



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MEDIOAMBIENTE
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**PROPUESTA DE HERRAMIENTA COMPLEMENTARIA EN LA
FORMULACIÓN DE PLANES REGULADORES BASADA EN
EMISIONES DE OLORES Y SUS EFECTOS.**

**CASO DE ESTUDIO: COMUNA DE LA LIGUA, REGIÓN DE
VALPARAÍSO, CHILE.**

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA
AMBIENTAL

AUTORAS

ANTONIA AINARA BARRIENTOS NÚÑEZ & ALONDRA CATALINA GÓMEZ GAETE

PROFESOR GUÍA: JOAO CERQUEIRA

PROFESOR CO – GUÍA: FABIO CARRERA

Valparaíso, 13 de Noviembre de 2022

DEDICATORIA

A mi madre, por todo su amor, apoyo, comprensión y sacrificios realizados para que hoy este culminando esta etapa en mi vida.

A mi padre que desde el cielo me ilumina para lograr todos mis proyectos y a mi Lúa Ignacia por enseñarme a amar.

[Antonia Barrientos]

A mis padres, los forjadores de mi camino, por su apoyo, entrega, amor y paciencia, sepan que han sido un pilar fundamental para terminar esta etapa en mi vida.

A Martín y Ginnely, os guardo en lo más profundo de mi corazón.

[Alondra Gómez]

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradecer a nuestras familias, por su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa, por su cariño en los momentos difíciles, por los consejos que nos permitieron día a día superarnos como personas y estudiantes, por creer en nosotras aun cuando el norte se veía lejano y por todos aquellos sacrificios realizados para que hoy podamos decir ¡meta cumplida!

Agradecemos también, a aquellas personas que nos acompañaron en este largo y arduo camino llamado Universidad, en especial a Gabriela e Ignacia por entregarnos su sabiduría, por estar en los momentos tristes y felices y por hacer de esta travesía mucho más linda y entretenida en todo su esplendor.

También queremos agradecer a los docentes que estuvieron para nosotras a lo largo de todos estos años por darnos las herramientas para enfrentar la vida profesional, en especial a Fabio Carrera, por insertarnos en este hermoso y loco mundo de los olores y a Joao Cerqueira por su constante disposición a guiarnos y darnos ideas para que esto tuviera éxito. Además, agradecemos a Héctor Andrade, por ayudarnos a concretar nuestros pensamientos y objetivos con este trabajo.

A Benjamín Gautier por ser un gran aliado y entregarnos sus conocimientos que nos permitieron cumplir con nuestra meta propuesta y a todos quienes aportaron su granito de arena durante los años de carrera y en especial en este trabajo, con el cual esperamos iniciar una nueva etapa que nos permita seguir desarrollándonos como personas y profesionales, así como ser un factor de cambio para cuidar y respetar a nuestra hermosa madre tierra.

[Antonia Barrientos & Alondra Gómez]

RESUMEN

Hoy en día Chile se encuentra en proceso de elaboración de normativas que regulan a los olores provenientes de las instalaciones industriales que constituyen ser una potencial fuente de emisión odorífera. Lo que se demuestra a través de la tramitación en el senado desde el año 2009 de la tipificación de la contaminación atmosférica por malos olores o contaminación olfativa (Boletín N°6577-12), o bien, por las tramitaciones de las modificaciones a la Ley N°19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente, con respecto a la incorporación del olor como agente contaminante, en los años 2015 y 2019, ambas en estado de tramitación.

Actualmente existen 14 actividades catalogadas bajo las tipologías del DS°40/2013 del MMA, como potencialmente generadoras de olores molestos, donde la región de Valparaíso es quien posee una mayor diversificación de estas en su territorio, siendo la comuna de La Ligua, aquella con mayor cantidad de tipos de actividades potencialmente generadoras de olores molestos y donde existe también un conflicto socioambiental activo por emanación de olores molestos desde el año 2011.

