



Mediciones



Laboratorio



Ingeniería



Diagnóstico



Asesoría

INFORME

Estudio de Impacto Odorante "Plantel porcino San Agustín del Arbolito"

25 de noviembre del 2020
Inf02E01.O-20-051

Datos del Proyecto

Empresa : Agrícola Coexca S.A.

Plantel : San Agustín del Arbolito.

Coordinador : Cesar Contreras – Agrícola Coexca S.A.

Jefe de Proyecto : Claudio Burdiles Melgarejo (CBM).

Ingeniero de Proyecto : Claudio Burdiles Melgarejo (CBM).
Carla Torres Valdebenito (CTV).
Carolina Freire Ávila (CFA).

Fecha : 25 de noviembre del 2020.

Emisión	Datos	Preparó	Revisó	Aprobó
Rev.A Para Revisión Cliente	Nombre	CTV-CFA	CBM	CBM
	Fecha	25-11-2020	25-11-2020	25-11-2020

Índice General

1 Resumen.....	7
2 Introducción	10
3 Objetivo General	11
3.1 Objetivos específicos	11
4 Metodología.....	11
4.1 Caracterización de las fuentes de emisión de olor.	11
4.2 Estimación de concentración y emisiones de olor	12
4.3 Evaluación de la dispersión de las emisiones de olor.....	13
4.3.1 Selección del modelo.....	13
4.3.2 Recopilación de los antecedentes para la modelación.....	14
4.3.3 Variables meteorológicas y geofísicas	14
4.3.4 Evaluación de los resultados	15
4.3.5 Área de Influencia y receptores de interés.	16
4.4 Evaluación del desempeño del archivo de pronóstico utilizado	16
5 Resultados	18
5.1 Caracterización de las fuentes de emisión	18
5.2 Emisiones de olor.....	20
5.2.1 Emisiones muestreadas plantel de cerdos San Agustín del Arbolito	20
5.2.2 Emisiones actuales plantel de cerdos San Agustín del Arbolito	25
5.2.3 Características fuentes de emisión	26
5.3 Evaluación de la dispersión de olores del plantel de cerdos.....	28
5.3.1 Resultados emisión de olor del plantel.....	28
5.4 Análisis del desempeño del archivo de pronóstico utilizado	38
6 Conclusiones	40
7 Anexos.....	41
7.1 Anexo N°1. Esquema de funcionamiento Calpuff y elementos de modelación	41
7.2 Anexo N°2. Análisis de receptores.	44
7.3 Anexo N°3. Descripción meteorológica y geofísica de la zona	47
7.3.1 Cantidad de datos.....	47
7.3.2 Gráficos Ciclo diario.....	50
7.3.3 Gráficos Distribución de Vientos	54
7.3.4 Rosa de los vientos	55
7.3.5 Gráficos ciclo estacional	57
7.3.6 Elevación de Terreno.....	60
7.4 Anexo N°4. Análisis incertidumbre	61
7.4.1 Ciclos Diarios promedios	62
7.4.2 Promedio Mensuales	65

7.4.3 Dirección de viento	68
7.4.4 Análisis cuantitativo	69

Índice de Tablas

Tabla Nº 1. Emisiones promedio de fuentes del plantel.....	7
Tabla Nº 2. Concentración receptores. Percentil 98.	9
Tabla Nº 3. Informes de referencia.....	12
Tabla Nº 4. Variables de entrada consideradas en la modelación	14
Tabla Nº 5. Características del archivo meteorológico WRF.	15
Tabla Nº 6. Descripción fuentes generadoras de olor actuales del plantel de Cerdos – San Agustín del Arbolito.	18
Tabla Nº 7. Coordenadas de referencia de los sectores modelados.	18
Tabla Nº 8. Concentración de olor pabellones con tecnología tipo túnel.	20
Tabla Nº 9. Emisión de olor zona de aplicación de riego efluente tratado.	20
Tabla Nº 10. Concentración de olor zona de transferencia.....	21
Tabla Nº 11. Flujo de pabellones recría-finalización entregado por el proveedor.	22
Tabla Nº 12. Factores estacionales enviados por el proveedor.	23
Tabla Nº 13. Tasa de emisión diaria por estación (otoño - invierno).....	23
Tabla Nº 14. Tasa de emisión diaria por estación (primavera – Verano).	24
Tabla Nº 15. Emisión de zona de transferencia.....	25
Tabla Nº 16. Emisión de olor actual plantel de cerdos San Agustín del Arbolito.....	25
Tabla Nº 17. Chimeneas pabellones sitio actual.....	26
Tabla Nº 18. Máxima concentración del plantel de cerdos.	30
Tabla Nº 19. Receptores identificados en la caracterización de receptores.....	31
Tabla Nº 20. Concentración receptores. Percentil 98. Escenario actual	34
Tabla Nº 21. Protocolo FIDOL con base a receptores definidos.....	37
Tabla Nº 22. Dimensiones de los pabellones.	43
Tabla Nº 23. Datos estaciones meteorológicas consideradas.	47
Tabla Nº 24. Datos válidos estación meteorológica Campanacura.....	48
Tabla Nº 25. Datos válidos estación meteorológica Linares.	50
Tabla Nº 26. Análisis cuantitativo.	69

Índice de Figuras

Figura Nº 1. Mapa de concentración de olor generado por las fuentes de emisión del plantel de cerdos (Percentil 98).....	8
Figura Nº 2. Área del estudio de impacto odorante.	10
Figura Nº 3. Diagrama metodología de caracterización de olor.	13
Figura Nº 4. Fuentes consideradas para modelación.....	19
Figura Nº 5. Fuentes consideradas en el estudio.....	26
Figura Nº 6. Fuentes de emisión modeladas sitio actual.	27
Figura Nº 7. Mapa de concentración de olor generado por las fuentes de emisión del plantel de cerdos. Promedio horario (percentil 98).	29
Figura Nº 8. Área de Influencia del plantel de cerdos.....	30
Figura Nº 9. Receptores de interés analizados.	34
Figura Nº 10. Mapa de horas sobre 3 OUE/m ³ generado por las fuentes de emisión del plantel de cerdos. Promedio horario (percentil 98).	36
Figura Nº 11. Estación Meteorológica utilizada en el Análisis de Incertidumbre.....	39

Figura Nº 12. Esquema funcionamiento CALPUFF.....	41
Figura Nº 13. Esquema efecto downwash.	42
Figura Nº 14. Esquema de los pabellones considerados.	43
Figura Nº 15. Concentraciones horarias (OUE/m ³), Distribución horaria. Receptor Nº6.....	44
Figura Nº 16. Concentraciones horarias (OUE/m ³), Distribución horaria. Receptor Nº24.....	45
Figura Nº 17. Concentraciones horarias (OUE/m ³), Distribución horaria. Receptor Nº29.....	45
Figura Nº 18. Serie de tiempo velocidad de viento – datos observados estación Campanacura – año 2019.	47
Figura Nº 19. Serie de tiempo dirección de viento – datos observados estación Campanacura – año 2019.	48
Figura Nº 20. Serie de tiempo temperatura – datos observados estación Campanacura – año 2019.	48
Figura Nº 21. Serie de tiempo velocidad de viento – datos observados estación Linares – año 2019.	49
Figura Nº 22. Serie de tiempo dirección de viento – datos observados estación Linares – año 2019.	49
Figura Nº 23. Serie de tiempo temperatura – datos observados estación Linares – año 2019.	50
Figura Nº 24. Ciclo diario para velocidad de viento Campanacura.....	51
Figura Nº 25. Ciclo diario para velocidad de viento Linares.	51
Figura Nº 26. Ciclo diario para dirección de viento estación Campanacura.	52
Figura Nº 27. Ciclo diario para dirección de viento estación Linares.....	52
Figura Nº 28. Ciclo diario para temperatura estación Campanacura.....	53
Figura Nº 29. Ciclo diario para temperatura estación Linares.	53
Figura Nº 30. Distribución velocidades de viento estación Campanacura.....	54
Figura Nº 31. Distribución velocidades de viento estación Linares.....	54
Figura Nº 32. Rosa de los vientos Anual. Estación Campanacura.	55
Figura Nº 33. Rosa de los vientos Anual. Estación Linares.....	55
Figura Nº 34. Rosa de los vientos por estación del año.	57
Figura Nº 35. Ciclos estacionales – datos observados estación Campanacura – Año 2019.	58
Figura Nº 36. Ciclos estacionales – datos observados estación Linares – Año 2019.....	59
Figura Nº 37. Elevación de terreno archivo WRF.....	60
Figura Nº 38. Comparación ciclo diario de velocidad de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.....	62
Figura Nº 39. Comparación ciclo diario de velocidad de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Linares.	62
Figura Nº 40. Comparación ciclo diario de dirección de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.....	63
Figura Nº 41. Comparación ciclo diario de dirección de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Linares.	63
Figura Nº 42. Comparación ciclo diario de temperatura entre los datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.....	64
Figura Nº 43. Comparación ciclo diario de temperatura entre los datos observados y proyectados para la estación de Linares.	64
Figura Nº 44. Comparación moda mensual de velocidad de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.....	65
Figura Nº 45. Comparación moda mensual de velocidad de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Linares.	65

Figura N° 46. Comparación moda mensual de dirección de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.....	66
Figura N° 47. Comparación moda mensual de dirección de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Linares.	66
Figura N° 48. Comparación moda mensual de temperatura entre los datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.....	67
Figura N° 49. Comparación moda mensual de temperatura entre los datos observados y proyectados para la estación de Linares.	67
Figura N° 50. Comparación Rosas de viento.	68

1 Resumen

Agrícola Coexca S.A, solicitó los servicios de Proterm S.A para llevar a cabo un Estudio de Impacto Odorante. El presente estudio tiene como objetivo determinar y/o descartar posible afectación a la calidad de vida de las personas, producto de la operación actual del plantel de cerdos San Agustín del Arbolito, ubicado en la comuna de San Javier, provincia de Linares, región del Maule.

El actual plantel tiene resoluciones exentas de calificación ambiental RCA N°225/2019 y RCA N°165/2008 que considera la operación de 24 pabellones de recría-finalización de cerdos, una zona de transferencia, y una zona de aplicación de riego de efluente tratado de 150 ha.

Para determinar las emisiones de olor del plantel se realizó un muestreo estático bajo la NCh N°3386:2015 y N°3431:2020, para posteriormente realizar un análisis olfatómico bajo la NCh N°3190:2010 en el laboratorio de Proterm S.A. Los resultados del estudio son presentados en dos informes correspondientes a: (A) Informe de resultados de concentración de olores “Plantel porcino San Agustín del Arbolito” (Inf01E1.O-20-051), (B) Estudio de Impacto Odorante, este último corresponde al presente informe (Inf01E01.O-20-51).

A continuación, se presentan las emisiones determinadas del plantel de cerdos.

Tabla N° 1. Emisiones promedio de fuentes del plantel.

Fuente	Cantidad	Emisión total (OU _E /s)
Pabellones de recría y finalización	24	280.245 ¹
Zona de transferencia	1	1.227
Zona de aplicación de riego de efluente tratado	-	119.730

Una vez obtenida la tasa de emisión de olor (OU_E/s) de cada fuente, estas fueron ingresadas a un modelo de dispersión atmosférica calpuff para obtener las concentraciones de inmisión de olor. Los resultados de las concentraciones de olor (OU_E/m³) arrojadas por el modelo de dispersión, fueron comparados con el límite establecido en la RCA N°225/2019 de 3 OU_E/m³ (Percentil 98).

La dispersión de las emisiones de olor del plantel de cerdos indica que el área de influencia cubre un área total de 5,13 km², distribuyéndose entre la zona de riego y los pabellones, con una longitud aproximada de 3,6 km en dirección noreste y suroeste. El área circunscrita por 1 OU_E/m³, establecida en la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en SEIA” del año 2017, indica la concentración en donde el 50% de la población puede comenzar a detectar un olor.

¹ Valor promedio diario Primavera de los 24 pabellones a diferentes edades

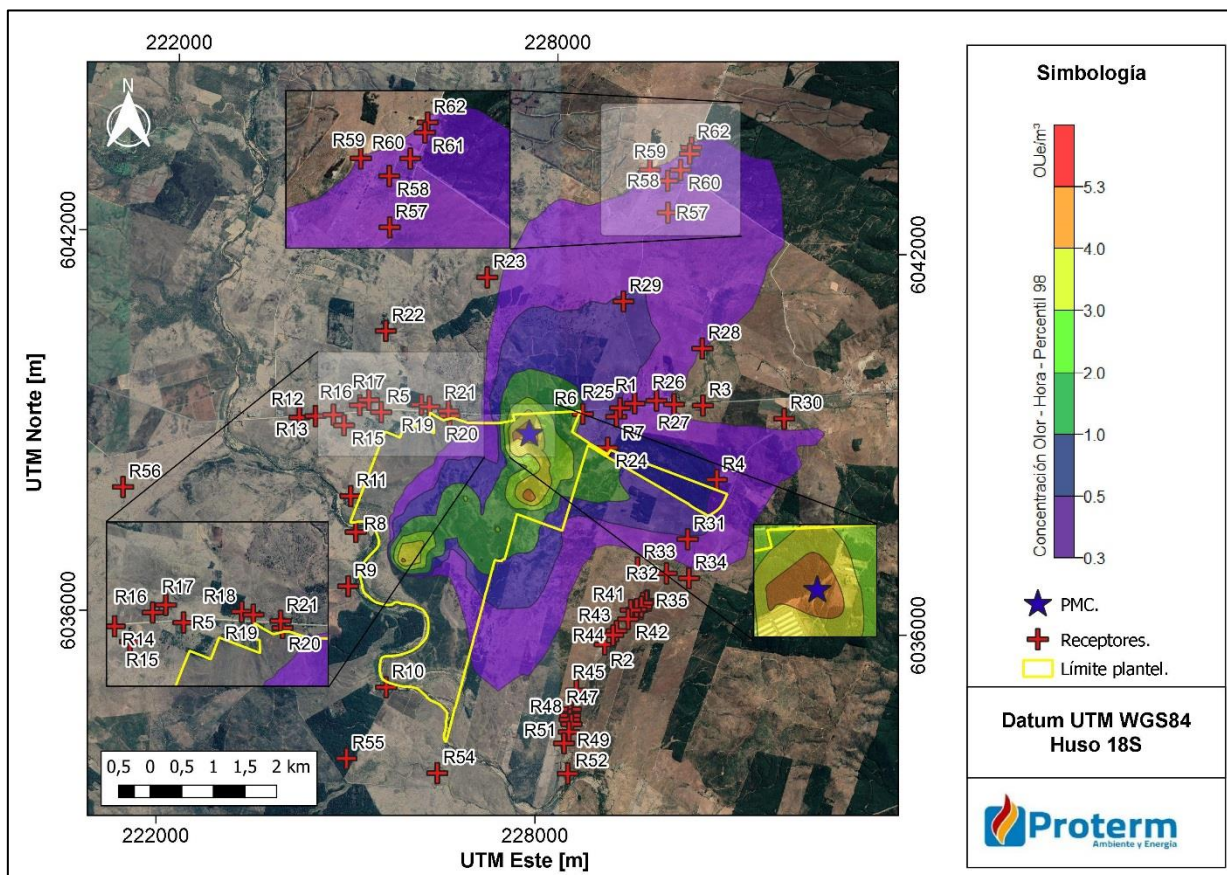


Figura N° 1. Mapa de concentración de olor generado por las fuentes de emisión del plantel de cerdos (Percentil 98).

Fuera del límite del plantel, las concentraciones de olor varían entre 0,3 y 2,0 OU_E/m^3 . Dado los resultados anteriores, las concentraciones en las comunidades cercanas no superan el límite de 3 OU_E/m^3 establecido en la RCA N°225/2019.

Con base a lo mencionado anteriormente, en la siguiente Tabla, se presenta en forma detallada las concentraciones de inmisión de olor en los receptores, donde puede observar que ninguno supera 1 OU_E/m^3 .

Tabla Nº 2. Concentración receptores. Percentil 98.

Nº	Concentración de inmisión (OU _E /m ³)	Horas al año >3 OU _E /m ³	Nº	Concentración de inmisión (OU _E /m ³)	Horas al año >3 OU _E /m ³
R1	0,42	1 (0,01%)	R32	0,25	1 (0,01%)
R2	0,16	0 (0,00%)	R33	0,26	2 (0,02%)
R3	0,27	1 (0,01%)	R34	0,25	3 (0,03%)
R4	0,50	12 (0,14%)	R35	0,17	0 (0,00%)
R5	0,06	0 (0,00%)	R36	0,17	0 (0,00%)
R6	0,99	3 (0,03%)	R37	0,17	1 (0,01%)
R7	0,49	3 (0,03%)	R38	0,16	1 (0,01%)
R8	0,05	0 (0,00%)	R39	0,16	1 (0,01%)
R9	0,04	0 (0,00%)	R40	0,16	0 (0,00%)
R10	0,06	0 (0,00%)	R41	0,17	0 (0,00%)
R11	0,05	0 (0,00%)	R42	0,18	0 (0,00%)
R12	0,02	0 (0,00%)	R43	0,16	0 (0,00%)
R13	0,02	0 (0,00%)	R44	0,16	0 (0,00%)
R14	0,03	0 (0,00%)	R45	0,19	0 (0,00%)
R15	0,03	0 (0,00%)	R46	0,19	0 (0,00%)
R16	0,04	0 (0,00%)	R47	0,19	0 (0,00%)
R17	0,04	0 (0,00%)	R48	0,18	0 (0,00%)
R18	0,11	3 (0,03%)	R49	0,18	0 (0,00%)
R19	0,13	3 (0,03%)	R50	0,18	0 (0,00%)
R20	0,20	6 (0,07%)	R51	0,19	0 (0,00%)
R21	0,18	4 (0,05%)	R52	0,16	0 (0,00%)
R22	0,04	0 (0,00%)	R53	0,12	0 (0,00%)
R23	0,21	0 (0,00%)	R54	0,14	0 (0,00%)
R24	0,87	26 (0,30%)	R55	0,04	0 (0,00%)
R25	0,49	2 (0,02%)	R56	0,01	0 (0,00%)
R26	0,35	1 (0,01%)	R57	0,36	0 (0,00%)
R27	0,29	1 (0,01%)	R58	0,33	0 (0,00%)
R28	0,30	1 (0,01%)	R59	0,30	0 (0,00%)
R29	0,52	0 (0,00%)	R60	0,32	0 (0,00%)
R30	0,26	2 (0,02%)	R61	0,31	0 (0,00%)
R31	0,48	5 (0,06%)	R62	0,30	0 (0,00%)

2 Introducción

Agrícola Coexca S.A, solicitó los servicios de Proterm S.A para llevar a cabo un Estudio de Impacto Odorante del plantel porcino San Agustín del Arbolito. El presente estudio tiene como objetivo determinar y/o descartar posible afectación a la calidad de vida de las personas, producto de la operación futura del plantel, ubicado en la comuna de San Javier, provincia de Linares, región del Maule.

A continuación, se detalla la ubicación espacial del área de estudio considerada para el estudio de impacto odorante.

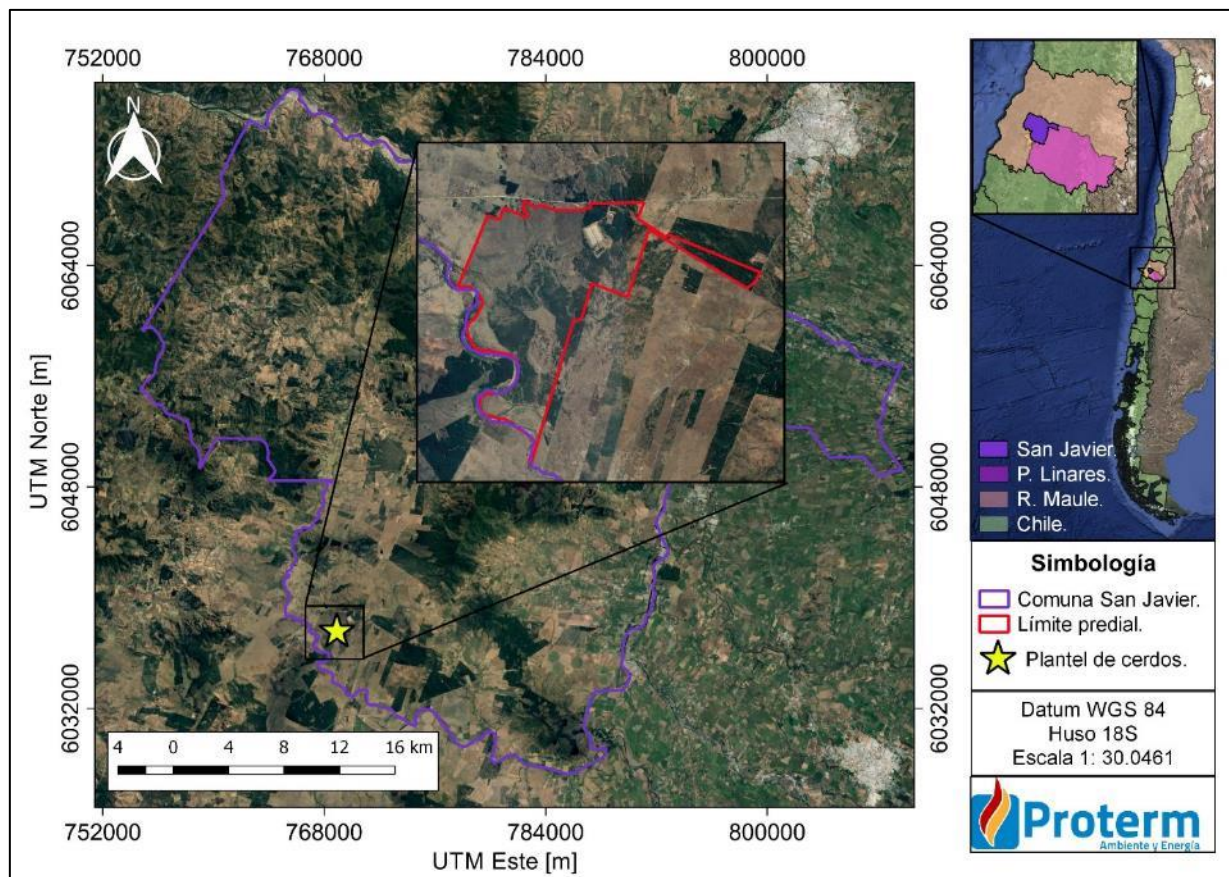


Figura Nº 2. Área del estudio de impacto odorante.

Actualmente el plantel cuenta con resoluciones exentas de calificación ambiental RCA N°225/2019 y RCA N°165/2008 que considera la operación de 24 pabellones de recría y finalización de cerdos, una zona de transferencia, y una zona de aplicación de riego del efluente tratado de 150 ha.

El presente informe evalúa la dispersión de las emisiones de olor generadas actualmente por las instalaciones del plantel de cerdos de San Agustín del Arbolito.

3 Objetivo General

Evaluar las emisiones de olor generadas por plantel porcino San Agustín del Arbolito sobre la salud de la población cercana, sistema de vida, costumbres, población protegida y turismo.

3.1 Objetivos específicos

- Determinar la tasa de emisión de olor de las fuentes monitoreadas.
- Estimar las emisiones de olor generadas por el plantel de cerdos San Agustín del Arbolito.
- Determinar la dispersión de las emisiones generadas por el plantel de cerdos San Agustín del Arbolito.
- Comparar los valores de concentración de inmisión de olor, establecido en la RCA N°225/2019.

4 Metodología

A continuación, se presenta la metodología utilizada que permitió evaluar el efecto de las emisiones de olor actuales del plantel de cerdos San Agustín del Arbolito.

4.1 Caracterización de las fuentes de emisión de olor.

Para poder caracterizar las fuentes generadoras de olor del plantel, se utilizaron las siguientes metodologías:

- Detección satelital: mediante Google Earth Pro², se identificaron las superficies de las fuentes generadoras de emisión y la distancia de los receptores con respecto al plantel.
- Muestreo de olor: el 28 y 29 de octubre de 2020 se realizó un muestreo en el plantel de cerdos, con su posterior análisis olfatométrico, con la finalidad de obtener la concentración de olor y con ello la emisión generada por las fuentes.
- Revisión bibliográfica: fue necesario revisar en el Servicio de Evaluación Ambiental, el estudio de impacto odorante de la 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” RCA N°225/2019. Por otro lado, se utilizaron las emisiones de olor de la zona de aplicación de riego de efluente tratado del muestreo se realizó el 16 de marzo de 2020, cuyos resultados se presentan en el “Inf03E01.O-20-007”; mientras que las emisiones de olor de la zona de transferencia se obtuvieron del muestreo realizado el 07 de julio de 2020 cuyos resultados se presentan en el “Inf01E01.O-20-032”.
- Solicitud de información al cliente: donde se especifican periodos de funcionamiento de las fuentes, dimensiones, características y receptores.

