que se encuentra bajo la caja similar al creado por el viento; arrastrando, también como lo hace el viento, los componentes olorosos que la fuente superficial emite. Para desodorizar el aire que entra al túnel de viento se intercala antes de ésta un filtro de carbón activo.

En el conducto conectado al extremo del túnel de viento por donde sale el aire, se introduce la sonda que extrae la muestra que se envía a la bolsa tedlar o nalophan.



Fuentes superficiales activas (con aireación interna):

En este tipo de fuentes se toman muestras con ayuda de una campana (ver figura 4). Ya que existe una inyección de aire. Este método es más simple en su concepción y más sencillo de ejecutar que el de la túnel de viento. Para tomar la muestra se deposita la campana (de forma piramidal con base cuadrada de 1 m²) sobre la superficie de la fuente con aireación. La emisión de olor se produce precisamente por efecto de la aireación y el punto de muestreo se sitúa en la parte superior de la campana, donde existe un conducto de salida que sirve para introducir la sonda.

Otros métodos de toma de muestras:

Existen otra serie de métodos específicos de toma de muestras para casos especiales en los que no sea posible tomar muestras mediante alguno de los sistemas anteriores; por ejemplo: mediante inyección de aire en el interior de una muestra, método de la "ventana", etc. Pero se intenta utilizar, siempre que sea posible, alguno de los tres métodos mencionados anteriormente.

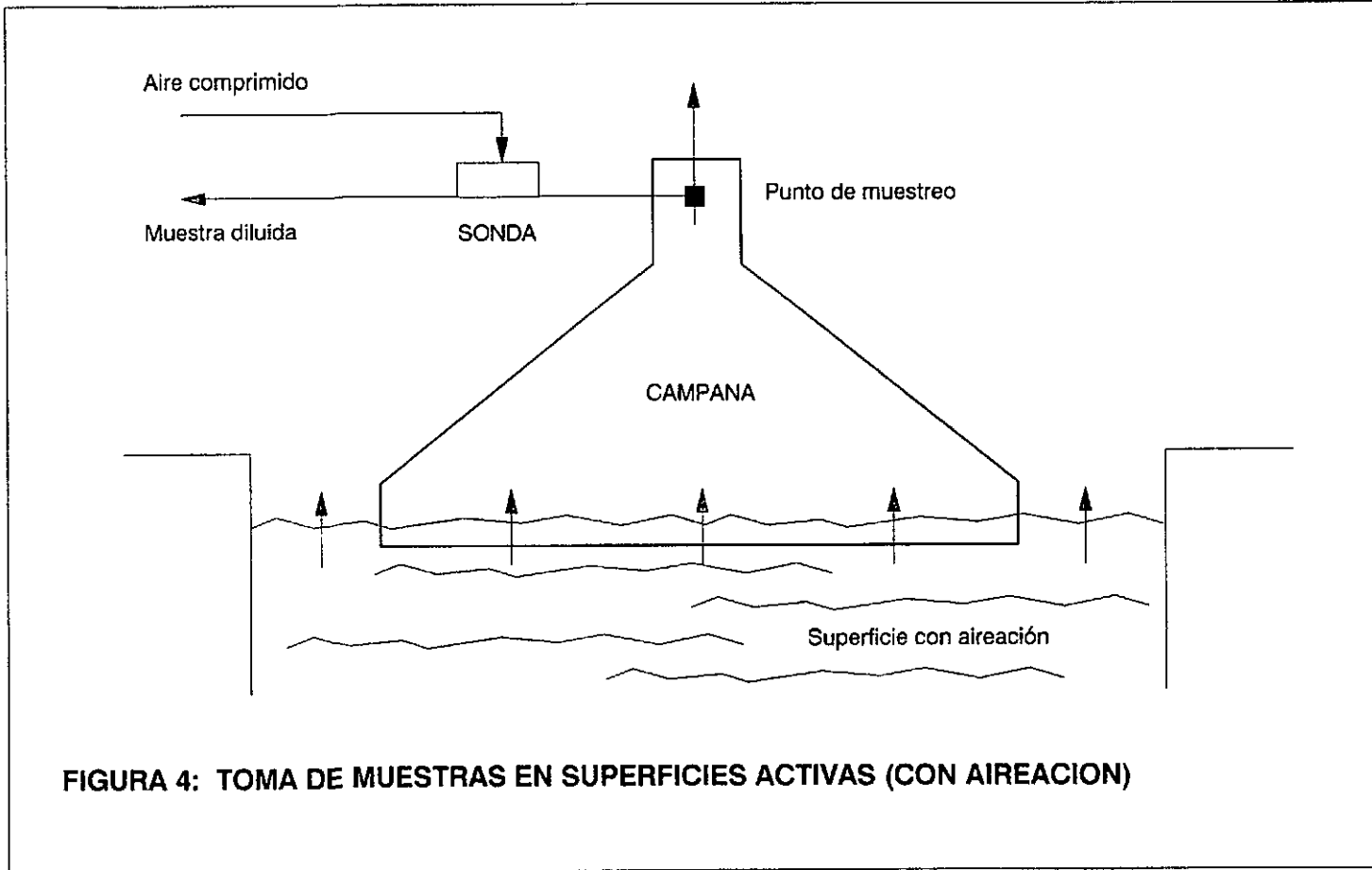
Una vez que el tiempo de muestreo se ha terminado, se para el proceso de recogida de muestra y se extrae la bolsa nalophan del interior de la cámara de vacío, previa normalización de la presión interna de la misma, y se deposita en unos barriles de plástico cerrados para evitar que se pueda rasgar o deteriorar durante su transporte al laboratorio de olfatometría

Además de obtener la muestra debidamente envasada, durante la recogida de la misma se realizan una serie de mediciones adicionales, que servirán después para calcular la concentración de olor de la muestra y para hallar, a partir de esta última, la emisión de olor de cada unidad.

En general, los datos que se recogen durante el proceso de muestreo son los siguientes:

- Temperatura de la muestra
- Humedad relativa de la muestra
- Presión atmosférica
- Velocidad del flujo de aire de donde se toma la muestra
- Sección del conducto de donde se extrae la muestra
- Presión atmosférica de la zona
- Observaciones o datos relevantes sobre el funcionamiento de las instalaciones en el momento de recoger la muestra: unidades de la planta que están paradas por reparaciones o mantenimiento, funcionamiento anómalo, etc.
- Datos descriptivos de las condiciones atmosféricas y climatológicas del día: lluvias, presencia de vientos, etc.

Una vez que se han recogido las muestras y los datos que se han mencionado, es el momento de transportarlas para proceder a su análisis olfatométrico.