Es por esto por lo que el propósito del presente trabajo de título es proponer una herramienta predictiva que complemente la formulación de planes reguladores, entendiendo la importancia de ordenar adecuadamente el espacio geográfico para poder enfrentar y subsanar los conflictos por el uso de suelo, armonizando las demandas tanto de la comunidad, del sector público y el sector privado.

La metodología propuesta para cumplir con el objeto de estudio se realizó mediante la identificación de normativas relacionadas al aspecto olor y al componente territorial a nivel nacional e internacional, posteriormente se evaluó y seleccionó el modelo de dispersión atmosférica que permitió representar de mejor manera la problemática. Luego a través de una revisión bibliográfica se estructuró y planteó la herramienta para finalmente ser aplicada en la comuna en cuestión.

Dentro de los principales resultados se obtuvo que las normativas aplicables corresponden a las internacionales, específicamente la norma de Lombardía, siendo el modelo CALPUFF el seleccionado para la evaluación de su cumplimiento. En cuanto a la herramienta, esta se estructuró en seis módulos que permitieron formular recomendaciones en áreas no planificadas del Plan Regulador Intercomunal de la Región de Valparaíso orientadas a su aptitud como uso de suelo residencial obteniendo que de los 14 distritos de la comuna tres poseen frecuencias de percepción de olor aptas para ser destinadas a este uso, los cuales son La Higuera, Los Molles y Trapiche.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OLORES MOLESTOS Y SUS EFECTOS	2
1.1.1. <i>Potenciales establecimientos emisores de olores molestos</i>	3
1.1.2. <i>Contaminación olfativa y sus efectos adversos</i>	6
1.1.3. <i>Herramientas de medición y evaluación de olores</i>	8
1.2. LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	9
1.2.1. <i>Institucionalidad y Marco legal de la planificación territorial</i>	11
1.2.2. <i>Instrumentos de Planificación Territorial en Chile</i>	14
1.2.3. <i>Conflictos asociados a la planificación Territorial</i>	18
1.3. CASO DE ESTUDIO	19
CAPÍTULO 2. PROBLEMA	21
CAPÍTULO 3. OBJETIVOS	22
3.1. OBJETIVO GENERAL	22
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA	23
4.1. IDENTIFICACIÓN DE NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL APLICABLE	23
4.2. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MODELADO	24
4.2.1. <i>Modelos disponibles y condiciones de uso</i>	24
4.2.2. <i>Modelos más utilizados en Chile</i>	25
4.2.3. <i>Selección del sistema de modelado</i>	25
4.3. ELABORACIÓN DE LA HERRAMIENTA	25
4.3.1. <i>Revisión bibliográfica de contenidos mínimos de la Herramienta</i>	25
4.3.2. <i>Propuesta metodológica</i>	26
4.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN EL CASO DE ESTUDIO	26
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	27
5.1. IDENTIFICACION DE NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL APLICABLE	27

	ÍNDICE GENERAL
5.1.1. <i>Normativa Nacional</i>	27
5.1.2. <i>Normativa Internacional</i>	29
5.2. SELECCIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN	32
5.2.1. <i>Modelos disponibles</i>	32
5.2.2. <i>Criterios de uso de modelos de calidad del aire en Chile</i>	34
5.2.3. <i>Sistemas de modelado para olores más utilizado en Chile</i>	35
5.2.4. <i>Justificación de la selección</i>	36
5.3. ELABORACIÓN DE LA HERRAMIENTA	36
5.3.1. <i>Revisión bibliográfica de contenidos mínimos de la herramienta</i>	36
5.3.2. <i>Propuesta metodológica</i>	46
5.4. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA PREDICTIVA	49
5.4.1. <i>Módulo I- Diseño del análisis</i>	49
5.4.2. <i>Módulo II – Construcción de escenarios</i>	76
5.4.3. <i>Módulo III- Procesamiento de datos</i>	90
5.4.4. <i>Módulo IV – Análisis de la implementación del modelo</i>	97
5.4.5. <i>Módulo V – Post-Procesamiento de los datos</i>	102
5.4.6. <i>Módulo VI – Análisis de Resultados</i>	104
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN	123
CAPÍTULO 7. CONCLUSIÓN	127
CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXOS	138
A. PROPUESTA METODOLÓGICA	138
i. <i>Módulo I – Diseño del análisis</i>	140
ii. <i>Módulo II – Construcción de escenarios</i>	150
iii. <i>Módulo III – Procesamiento de datos</i>	153
iv. <i>Módulo IV – Análisis de la implementación del modelo</i>	155
v. <i>Módulo V – Post procesamiento de los datos</i>	157
vi. <i>Módulo VI – Análisis de resultados</i>	162