² Versión 7.1.5.1557 de Google Earth

4.2 Estimación de concentración y emisiones de olor

Para determinar las emisiones de olor del plantel se realizó un muestreo estático el 28 y 29 de octubre del 2020, en los pabellones N°2, N°5 y N°10 de engorda y en el pabellón N°15 de recría con tecnología tipo túnel, lo anterior bajo la NCh N°3386:2015, para posteriormente realizar un análisis olfatométrico acorde a la NCh N°3190:2010 en el laboratorio de Proterm, cuyos resultados se presentan en el informe de resultados de concentración de olores “Plantel porcino San Agustín del Arbolito” (Inf01E01-O-20-051).

En la siguiente tabla se presenta en mayor detalle de donde se obtuvieron las emisiones de la zona de aplicación de riego de efluente tratado y de la zona de transferencia del plantel de cerdos de San Agustín del Arbolito:

Tabla N° 3. Informes de referencia.

Fuente muestreada	Código informe	Descripción	Fecha de muestreo
Zona de aplicación de riego de efluente tratado	Inf03E02-O-20-007	Informe de resultados de concentración de olores “Plantel porcino San Agustín del Arbolito”	16 de marzo
Zona de transferencia	Inf01E02-O-20-048	Informe de resultados de concentración de olores “Plantel porcino San Agustín del Arbolito”	07 de julio

Es importante señalar que las emisiones de olor fueron calculadas a partir del siguiente procedimiento:

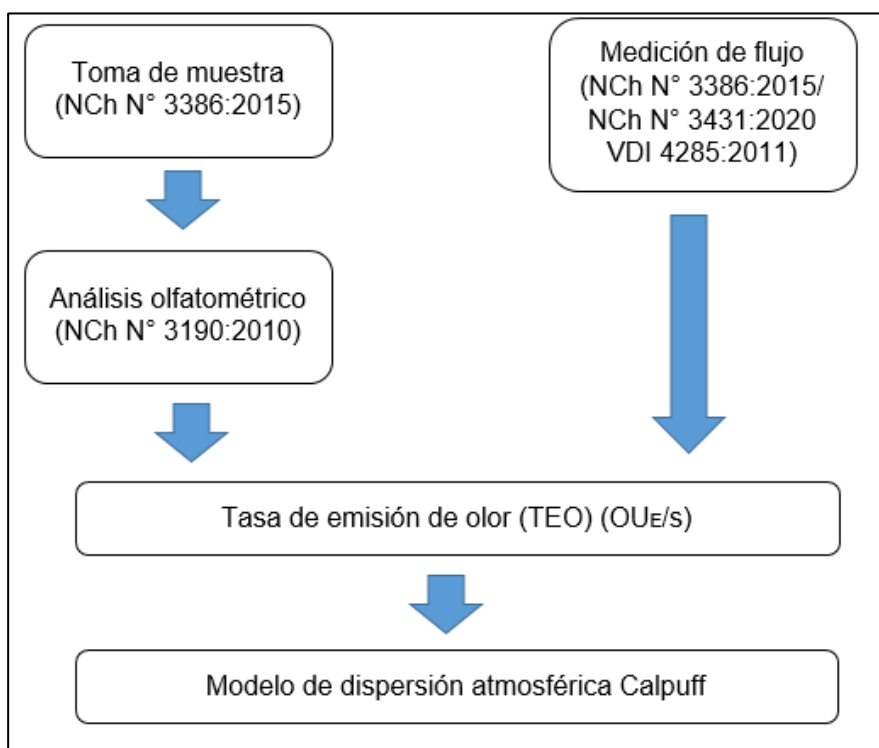


Figura Nº 3. Diagrama metodología de caracterización de olor.

4.3 Evaluación de la dispersión de las emisiones de olor.

Para evaluar la dispersión atmosférica de las emisiones de olor generadas por las fuentes, se realizaron las siguientes actividades.

4.3.1 Selección del modelo

Para seleccionar el modelo se consideraron los lineamientos que establece la Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA, publicada por el Servicio de Evaluación Ambiental el año 2012.

Se consideró un modelo tipo Puff, el cual es una combinación entre los modelos Gaussiano y Lagrangiano, en el sentido que esencialmente calculan la dispersión de gases provenientes de una emisión instantánea, llamada “Puff”, a lo largo de una trayectoria. Su aproximación matemática consiste en estimar la dispersión en forma Gaussiana en cada punto de una trayectoria. Es decir, a diferencia de los modelos Lagrangianos que necesitan el cálculo de un gran número de trayectorias para una fuente, los modelos tipo “Puff” sólo requieren una trayectoria por “Puff”, lo que hace su cálculo mucho más rápido³.

³ Guía para el uso de modelos de calidad del aire, 2012

Para la modelación se utilizó el software Calpuff versión 7.2.1 junto a los módulos CALPOST 7.1.0. y CALRANK 7.0.0. Además, para efectos de la interacción gráfica de los módulos, se usó el software interactivo CALPUFF View 8.5.0.

En el Anexo N°1 se presenta el esquema del modelo utilizado y los elementos de la modelación.

4.3.2 Recopilación de los antecedentes para la modelación

Para conocer la dispersión que tendrán los gases en un área determinada es preciso incorporar en el modelo seleccionando distintos parámetros de manera que la simulación sea lo más parecida a las condiciones reales. Las variables o entradas que requirió el modelo se detallan a continuación.

Tabla N° 4. Variables de entrada consideradas en la modelación

Variable	Parámetros	Fuente
Meteorológicas	Dirección de Viento	Tal como lo establece la guía, el modelo numérico recomendado para la generación de datos meteorológicos es el Weather Research and Forecasting Model (WRF). WRF es uno de los modelos meteorológicos de pronóstico más avanzados y completos que es mantenido por NCAR/NOAA de Estados Unidos.
	Velocidad de Viento	
	Temperatura	
	Presión	
	Precipitación	
Geofísicas	Elevación del Terreno	
	Uso de Suelo	
Características de la fuente	Descripción del proceso	Información de fuentes consideradas en el escenario evaluado.
	Emisiones de olor	
	Periodo de operación	
	Temperatura de los gases	
	Ubicación de las fuentes	
	Velocidad de salida de los gases	
Receptores Discretos	Coordenadas de los receptores	Se definieron los poblados cercanos al plantel, y los ubicados en el interior de la superficie del área de influencia. Cabe destacar que los receptores fueron proporcionados por personal del plantel.

4.3.3 Variables meteorológicas y geofísicas

Tal como se mencionó en el punto 4.3.2, se utilizó la meteorología de pronóstico WRF en formato calmet.dat, de esta forma se incorporó el archivo directamente al programa. El archivo meteorológico tiene su centro en la comuna de San Javier. Para la ejecución del modelo se modeló una zona más pequeña en comparación al WRF, es importante destacar que la zona modelada tiene una dimensión de grilla de 250 metros (19 x 20 km). En la Tabla N°4 se presentan las características del archivo meteorológico.

Tabla Nº 5. Características del archivo meteorológico WRF.

Datos		Archivo Meteorológico
Comuna Central		San Javier
Dimensión grilla		78 x 63 km
Espaciado grilla		1 km
Fecha-Hora inicio		01-01-2019 00:00
Fecha-Hora fin		31-12-2019 23:00
Coordenadas NO ⁴	Este	740.366
	Norte	6.007.593
Coordenadas NE ⁵	Este	278.206
	Norte	6.008.176
Coordenadas SO ⁶	Este	276.266
	Norte	6.071.177
Coordenadas SE ⁷	Este	742.288
	Norte	6.070.602

4.3.4 Evaluación de los resultados

Los resultados de la concentración de olor (OU_E/m^3), modelados y registrados fueron comparados con los límites de inmisión establecidos en la RCA N°225/2019, la que establece el valor de inmisión de $3 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ y factor de frecuencia de percentil 98.

El límite mencionado anteriormente fue evaluado en receptores sensibles al olor. De acuerdo con lo establecido en la Guía para la predicción y evaluación de impacto por olor en el SEIA, donde se señala que *“La evaluación de los impactos ambientales por olor debe realizarse según las consideraciones y criterios establecidos en los artículos 5 al 9 del Reglamento del SEIA, según lo siguiente”*:

- Población en cuanto a la salud de la población (letra a).
- Grupos humanos, en cuanto a los sistemas de vida y costumbres (letra c).
- Población protegida (letra d).
- Visitantes o turistas, en cuanto componente el valor turístico de una zona (letra e).

En consecuencia, se indicarán los resultados sobre los sectores identificados bajo los puntos anteriores.

Junto a los resultados de concentración de olor, se identificará el área de influencia de la operación del plantel. Tal como lo indica la guía, el área de Influencia se debe circunscribir en

⁴ Coordenadas WGS-84 Huso 18

⁵ Coordenadas WGS-84 Huso 19

⁶ Coordenadas WGS-84 Huso 19

⁷ Coordenadas WGS-84 Huso 18

el espacio contenido por la isodora de $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, que corresponde al umbral de detección del olor compuesto.

Los resultados de las concentraciones de olores (OU_E/m^3) modeladas y registradas serán comparados con el límite de inmisión establecido en la RCA N°225/2019, donde se indica un límite de $3 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ y factor de frecuencia el percentil 98.

4.3.5 Área de Influencia y receptores de interés.

Una vez ejecutado el modelo de dispersión de olor, se realizó el análisis de post-proceso obteniendo las curvas iso-concentración de la dispersión anual. Tal como lo indica la guía el Área de Influencia se debe circunscribir en el espacio contenido por la isodora de $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, que corresponde al umbral de detección del olor compuesto.

Una vez determinado el área de influencia, se realizó una descripción general y significativa del Área de Influencia, para cada elemento del medio ambiente considerando los efectos, características o circunstancias establecidos en el artículo 11 de la Ley N°19.300 como población, población protegida, grupos humanos y visitantes o turistas.

De acuerdo con lo establecido en la Guía para la predicción y evaluación de impacto por olor en el SEIA, donde se señala que *“La evaluación de los impactos ambientales por olor deben realizarse según las consideraciones y criterios establecidos en los artículos 5 al 9 del Reglamento del SEIA, según lo siguiente”*:

- *Población en cuanto a la salud de la población (letra a).*
- *Grupos humanos, en cuanto a los sistemas de vida y costumbres (letra c).*
- *Población protegida (letra d).*
- *Visitantes o turistas, en cuanto componente el valor turístico de una zona (letra e).*

4.4 Evaluación del desempeño del archivo de pronóstico utilizado

El modelo numérico recomendado para la generación de datos meteorológicos es el Weather Research and Forecasting Model (WRF). WRF es uno de los modelos meteorológicos de pronóstico más avanzados y completos, el cual es mantenido por NCAR/NOAA de Estados Unidos.

Todos los modelos tienen asociados errores e incertidumbre. Los resultados del modelo se analizan con base a la comparación de los gráficos indicados en los puntos 6.6.3 y 6.7 de la “Guía para uso de modelos de Calidad del aire en el SEIA”. Con base a la comparación de los ciclos diarios de las variables meteorológicas observadas y simuladas, en la misma, ubicación, se debe caracterizar la capacidad del modelo de reproducir las observaciones tanto en magnitud como en su variabilidad.

Para cumplir con lo indicado por la guía para uso de modelos de dispersión del SEA, se realizó un análisis del desempeño de la meteorología de pronóstico WRF utilizada para la modelación. Este análisis permite detectar posibles desviaciones en el modelo de pronóstico que podrían

causar efectos en los resultados del modelo de dispersión. Para este informe se contrastaron las variables de viento respecto a los registros de las estaciones públicas Campanadura y Linares desde el sistema Agromet y SINCA, respectivamente.

5 Resultados

A continuación, se presentan los resultados que permitieron evaluar el efecto de las emisiones de olor del plantel de cerdos San Agustín del Arbolito.

5.1 Caracterización de las fuentes de emisión

A continuación, se describen las fuentes generadoras de olor de las instalaciones actuales del plantel de cerdos San Agustín del Arbolito. En la siguiente tabla se detallan las fuentes consideradas en la modelación, mientras que en la cartografía se presenta su ubicación espacial. Lo anterior de acuerdo con lo señalado en el punto 3.3 de guía para la predicción y evaluación de olores.

Tabla N° 6. Descripción fuentes generadoras de olor actuales del plantel de Cerdos – San Agustín del Arbolito.

Fuentes	Descripción
Pabellones Recría - Finalización	Los cerdos destetados son ingresados a jaulas de crías hasta que alcanzan la etapa de finalización. La ventilación en los pabellones se realiza mediante la acción de extractores con la evacuación de los gases mediante chimenea de 14 metros, de esta manera, otorgando los requerimientos de temperatura de confort para los cerdos. El pabellón posee doce extractores para realizar la extracción.
Zona de Transferencia	Una vez alcanzada una edad de 180 días y un peso entre 95 a 135 kg, los cerdos son trasladados a la zona de transferencia para luego ser retirados hacia una planta faenadora. En el día se reciben 360 cerdos, para ser retirados dos veces al día.
Zona de aplicación de riego de efluente tratado	La parte líquida del digestato es acumulada en una laguna cubierta herméticamente que posteriormente es utilizada para regar plantaciones de pinos en 150 ha. El riego se realiza, entre septiembre y abril, mediante un sistema presurizado con microaspersores, mientras que de mayo a agosto, en la laguna de acumulación (cubierta herméticamente), se acumula el digestato líquido. Es importante señalar que la laguna tiene una capacidad aproximada de 55.493 m ³ a coronamiento y una superficie de 15.740 m ² .

Tabla N° 7. Coordenadas de referencia de los sectores modelados.

Ubicación de las fuentes	Coordenada UTM Huso 18S Datum WGS84	
	Este (m)	Norte (m)
Pabellones recría-finalización actual	769.844	6.038.469
Zona de Transferencia	770.188	6.038.856
Zona de aplicación de riego de efluente tratado actual	768.983	6.037.201

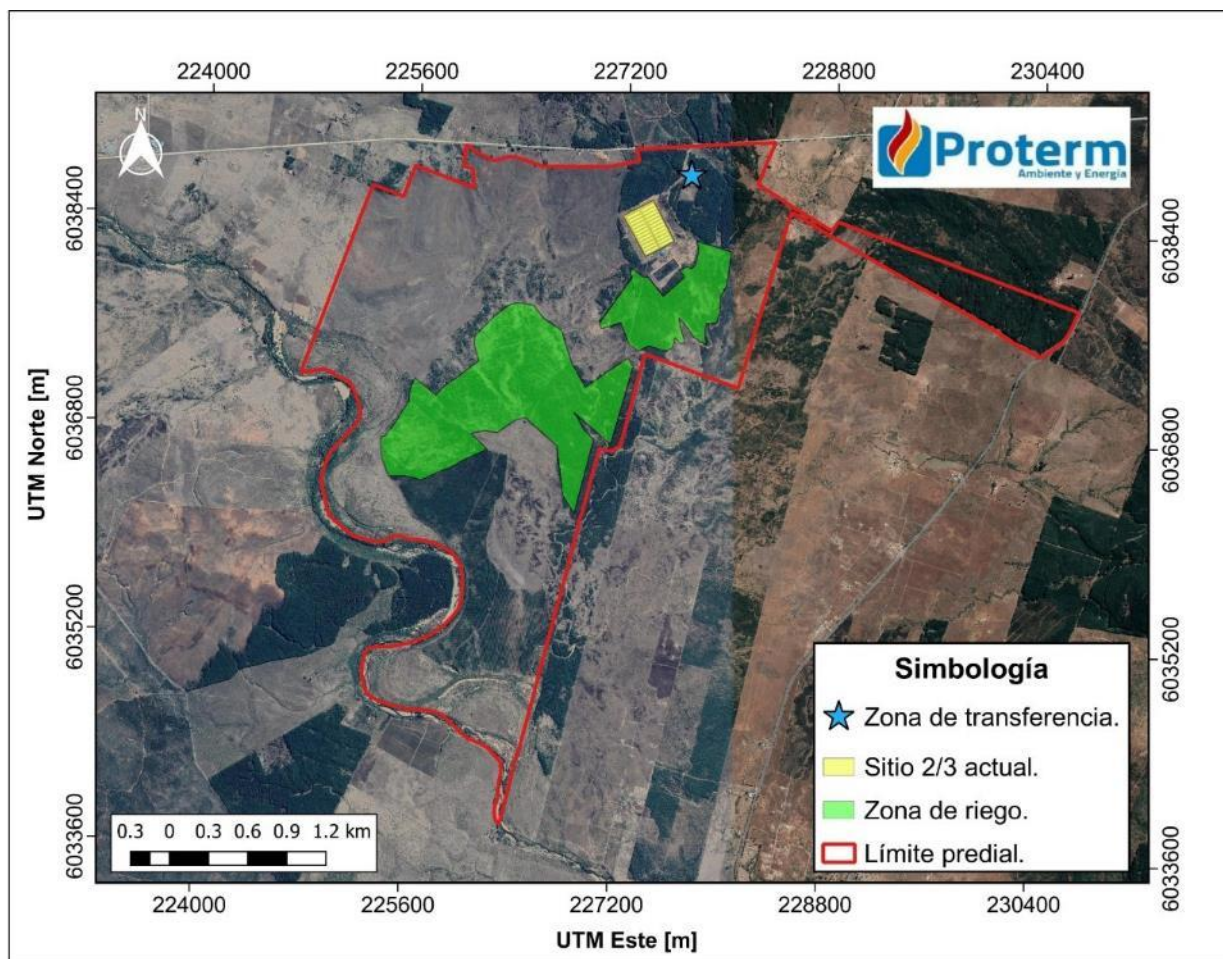


Figura Nº 4. Fuentes consideradas para modelación.

5.2 Emisiones de olor

5.2.1 Emisiones muestreadas plantel de cerdos San Agustín del Arbolito

El 28 y 29 de octubre de 2020, se realizó un muestreo en los pabellones N°2, N°5 y N°10 y N°15 de recría, los que presentaban tecnología tipo túnel en el plantel de cerdos San Agustín del Arbolito; lo anterior se realizó bajo la NCh N° 3386:2015 por personal de Proterm S.A y posteriormente fueron analizadas mediante la técnica de olfatometría dinámica según la NCh N°3190:2010 en el laboratorio de Proterm S.A.

En la siguiente tabla, se presentan las concentraciones que fueron entregadas en el Inf01E01.O-20-51:

Tabla N° 8. Concentración de olor pabellones con tecnología tipo túnel.

Fuente	Fecha	Tipo Fuente	N° Cerdos Pabellón	Edad días	N° de extractores Operación / Total	Concentración en la fuente (OU _E /m ³)	Nota de olor
Pabellón N°2	28-10-2020	Puntual	1833	129,2	12/12	331	Cerdo, excremento
Pabellón N°5		Puntual	1823	164	12/12	281	Cerdo
Pabellón N°10	29-10-2020	Puntual	1563	91,1	12/12	398	Cerdo
Pabellón N°15		Puntual	1747	24,5	12/12	310	Cerdo, purín

Por otro lado, en las siguientes tablas se presentan las emisiones consideradas en la zona de aplicación de riego d efluente tratado, cuya concentración de olor se obtuvo del muestreo realizado el 16 de marzo del 2020 y que son entregados en el Inf03E02. O-20-007, mientras que para la zona de transferencia se consideraron las concentraciones obtenidas del muestreo realizado el 07 de julio del 2020, cuyos resultados se entregan en el Inf01E02.O-20-32:

Tabla N° 9. Emisión de olor zona de aplicación de riego efluente tratado.

Fuente	Concentración (OU _E /m ³)	Área emisión (m ²)	Emisión (OU _E /s/m ²)	Emisión (OU _E /s)
Zona de aplicación de riego efluente tratado	287	50.000	2,39	119.730

Tabla Nº 10. Concentración de olor zona de transferencia.

Fuente	Fecha	Tipo Fuente	Nº Cerdos Pabellón	Edad días	Nº de extractores Operación / Total	Concentración en la fuente (OU _E /m ³)	Nota de olor
Zona de transferencia ⁸	07-07-2020	Difusa Pasiva (Volumen)	25 pabellón / 155 camión ⁹	Finalizado	8 /10	52	Purín, Cerdo

⁸ El pabellón de transferencia, cuenta con 10 extractores de los cuales ocho estaban en funcionamiento. El pabellón realiza la extracción del aire interior por medio de extractores (extracción forzada). Se toma como fuente de volumen dado las definiciones de la Norma Chilena N°3386.

⁹ Los cerdos a medida que van entrando hacia la zona de transferencia, son llevados al camión de acuerdo con la disponibilidad.

Dado que la cantidad de extractores funcionando en los pabellones varía según la hora del día, el titular entregó sus registros de requerimiento de ventilación de los días medidos:

Tabla N° 11. Flujo de pabellones recría-finalización entregado por el proveedor.

Hora	Flujo (% de la capacidad nominal) ¹⁰			
	Pabellón N°2	Pabellón N°5	Pabellón N°10	Pabellón N°15 ¹¹
0	43	29	6	9
1	38	23	5	6
2	31	20	5	5
3	25	17	5	4
4	23	14	5	5
5	21	12	5	5
6	21	12	5	5
7	24	15	5	6
8	39	23	5	6
9	47	31	7	6
10	55	42	5	10
11	65	55	7	14
12	77	67	22	16
13	87	77	39	22
14	97	91	56	31
15	100	98	69	36
16	100	99	76	38
17	100	98	75	38
18	97	93	72	35
19	89	85	55	20
20	76	68	35	15
21	61	54	25	11
22	56	53	19	11
23	47	47	14	9

Por otro lado, dado que no se cuentan con registros del año completo, para representar las emisiones, en el modelo de dispersión atmosférica se ingresan los siguientes factores estacionales de acuerdo a tablas de caudal de diseño que fueron proporcionados por el proveedor.

¹⁰ Caudal de diseño de los 12 extractores equivale a 342.000 m³/h

¹¹ El pabellón N°15, al momento del muestreo, tenía ajustado su caudal de emisión con parámetros que no se condicen con la edad de los cerdos, por lo tanto, el titular entregó valores nominales de cerdos relativo a su edad.

Tabla Nº 12. Factores estacionales enviados por el proveedor.

Estación del año	Factores		
	Cerdos 5-30 kg	Cerdos 30-55 kg	Cerdos 55-130 kg
Verano	1,06	1,14	1,13
Otoño	0,83	0,82	0,80
Invierno	0,83	0,78	0,74
Primavera	1,00	1,00	1,00

A continuación se presentan las tablas de emisión determinadas.

Tabla Nº 13. Tasa de emisión diaria por estación (otoño - invierno).

Hora	Emisión (OU _E /s)							
	Otoño				Invierno			
	Pabellón Nº2	Pabellón Nº5	Pabellón Nº10	Pabellón Nº15	Pabellón Nº2	Pabellón Nº5	Pabellón Nº10	Pabellón Nº15
0	11.281	6.477	1.774	2.264	11.281	6.477	1.688	2.102
1	9.912	5.093	1.542	1.446	9.912	5.093	1.468	1.343
2	8.021	4.318	1.542	1.195	8.021	4.318	1.468	1.110
3	6.521	3.820	1.542	1.006	6.521	3.820	1.468	934
4	6.064	3.100	1.542	1.289	6.064	3.100	1.468	1.197
5	5.478	2.657	1.542	1.352	5.478	2.657	1.468	1.256
6	5.543	2.657	1.542	1.258	5.543	2.657	1.468	1.168
7	6.260	3.233	1.542	1.541	6.260	3.233	1.468	1.431
8	10.270	5.065	1.542	1.478	10.270	5.065	1.468	1.372
9	12.129	6.947	2.082	1.572	12.129	6.947	1.981	1.460
10	14.248	9.189	1.542	2.453	14.248	9.189	1.468	2.278
11	16.987	12.262	2.159	3.428	16.987	12.262	2.055	3.183
12	20.149	14.781	6.670	3.962	20.149	14.781	6.348	3.679
13	22.618	17.106	11.991	5.597	22.618	17.106	11.411	5.198
14	25.413	20.206	17.312	7.861	25.413	20.206	16.474	7.300
15	25.986	21.728	21.399	9.119	25.986	21.728	20.364	8.468
16	26.083	21.954	23.519	9.631	26.083	21.954	22.382	8.943
17	25.986	21.637	23.056	9.496	25.986	21.637	21.941	8.818
18	25.236	20.621	22.131	8.710	25.236	20.621	21.061	8.088
19	23.247	18.905	16.965	4.968	23.247	18.905	16.144	4.614
20	19.823	14.974	10.834	3.711	19.823	14.974	10.310	3.446
21	15.976	11.874	7.557	2.704	15.976	11.874	7.191	2.511
22	14.607	11.673	5.938	2.704	14.607	11.673	5.650	2.511

Hora	Emisión (OU _E /s)							
	Otoño				Invierno			
	Pabellón N°2	Pabellón N°5	Pabellón N°10	Pabellón N°15	Pabellón N°2	Pabellón N°5	Pabellón N°10	Pabellón N°15
23	12.259	10.380	4.241	2.264	12.259	10.380	4.036	2.102

Tabla N° 14. Tasa de emisión diaria por estación (primavera – Verano)¹².