Fase II: Análisis de las muestras mediante el olfatómetro

Descripción general del olfatómetro

El análisis se realiza con la ayuda de un olfatómetro (Figura. 5). Este método se basa en la percepción real del ser humano de los olores, utilizando el olfato humano como detector de olores. Generalmente resulta muy difícil cuantificar los olores mediante métodos analíticos. El olor de una determinada muestra de aire es consecuencia de múltiples factores y una pequeña alteración de alguno de los componentes de la muestra puede producir cambios impredecibles en el olor de la misma.

Además de la complejidad de establecer una relación entre la composición química de la muestra y su olor, los métodos analíticos resultan enormemente costosos para el objetivo que persiguen.

Por estas razones, los métodos olfatométricos actuales se basan en la percepción real del olfato humano.

Un laboratorio de olfatometría consta básicamente de los elementos:

- Olfatómetro
- Ordenador
- Envases porta-muestras
- Aire sintético comprimido
- Accesorios

El elemento básico del laboratorio es el olfatómetro, que es un aparato de dilución capaz de presentar muestras de olores a un panel de 4 "observadores" bajo condiciones reproducibles. El analista basándose en el origen de la muestra y en las indicaciones del técnico de campo que ha tomado la muestra establece una dilución alta de la muestra que se encuentre por debajo del umbral olfativo de los observadores. El olfatómetro mezcla aire puro con la muestra y va ofreciendo diluciones menores de la muestra. Por cada dilución de la muestra que se ofrece al observador, el olfatómetro presenta un blanco de referencia IR. El observador debe discernir cuál de los dos ofrecimientos corresponde a la muestra y cual al blanco de referencia. El olfatómetro también ofrece aleatoriamente e intercalándose entre la serie de diluciones blancos que el observador debe identificarlos. El análisis de la muestra concluye cuando los cuatro observadores han detectado las dos últimas diluciones ofrecidas por el olfatómetro.

El olfatómetro es controlado por un programa de ordenador diseñado especialmente para realizar esta función. Las muestras recogidas y transportadas en el interior de envases isotérmicos son conectadas al olfatómetro. Con el fin de diluir las muestras para su presentación a los observadores, se conecta al olfatómetro un sistema para generar aire comprimido inodoro mediante un compresor adaptado

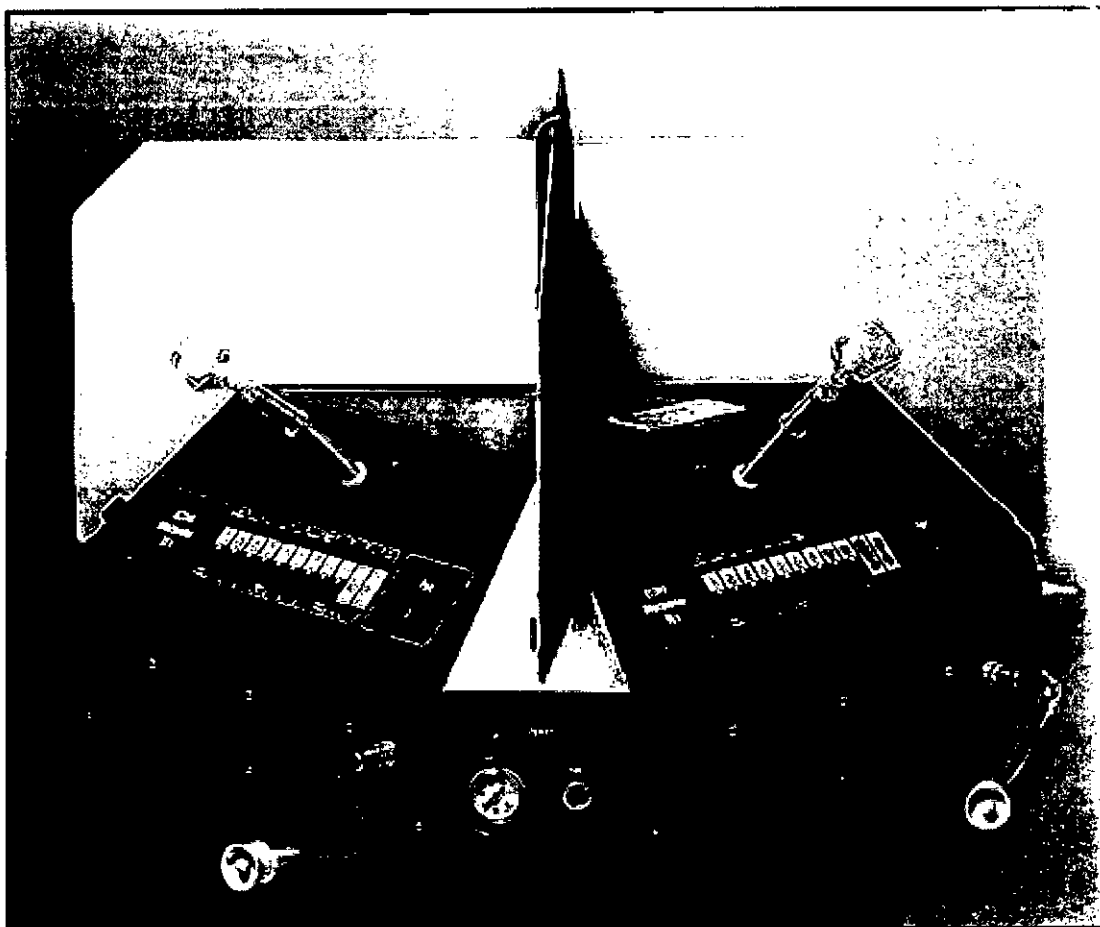


Figura 5. Olfatómetro Ecoma T08.

Términos y definiciones

A continuación se describe cuáles son los métodos y procedimientos que han de seguirse para realizar un análisis olfatométrico de sustancias o mezclas de sustancias. Dichos métodos y procedimientos están basados en la norma chilena NCh 3190 "Calidad del aire-determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica".

A la hora de analizar la concentración de olor de una sustancia o mezcla de sustancias, lo primero que hay que determinar es el umbral de olor de la misma. Por umbral de olor se entiende la concentración de esa sustancia o mezcla de sustancias en aire puro que puede ser distinguida de una muestra de aire inodoro por la mitad de un grupo de observadores (panel). Por definición, el umbral de olor de una sustancia corresponde a una concentración de olor de 1 unidad de olor por metro cúbico ($1 u_{OE}/m^3$).

La unidad de olor (u_{OE}) se define como la cantidad de una sustancia gaseosa o mezcla gaseosa de sustancias que, distribuida en $1 m^3$ de aire puro inodoro, es distinguida de aire completamente inodoro por la mitad de un panel de observadores.