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1. PRINCIPALES DIMENSIONES DEL OLOR.....	2
TABLA 1.2. PRINCIPALES TIPOLOGÍAS DE PROYECTOS O ACTIVIDADES CON FUENTES DE OLOR. (SEA, 2017).	3
TABLA 1.3. CANTIDAD DE PROYECTOS APROBADOS EN EL SEIA EN TIPOLOGÍAS GENERADORAS DE OLORES MOLESTOS POR REGIONES (ELABORADA A PARTIR DE DATOS DEL SEIA).....	4
TABLA 1.4. PARÁMETROS DEL PROTOCOLO FIDOL (SEA,2017).....	7
TABLA 1.5. HERRAMIENTAS PREDICTIVAS DE EVALUACIÓN DE OLORES. (ADAPTADA DE BULL ET AL, 2018)	8
TABLA 1.6. OTRAS NORMATIVA RELACIONADA A LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.	13
TABLA 5.1. RESUMEN DE LAS NORMATIVAS NACIONALES E INTERNACIONALES APLICABLES IDENTIFICADAS.	27
TABLA 5.2. LÍMITES DE CONCENTRACIÓN DE INMISIÓN DE OLOR – AUSTRALIA (CENMA & U. DE CHILE, 2010).	29
TABLA 5.3. LÍMITES DE CONCENTRACIÓN DE INMISIÓN DE OLOR – CANADÁ.	30
TABLA 5.4. LÍMITES DE CONCENTRACIÓN DE INMISIÓN DE OLOR – NUEVA ZELANDA (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2002).....	30
TABLA 5.5. LÍMITES DE CONCENTRACIÓN DE INMISIÓN DE OLOR – REINO DE LOS PAÍSES BAJOS. (MMA, 2013).	30
TABLA 5.6. LÍMITES DE CONCENTRACIÓN DE INMISIÓN DE OLOR – LOMBARDÍA. (DEL ROSSO, 2010).	31
TABLA 5.7. COMPARACIÓN ENTRE LOS MODELOS RECOMENDADOS POR EL SEIA QUE JUSTIFICA LA ELECCIÓN.....	36
TABLA 5.8. PREGUNTAS DE ESTUDIO EVALUACIÓN COMUNA DE LA LIGUA.	49
TABLA 5.9. POBLACIÓN, N° DE VIVIENDAS Y DENSIDAD POBLACIONAL SEGÚN DISTRITOS DE LA COMUNA DE LA LIGUA (ELABORADA A PARTIR DE DATOS DEL INE, 2019)	51
TABLA 5.10. ZONIFICACIÓN PROPUESTA POR EL PRDUT-V.....	52
TABLA 5.11. ZONIFICACIÓN Y USOS PERMITIDOS Y NO PERMITIDOS DE LA COMUNA DE LA LIGUA SEGÚN EL PRI.....	54
TABLA 5.12. ZONIFICACIÓN DE LA COMUNA DE LA LIGUA SEGÚN PRC.	55
TABLA 5.13. PRINCIPALES RUBROS Y CANTIDAD DE EMPRESAS Y DE EMPLEADOS EN LA COMUNA DE LA LIGUA.	58
TABLA 5.14. ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y PRODUCTIVAS PLANIFICADAS EN LA COMUNA DE LA LIGUA.	58
TABLA 5.15. INSTALACIONES POTENCIALMENTE GENERADORAS DE OLORES MOLESTOS EN LA COMUNA DE LA LIGUA.	59
TABLA 5.16. COORDENADAS DE LAS FUENTES EMISORAS UBICADAS EN LA COMUNA DE LA LIGUA.	60
TABLA 5.17. FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS TALANQUÉN".	62
TABLA 5.18. CONTINUACIÓN DE FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS TALANQUÉN"	63
TABLA 5.19. CONTINUACIÓN DE FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS TALANQUÉN"	64
TABLA 5.20. FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS QUEBRADILLA".	65