Hora	Emisión (OU _E /s)							
	Primavera				Verano			
	Pabellón N°2	Pabellón N°5	Pabellón N°10	Pabellón N°15	Pabellón N°2	Pabellón N°5	Pabellón N°10	Pabellón N°15
0	13.600	7.808	2.174	2.830	14.415	8.276	2.474	3.207
1	11.949	6.140	1.891	1.808	12.665	6.508	2.152	2.049
2	9.669	5.206	1.891	1.494	10.249	5.517	2.152	1.693
3	7.861	4.605	1.891	1.258	8.332	4.881	2.152	1.426
4	7.311	3.737	1.891	1.612	7.749	3.961	2.152	1.826
5	6.603	3.203	1.891	1.690	6.999	3.395	2.152	1.916
6	6.682	3.203	1.891	1.572	7.082	3.395	2.152	1.782
7	7.547	3.897	1.891	1.926	7.999	4.131	2.152	2.183
8	12.381	6.106	1.891	1.847	13.123	6.472	2.152	2.094
9	14.622	8.376	2.552	1.965	15.498	8.877	2.905	2.227
10	17.177	11.078	1.891	3.066	18.206	11.742	2.152	3.475
11	20.479	14.782	2.647	4.284	21.705	15.668	3.012	4.856
12	24.291	17.819	8.176	4.953	25.747	18.886	9.306	5.613
13	27.267	20.622	14.699	6.997	28.901	21.857	16.730	7.929
14	30.636	24.359	21.221	9.827	32.472	25.819	24.153	11.137
15	31.327	26.194	26.231	11.399	33.204	27.764	29.855	12.919
16	31.445	26.466	28.830	12.039	33.329	28.052	32.814	13.644
17	31.327	26.085	28.263	11.870	33.204	27.648	32.168	13.453
18	30.423	24.860	27.129	10.888	32.246	26.349	30.877	12.340
19	28.025	22.791	20.796	6.210	29.704	24.156	23.669	7.038
20	23.898	18.052	13.281	4.638	25.330	19.134	15.116	5.257
21	19.260	14.315	9.263	3.380	20.414	15.173	10.543	3.831
22	17.609	14.072	7.278	3.380	18.664	14.915	8.284	3.831
23	14.779	12.513	5.199	2.830	15.665	13.263	5.917	3.207

Finalmente se señala la emisión medida en la zona de transferencia.

¹² El pabellón N°15, al momento del muestreo, tenía ajustado su caudal de emisión con parámetros que no se condicen con la edad de los cerdos, por lo tanto, el titular entrego valores nominales de cerdos relativo a su edad.

Tabla N° 15. Emisión de zona de transferencia.

Fuente	Concentración (OU _E /m ³)	Velocidad promedio (m/s)	Diámetro Extractores (m)	N° de Extractores	Caudal (OU _E /s)	Emisión total (OU _E /s)
Zona de Transferencia	52	11,57	0,57	8	85.025	1.227

5.2.2 Emisiones actuales plantel de cerdos San Agustín del Arbolito

A continuación, se presenta la emisión promedio del plantel San Agustín del Arbolito:

Tabla N° 16. Emisión de olor actual plantel de cerdos San Agustín del Arbolito.

Fuente	Emisión promedio (OU _E /s)	Cantidad	Emisión total (OU _E /s)
Pabellones de recría finalización	11.677 ¹³	24	280.245
Zona de transferencia	1.227	1	1.227
Zona de aplicación de riego de efluente tratado	119.730	-	119.730

En la siguiente figura, se presenta la distribución porcentual de las emisiones de olor del plantel de cerdos.

¹³ Emisión promedio de la tabla 13 - Primavera.

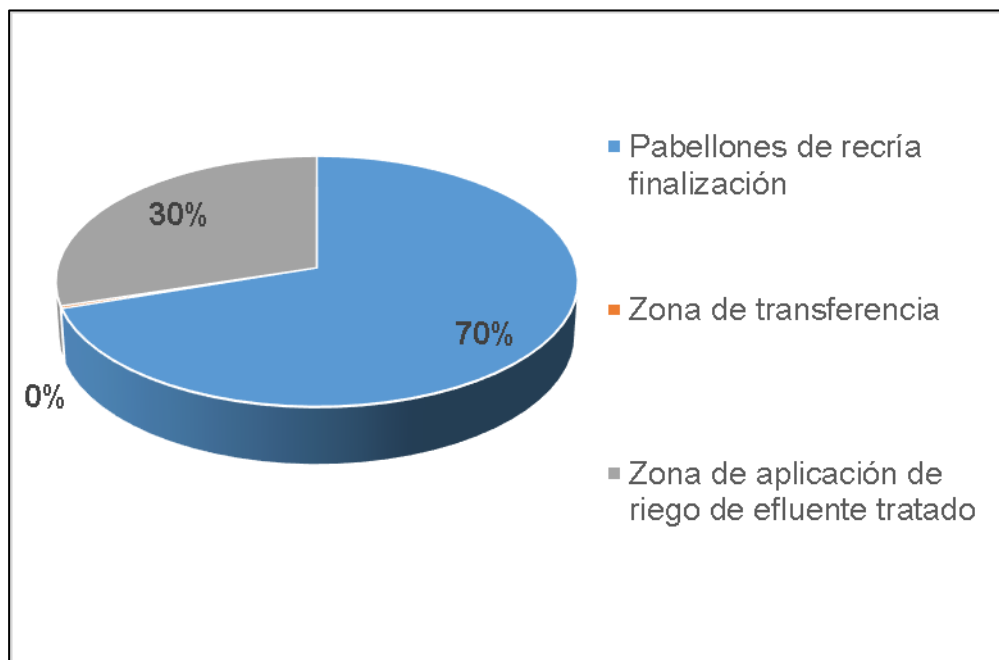


Figura Nº 5. Fuentes consideradas en el estudio.

De la figura se puede observar que el 70% de las emisiones de olor corresponden a los pabellones, mientras que el 30% es producido por la aplicación de riego de efluente tratado y finalmente, el 0,3% de las emisiones de olor corresponden a la zona de transferencia.

5.2.3 Características fuentes de emisión

Pabellones recría-finalización

La emisión de los pabellones se considera a través de chimeneas en cada pabellón con altura de evacuación a 14 metros. Se consideran las siguientes características.

Tabla Nº 17. Chimeneas pabellones sitio actual.

Característica	Valor
Altura	14 m
Sección ¹⁴	2 x 3 m
Velocidad promedio ¹⁵	9,14 m/s
Temperatura	20°C
Operación	Todo el año

Se considera 1 pabellón vacío de los 24 que se encuentra en limpieza.

Se varía la tasa de emisión de acuerdo a la hora y estación del año.

¹⁴ Para el modelo Calpuff se usa una sección de diámetro equivalente de 2,76 m.

¹⁵ Velocidad calculada de acuerdo con los caudales proporcionados por el proveedor.

Aplicación de riego de efluente tratado

Se contempla regar entre los meses de septiembre a abril, en horario diurno entre 8:30 a 17:30 hrs. El proceso de riego abarca 5 ha diarias las que se van regando día a día hasta alcanzar las 150 has disponibles. El sector de riego cambia día a día en el modelo.

Zona de transferencia

Se considera una emisión anual, de lunes a viernes entre 9:00 a 15:00 hrs.

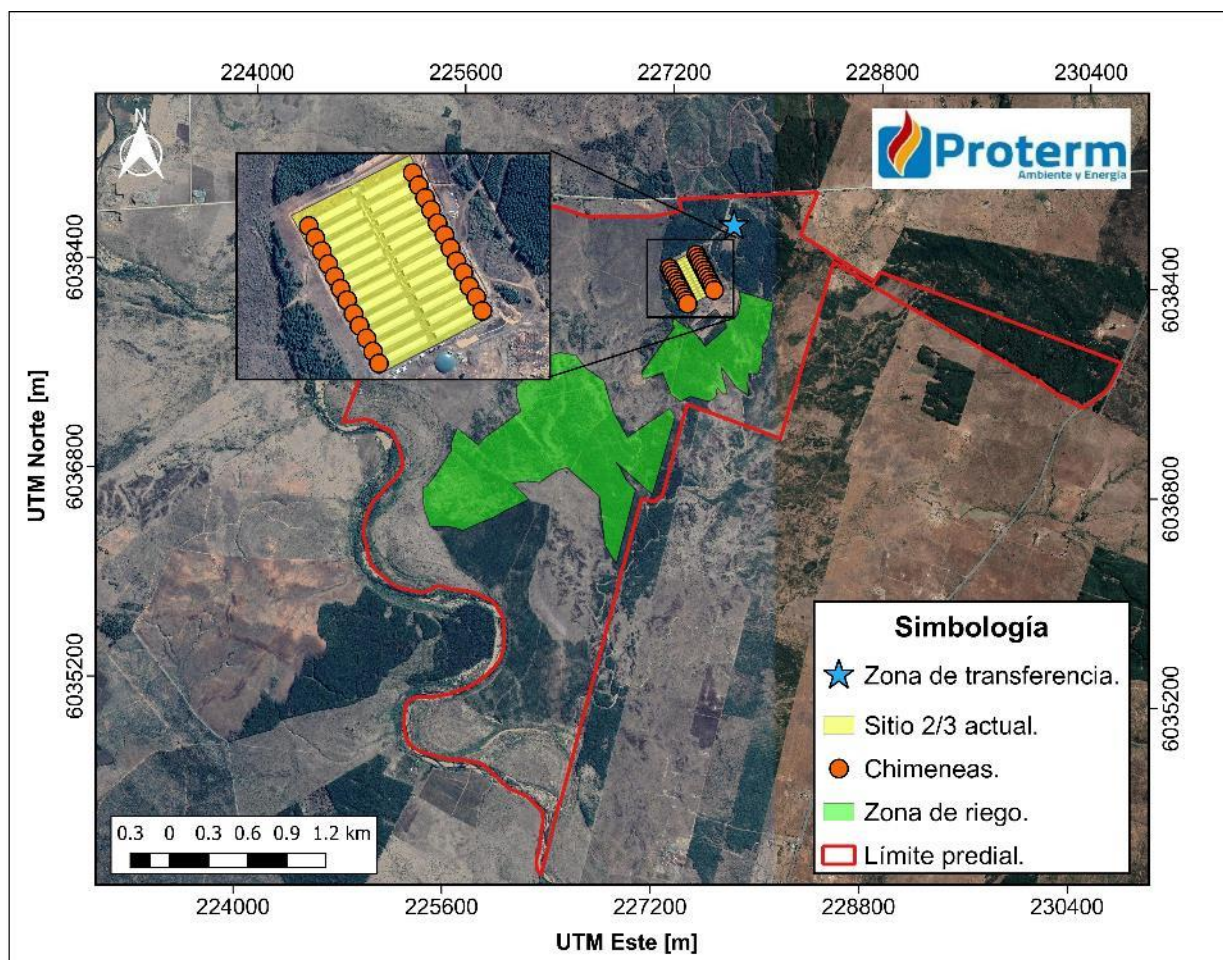


Figura Nº 6. Fuentes de emisión modeladas sitio actual.

5.3 Evaluación de la dispersión de olores del plantel de cerdos

En el presente apartado se presentan los resultados de la dispersión de las emisiones de olores generadas en el plantel de cerdos San Agustín del Arbolito, según las fuentes mencionadas en el punto 5.1 del presente estudio. Los resultados muestran la pluma de dispersión de los olores en torno al plantel, las cuales, además de simular la dispersión de los gases, entregan las concentraciones de olor (OU_E/m^3) en el espacio.

Se presenta una cartografía de dispersión de olor, la que registra el percentil 98 de las concentraciones horarias, con el objetivo de poder comparar los resultados con el límite de 3 OU_E/m^3 establecidas en la RCA N°225/2019.

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación del modelo de dispersión de las fuentes del plantel de cerdos.

5.3.1 Resultados emisión de olor del plantel

5.3.1.1 Dispersión de emisiones

El límite de referencia indicado en la RCA N°225/2019 establece un valor de 3 OU_E/m^3 para periodos horarios con percentil 98.

Tal como se puede apreciar en la siguiente cartografía, la distribución de la pluma se acentúa hacia el noreste y suroeste con una longitud aproximada de 8,46 km. Las isodoras pueden alcanzar valores entre 0,3 a 5,3 OU_E/m^3 alcanzando su mayor concentración entre los pabellones y la zona de transferencia. Fuera de los límites del plantel las isodoras trazan valores entre 0,3 a 2 OU_E/m^3 . Se observa que la isodora de 3 OU_E/m^3 no circunscribe ningún receptor sensible.

La isodora de 3 OU_E/m^3 alcanza una superficie aproximada de 0,58 km^2 alrededor de los pabellones y en la zona de aplicación de riego de efluente tratado, con una superficie aproximada de 0,12 km^2 .

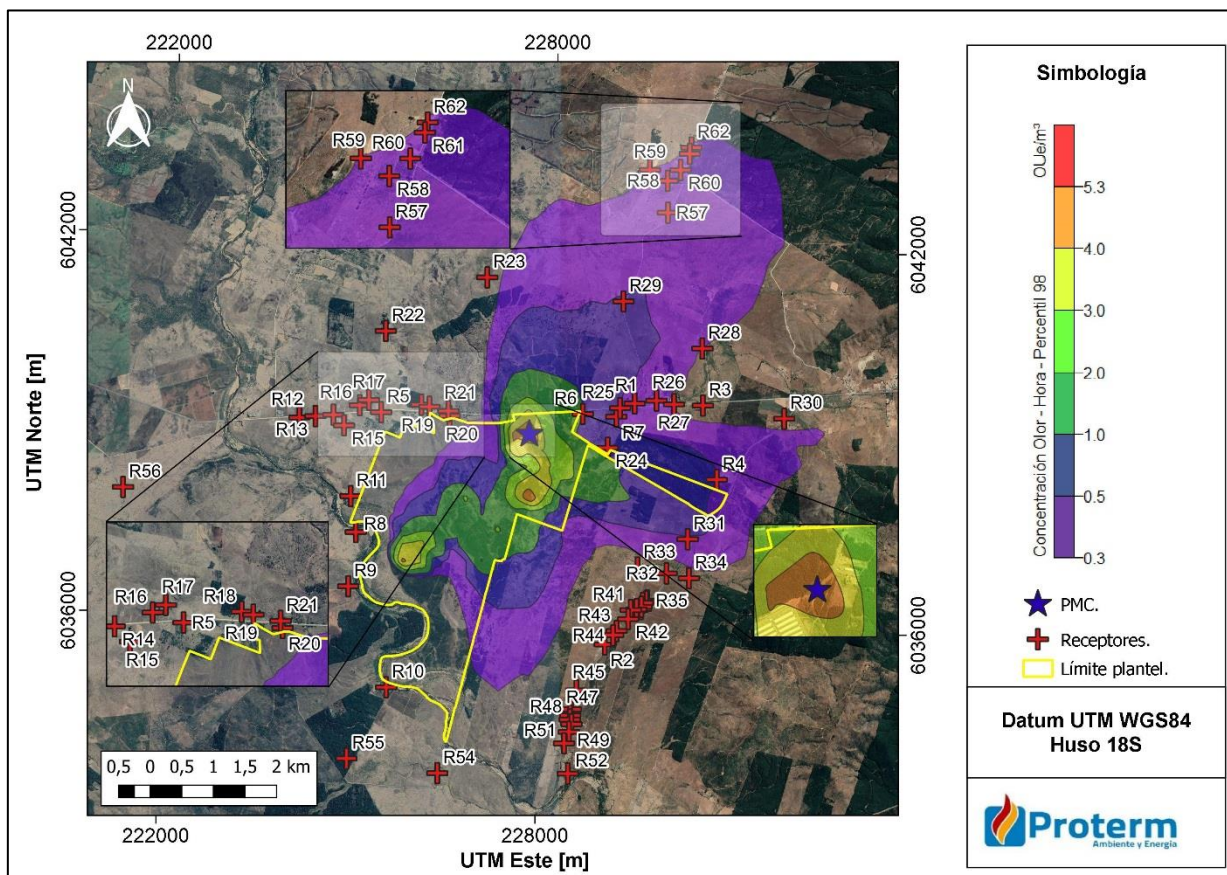


Figura Nº 7. Mapa de concentración de olor generado por las fuentes de emisión del plantel de cerdos. Promedio horario (percentil 98).

Con base en la dispersión de emisiones del escenario evaluado, se determinó un área de influencia definida según la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA”¹⁶, como el espacio contenido por la isodora de 1 OU_E/m³, que corresponde al umbral de detección del olor compuesto. En la siguiente figura se presenta el área de influencia determinada.

¹⁶ Publicada el 2017 por el Servicio de Evaluación Ambiental.

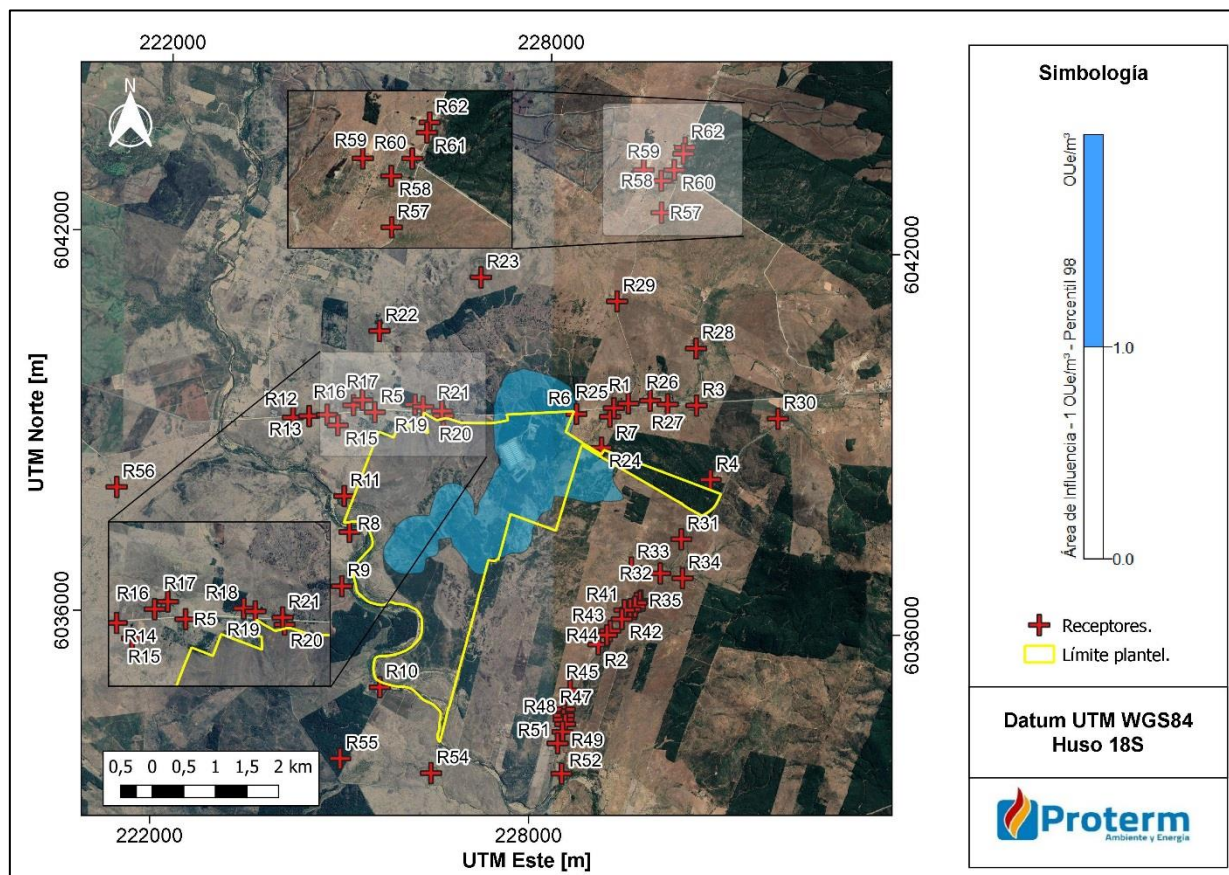


Figura Nº 8. Área de Influencia del plantel de cerdos.

La isodora de 1 OU_E/m^3 , valor que indica la concentración desde el cual el 50% de la población puede percibir un olor cubre una superficie de 5,13 km^2 . La distribución de la pluma se acentúa en sentido noreste y suroeste con una longitud aproximada de 3,6 km.

Como se mencionó anteriormente, el área de influencia, determinada por la curva de iso-concentración de 1 OU_E/m^3 , se circunscribe hacia el noreste de los pabellones principalmente y la zona de aplicación de riego de efluente tratado, cubriendo un área rural y/o forestal. El área de influencia no circunscribe a ningún receptor.

La máxima concentración se produce al interior del predio, específicamente entre los pabellones y la zona de transferencia, alcanzando un valor 5,35 OU_E/m^3 .

Tabla Nº 18. Máxima concentración del plantel de cerdos.

Descripción	UTM 18H – WGS84		Concentración de inmisión (OU_E/m^3)
	Este (m)	Norte (m)	
Predio Agrícola San Agustín del Arbolito	770.020	6.038.757	5.35

5.3.1.2 Receptores discretos considerados en la modelación

De acuerdo con el estudio de medio humano realizado por el consultor, se identificaron los siguientes receptores potencialmente sensibles al olor.

Tabla Nº 19. Receptores identificados en la caracterización de receptores.

Nº	Descripción	Proyección UTM Huso 18S Datum WGS84		Distancia a la fuente más cercana (km)	Fuente más cercana
		Este (m)	Norte (m)		
R1	Vivienda Habitacional	229.183	6.039.218	1,5	Zona de Transferencia
R2	Habitacional, actividades agropecuarias, infraestructura productiva.	228.825	6.035.404	2,1	Zona de aplicación efluente tratado
R3	Habitacional	230.265	6.039.218	2,5	Zona de aplicación efluente tratado
R4	Habitacional, infraestructura agropecuaria y venta de carbón de pino.	230.520	6.038.054	2,6	Zona de aplicación efluente tratado
R5	Habitacional	225.173	6.038.957	1,6	Zona de aplicación efluente tratado
R6	Habitacional	228.367	6.039.026	0,7	Zona de Transferencia
R7	Infraestructura productiva (galpón)	228.899	6.039.001	1,2	Zona de Transferencia
R8	Habitacional, 2 viviendas e infraestructura productiva (corral).	224.828	6.037.055	0,6	Zona de aplicación efluente tratado
R9	Habitacional	224.736	6.036.197	0,7	Zona de aplicación efluente tratado
R10	Habitacional	225.385	6.034.624	1,8	Zona de aplicación efluente tratado
R11	Habitacional	224.730	6.037.620	0,9	Zona de aplicación efluente tratado
R12	Actividad agropecuaria e infraestructura productiva	223.880	6.038.835	2,3	Zona de aplicación efluente tratado
R13	Infraestructura productiva (galpón o establo)	224.135	6.038.863	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R14	Actividad pecuaria a pequeña escala	224.418	6.038.894	2,0	Zona de aplicación efluente tratado
R15	Habitacional, 8 viviendas en total, algunas con actividad pecuaria a pequeña escala	224.592	6.038.731	1,8	Zona de aplicación efluente tratado
R16	Sin moradores, aparentemente segunda vivienda	224.830	6.039.057	1,9	Zona de aplicación efluente tratado
R17	Sin moradores, aparentemente segunda vivienda	224.972	6.039.144	1,9	Zona de aplicación efluente tratado
R18	Sin moradores, aparentemente segunda vivienda	225.806	6.039.095	1,4	Zona de aplicación efluente tratado
R19	Sin moradores, aparentemente segunda vivienda	225.935	6.039.066	1,3	Zona de aplicación efluente tratado
R20	Sin moradores	226.259	6.038.931	0,9	Pabellones recría-finalización

Nº	Descripción	Proyección UTM Huso 18S Datum WGS84		Distancia a la fuente más cercana (km)	Fuente más cercana
		Este (m)	Norte (m)		
R21	Sin moradores	226.235	6.039.008	1,0	Pabellones recría- finalización
R22	No es visible desde camino público	225.207	6.040.240	2,5	Pabellones recría- finalización
R23	No es visible desde camino público	226.788	6.041.135	2,5	Zona de Transferencia
R24	Sin moradores, maquinaria agrícola	228.779	6.038.507	0,8	Zona de aplicación efluente tratado
R25	Galpón y animales	228.957	6.039.138	1,3	Zona de Transferencia
R26	Habitacional con actividad pecuaria a pequeña escala	229.529	6.039.273	1,9	Zona de aplicación efluente tratado
R27	Abandonada	229.808	6.039.224	2,1	Zona de aplicación efluente tratado
R28	Habitacional, cuidador de fundo de viña y crianza de ganado	230.229	6.040.117	2,8	Zona de Transferencia
R29	Habitacional, crianza de ganado	228.957	6.040.822	2,8	Zona de Transferencia
R30	Habitacional y almacén	231.560	6.039.049	3,7	Zona de aplicación efluente tratado
R31	Galpón de ovejas	230.088	6.037.103	2,3	Zona de aplicación efluente tratado
R32	Habitacional	229.770	6.036.554	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R33	Habitacional	229.310	6.036.633	1,7	Zona de aplicación efluente tratado
R34	Habitacional	230.126	6.036.490	2,5	Zona de aplicación efluente tratado
R35	Habitacional	229.477	6.036.117	2,4	Zona de aplicación efluente tratado
R36	Habitacional	229.457	6.036.102	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R37	Habitacional, crianza de gallinas	229.407	6.036.079	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R38	Almacén	229.381	6.035.982	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R39	Habitacional, 5 viviendas	229.389	6.036.017	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R40	Habitacional, 3 viviendas	229.312	6.035.973	2,3	Zona de aplicación efluente tratado
R41	Habitacional	229.222	6.035.959	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R42	Habitacional, apicultura y servicios de podología y costura	229.184	6.035.817	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R43	Habitacional	229.007	6.035.622	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R44	Habitacional	228.955	6.035.554	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R45	Habitacional, venta de carbón, miel y pequeña agricultura	228.399	6.034.668	2,2	Zona de aplicación efluente tratado
R46	Habitacional, 5 viviendas	228.324	6.034.366	2,4	Zona de aplicación efluente tratado