Una vez que se ha determinado el umbral de olor de la sustancia o mezcla de sustancias, se puede calcular la concentración de olor de la misma, que se define como el número de unidades de olor por metro cúbico (u_{OE}/m^3). El valor numérico de la concentración de olor es igual al número de veces que la muestra de aire olorosa debe ser diluida con aire inodoro para alcanzar su umbral de olor.

Selección de panelistas

Cuando se quiere analizar una muestra mediante el olfatómetro, lo primero que hay que hacer es formar un panel de observadores (panelistas), que no es más que un grupo de personas que han sido seleccionadas como individuos cualificados para ejecutar una medición de olores.

El objeto de esta selección de observadores es conseguir que los resultados de las mediciones no dependan del grupo de observadores escogidos y que los resultados obtenidos sean los mismos si realizamos el análisis con otro grupo de observadores diferente que también cumpla los criterios de selección. El panel de observadores ha de estar formado al menos por 4 personas y sus miembros deben tener por lo menos 16 años.

Para conseguir un panel de observadores se sigue el proceso de selección que se describe a continuación.

En primer lugar se instruye a los futuros miembros del panel en el uso del olfatómetro y en cómo deben actuar y comportarse cuando se ejecuta un análisis de una muestra. Para realizar la selección se utiliza un gas de referencia certificado (gas patrón). El gas de referencia en la norma NCh 3190 es el n-butanol con concentraciones en nitrógeno de 60 mmol/mol respectivamente.

Para cada aspirante a observador, se determina al menos 10 veces el umbral de olor individual del gas de referencia para dicho aspirante. Por umbral de olor individual se entiende aquella concentración del gas que se encuentra entre la concentración a la cual el observador puede distinguir perfectamente la muestra de aire oloroso de aire inodoro y la concentración a la cual el observador no puede distinguir uno de otro.

Para determinar el umbral individual de cada aspirante, el olfatómetro ofrece al mismo, muestras diluidas de n-butanol, de manera que la dilución de cada oferta va disminuyendo, o lo que es lo mismo, va aumentando la concentración de las mismas. El aspirante debe elegir de entre los ofrecimientos detectando cualitativamente las distintas concentraciones de n-butanol.

El umbral individual de olor se determina hallando la media geométrica de los dos siguientes valores:

La dilución para la cual el resultado es correcto y el aspirante así lo indicó y, la dilución anterior a ésta última.

A continuación, se determina la media geométrica de los logaritmos naturales de los 10 umbrales individuales calculados, así como la dispersión de los mismos. De acuerdo a la norma NCh 3190, el aspirante a miembro del panel es aceptado si cumple los siguientes criterios de selección:

- El número de pruebas realizadas debe ser al menos 10.
- El valor medio de los logaritmos decimales de los 10 umbrales individuales calculados se encuentra entre los valores 1,30 y 1,90 (entre 20 y 80 ppb de una muestra de n-butanol).
- La desviación típica de los resultados debe ser $< 0,36$.

Además, cada vez que un miembro del panel realiza un análisis de muestras, antes de dicho análisis se le hace una prueba con n-butanol para determinar que el miembro del panel sigue estando cualificado para realizar el análisis olfatométrico.

Por otra parte, a los miembros del panel se les exige siempre una serie de normas a fin de que no se distorsionen los resultados de las mediciones. Estas normas generales son, básicamente, las siguientes:

- No fumar media hora antes del comienzo de los análisis.
- No comer o beber (excepto agua) inmediatamente antes o durante la realización de un análisis olfatométrico.
- No utilizar cosméticos, perfumes, etc. Que puedan distorsionar su capacidad olfativa.
- No participar en los análisis si se padecen procesos catarrales o afecciones similares que puedan afectar la capacidad olfativa del panelista.
- No comunicarse con otros miembros del panel acerca del desarrollo y los resultados del análisis.
- Realizar los análisis con motivación y atención.

Análisis de muestras

El análisis de las muestras recogidas ha de hacerse durante las 30 horas siguientes a la recogida de la muestra, para evitar que se produzcan alteraciones en el olor debido al almacenamiento de la misma.

En una medición/análisis de olores se ofrecen tres series de presentación de diluciones de una muestra en orden descendente, es decir, se ofrece primero la muestra más diluida aumentando progresivamente la concentración de la muestra a analizar. El número de panelistas que debe realizar el análisis es de 4 personas. A

cada presentación de una dilución de la muestra siempre le acompaña un blanco de referencia (*reference air*), los panelistas deben indicar si huelen o no las muestras diluidas y no marcar como positivo el blanco de referencia. Intercalándose aleatoriamente en una serie de presentación, se ofrecen blancos, muestras compuestas por aire purificado. Los panelistas no deben identificar estos ofrecimientos como muestras positivas. Una serie de presentación finaliza cuando los cuatro miembros del panel han identificado correctamente al menos los dos últimos ofrecimientos. A partir de aquí se calcula el ITE (*individual threshold estimate*). El factor de dilución empleado para la dilución de las muestras es 2. Las series de dilución deben ser distribuidas simétricamente en torno al umbral de olor esperado para cada muestra.

A cada miembro del panel se le asigna un número determinado y debe registrarlo antes de empezar cada análisis. Para cada presentación, el programa informático que gobierna el olfatómetro decide, si comienza presentando el blanco de referencia o la muestra diluida.

El tiempo de decisión para el miembro del panel es de 2,2 segundos. El intervalo que transcurre entre dos presentaciones a un mismo miembro del panel debe ser de al menos 20 segundos.

Cada una de las decisiones tomadas por cada miembro del panel es registrada por el ordenador, en forma de tabla, debajo del número correspondiente al miembro del panel en cuestión.

Cálculo de concentraciones de olor

Recordemos que la concentración de olor de una determinada muestra se define como el número de unidades de olor por metro cúbico (uo_e/m^3). El valor numérico de la concentración de olor es igual al número de veces que la muestra de aire olorosa debe ser diluida con aire inodoro para alcanzar su umbral de olor.

Por tanto, el primer paso a dar a la hora de calcular la concentración de olor es la determinación del umbral de olor de la muestra a partir de los resultados que se han obtenido del análisis de la muestra por parte de los miembros del panel.

Para ello se calcula la media geométrica de los ITE (*individual threshold estimate*)

Esto puede ser hecho de manera gráfica o con la ayuda de tablas que contienen pares de valores de ambas funciones y el cálculo subsecuente de la línea recta que encaja en los valores obtenidos.

El programa informático que controla el olfatómetro durante la ejecución del análisis de las muestras por los miembros del panel, está diseñado para recoger y almacenar las respuestas que dan los mismos a las distintas concentraciones de la muestra que se les ofrecen. Además, una vez que ha finalizado el análisis de las muestras, el mismo programa informático se encarga de determinar, en base a las respuestas almacenadas y mediante la aplicación de los algoritmos, el umbral de olor de la muestra.