Nº	Descripción	Proyección UTM Huso 18S Datum WGS84		Distancia a la fuente más cercana (km)	Fuente más cercana
		Este (m)	Norte (m)		
R47	Parcelación "Doña Matilde"	228.314	6.034.270	2,4	Zona de aplicación efluente tratado
R48	Habitacional, 2 viviendas. Restaurant que ofrece venta de verduras y frutas	228.310	6.034.204	2,5	Zona de aplicación efluente tratado
R49	Habitacional, una deshabitada y otra nueva	228.337	6.034.132	2,6	Zona de aplicación efluente tratado
R50	Habitacional, 4 viviendas e infraestructura productiva	228.301	6.034.011	2,6	Zona de aplicación efluente tratado
R51	Habitacional, 2 viviendas. Parcela con producción de vino y venta de carbón	228.229	6.033.827	2,8	Zona de aplicación efluente tratado
R52	Habitacional, 11 viviendas e infraestructura productiva	228.304	6.033.352	3,2	Zona de aplicación efluente tratado
R53	Viña "Doña Aurora"	226.884	6.031.355	4,8	Zona de aplicación efluente tratado
R54	"Fundo con vivienda e infraestructura productiva.	226.238	6.033.296	3,0	Zona de aplicación efluente tratado
R55	Fundo con producción de uvas orgánicas para vino. Presencia actividad agropecuaria (burros)	224.791	6.033.481	3,0	Zona de aplicación efluente tratado
R56	Habitacional, 4 viviendas	221.122	6.037.650	4,3	Zona de aplicación efluente tratado
R57	Habitacional	229.618	6.042.242	3,9	Zona de Transferencia
R58	Infraestructura productiva	229.599	6.042.744	4,4	Zona de Transferencia
R59	Infraestructura productiva	229.313	6.042.908	4,4	Zona de Transferencia
R60	Habitacional	229.800	6.042.921	4,6	Zona de Transferencia
R61	Habitacional	229.936	6.043.181	4,9	Zona de Transferencia
R62	Infraestructura productiva	229.960	6.043.280	5,0	Zona de Transferencia

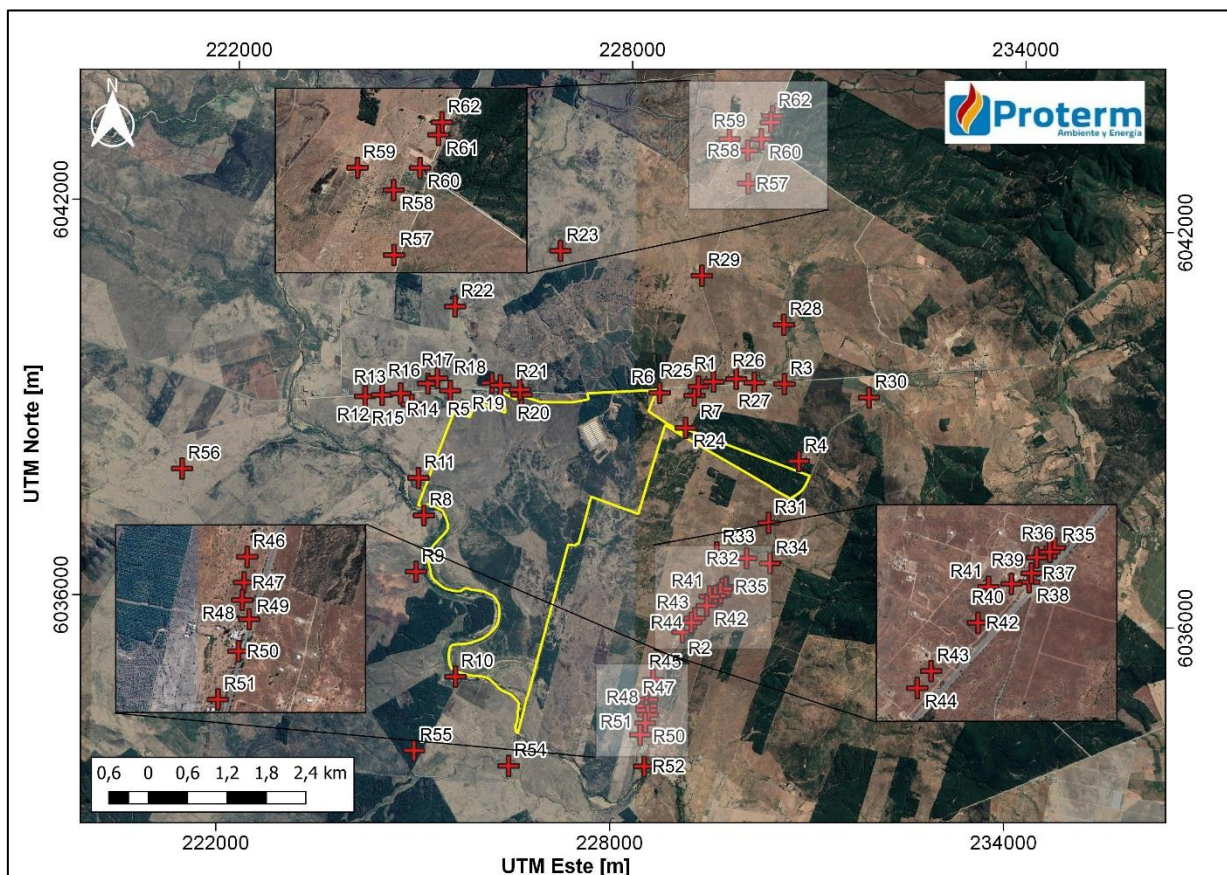


Figura Nº 9. Receptores de interés analizados.

En la siguiente tabla se presenta el resultado del Percentil 98 de las concentraciones horarias para cada receptor identificado.

Tal como se puede apreciar en la siguiente tabla, la operación actual del plantel de cerdos produce concentraciones de inmisión por debajo del límite establecido en la RCA N°225/2019 ($3 \text{ OU}_E/\text{m}^3$) y por debajo de $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, límite que define el área de influencia.

Tabla Nº 20. Concentración receptores. Percentil 98. Escenario actual

Nº	Concentración de inmisión (OU_E/m^3)	Horas al año $>3 \text{ OU}_E/\text{m}^3$	Nº	Concentración de inmisión (OU_E/m^3)	Horas al año $>3 \text{ OU}_E/\text{m}^3$
R1	0,42	1 (0,01%)	R32	0,25	1 (0,01%)
R2	0,16	0 (0,00%)	R33	0,26	2 (0,02%)
R3	0,27	1 (0,01%)	R34	0,25	3 (0,03%)
R4	0,50	12 (0,14%)	R35	0,17	0 (0,00%)
R5	0,06	0 (0,00%)	R36	0,17	0 (0,00%)
R6	0,99	3 (0,03%)	R37	0,17	1 (0,01%)
R7	0,49	3 (0,03%)	R38	0,16	1 (0,01%)
R8	0,05	0 (0,00%)	R39	0,16	1 (0,01%)

Nº	Concentración de inmisión (OU _E /m ³)	Horas al año >3 OU _E /m ³	Nº	Concentración de inmisión (OU _E /m ³)	Horas al año >3 OU _E /m ³
R9	0,04	0 (0,00%)	R40	0,16	0 (0,00%)
R10	0,06	0 (0,00%)	R41	0,17	0 (0,00%)
R11	0,05	0 (0,00%)	R42	0,18	0 (0,00%)
R12	0,02	0 (0,00%)	R43	0,16	0 (0,00%)
R13	0,02	0 (0,00%)	R44	0,16	0 (0,00%)
R14	0,03	0 (0,00%)	R45	0,19	0 (0,00%)
R15	0,03	0 (0,00%)	R46	0,19	0 (0,00%)
R16	0,04	0 (0,00%)	R47	0,19	0 (0,00%)
R17	0,04	0 (0,00%)	R48	0,18	0 (0,00%)
R18	0,11	3 (0,03%)	R49	0,18	0 (0,00%)
R19	0,13	3 (0,03%)	R50	0,18	0 (0,00%)
R20	0,20	6 (0,07%)	R51	0,19	0 (0,00%)
R21	0,18	4 (0,05%)	R52	0,16	0 (0,00%)
R22	0,04	0 (0,00%)	R53	0,12	0 (0,00%)
R23	0,21	0 (0,00%)	R54	0,14	0 (0,00%)
R24	0,87	26 (0,30%)	R55	0,04	0 (0,00%)
R25	0,49	2 (0,02%)	R56	0,01	0 (0,00%)
R26	0,35	1 (0,01%)	R57	0,36	0 (0,00%)
R27	0,29	1 (0,01%)	R58	0,33	0 (0,00%)
R28	0,30	1 (0,01%)	R59	0,30	0 (0,00%)
R29	0,52	0 (0,00%)	R60	0,32	0 (0,00%)
R30	0,26	2 (0,02%)	R61	0,31	0 (0,00%)
R31	0,48	5 (0,06%)	R62	0,30	0 (0,00%)

En el Anexo N°2 se presenta el análisis de la variación horaria del olor en los receptores cercanos que presentaron valores más altos de concentración.

5.3.1.3 Frecuencia de percepción de olor

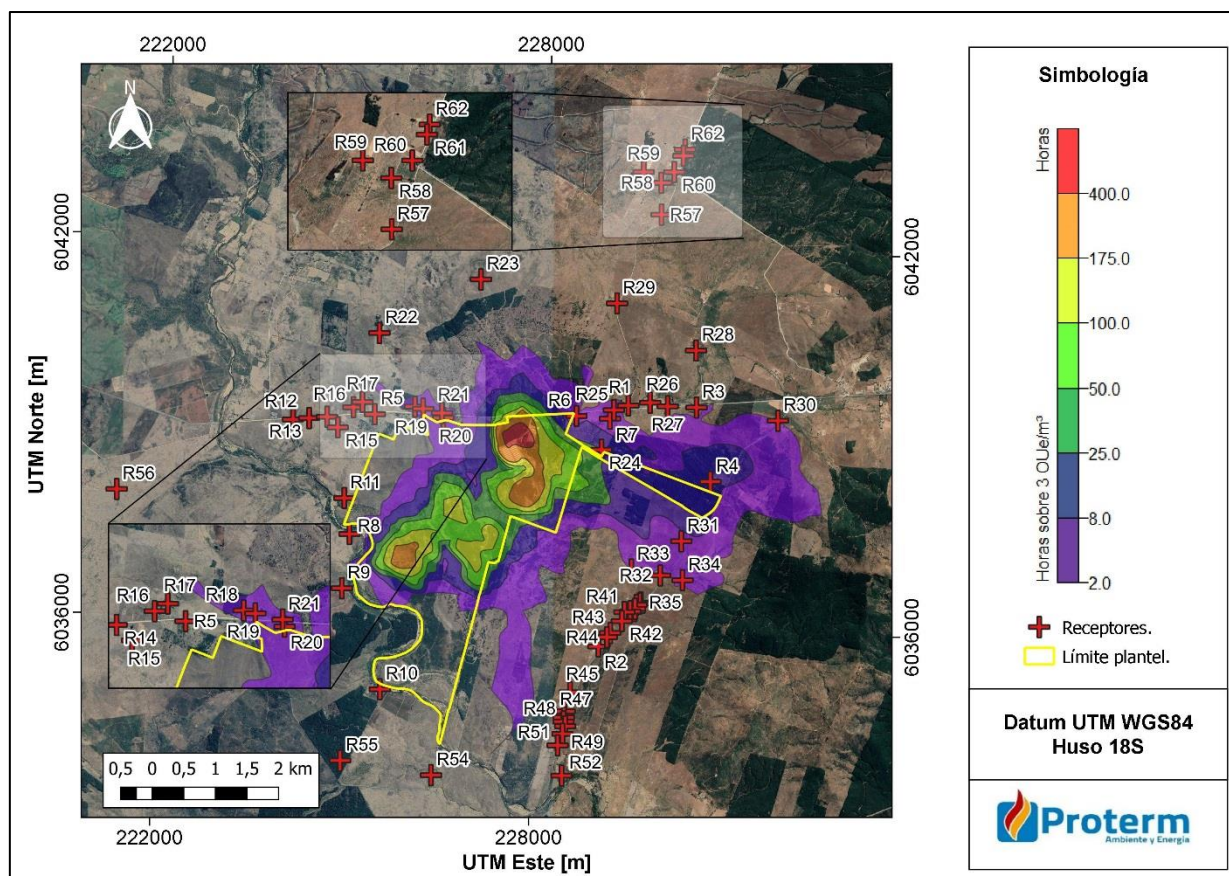


Figura Nº 10. Mapa de horas sobre 3 OU_E/m^3 generado por las fuentes de emisión del plantel de cerdos. Promedio horario (percentil 98).

En la figura anterior se puede observar las horas al año sobre las 3 OU_E/m^3 . Dicha figura indica que los lugares sobre un 2% de frecuencia (175 horas), se encuentran superior a la excedencia entregada por el percentil 98 (en naranja y rojo). Las zonas al interior de esta curva corresponden a sectores al interior del plantel (alrededor de los pabellones y de la zona de aplicación de purín tratado), territorio que no se encuentra habitado. Todas las viviendas cercanas (indicados por una cruz roja, receptores) se encuentran bajo las 50 horas sobre 3 OU_E/m^3 , lo que indica que ninguna zona usada como residencia supera el 2% de horas por sobre el umbral de molestia.

5.3.1.4 Análisis FIDOL

Tabla Nº 21. Protocolo FIDOL con base a receptores definidos.

Parámetro	Con respecto a receptores discretos.
Frecuencia	El plantel opera durante todos los días del año. Durante el 98% de las horas del año no se prevé superación de las 3 OU _E /m ³ . Los eventos de superación son puntuales sin observarse una frecuencia constante.
Intensidad	Ningún receptor se encuentra sobre las 3 unidades de olor (3 OU _E /m ³) en el percentil 98. Este valor representa el umbral de molestia. Dado que los resultados en los receptores son menores a 3 OU _E /m ³ se pueden concluir que los receptores más cercanos podrían sentir olor con una intensidad de percepción muy débil y en otras ocasiones casi imperceptible dado que algunos receptores se encuentran muy por debajo de 1 OU _E /m ³ .
Duración	En cuanto a la duración, la superación de 3 OU _E /m ³ ocurre en eventos puntuales en periodos no continuos durante el año. No obstante, las concentraciones no afectan a la población debido a que no superan el umbral de 3 OU _E /m ³ bajo el percentil 98.
Ofensividad	A pesar que los olores del plantel presentan una intensidad que varía de claro e inconfundible a fuerte y un tono hedónico que varía de moderadamente desagradable a desagradable, la intensidad de percepción en los receptores considerados en la modelación es muy débil (1) en el receptor más desfavorable (R6, que alcanza las 0,99 OU _E /m ³).
Localización	El territorio circunscrito al Área de Influencia presenta un uso principalmente de carácter rural por lo que se encuentra fuera del plan regulador de la comuna de San Javier. Los receptores dentro del área de influencia corresponden a viviendas habitadas con actividad ganadera de pequeña escala, y no presentan ningún tipo de vulnerabilidad.

5.4 Análisis del desempeño del archivo de pronóstico utilizado

La “Guía para el Uso de Modelos de Calidad de Aire en el SEIA en su capítulo 7” requiere que se realice una comparación de los registros WRF con información meteorológica local. Para ello se utilizan los datos disponibles de las estaciones de monitoreo ubicadas en la zona de interés para el estudio.

Las estaciones utilizadas corresponden a Campanacura y Linares del sistema Agromet y SINCA, a 19 km y 36 km del plantel respectivamente. Estas estaciones presentan datos de temperatura, dirección y velocidad de viento, las cuales serán utilizadas para validar el modelo meteorológico de pronóstico WRF, no siendo usadas como entradas al modelo.

En el Anexo N°3 se presentan las variables meteorológicas y geofísicas del emplazamiento del plantel y en el Anexo N°4 se presenta una comparación cualitativa y cuantitativa entre la meteorología de pronóstico y los datos observados en la estación meteorológica.

De acuerdo con las comparaciones realizadas en forma cualitativa de ciclo diario, promedio mensual rosa de los vientos y ciclos estacionales, para los parámetros temperatura, velocidad y dirección de viento para la estación de Campanacura y Linares se puede indicar que tanto el modelo WRF y los datos observados presentan valores y patrones similares, que permiten indicar que los datos WRF se ajustan a la realidad y pueden ser utilizados en la modelación.

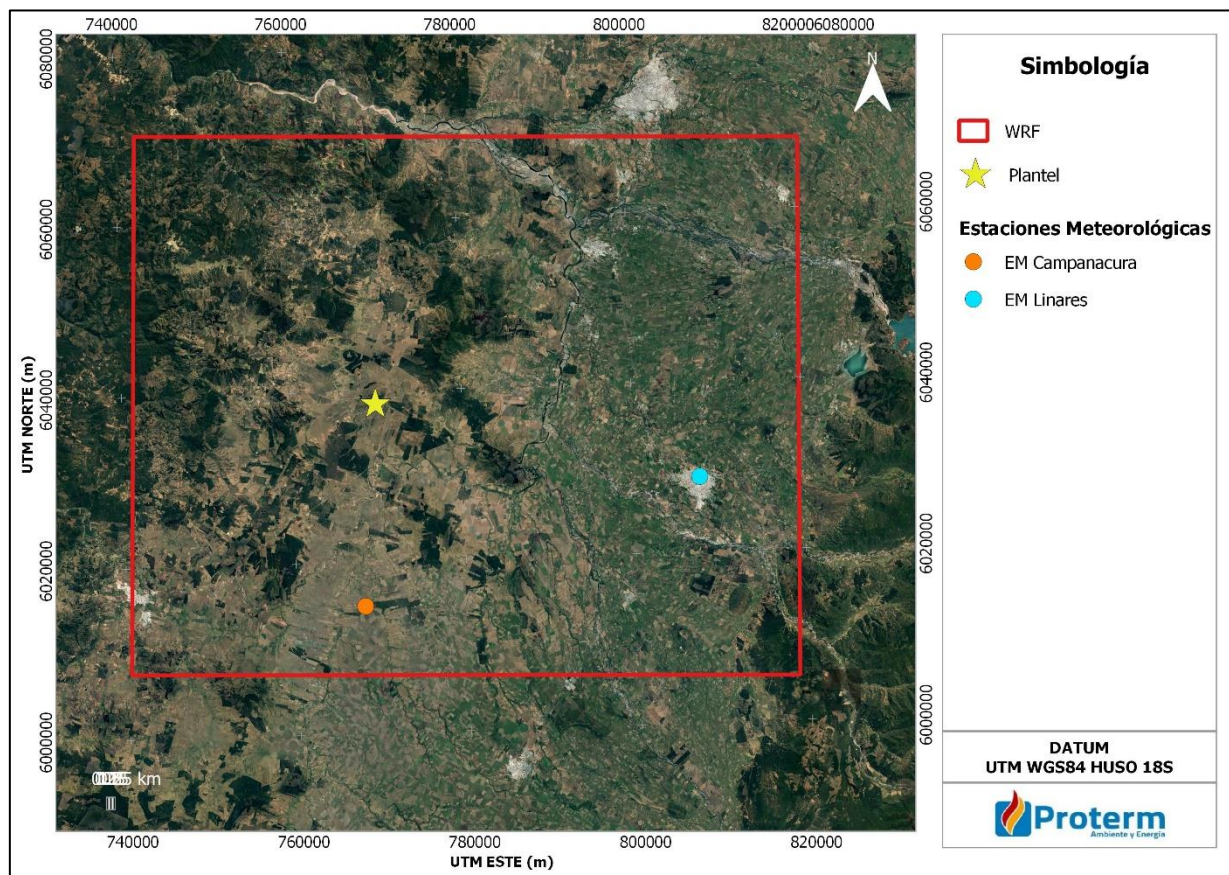


Figura Nº 11. Estación Meteorológica utilizada en el Análisis de Incertidumbre.

6 Conclusiones

Con respecto a la modelación de dispersión de olores del plantel de cerdos San Agustín del Arbolito, se concluye lo siguiente:

1. Las curvas de isoconcentración del percentil 98, indican que las concentraciones de olor producidas en los alrededores del plantel varían entre 0,3 y 5,3 OU_E/m^3 , presentándose la máxima concentración dentro del plantel, entre los pabellones y la zona de transferencia, con un valor de 5,35 OU_E/m^3 . Fuera de los límites del predio las concentraciones alcanzan valores entre 0,3 y 2,0 OU_E/m^3 .
2. En el escenario evaluado no presenta superación del límite de 3 OU_E/m^3 (percentil 98) en ninguno de los receptores identificados. El receptor que presenta la concentración más alta (R6) fue identificado en una vivienda particular al noreste del plantel con una concentración de 0,99 OU_E/m^3 .
3. El área de influencia, descrita por la isodora de 1 OU_E/m^3 , se circunscribe en la zona de aplicación de efluente tratado y en los alrededores de los pabellones principalmente, cubriendo un área rural y/o forestal. El área de influencia cubre una superficie de 5,13 km^2 y presenta una longitud de 3,6 km en sentido noreste y suroeste.
4. Con base al modelo de dispersión de emisiones del plantel de cerdos, se puede indicar que no se presenta superación del límite de 3 OU_E/m^3 (percentil 98) en ningún receptor sensible.

En relación con la validación meteorológica del modelo de pronóstico WRF:

1. Se puede concluir a partir del análisis cualitativo y cuantitativo, que el modelo de pronóstico WRF presenta valores de dirección y velocidad de viento similares a los datos observados. Al analizar las velocidades promedio y direcciones frecuentes del viento, los valores modelados concuerdan con los datos observados. Por lo tanto, de acuerdo con lo presentado en el análisis cuantitativo y cualitativo de la estación Campanacura y Linares, el modelo WRF utilizado para el análisis de dispersión atmosférica es adecuado y concuerda con las condiciones de la realidad.

7 Anexos

7.1 Anexo Nº1. Esquema de funcionamiento Calpuff y elementos de modelación

El presente Anexo contiene el archivo magnético el cual presenta la información que se utilizó para realizar la modelación atmosférica, dicha información corresponde a los input y output ingresados para la modelación de los módulos del modelo (CALPUFF, CALPOST y CALRANK) y el archivo Meteorológico WRF.

Por lo tanto, en el caso de que se requiera replicar la modelación realizada, esta se podrá hacer utilizando los archivos presentes en este Anexo.

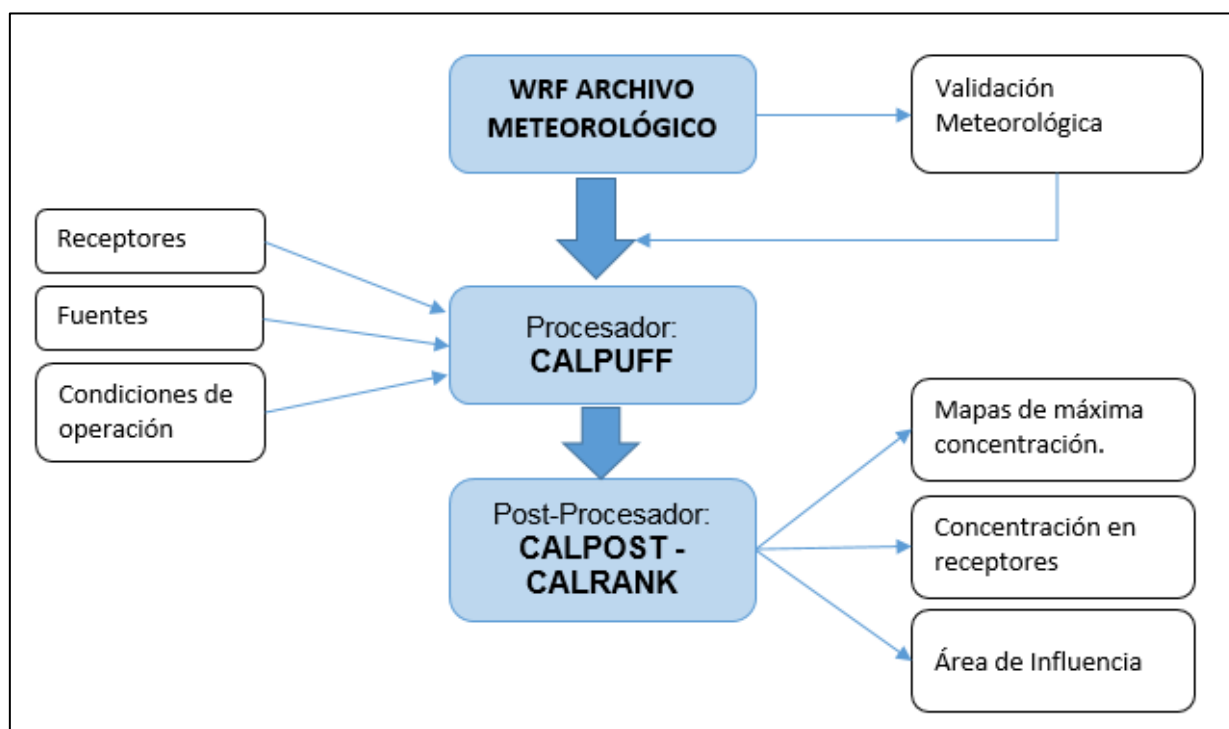


Figura Nº 12. Esquema funcionamiento CALPUFF.