A partir del umbral de olor de la muestra, se halla la concentración de olor determinando el número de diluciones que se han hecho para alcanzar el umbral de olor. Para ello hay que tener en cuenta las prediluciones que se realizaron a la hora de tomar la muestra y las que ha realizado el olfatómetro para llegar al citado umbral.

Fase III: Cálculo de las emisiones de olor de cada fuente

La fase anterior finaliza cuando se hallan las concentraciones de olor de las muestras tomadas en cada una de las fuentes, pero el dato que en realidad interesa conocer es la emisión de olor de cada una de las fuentes, es decir, como contribuye cada foco a la emisión total de olores de la planta.

Por emisión de olor de una fuente se entiende el número de unidades de olor por unidad de tiempo que dicha fuente emite. Las unidades más comúnmente empleadas para medir emisiones de olores en vertederos son millones de unidades de olor por hora ($uo_E \cdot 10^6/h$).

Para transformar las unidades de olor por metro cúbico que se han obtenido al hallar las concentraciones de olor de cada fuente en unidades de olor emitidas por hora, se siguen distintos métodos dependiendo del método de muestreo utilizado:

Fuentes puntuales fijas

Las muestras son recogidas mediante la introducción de una sonda en el conducto del cual se quiere medir su emisión de olores. Para calcular la emisión de la fuente basta con multiplicar la concentración de olor hallada en la muestra por el caudal de aire que circula por el conducto.

Fuentes superficiales activas (con aireación interna):

En este caso se habrá tomado la muestra con la campana. Bastará con multiplicar la concentración de olor de la muestra tomada por el caudal total de aire inyectado en la unidad de la que se trate.

Fuentes superficiales pasivas (sin aireación interna):

En este caso se habrán tomado las muestras con el túnel de viento. Para ello, se hace circular una corriente de aire a través de dicha caja (de acuerdo a lo indicado en la norma VDI 3880 de octubre de 2011), que tiene una base rectangular de $0,5 \text{ m}^2$.

Pues bien, para calcular la emisión de olor de la fuente superficial pasiva de que se trate, se debe multiplicar la concentración de la muestra por el caudal medido. Como esta es la emisión correspondiente a una porción de la superficie de $0,5 \text{ m}^2$, para hallar la emisión total de la fuente se multiplica por la superficie total de la fuente.

ANEXO II: RESULTADO DE LAS NUEVAS MEDICIONES

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las actividades descritas en H4 Odour Management UK, la actividad que desempeña Porkland, ganadería intensiva, se considera moderadamente ofensiva y le aplica un nivel de $3 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ percentil 98.

Cabe destacar que los valores a utilizar en este caso deberían ser los niveles guías para planteles de crianza intensiva de animales y no de una depuradora de aguas

residuales, toda vez que las emisiones más importantes se generan en el proceso mismo de crianza y no como planta depuradora.

De todas formas, se presenta la isodora $1.5 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ percentil 98 para las instalaciones que corresponden al sistema de tratamiento de purines, esto es, para la planta de tratamiento de efluentes o estanques de almacenamiento de purines, excluyéndose las fuentes correspondientes a pabellones de cría, engorda y reproducción, respecto de las cuales debe aplicarse el parámetro correspondiente a ganadería intensiva.

En la figura 1.1., se presenta la ubicación del plantel con respecto al núcleo de población más próximo.

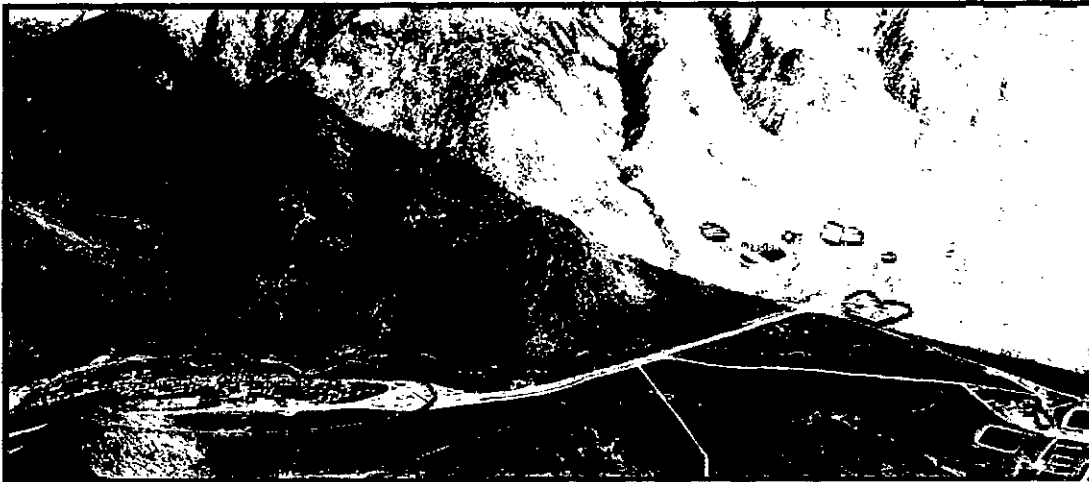


Figura 1.1. Plano de ubicación del



plantel de cerdos de Porkland.



Instalaciones de Porkland S.A.

Núcleos de viviendas cercanos (Montenegro)

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Se pretende caracterizar la inmisión de olor en el ambiente, producida por las fuentes de emisión de olor seleccionadas (asociadas a planta de tratamiento y almacenamiento de purines) a partir de los valores de emisión de olor proporcionados por la empresa Aqualogy Medioambiente Chile S.A. (en adelante, "Aqualogy S.A." o "el cliente") . Con este fin se han llevado a cabo las siguientes actividades:

Cálculo mediante modelización matemática, de los valores de inmisión de olor, a partir de los valores de emisión de olor proporcionados por Aqualogy S.A. y fuentes solicitadas de modelar por el cliente.

Valoración de la afección de la curvas de isoconcentración de olor sobre los núcleos de población cercanos tomando como referencia los niveles guía publicados.

3. MODELIZACIÓN DE LA INMISIÓN DE OLOR

3.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN UTILIZADO. CALPUFF

El objeto del presente capítulo es introducir el modelo de dispersión empleado para calcular los niveles de inmisión de olores.

CALPUFF es un sistema de modelización de la calidad del aire desarrollado por el ASG (Atmospheric Studies Group) y recomendado por la agencia de protección ambiental norteamericana (US Environmental Protection Agency) para la evaluación del transporte de contaminantes de largo alcance y en situaciones de topografía compleja. El sistema de modelización CALPUFF consta de tres componentes principales: CALMET, CALPUFF y CALPOST.