Estructuras y efecto downwash.

La dispersión de emisiones descargadas por chimeneas puede ser afectada por la presencia de edificios cercanos que representan obstáculos a la circulación del aire, como se muestra en la siguiente figura:

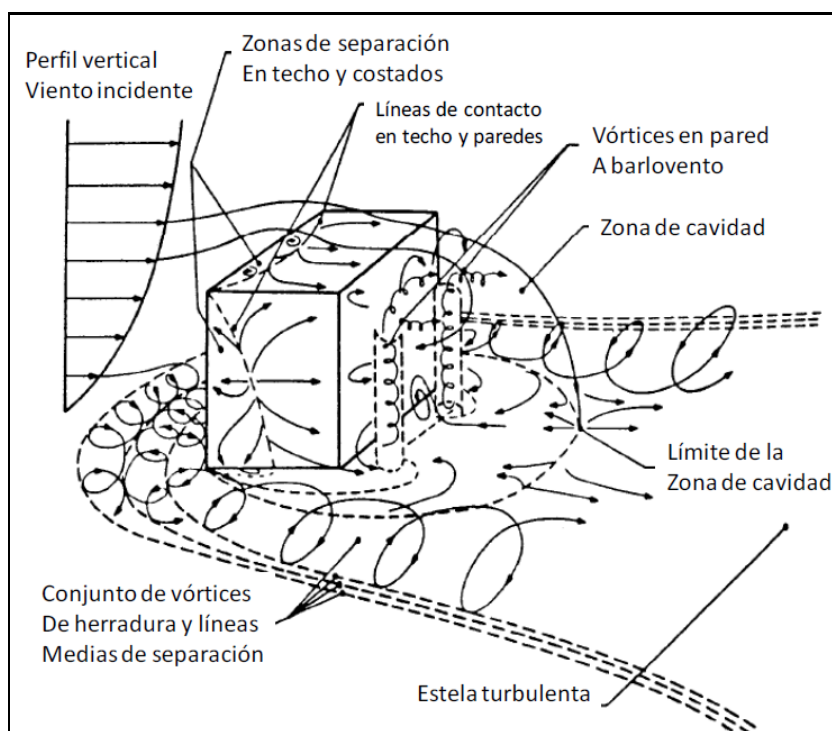


Figura Nº 13. Esquema efecto downwash.

Se aprecia una zona viento arriba, donde el viento es influenciado por la alta presión desarrollada en la pared del edificio que enfrenta el viento, una zona de cavidad con recirculación viento abajo, alta turbulencia y baja velocidad del viento, y una estela turbulenta, donde las propiedades del flujo y de la turbulencia se van aproximando continuamente a los valores ambientales de la circulación del viento lejos del edificio.

Los algoritmos de cálculo utilizados por CALPUFF provienen de la formulación original de ISC3, y se usan 36 sectores angulares para caracterizar las dimensiones que el viento 've' en cada edificio según la dirección que trae. El módulo BPIP (Building Profile Input Program) se utilizó para determinar esas dimensiones de manera automática.

En la siguiente figura (en azul) se presentan las edificaciones significativas del plantel de cerdos que fueron consideradas para evaluar su efecto sobre la dispersión de las emisiones de olor, mientras que en la tabla se adjuntan las alturas y dimensiones de las edificaciones.



Figura N° 14. Esquema de los pabellones considerados.

Tabla N° 22. Dimensiones de los pabellones.

Pabellón	Altura (m)	Longitud X (m)	Longitud Y (m)
Recría-finalización 1-24	2,9-5,3	105	12,6
Zona Transferencia	4,5	50	15

7.2 Anexo N°2. Análisis de receptores.

A continuación, se presentan los gráficos ciclo diario de las concentraciones de olor, para para los tres receptores que presentaron la concentración más alta (R6, R24 y R29). Estos gráficos permiten detectar las horas en donde ocurren las mayores concentraciones durante el día, respecto al 90% observado del tiempo (variación entre el percentil 5 y percentil 95).

Receptor 6

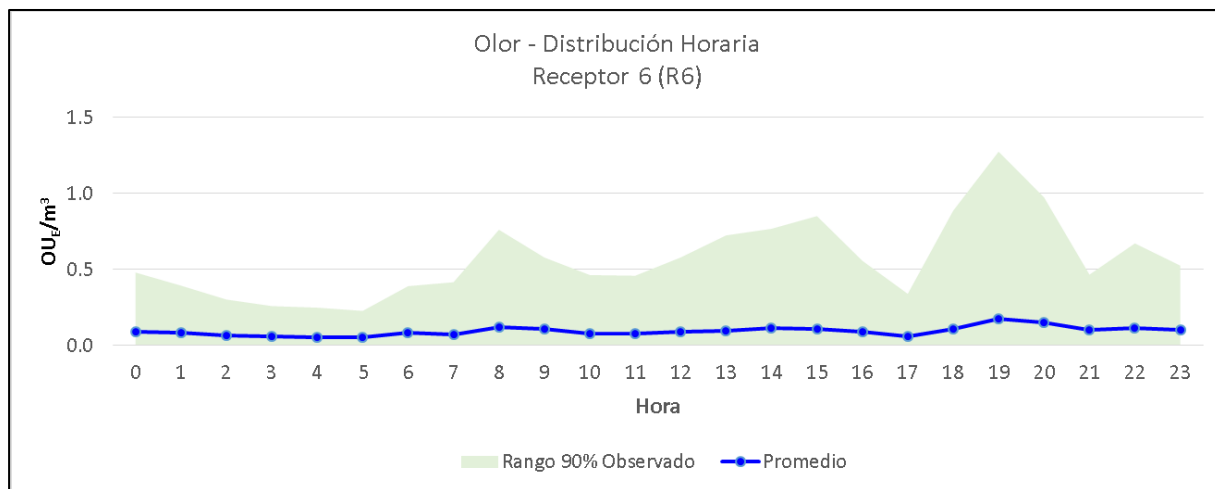


Figura N° 15. Concentraciones horarias (OU_E/m³), Distribución horaria. Receptor N°6.

En la figura anterior se muestra, el comportamiento de las concentraciones de olor durante el día, se puede observar que los mayores valores se presentan durante el día, alcanzando la mayor concentración a las 19:00 hrs, con 1,3 OU_E/m³, lo que quiere decir que al noreste del plantel el olor puede ser percibido; dentro del rango del 90% observado. A pesar de lo anteriormente señalado, en dicho horario no se superaría el límite de 3 OU_E/m³.

Receptor 24

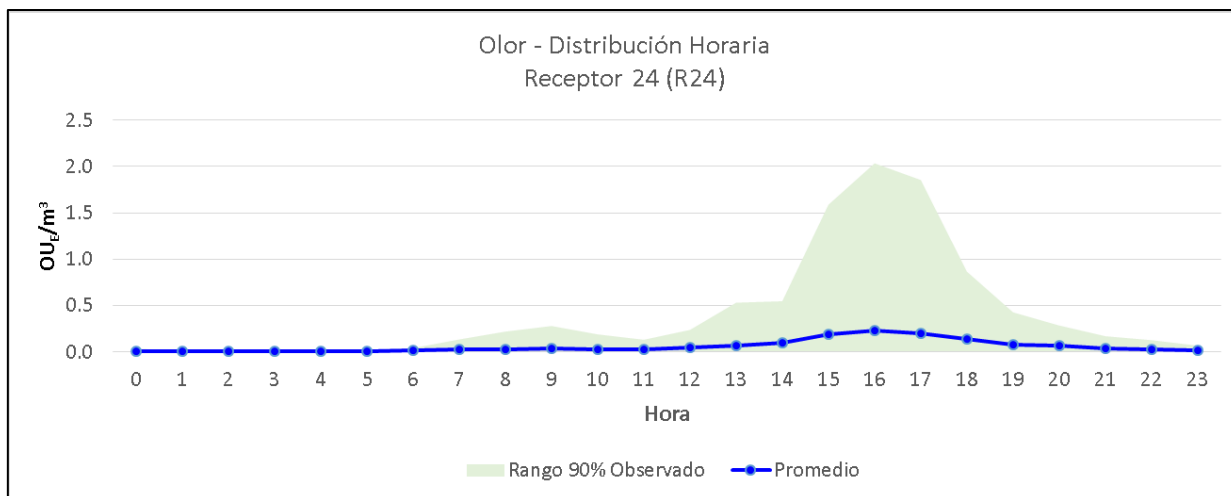


Figura N° 16. Concentraciones horarias (OU_E/m³), Distribución horaria. Receptor N°24.

En la figura anterior se muestra, el comportamiento de las concentraciones de olor durante el día. Se puede observar que los mayores valores se presentan durante la tarde, entre las 15:00 y las 17:00 hrs, alcanzando a las 16:00 hrs 2,0 OU_E/m³, lo que quiere decir que al noreste del plantel el 50% de la población puede percibir el olor, en la peor condición dentro del rango del 90% observado. A pesar de lo anteriormente señalado, en dicho horario no se superaría el límite de 3 OU_E/m³.

Receptor 29

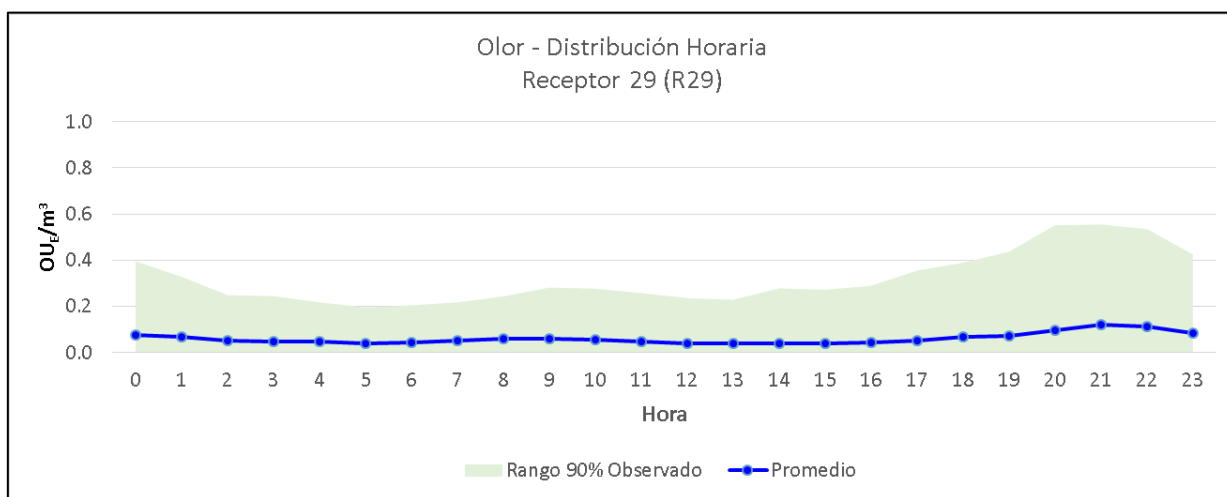


Figura N° 17. Concentraciones horarias (OU_E/m³), Distribución horaria. Receptor N°29.

En la figura anterior se muestra, el comportamiento de las concentraciones de olor durante el día. Acá puede observar que los mayores valores se presentan durante la noche, entre las 20:00 y las 22:00 hrs donde se alcanzan las 0,6 OU_E/m³, mientras que la menor concentración de olor se percibe entre las 02:00 y las 08:00 hrs, alcanzando una concentración de olor de 0,2

OU_E/m^3 ; lo que quiere decir que al noreste del plantel el olor podría ser levemente percibido por el 50% de la población en la peor condición del rango del 90% observado. Cabe destacar que los resultados anteriores se encuentran bajo el límite de $3 \text{ OU}_E/\text{m}^3$.

7.3 Anexo N°3. Descripción meteorológica y geofísica de la zona

En el siguiente anexo se presenta el análisis de la meteorología de la zona modelada. Los datos expresados a continuación fueron extraídos por la plataforma AGROMET (Red Agroclimática Nacional) y SINCA, correspondientes a las estaciones de monitoreo de Campanacura y Linares.

Tabla N° 23. Datos estaciones meteorológicas consideradas.

Estación Meteorológica		Campanacura	Linares
Coordenada UTM Datum WGS 84	Zona	18H	19H
	Este (m)	768.017	265.805
	Norte (m)	6.014.861	6.031.030
"Periodo del registro (desde DD/MM/AA - hasta DD/MM/AA)"		01/01/2019 - hasta 31/12/2019	01/01/2019 - hasta 31/12/2019
Distancia desde el Plantel (km)		19,1	36,0
Meteorología		Velocidad Viento(VV) Dirección Viento(DV) Temperatura (TA)	

7.3.1 Cantidad de datos

Para realizar el análisis meteorológico y el análisis de incertidumbre es necesario verificar la cantidad de datos presentes en las mediciones ambientales de las estaciones. A continuación, se muestran los datos de las estaciones en la serie de tiempo para comprobar que no existen periodos extensos sin datos durante el año de análisis.

Estación Campanacura:

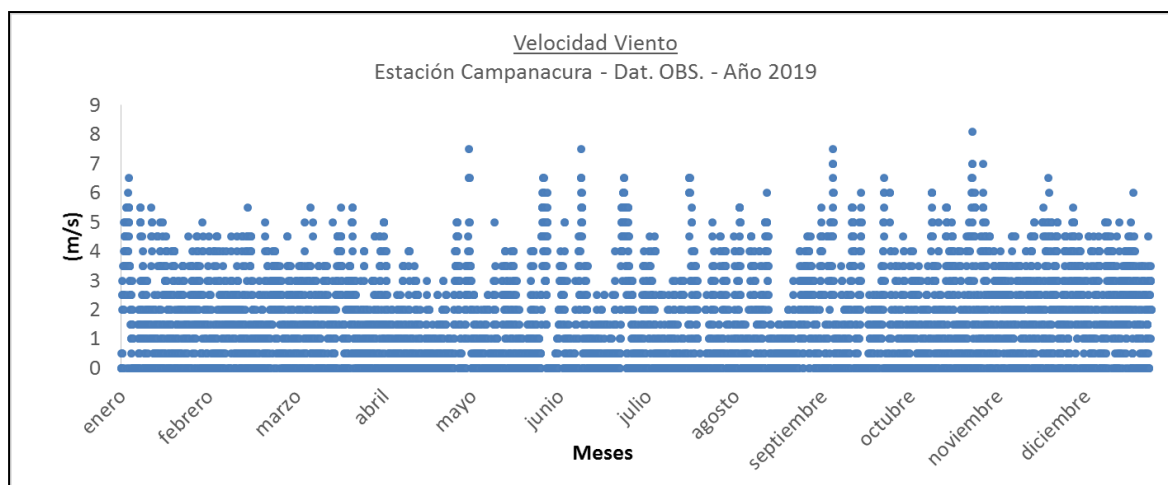


Figura N° 18. Serie de tiempo velocidad de viento – datos observados estación Campanacura – año 2019.

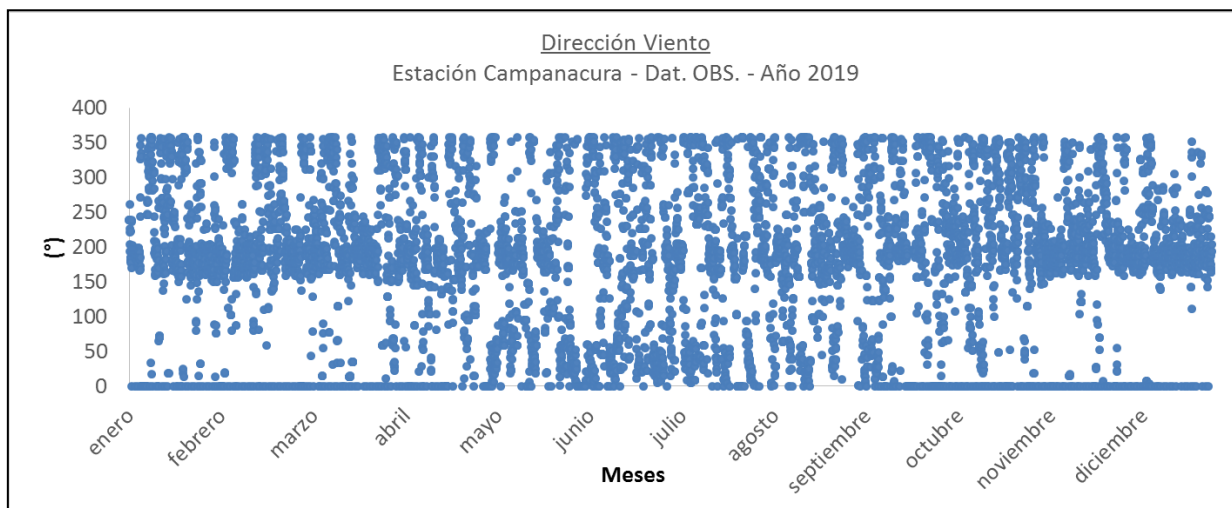


Figura Nº 19. Serie de tiempo dirección de viento – datos observados estación Campanacura – año 2019.

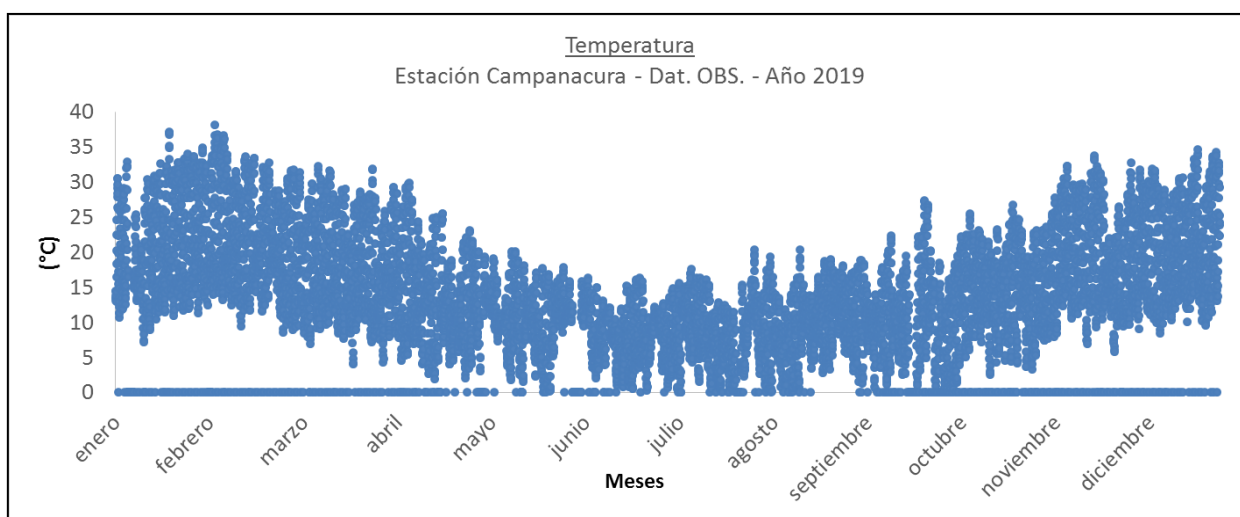


Figura Nº 20. Serie de tiempo temperatura – datos observados estación Campanacura – año 2019.

Tabla Nº 24. Datos válidos estación meteorológica Campanacura.

Porcentaje de datos meteorológicos disponibles – EM Campanacura													
Pará/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
VV	89%	95%	96%	94%	94%	90%	94%	99%	85%	93%	93%	95%	93%
DV	89%	95%	96%	94%	94%	90%	94%	99%	85%	93%	93%	95%	93%
T	89%	95%	96%	94%	94%	90%	94%	99%	85%	93%	93%	95%	93%

La estación Campanacura posee una cantidad de datos mínima de 85% para velocidad del viento, dirección del viento y temperatura, lo que es superior al 75% sugerido por la Guía para modelos de calidad del aire del SEA.

Estación Linares:

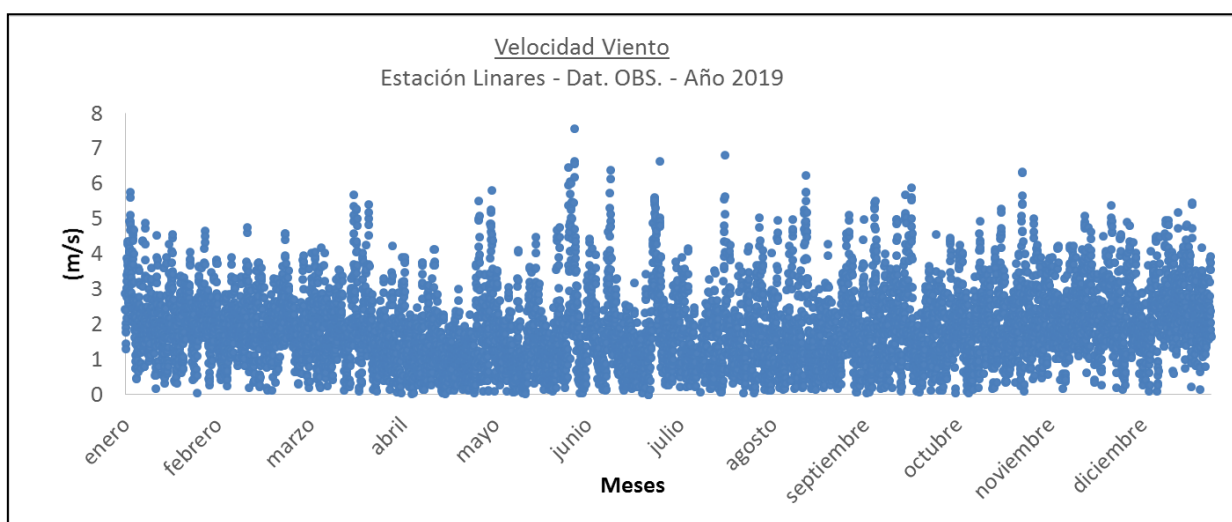


Figura Nº 21. Serie de tiempo velocidad de viento – datos observados estación Linares – año 2019.

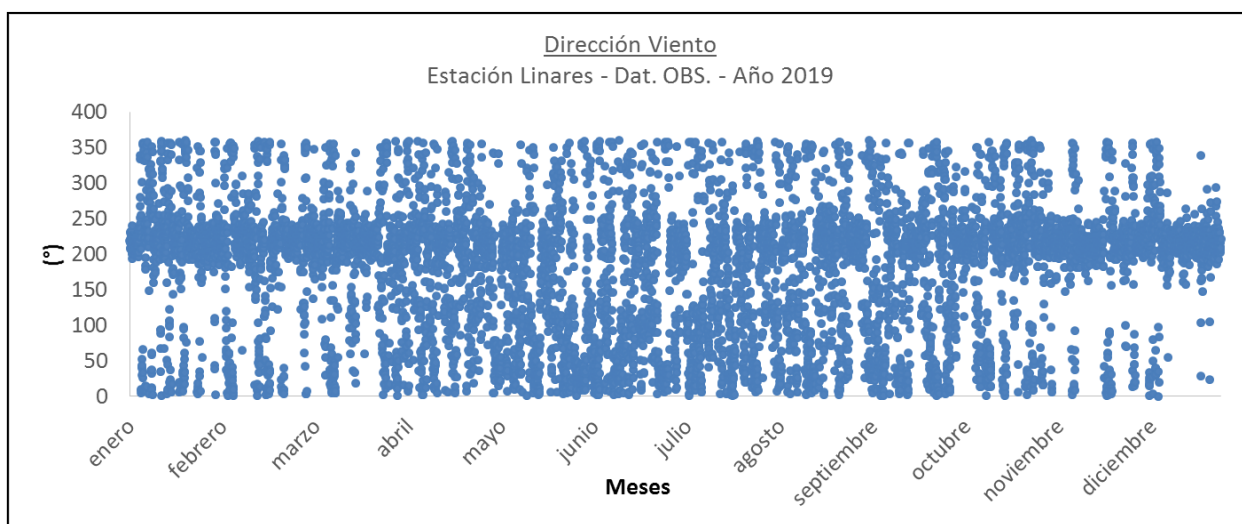


Figura Nº 22. Serie de tiempo dirección de viento – datos observados estación Linares – año 2019.

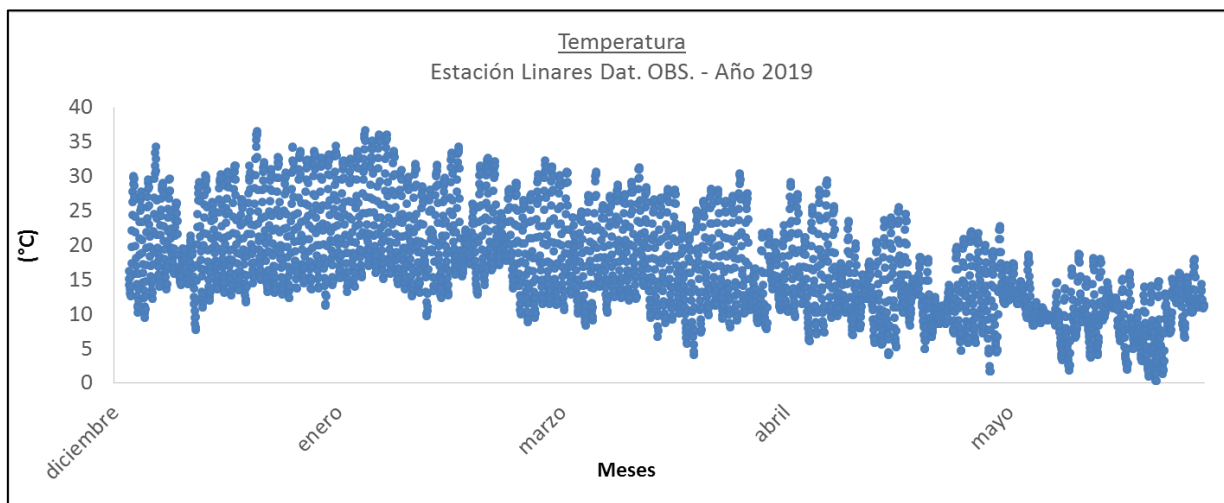


Figura N° 23. Serie de tiempo temperatura – datos observados estación Linares – año 2019.

Tabla N° 25. Datos válidos estación meteorológica Linares.

Porcentaje de datos meteorológicos disponibles – EM Linares													
Pará/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
VV	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	98%	99%	99%
DV	100%	100%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	98%	99%	99%
T	100%	100%	100%	100%	100%	100%	34%	0%	0%	0%	28%	19%	56%

A partir de las gráficas de serie de tiempo de los parámetros velocidad y dirección de viento de la estación Linares, se evidencian una cantidad de datos mínima de un 96%, superior al 75% sugerido por la Guía para modelos de calidad del aire del SEA. De acuerdo a la tabla anterior, las gráficas evidencian una cantidad de datos faltantes para el parámetro de temperatura en los meses de agosto, septiembre y octubre. Además en los meses de noviembre y diciembre para este último parámetro, se observa una cantidad de datos mínima de 28% y 19% respectivamente. Dado que el periodo de evaluación se considera hasta junio 2019 los datos son adecuados.

7.3.2 Gráficos Ciclo diario

Velocidad de viento

En los siguientes gráficos se presenta los ciclos diarios promedios de temperatura, velocidad y dirección del viento; junto con su variabilidad entre el percentil 5% a 95% (Rango 90% observado).

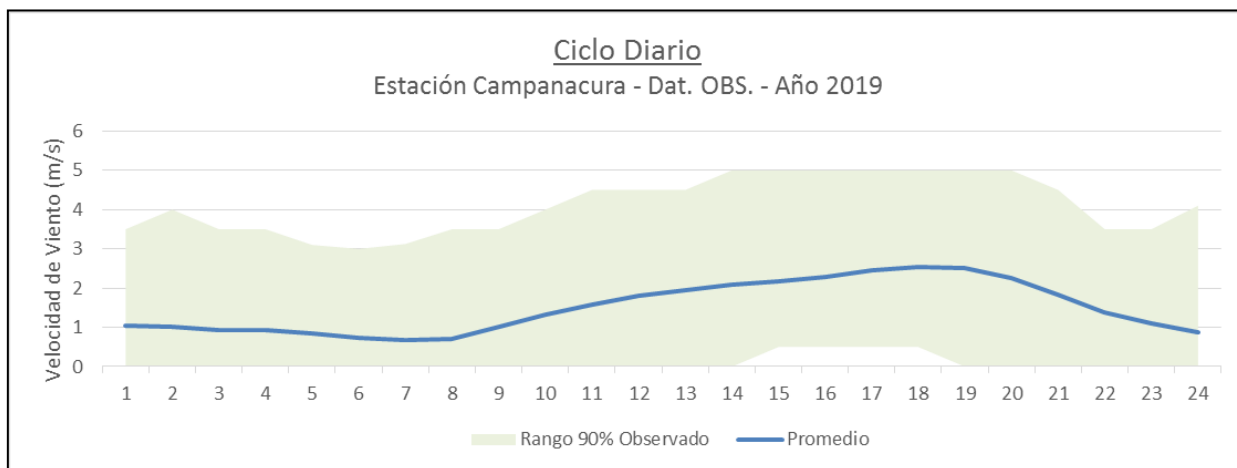


Figura Nº 24. Ciclo diario para velocidad de viento Campanacura.

En relación al ciclo diario promedio de la velocidad de viento, de la estación Campanacura, se observa una velocidad promedio mínima de 0,7 m/s durante la mañana y una velocidad máxima promedio de 2,5 m/s en las horas de la tarde. Durante el año, la velocidad del viento puede variar entre calmas y 5,0 m/s en el rango de 90% observado.

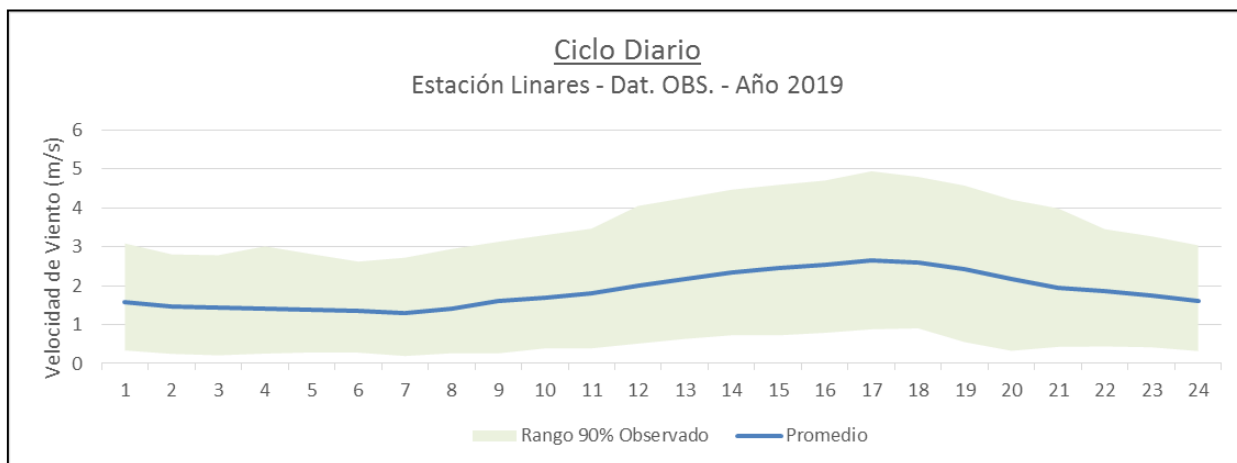


Figura Nº 25. Ciclo diario para velocidad de viento Linares.

En relación al ciclo diario promedio de la velocidad de viento, de la estación Linares, se observa una velocidad promedio mínima de 1,3 m/s durante la mañana y una velocidad máxima promedio de 2,6 m/s en las horas de la tarde. Durante el año, la velocidad del viento puede variar entre calmas y 5,0 m/s en el rango de 90% observado.

Dirección de viento

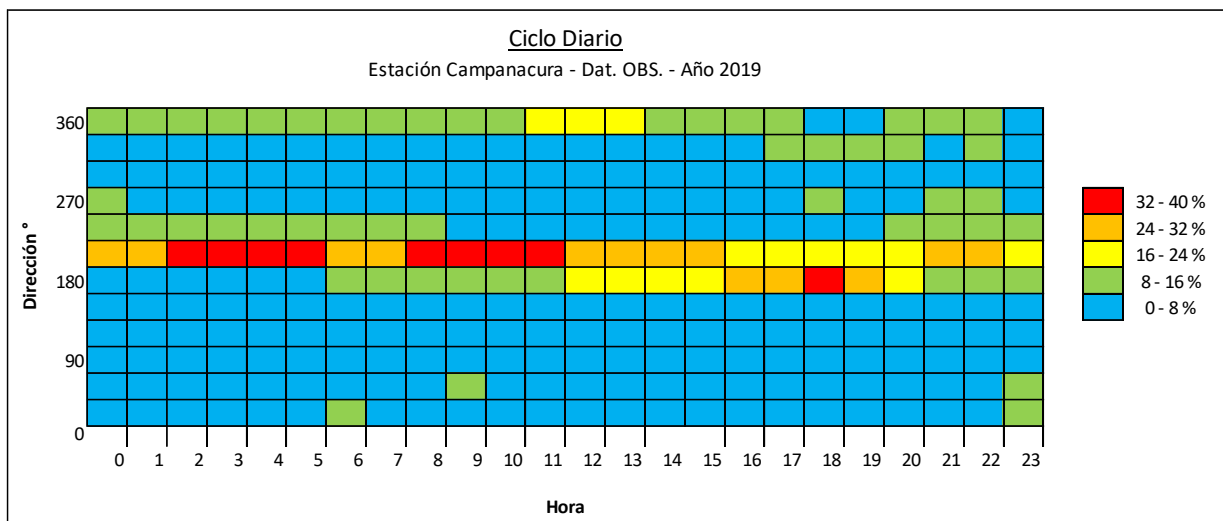


Figura Nº 26. Ciclo diario para dirección de viento estación Campanacura.

En relación al ciclo diario de la dirección de viento de la estación Campanacura, se observa que durante todo el día predominan los vientos provenientes desde el suroeste; dicha condición indica que los gases se dispersan hacia el noreste.

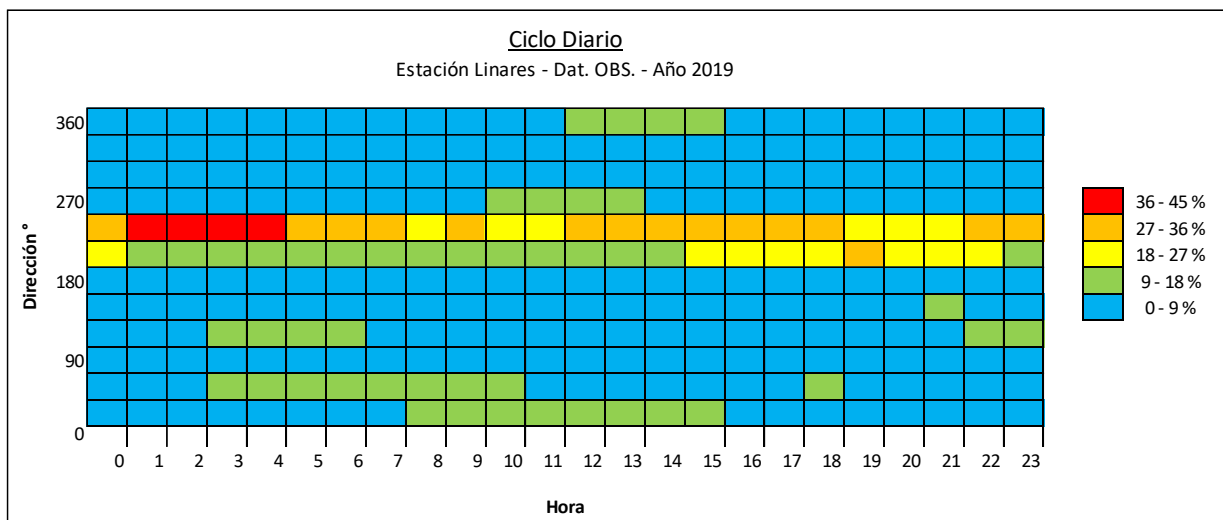


Figura Nº 27. Ciclo diario para dirección de viento estación Linares.

En relación al ciclo diario de la dirección de viento de la estación Linares, se observa que durante todo el día predominan los vientos provenientes desde el suroeste; dicha condición indica que los gases se dispersan hacia el noreste.

Temperatura

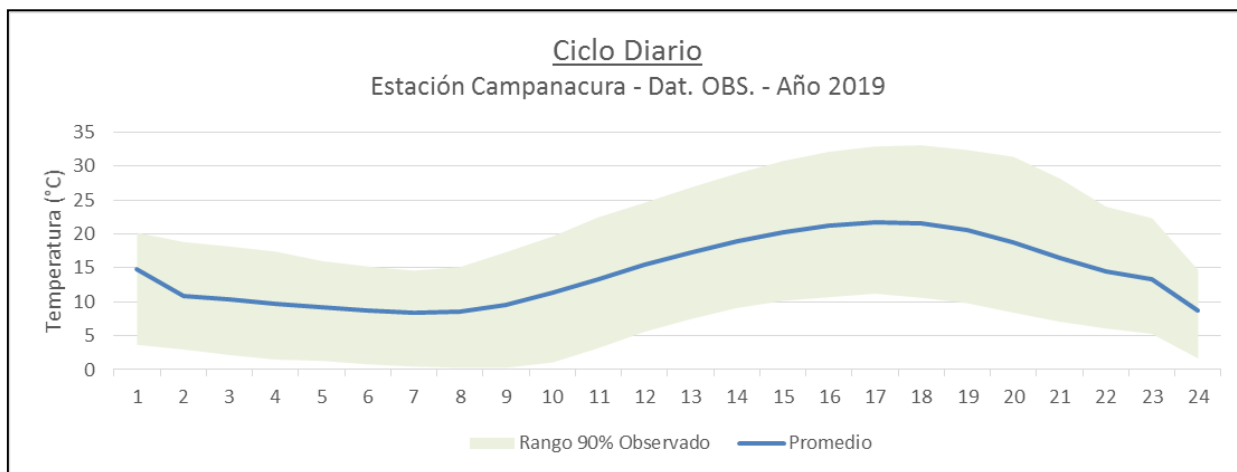


Figura Nº 28. Ciclo diario para temperatura estación Campanacura.

Respecto al ciclo diario de la temperatura, en la estación Campanacura, se observa una temperatura promedio variable de 8°C a 22°C.

La temperatura máxima ocurre a las 17:00 horas mientras que la mínima sucede a las 07:00 horas. Durante el año, la temperatura puede variar entre $\pm 20^{\circ}\text{C}$ respecto al promedio, alcanzando máximas de 33 °C y mínimas de 0°C, respecto al 90% observado.

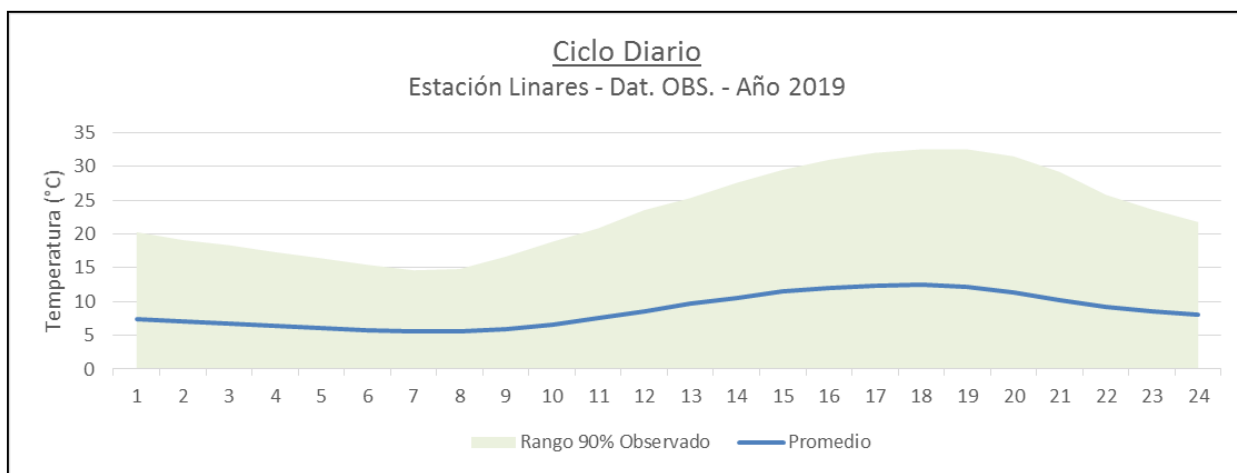


Figura Nº 29. Ciclo diario para temperatura estación Linares.

Respecto al ciclo diario de la temperatura, en la estación Linares, se observa una temperatura promedio variable de 6°C a 12°C. La temperatura máxima ocurre a las 17:00 horas mientras que la mínima sucede a las 08:00 horas. Durante el año, la temperatura puede variar entre $\pm 20^{\circ}\text{C}$ respecto al promedio, alcanzando máximos de 32 °C y mínimas de 0°C, respecto al 90% observado.

7.3.3 Gráficos Distribución de Vientos

Las siguientes figuras muestran la distribución de vientos en las estaciones: Campanacura y Linares. De aquí se puede concluir que la velocidad de los vientos fluye principalmente entre calmas con un 26,7% (velocidad menor a 0,5 m/s) y 39,3% de velocidades de viento entre 0,5 y 2,1 m/s (en la estación meteorológica Campanacura). Las condiciones anteriores proveen una dispersión más acotada alrededor del plantel, disminuyendo el transporte del viento. Adicionalmente se presenta la distribución de vientos para la estación Linares.

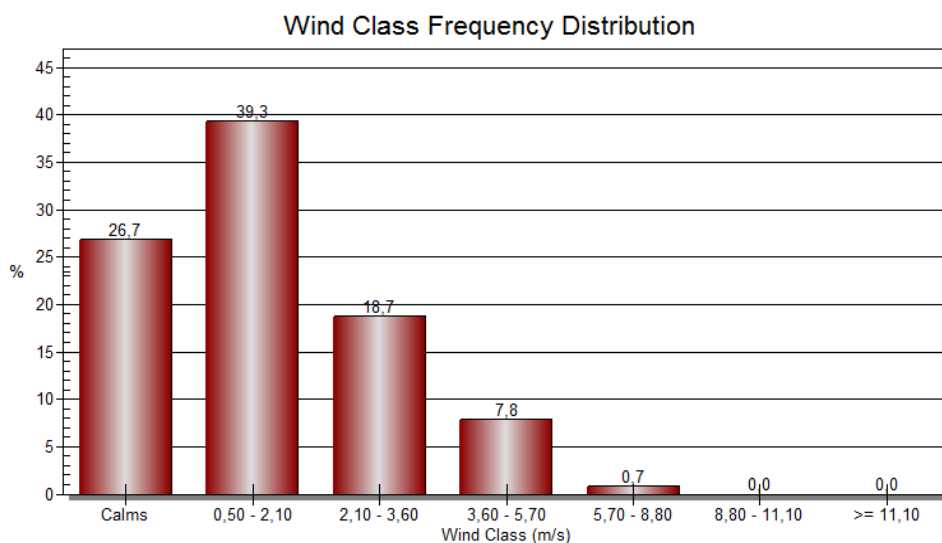


Figura Nº 30. Distribución velocidades de viento estación Campanacura.

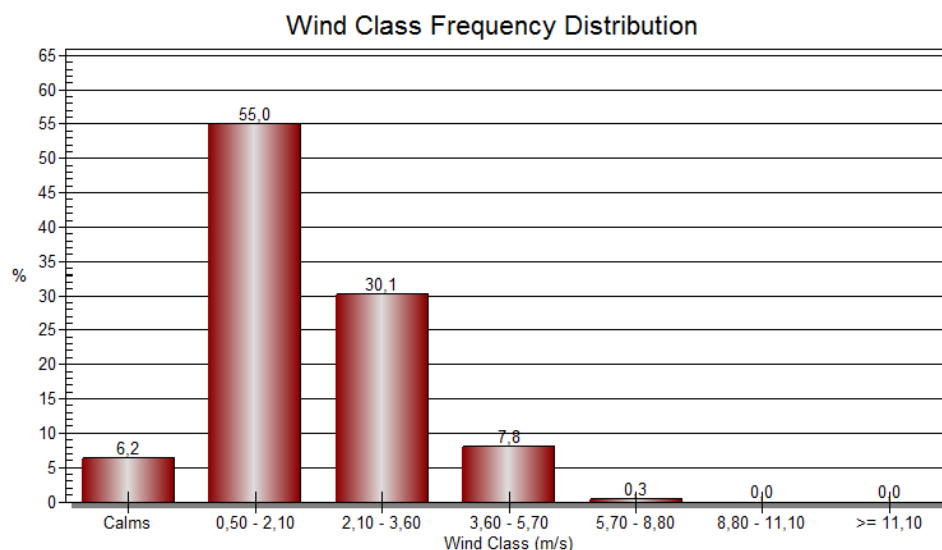


Figura Nº 31. Distribución velocidades de viento estación Linares.

7.3.4 Rosa de los vientos

De la rosa de los vientos anual realizada para cada estación, se puede concluir que el viento predominante proviene desde el sur y suroeste principalmente, alcanzando una frecuencia de un 30% en la estación Linares y un 20% en la estación Campanacura. Cabe destacar que los vientos alcanzan una velocidad que va entre los 4 y 6 m/s en ambas estaciones.

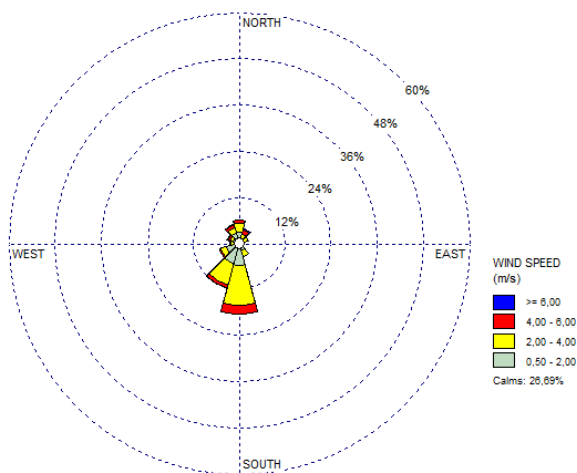


Figura N° 32. Rosa de los vientos Anual.
Estación Campanacura.

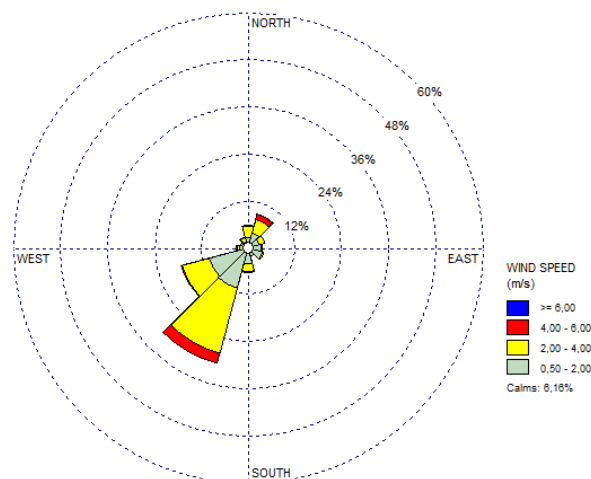


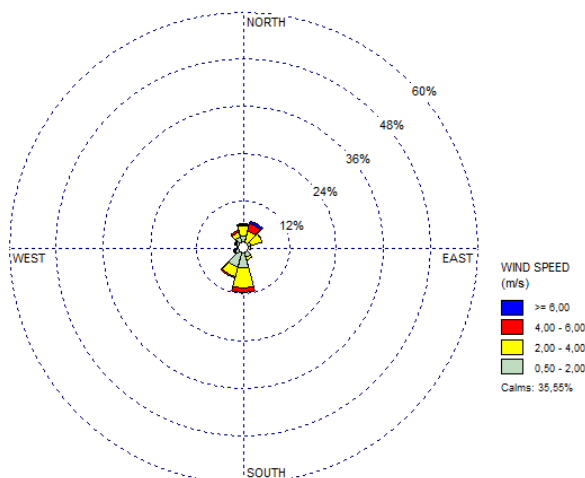
Figura N° 33. Rosa de los vientos Anual.
Estación Linares.

Por estación

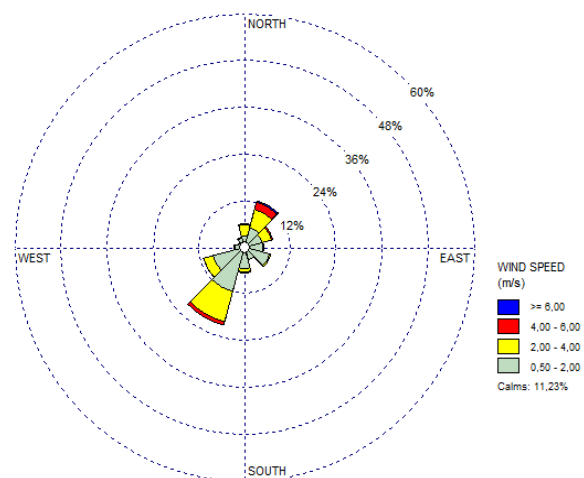
En los gráficos siguientes se muestra una comparación de las rosas de los vientos para cada estación del año.