CALMET es un modelo meteorológico de diagnóstico que genera campos horarios de temperatura y viento en una malla tridimensional, así como campos bidimensionales como son la altura de la capa de mezcla, la precipitación, las características de la superficie, etc. CALMET puede ser inicializado con observaciones (datos en superficie y radiosondajes), con datos de un modelo meteorológico de mesoescala, o con una combinación de ambos. Para el presente estudio se han utilizado datos meteorológicos provenientes de simulaciones con el modelo meteorológico WRF, el cual se describe en el apartado 3.2.1., CALMET requiere también los usos del suelo y la elevación del terreno de la zona de estudio.

CALPUFF es un modelo de dispersión de contaminantes de tipo puff, multi-capa, multiespecies, no estacionario, que permite simular los efectos de las variaciones espaciales y temporales de las condiciones meteorológicas en el transporte, transformación y eliminación de contaminantes. CALPUFF puede ser usado en escalas que van de las decenas de metros a los centenares de kilómetros. Incluye algoritmos que tienen en cuenta efectos de escala menor al paso de malla, así como efectos de largo alcance (como la eliminación de contaminantes debido a la deposición húmeda y deposición seca, la transformación química, y los efectos en la visibilidad por la concentración de partículas de materia).

Finalmente, **CALPOST es el paquete de post-procesado que lleva a cabo cálculos de visibilidad**, hace medias y resúmenes de concentraciones y flujos de deposición, y genera datos para la representación gráfica de los resultados, entre otros.

3.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE CALPUFF EN EL PRESENTE ESTUDIO

El modelo CALPUFF precisa alimentarse de las siguientes variables.

3.2.1. DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos requeridos para los modelos de dispersión de contaminantes convencionales, se obtienen mediante registros instrumentales. Por el contrario, los modelos de dispersión modernos, como CALPUFF, requieren datos meteorológicos correspondientes a un volumen atmosférico (datos de superficie y altura), con lo que es imprescindible el uso de modelos de simulación y es posible llegar a prescindir de los datos instrumentales. La opción más utilizada actualmente para inicializar estos sistemas es el uso de modelos de simulación numérica de la atmósfera del tipo WRF, tal y como se ha utilizado en este proyecto. El modelo Weather Research and Forecasting – Advanced Research WRF (WRF- ARW) ha sido desarrollado por el Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas (National Center for Atmospheric Research, NCAR). WRF es adecuado para una amplia gama de aplicaciones, en escalas que van desde metros hasta miles de kilómetros.

Para la caracterización meteorológica de la zona afectada, se ha utilizado una simulación del modelo WRF del periodo de datos meteorológicos 01/01/13 - 31/12/13.

Las figuras 3.2.1.1. y 3.2.1.2., son una muestra del campo de vientos generado por el modelo WRF importado al modelo CALPUFF.

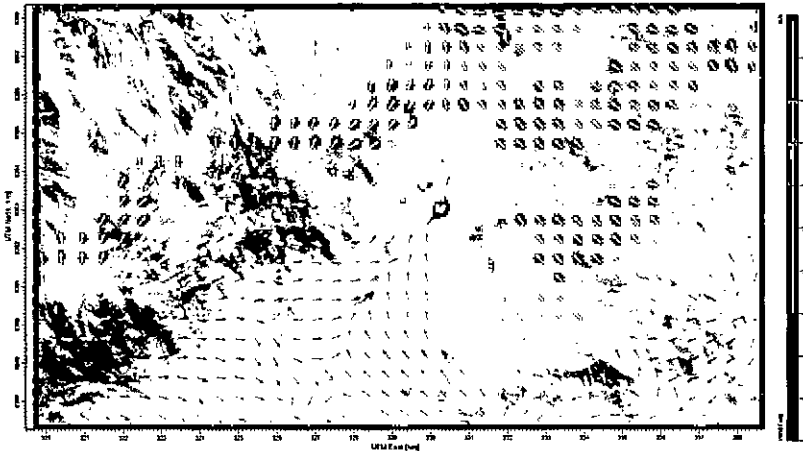


Figura 3.2.1.1. Campo de vientos a 10 m de altura a las 00:00 h del 23/01/2013.

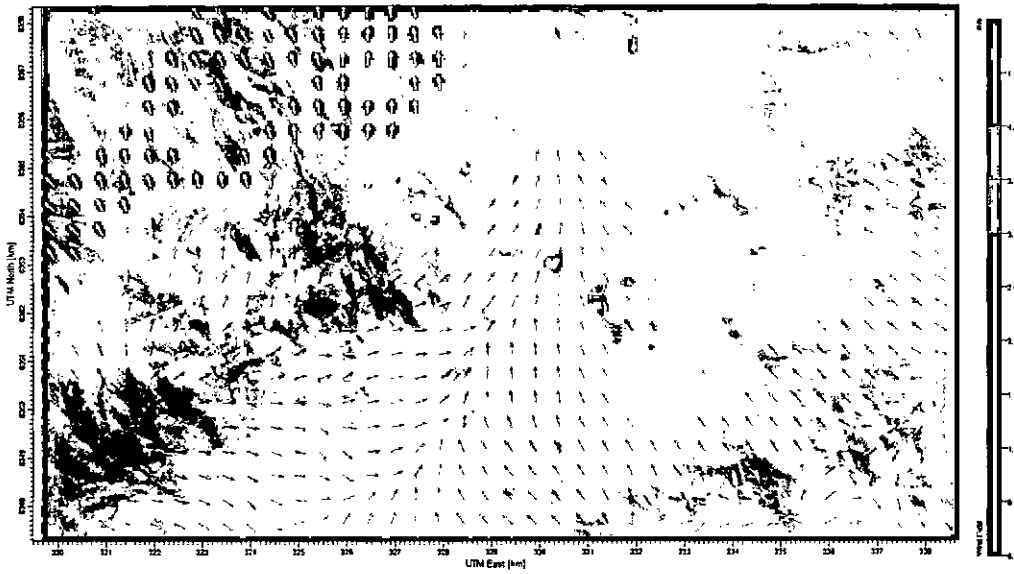


Figura 3.2.1.2. Campo de vientos a 10 m de altura a las 17:00 h del 12/06/2013.

3.2.2. DATOS DE LAS FUENTES DE EMISIÓN

Emisión de olor de cada una de las fuentes muestreadas. A partir de los datos de la concentración de olor y de caudal de emisión de olor por unidad de superficies relativas a las fuentes, proporcionados por el cliente, se calculan las emisiones puntuales en 106 uoE/h con la ayuda de una hoja de cálculo.