- En otoño los vientos provienen principalmente desde el sur y suroeste, seguidos en menor frecuencia por los vientos provenientes desde el norte, debido a los periodos de inestabilidad atmosférica. Cabe destacar que las velocidades promedio alcanzan los 4 y 6 m/s, por lo que en este periodo la dispersión de emisiones se da principalmente al noreste.
- En invierno los vientos tienen un comportamiento similar al otoño. Cabe destacar que las velocidades promedio superan los 6 m/s en menor proporción.
- En primavera y verano, los vientos provienen desde el suroeste principalmente alcanzando una frecuencia de un 27% en primavera y 38% en verano. Cabe destacar que las mayores velocidades del viento alcanzan los 4 y 6 m/s, favoreciendo la dispersión de los gases hacia el noreste.

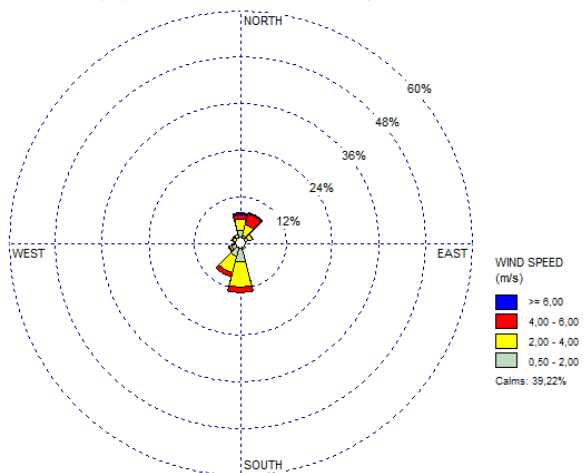
En los gráficos siguientes se muestran las rosas de los vientos para cada estación del año.



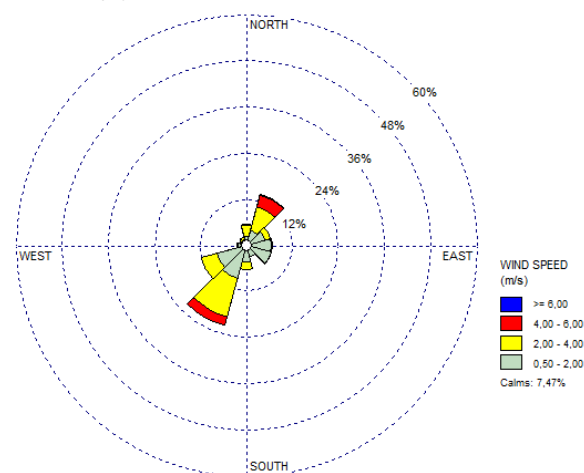
(a) Otoño – EM Campanacura 2019.



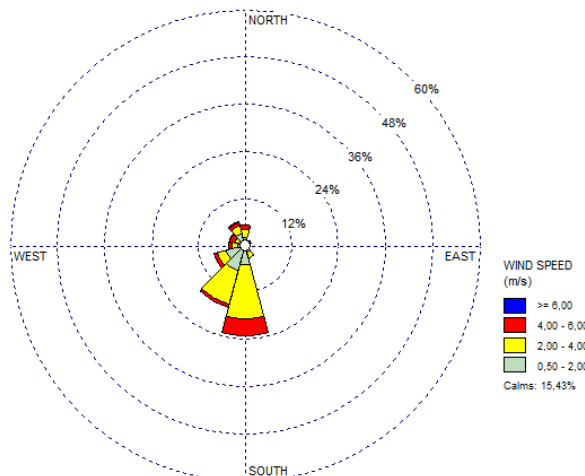
(b) Otoño – EM Linares 2019.



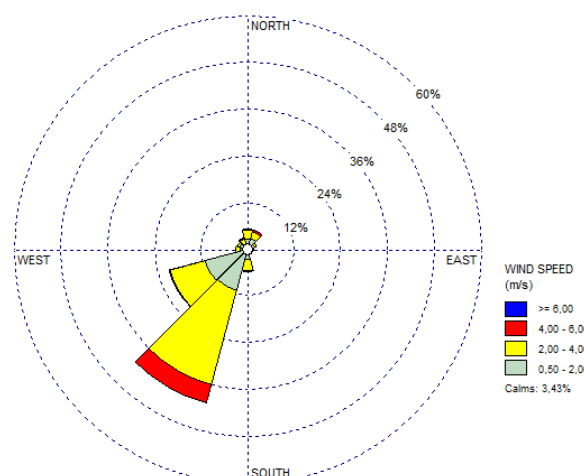
(c) Invierno – EM Campanacura 2019.



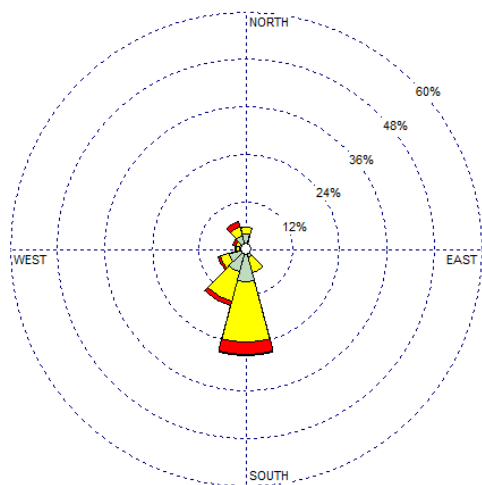
(d) Invierno – EM Linares 2019.



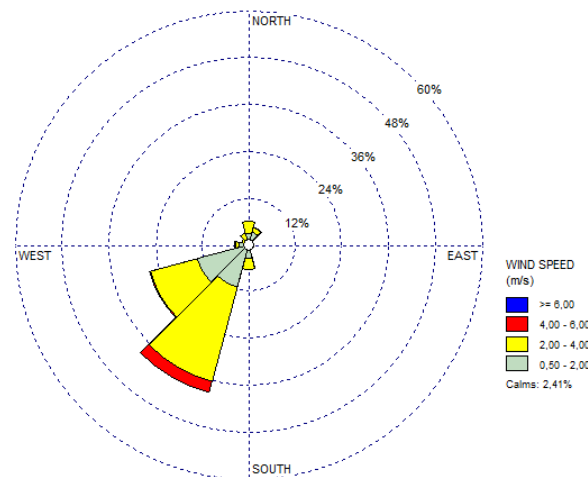
(e) Primavera – EM Campanacura 2019.



(f) Primavera – EM Linares 2019.



(g) Verano – EM Campanacura 2019.



(h) Verano – EM Linares 2019.

Figura Nº 34. Rosa de los vientos por estación del año.

7.3.5 Gráficos ciclo estacional

En las figuras a continuación, se observa la variación estacional de los ciclos de velocidad y dirección de viento. En relación a la dirección de viento en los meses de primavera y verano, se mantiene el ciclo diario con vientos desde el sur y suroeste durante todo el día, mientras que en los meses de junio y julio predominan los vientos provenientes desde el este y norte. Lo anterior indica que la dispersión de gases se dirige hacia el norte y noreste, mientras que en los meses de invierno, según la estación linares, los gases se dirigen hacia el noreste y sur.

Respecto a la velocidad del viento, durante las horas del día en primavera y verano ocurren las mayores velocidades, las que alcanzan los 4 m/s mientras que en horas de la noche presenta velocidades del viento inferior a 1,5 m/s, predominando las calmas en las mañanas y noches según la estación Campanacura. En los meses de invierno las velocidades también varían durante el día alcanzando un máximo de 3 m/s en las horas de la tarde para luego disminuir a 1,5 m/s durante la noche y la mañana.

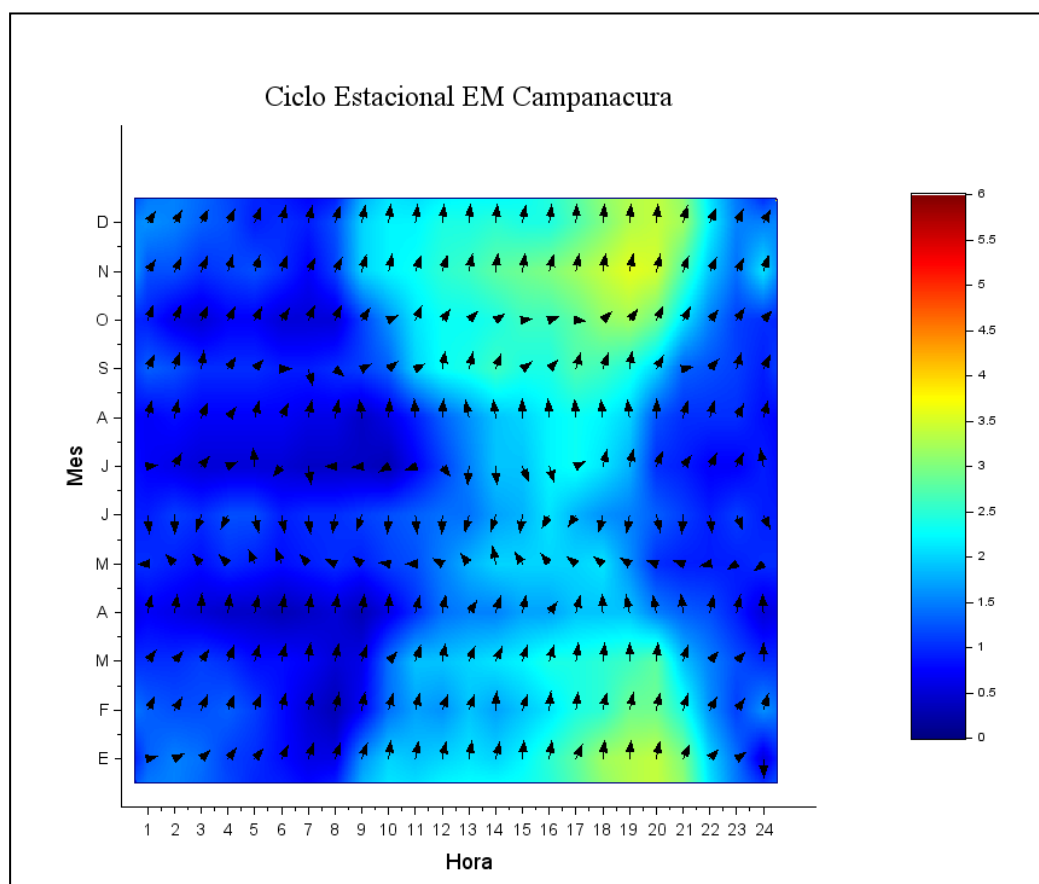


Figura Nº 35. Ciclos estacionales – datos observados estación Campanacura – Año 2019.¹⁷

¹⁷ Las flechas indican hacia donde se dirige el viento.

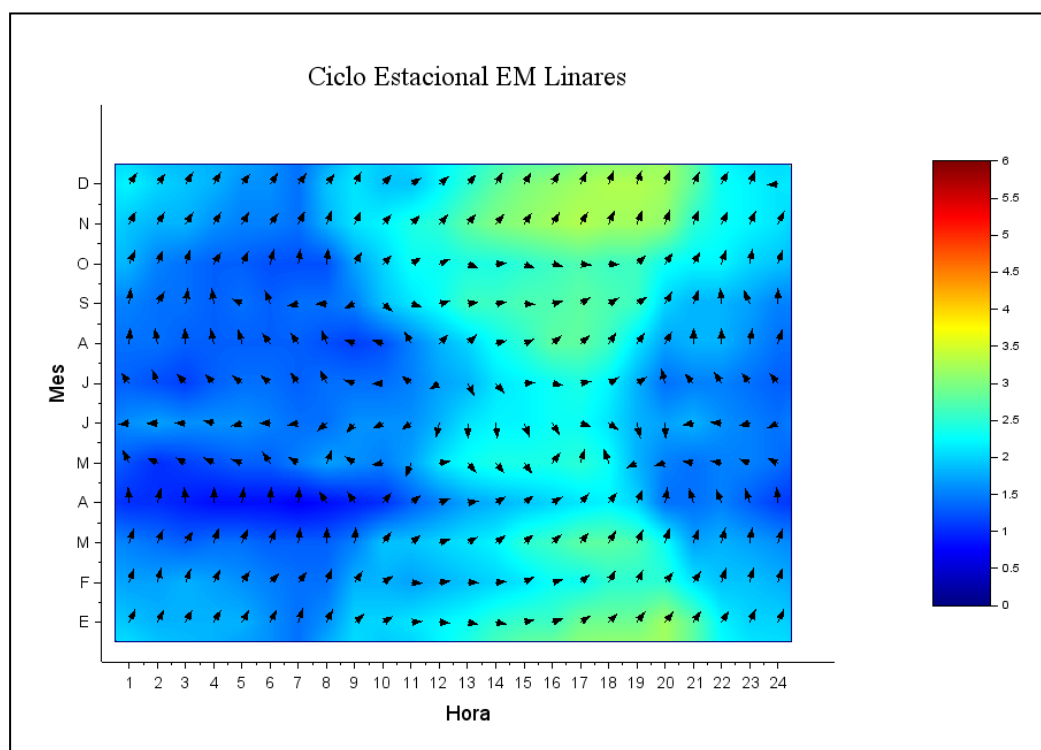


Figura Nº 36. Ciclos estacionales – datos observados estación Linares – Año 2019.

7.3.6 Elevación de Terreno

La zona modelada corresponde a un sector ubicado en la región del Maule, en la depresión intermedia, la que se encuentra rodeada por un cordón de cerros hacia el norte, alcanzando elevaciones de hasta 600 m.s.n.m. hacia el noreste, sin embargo, el plantel de cerdos San Agustín del Arbolito de Coexca S.A se encuentra emplazado en los 100 m.s.n.m.; la comuna más cercana es San Javier, ubicada a 29 km aproximadamente del plantel.

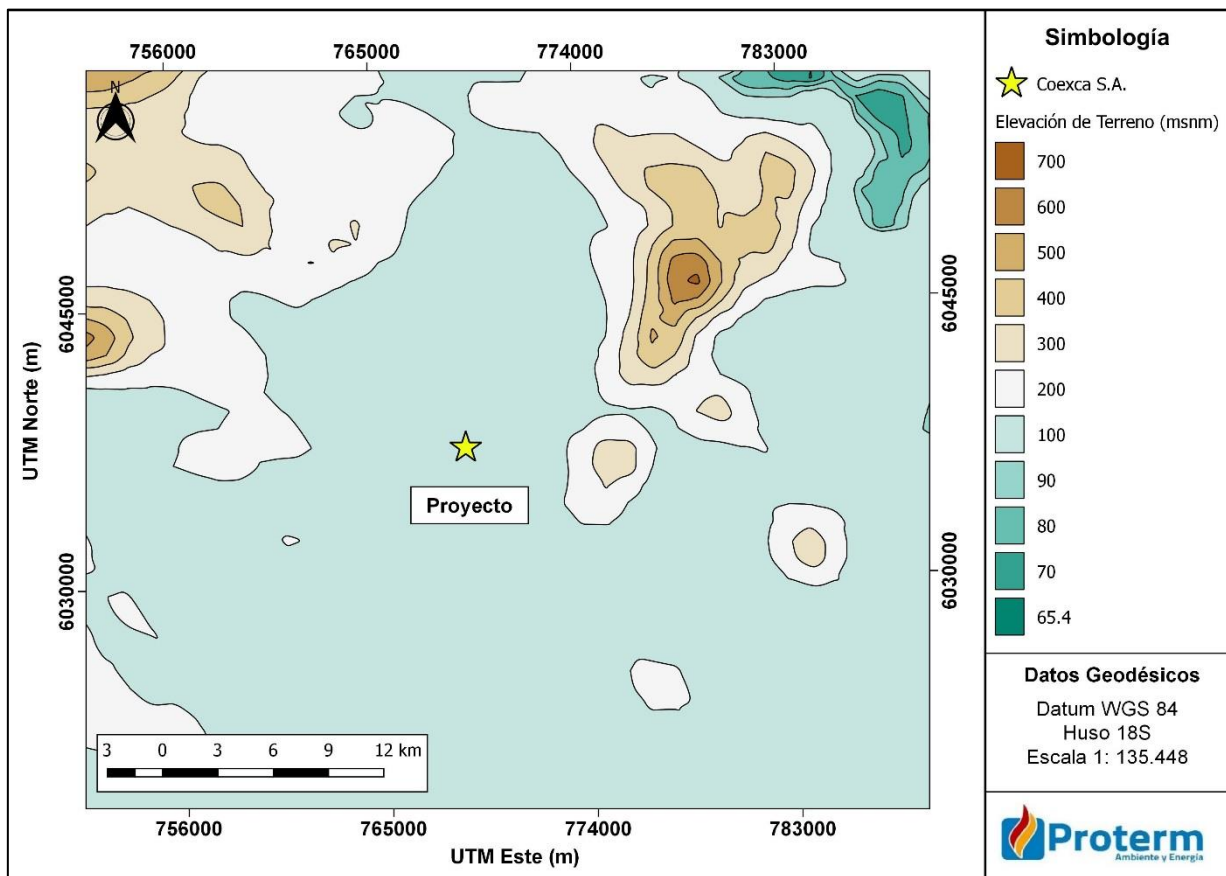


Figura Nº 37. Elevación de terreno archivo WRF.

7.4 Anexo Nº4. Análisis incertidumbre

La “Guía para el Uso de Modelos de Calidad de Aire en el SEIA en su capítulo 7” requiere que se realice una comparación de los registros WRF con información meteorológica local. Para ello se utilizan los datos disponibles en las estaciones de monitoreo ubicadas en la zona de interés para el estudio.

Las estaciones de monitoreo analizadas Campanadura y Linares se encuentran a 19,1 y 36,0 km del plantel de cerdos (hacia el sur y este, respectivamente). Los parámetros monitoreados por dicha estación corresponden a temperatura, velocidad y dirección de viento. Para la evaluación del desempeño se realiza una comparación entre las variables temperatura, velocidad y dirección de viento, ya que éstas son las variables de mayor interés.

Con el fin de evaluar el desempeño, se realiza un análisis cualitativo de los parámetros de interés. El análisis cualitativo se desarrolla mediante la comparación entre los ciclos diarios promedios, mensuales, ciclos estacionales y rosa de los vientos.

Definiciones

Datos observados: Se refiere a los datos provenientes desde una estación de monitoreo durante un periodo de interés.

Datos modelados: Se refiere a los datos meteorológicos provenientes desde un modelo de pronóstico como WRF o MM5.

Rango 90% observado: Se refiere a la variación de los datos entre el percentil 5 y percentil 95 en una hora o mes específico.

7.4.1 Ciclos Diarios promedios

Velocidad de viento

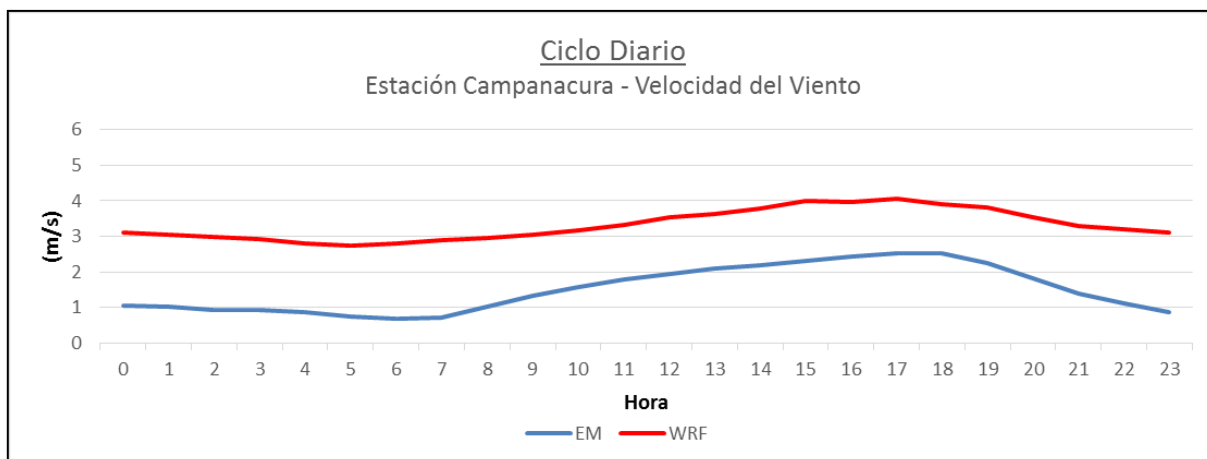


Figura Nº 38. Comparación ciclo diario de velocidad de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.

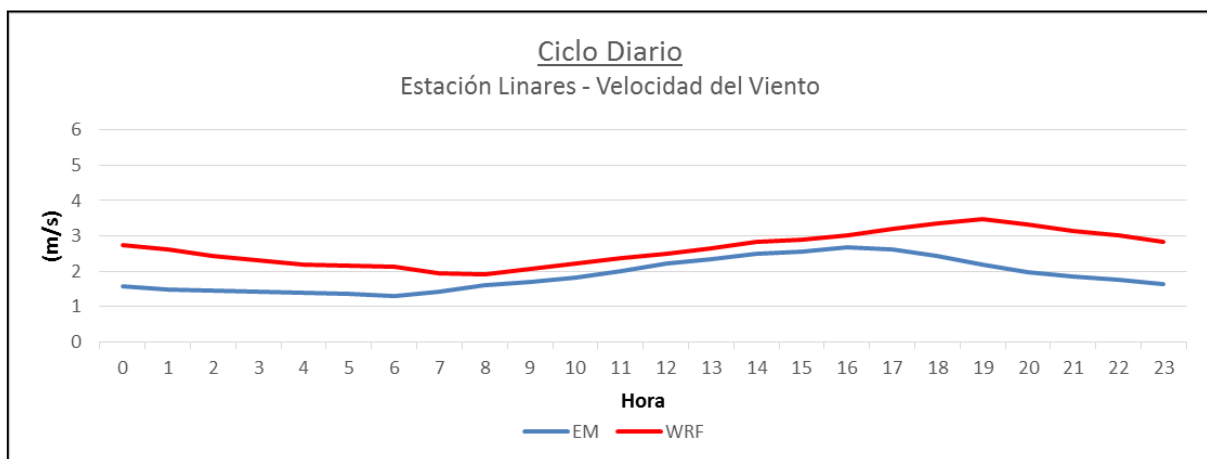


Figura Nº 39. Comparación ciclo diario de velocidad de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Linares.

De las figuras anteriores se puede concluir que el ciclo diario promedio de velocidad de viento entre los datos observados y los datos modelados presenta valores sobrestimados en ± 2 m/s en el WRF en comparación a la estación Campanacura. Por otro lado, en la estación Linares los valores se ajustan más a la realidad entre las 08:00 y las 16:00 hrs, mientras que entre las 17:00 y las 06:00 hrs se observa una sobrestimación de los datos del WRF en ± 1 m/s en comparación a los datos observados. A pesar de la leve sobreestimación de los datos, se puede concluir que los datos presentan una variación diaria de velocidad con un patrón similar al del modelo de pronóstico y el observado en ambas estaciones. La variación de velocidad en la

estación Campanacura puede ser atribuida a las diferencias de altura entre la observación (3 metros) y el archivo WRF (10 metros).

Dirección de Viento

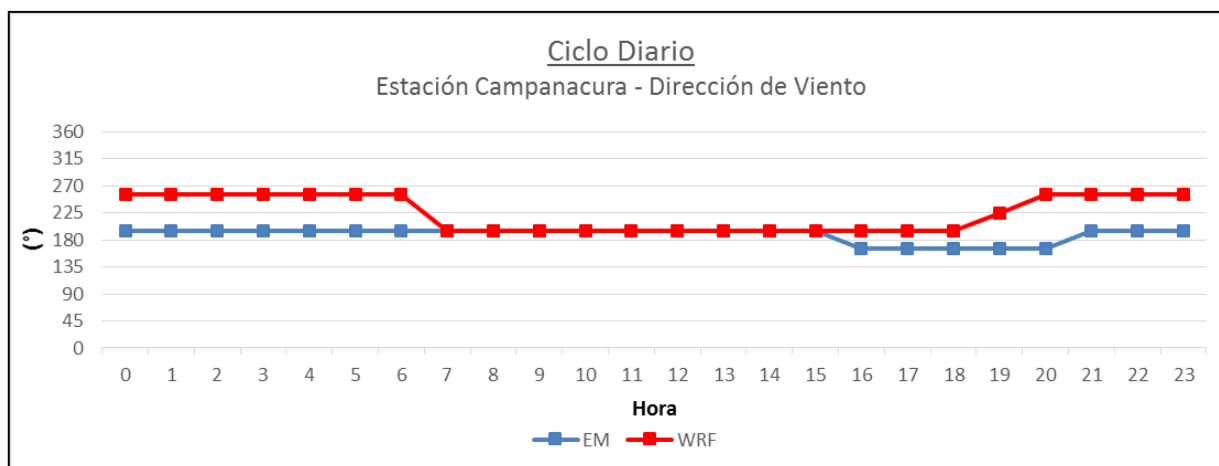


Figura Nº 40. Comparación ciclo diario de dirección de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.

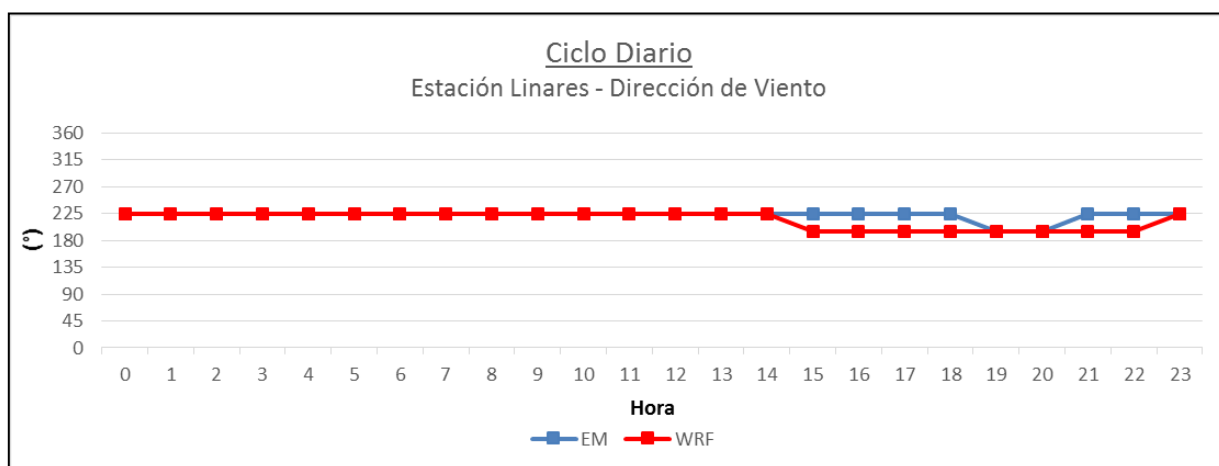


Figura Nº 41. Comparación ciclo diario de dirección de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Linares.

De la figura anterior se puede concluir que la moda diaria de dirección del viento entre los datos observados y los datos modelados presentan valores idénticos entre las 07:00 y las 15:00 hrs de la estación Campanacura, mientras que entre las 16:00 y las 06:00 hrs varía levemente la dirección del viento en el WRF en 45° en promedio. Por otro lado, en la estación Linares se observan valores idénticos entre las 23:00 y las 14:00 hrs, mientras que de las 15:00 y las 22:00 hrs se observa una subestimación de 40° en promedio de los datos modelados en comparación a los observados. Dado estas circunstancias, respecto a la moda diaria de dirección de viento, el modelo es adecuado.

Temperatura

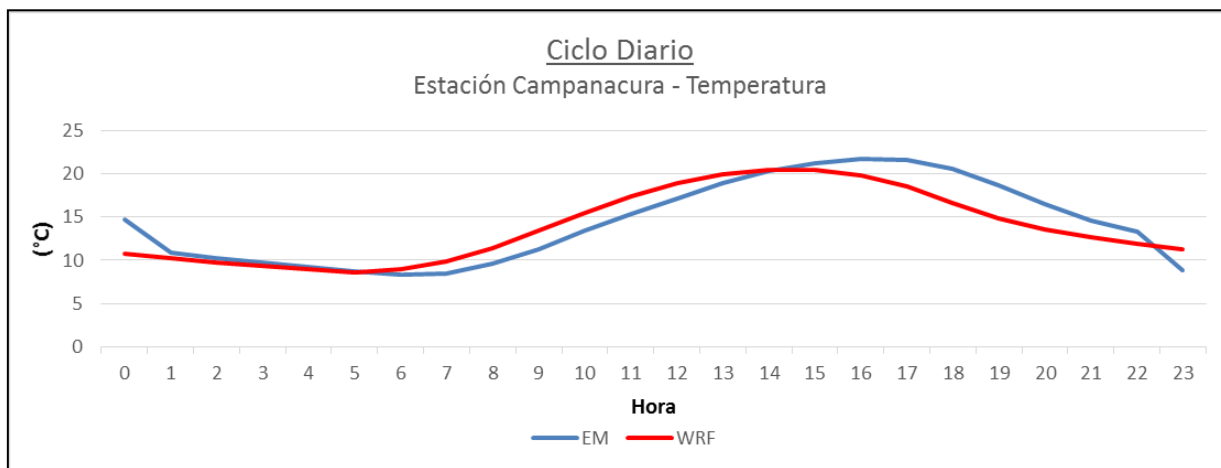


Figura Nº 42. Comparación ciclo diario de temperatura entre los datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.

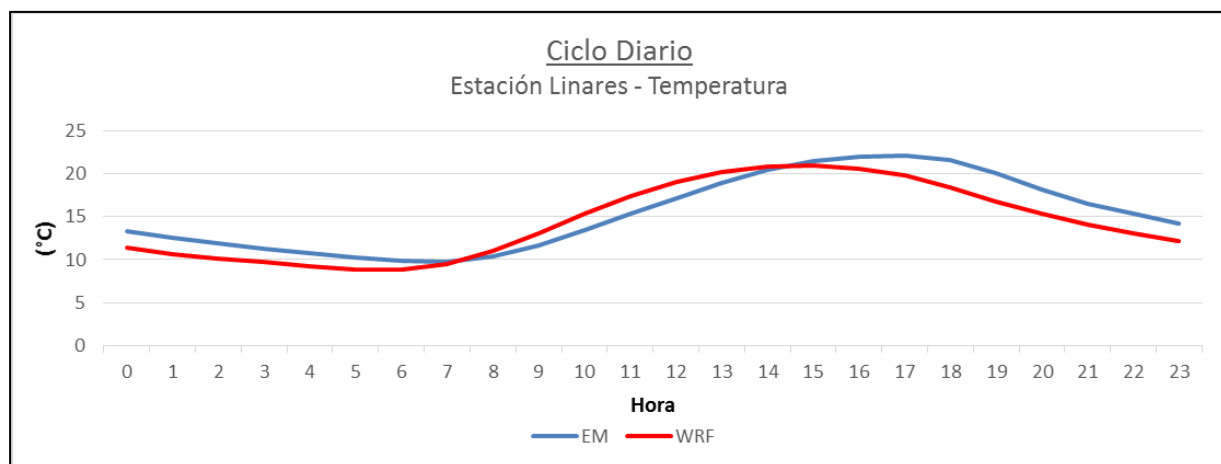


Figura Nº 43. Comparación ciclo diario de temperatura entre los datos observados y proyectados para la estación de Linares.

De las figuras anteriores, se puede concluir que el ciclo diario promedio de temperatura entre los datos observados y los datos modelados presentan valores similares con una diferencia de $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ en la estación Campanacura, mientras que en la estación Linares se presentan datos con valores similares con una diferencia mínima de $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ de los datos modelados con respecto a los observados. Además, la variación diaria de temperatura posee el mismo patrón del modelo de pronóstico y el observado. Dado estas circunstancias, respecto al ciclo diario promedio de temperatura, el modelo es adecuado.

7.4.2 Promedio Mensuales

Velocidad de viento

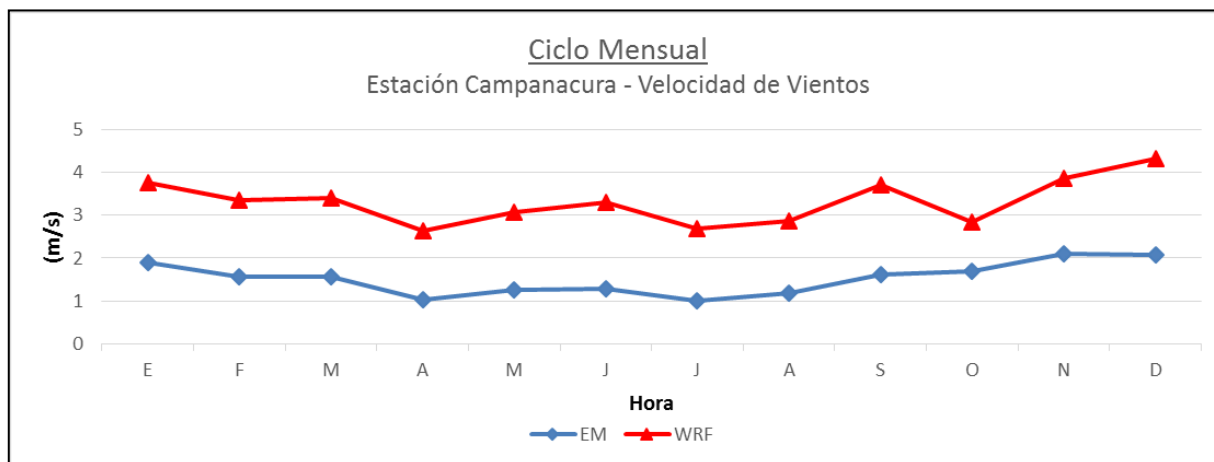


Figura Nº 44. Comparación moda mensual de velocidad de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.

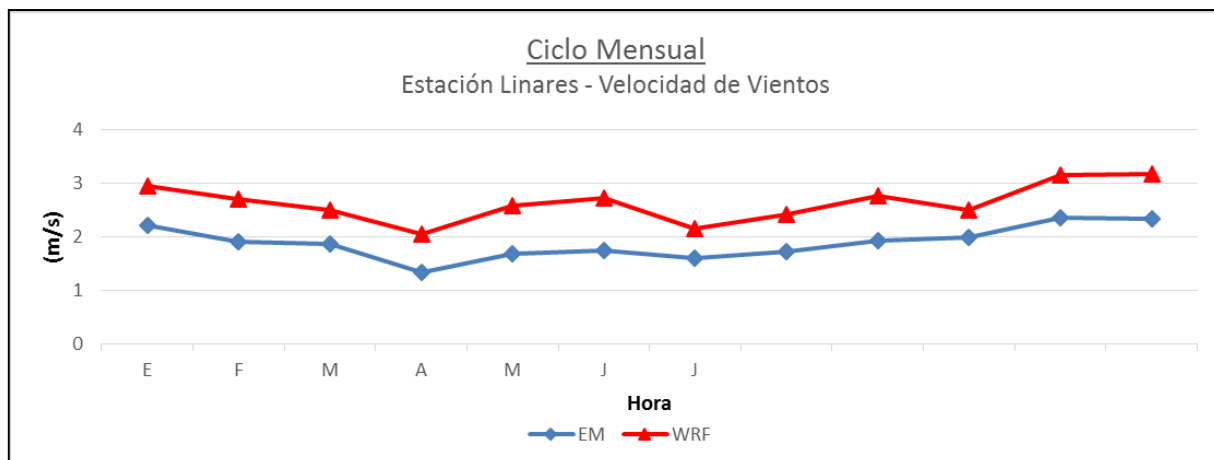


Figura Nº 45. Comparación moda mensual de velocidad de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Linares.

De las figuras anteriores se puede concluir que el promedio mensual de velocidad de viento entre los datos observados y los datos modelados presentan valores similares con una diferencia de ± 2 m/s para la estación de Campanacura. En cuanto a la estación de Linares, se presentan diferencia de ± 1 m/s en promedio. La variación mensual de velocidad posee el mismo patrón del modelo de pronóstico y el observado. La variación de velocidad en la estación Campanacura puede ser atribuida a las diferencias de altura entre la observación (3 metros) y el archivo WRF (10 metros).

Dirección de Viento

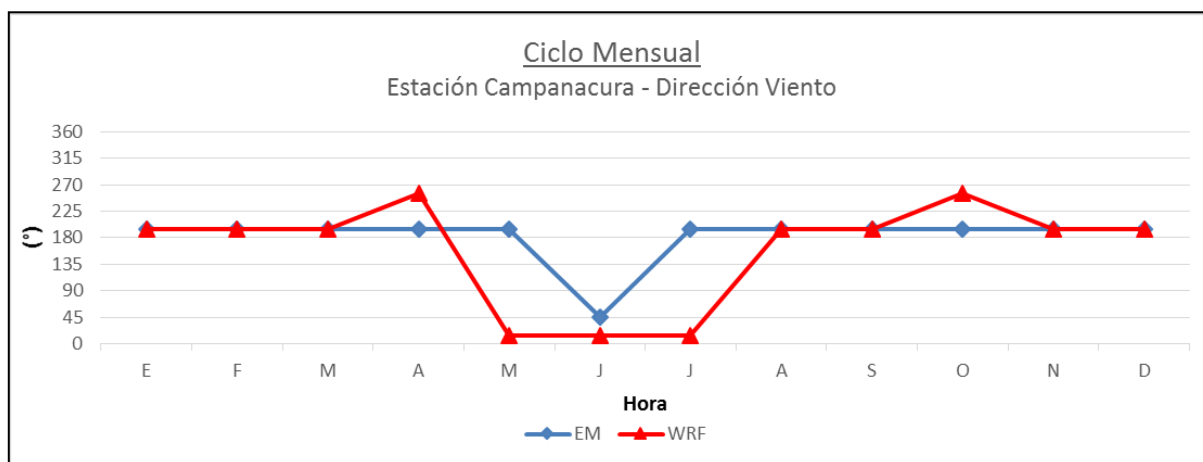


Figura Nº 46. Comparación moda mensual de dirección de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.

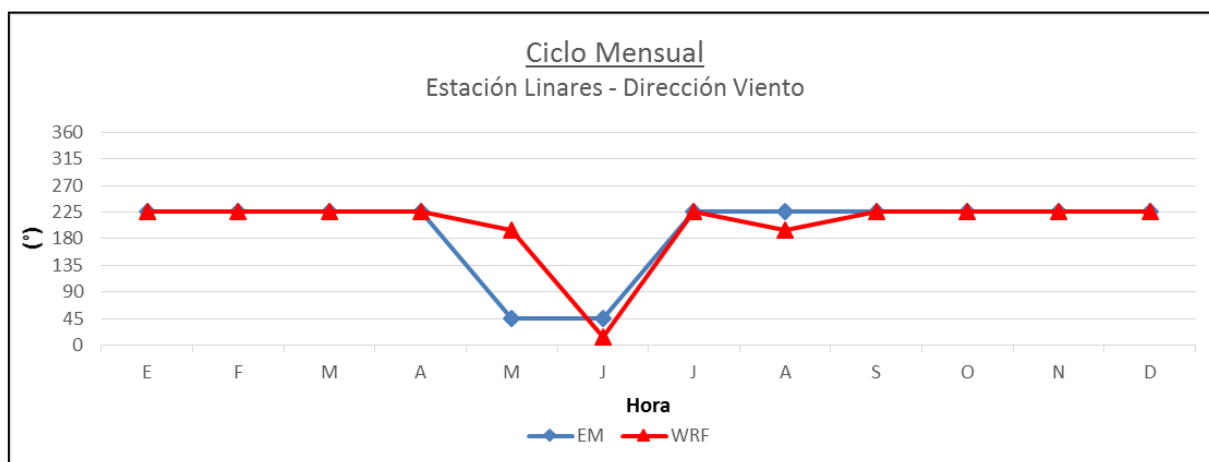


Figura Nº 47. Comparación moda mensual de dirección de viento entre datos observados y proyectados para la estación de Linares.

De las figuras anteriores se puede concluir que la moda mensual de dirección del viento entre los datos observados y los datos modelados presentan valores similares la mayor parte del año, sin embargo, en los meses de abril, mayo y julio, en la estación Campanacura se observa una variación de los datos de 180° en promedio; mientras que en la estación Linares se observa una sola variación en el mes de marzo de los datos en 130° en promedio. Dado estas circunstancias, respecto a la moda mensual de dirección de viento, el modelo es adecuado.

Temperatura

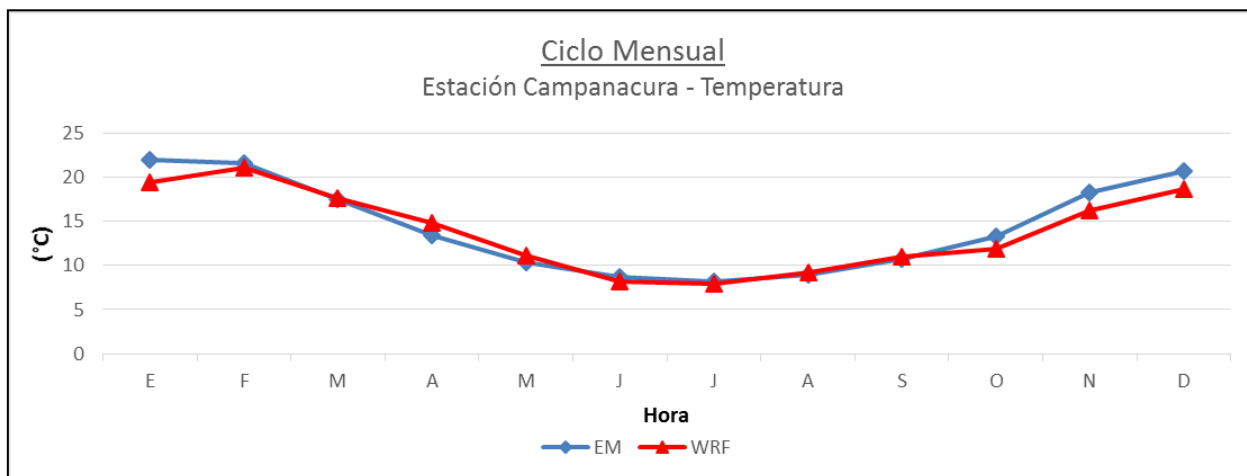


Figura N° 48. Comparación moda mensual de temperatura entre los datos observados y proyectados para la estación de Campanacura.

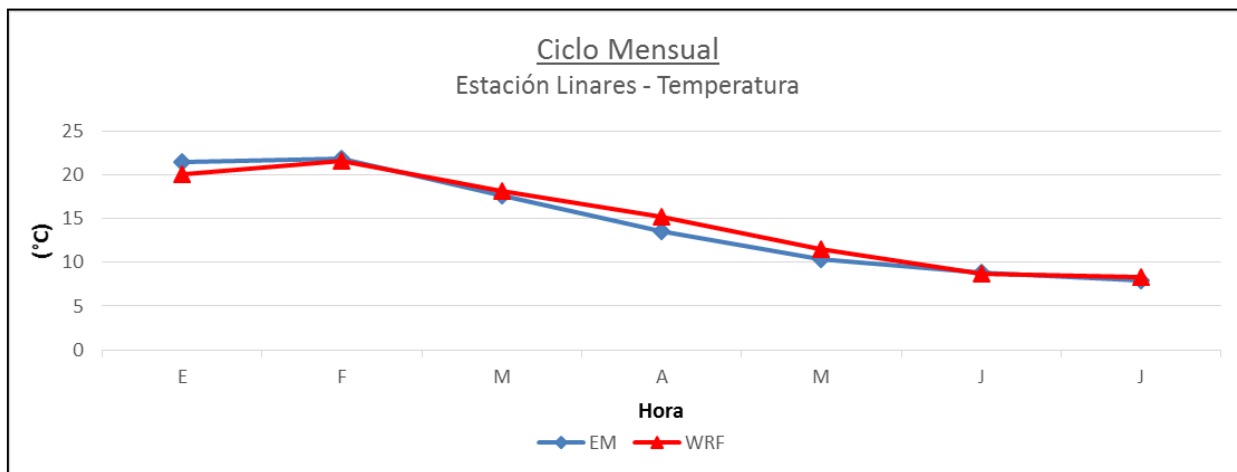
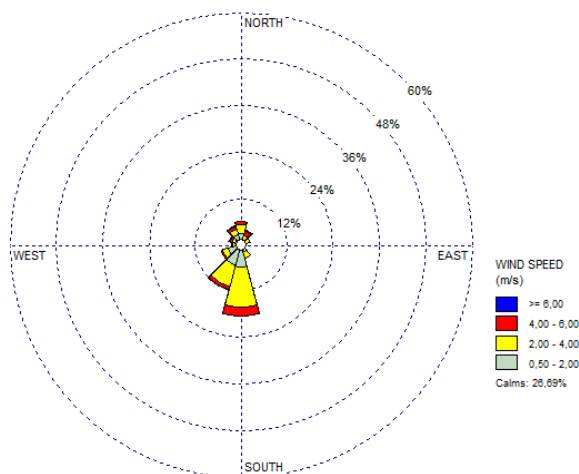


Figura N° 49. Comparación moda mensual de temperatura entre los datos observados y proyectados para la estación de Linares.

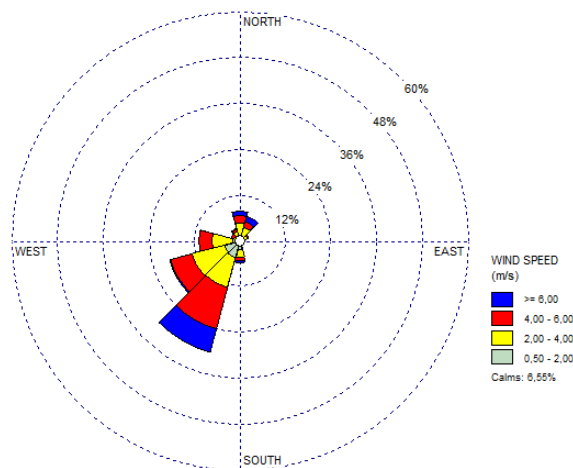
De la figura anterior, se puede concluir que los promedios mensuales de temperatura entre los datos observados y los datos modelados presentan valores similares con una diferencia de $\pm 1^\circ\text{C}$ en promedio. Además, la variación mensual de temperatura posee el mismo patrón del modelo de pronóstico y el observado en ambas estaciones. Dado estas circunstancias, respecto al promedio mensual de temperatura, el modelo es adecuado.

7.4.3 Dirección de viento

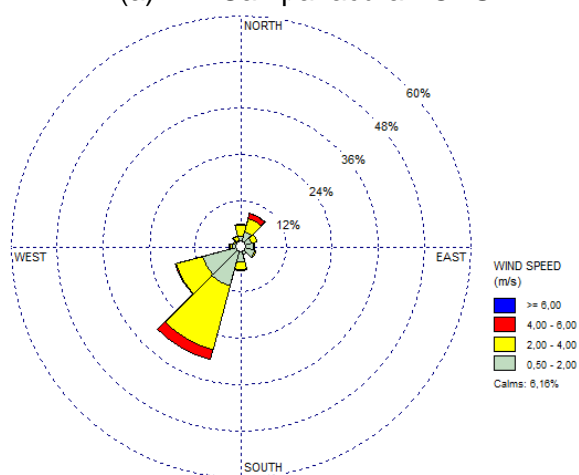
Rosa de los vientos



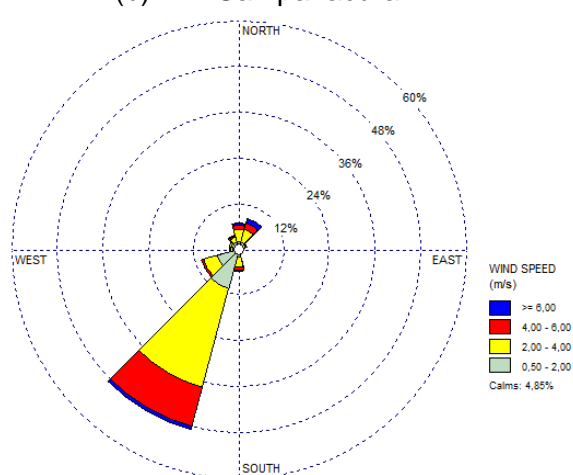
(a) EM Campanacura - OBS



(b) EM Campanacura - WRF



(c) EM Linares - OBS



(d) EM Linares - WRF

Figura N° 50. Comparación Rosas de viento.

De las rosas de los vientos mostradas, se puede observar que en Campanacura predominan los vientos provenientes desde el sur y suroeste; mientras que en Linares predominan los vientos provenientes desde el suroeste por completo. En general el modelo y los datos observados son similares exceptuando las velocidades más altas donde aparece un aumento de los vientos sobre 6 m/s en los datos modelados en Campanacura. El modelo presenta un patrón similar de viento por lo que se puede indicar que el modelo es adecuado.

7.4.4 Análisis cuantitativo

De acuerdo a lo solicitado por la Guía para uso de modelos de calidad del aire en el SEIA, se presenta el análisis cuantitativo de las variables meteorológicas involucradas en la modelación. En el análisis se incluye las variables temperatura y velocidad de viento, con las métricas solicitadas: Sesgo (error medio), coeficiente de correlación y error medio cuadrático.

Tabla N° 26. Análisis cuantitativo.

Parámetro	Métrica	Campanacura		Linares	
		Horario	Diario	Horario	Diario
Velocidad	RMSE	2,42 m/s	2,08 m/s	1,43 m/s	1,00 m/s
	BIAS	1,80 m/s	1,83 m/s	0,76 m/s	0,75 m/s
	R ²	0,64	0,58	0,72	0,74
Temperatura	RMSE	3,2 °C	1,44 °C	2,42 °C	1,47 °C
	BIAS	0,07 °C	0,09 °C	0,15 °C	0,12 °C
	R ²	0,90	0,49	0,95	0,97

Los resultados anteriores son comunes en archivos meteorológicos WRF. De la tabla anterior es posible observar que las diferencias de velocidades, son mayores en la estación de Campanacura, atribuido a las diferencias de altura entre la observación (datos a 3 metros sobre el nivel de suelo) y el archivo WRF (datos a 10 metros).