La emisión de olor de cada fuente considerada, en 106·uoE/h, se introduce en un módulo tipo base de datos definido en el modelo, en donde se identifica el nombre de la fuente, el tipo de contaminante emitido (olores), la altura de emisión, velocidad de salida en fuentes puntuales (m/s), tipo de terreno (urbano), diámetro de salida en fuentes puntuales (m), dimensiones en fuentes superficiales (m²), y coordenadas x,y de la fuente.

En la figura 3.2.2.1., se presenta una ortofotografía de localización del total de los focos de emisión de olor del plantel.

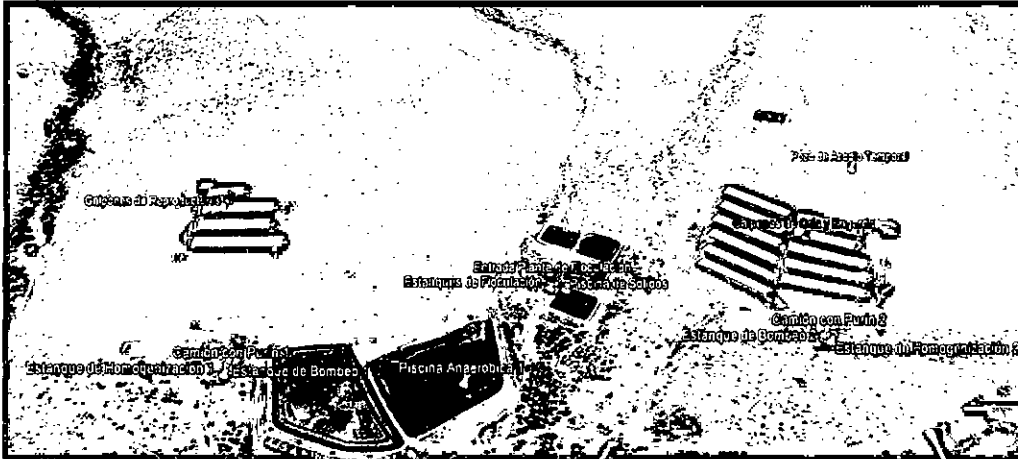


Figura 3.2.2.1. Localización del total de los focos de emisión del plantel de cerdos de Porkland en el sector de Montenegro, comuna de Tiltil

Los valores de emisión de olor para cada una de las fuentes consideradas son los siguientes:

Tabla 3.2.2.1. Emisión de olor de cada una de las fuentes consideradas en este informe complementario para el escenario de la situación actual

Fuente de olor	Concentración de olor (uo _E /m ³)	Número Unidades	Emisión olor unitaria 10 ³ (uo _E /h)	Altura emisión (m)
Estanque bombeo 1	395	1	0,0045	0
Estanque bombeo 2	1.579	1	0,0017	0
Estanque homogeneización 1	16.384	1	4,84	0
Estanque homogeneización 2	8.192	1	3,63	0
Piscina anaeróbica	3.756	1	246	0
Piscinas de acopio (4)	19.484	4	365	0
Entrada planta floculación	197	1	0,05	0
Estanque floculación	470	1	0,25	0
Acopio temporal	395	1	6,02	0

3.2.3. DATOS DE LOS RECEPTORES

Se definen como receptores aquellos puntos donde se va a calcular la concentración de contaminantes a nivel del suelo. Se obtienen como una malla creada en el entorno de los focos de emisión. Para el presente estudio se ha creado un "computational grid" de 20 x 20 Km con un "sampling grid" de 12 x 12 Km.

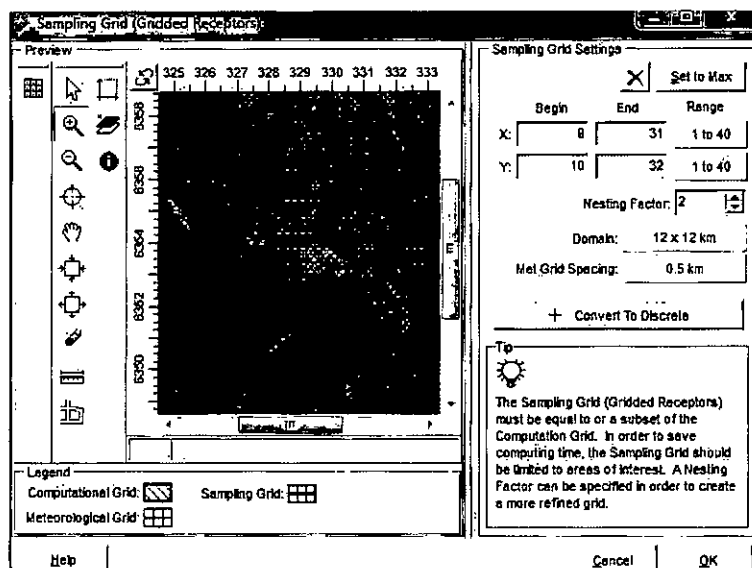


Figura 3.2.3.1. Ejemplo del Módulo "Receptor" de definición de la malla de receptores.

3.2.4. DATOS DEL TERRENO

Se ha utilizado un fichero digital de terreno de la zona objeto de estudio. El modelo digital del terreno utilizado es el **SRTM**, modelo que ha sido elaborado por la NASA y el USGS. El modelo digital del terreno SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission – Digital Terrain Elevation Data*) es un DEM que combina datos recogidos por la misión SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission, STS-99*) de la NASA y las agencias espaciales alemana e italiana en febrero del año 2.000, con datos del modelo GTOPO30, pudiendo considerarse por tanto como una mejora de este último.

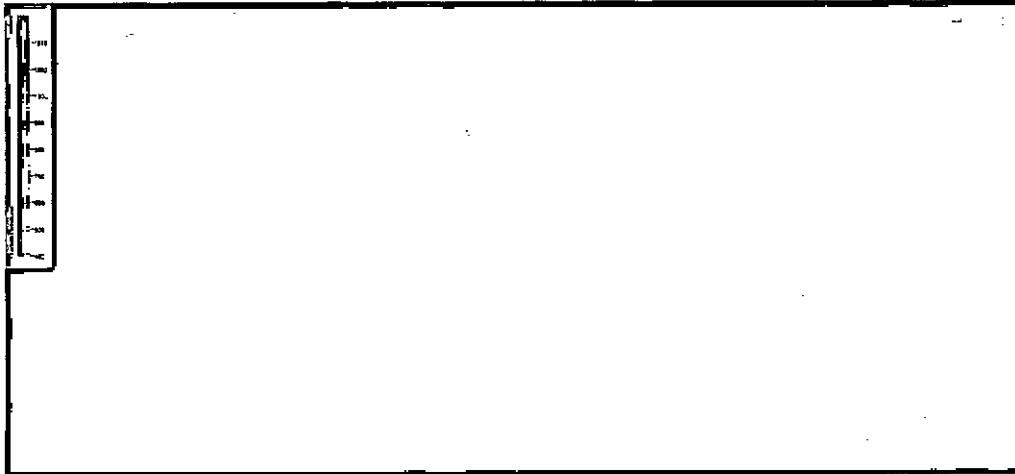


Figura 3.2.4.1. Representación del relieve de la zona utilizado en la modelización

3.2.5. DATOS DE SALIDA

Las concentraciones de inmisión en el entorno se expresan en uoE/m^3 y los resultados son representados mediante las líneas isodoras formadas por puntos de igual concentración de olor, estableciendo para cada una de ellas el percentil para el que se define sobre un mapa de la instalación y su entorno.

En las siguientes figuras se han representado las isodoras 1,5, 3 y 5 uoE/m^3 percentil 98, para la situación actual de emisiones de olores de la planta de Porkland.

Modelización del plantel de cerdos de Porkland (figuras 3.2.5.1. y 3.2.5.2.).
Representación de isodoras 1,5, 3 y 5 uoE/m^3 percentil 98

LABAQUA

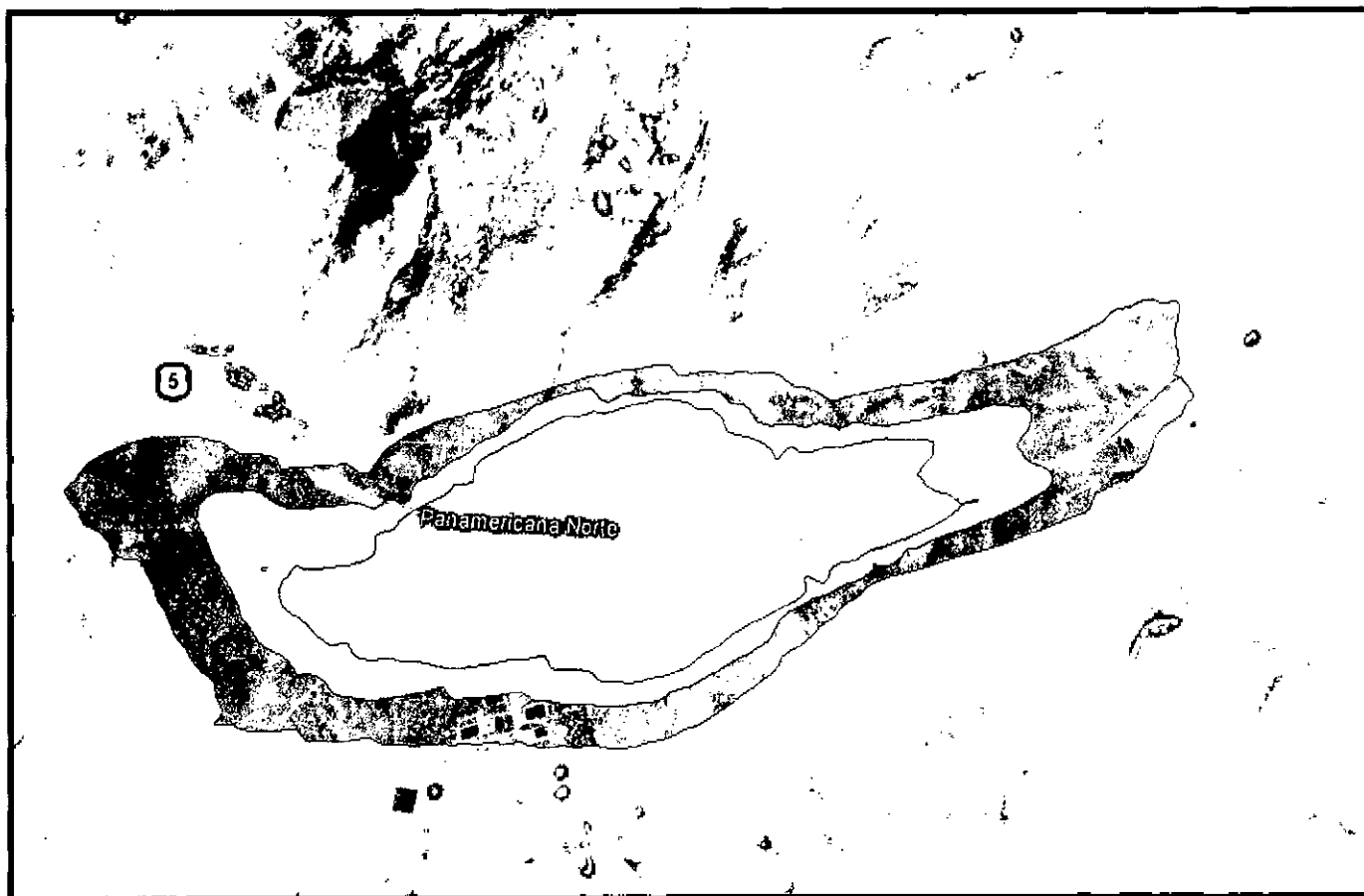


Figura 3.2.5.1. Modelización de focos planta de tratamiento y almacenamiento de purines del plantel de cerdos de Porkland. Isodoras 1,5, 3 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ percentil 98. Representación sobre ortofotografía.

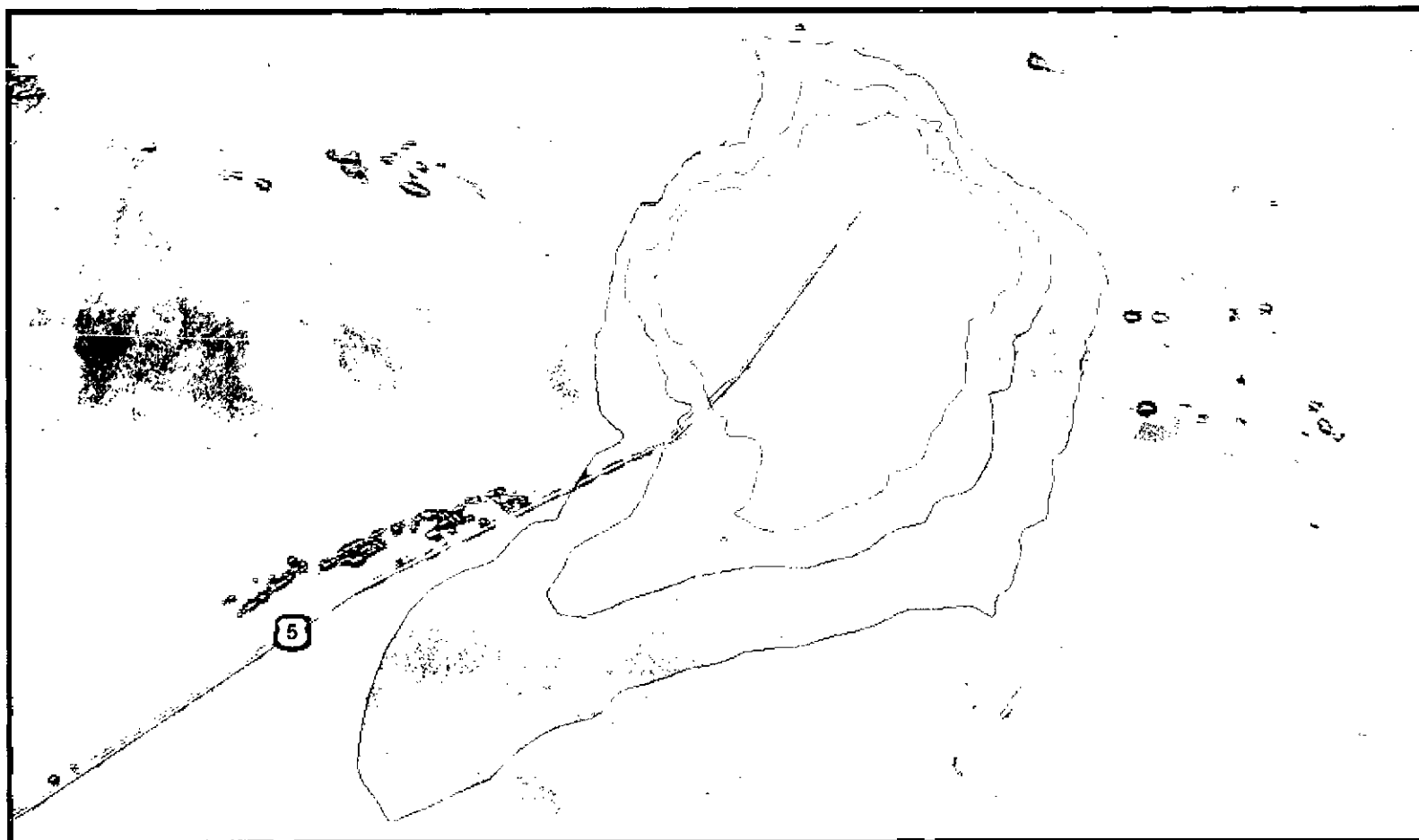


Figura 3.2.5.2. Modelización de focos planta de tratamiento y almacenamiento de purines plantel de cerdos de Porkland. Isodoras 1,5, 3 y 5 uoE/m³ percentil 98. Representación sobre ortofotografía en 3D.

4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. EMISIÓN OLOR

La emisión total de la planta de tratamiento y almacenamiento de purines del plantel de cerdos de Porkland, es de $1.721 \cdot 10^6$ uo_E/h , que se puede considerar como una emisión de olor elevada para los rangos de emisión que se suelen obtener en este tipo de actividades, no obstante, la isodora de 1,5 afecta en percentil 98 solamente a la rotonda de entrada a Montenegro.

En la siguiente tabla se presentan los focos de emisión de olor por orden de contribución a la emisión de los focos seleccionados de la planta.

Tabla 4.1.1. Emisión de olor de los focos considerados en el plantel de Porkland y porcentaje de contribución a la emisión total del plantel.

Fuente de olor	Emisión olor $10^6 (uo_E/h)$	% Emisión total (+)
Estanque bombeo 1	0,0017	0
Estanque bombeo 2	0,0045	0
Estanque homogeneización 1	4,84	0,28
Estanque homogeneización 2	3,63	0,21
Piscina anaeróbica	247	14,4
Piscinas de acopio (4)	1.460	84,83
Entrada planta floculación	0,05	0
Estanque floculación	0,25	0,01
Acopio temporal	6,02	0,34
Total	1.721	-

(+) Respecto de las fuentes seleccionadas solo de la planta de tratamiento y almacenamiento de purines

4.2. INMISIÓN DE OLOR.

De acuerdo con los niveles guía de inmisión de olor, incluidos en el documento de la UK EPA, "H4 Odour Management. How to comply with your Environmental Permit", se establece el **criterio indicativo de inmisión de 1,5 uo_E/m³ percentil 98 como nivel guía** para las actividades relacionadas con tratamiento de aguas residuales como es el caso de las fuentes seleccionadas en el presente modelo complementario.

La isodora de 1,5 uo_E/m³ percentil 98 en la que cabe esperar que se produzcan molestias, según los niveles guías incluidos en el documento IPPC H4 Odour Management, se extiende a 1.900 metros en dirección este a la planta, 1.300 metros en dirección oeste, 3.850 metros en dirección sudoeste y 4.700 metros en dirección norte.

La isodora de 5 uo_E/m³ percentil 98 en la que cabe esperar que se produzcan molestias, según los niveles guías aplicados por el SEIA, se extiende a 3000 metros en dirección norte a la planta, 2.600 metros en dirección sur, y 1.600 metros en dirección este.

4.3. CONCLUSIONES.

- La emisiones respecto de las fuentes correspondientes a los focos de la planta de tratamiento y/o almacenamiento de purines del plantel de cerdos de Porkland alcanza a la localidad de Montenegro solamente en su entrada norte, (rotonda), debido a lo visualizado en el modelo de dispersión, con las isodoras correspondientes a valores IPPC H4.
- La posibilidad de que la emisiones respecto de las fuentes correspondientes a los focos de la planta de tratamiento y/o almacenamiento de purines del plantel de cerdos de Porkland incida en la localidad de Montenegro con 1,5 UO o menos, **es menor al 2% del tiempo anual, lo cual es lo permitido por la normativa internacional.**
- Debido a que existen denuncias específicas, y al estudio de incertidumbre solicitado por la autoridad correspondiente, se recomienda realizar un estudio de datos con paneles de campo a realizar de acuerdo a norma VDI3940, para verificar y cruzar datos puntuales de denuncias de olores molestos en la zona en horarios particulares (noche), ya que debido a condiciones inherentes a la topografía de la zona, pudieran existir vientos ascendentes o descendentes que no es posible mostrar en el modelo matemático. Se sugiere que estos paneles se realicen una vez que se termine la limpieza

- de las piscinas de acopio de lodos, de modo de mantener constantes las condiciones de medición.
- - Este informe es complementario a informe 3026-IE-008_V1, que muestra la totalidad de las fuentes, y solo es referencia para mostrar los efectos propios solo de la planta de tratamiento, floculación y almacenamiento de purines, solicitado por la autoridad correspondiente, aplicando los valores guías para este tipo de emisiones específicas, en este caso 1,5 UO/m3..