TABLA 5.21. CONTINUACIÓN DE FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS QUEBRADILLA"....	66
TABLA 5.22. CONTINUACIÓN DE FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS QUEBRADILLA"....	67
TABLA 5.23. CONTINUACIÓN DE FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS QUEBRADILLA"....	68
TABLA 5.24. CONTINUACIÓN DE FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS QUEBRADILLA"....	69
TABLA 5.25. FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS SANTA ANA".....	70
TABLA 5.26. CONTINUACIÓN FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS SANTA ANA".	71
TABLA 5.27. CONTINUACIÓN FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL DE PAVOS SANTA ANA".	72
TABLA 5.28. FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL REPRODUCTOR DE AVES HUAQUÉN".	73
TABLA 5.29. CONTINUACIÓN FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL REPRODUCTOR DE AVES HUAQUÉN".	74
TABLA 5.30. CONTINUACIÓN FICHA DESCRIPCIÓN Y FUENTES DE EMISIÓN DEL PROYECTO "PLANTEL REPRODUCTOR DE AVES HUAQUÉN".	75
TABLA 5.31. VALORES LÍMITES DE FRECUENCIA EN DIFERENTES ÁREAS (BOTH, S.F.)	76
TABLA 5.32. EMISIONES DE PABELLONES DEDICADOS A LA CRIANZA DE PAVOS DEL PROYECTO DE REFERENCIA. (TSG ENVIROMENTAL, 2020).	77
TABLA 5.33. EMISIONES DE LA ZONA DE ACOPIO DE GAC DEL PROYECTO DE REFERENCIA. (TSG ENVIROMENTAL, 2020).	77
TABLA 5.34. FACTORES UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE OLOR. (A PARTIR DE TSG ENVIROMENTAL, 2020).	78
TABLA 5.35. TASA DE EMISIÓN DE OLOR (OU/s) POR PABELLONES.	79
TABLA 5.36. TASA DE EMISIÓN DE OLOR (OU/s) POR ZONAS DE ACOPIO DE GAC.	79
TABLA 5.37. TASA DE EMISIÓN DE OLOR POR CENTRO DE ESTABILIZACIÓN Y COMPOSTAJE DE AVES MUERTAS.	80
TABLA 5.38. TASAS DE EMISIÓN TOTAL SEGÚN ESTABLECIMIENTOS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO.....	80
TABLA 5.39. ESTACIONES METEOROLÓGICAS DENTRO DEL DOMINIO DE SIMULACIÓN.	81
TABLA 5.40. FACTORES DE EMISIÓN AJUSTADOS PARA PABELLONES.	90
TABLA 5.41. VALORES DE LOS ÍNDICES DE LA PREDICCIÓN PROPORCIONADA POR EL MODELO PARA LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA. .	102
TABLA 5.42. CONVALIDACIÓN DE USO DE SUELO DE LA COMUNA DE LA LIGUA SEGÚN NORMA DE LOMBARDÍA.	103
TABLA 5.43. USOS DE SUELO PRESENTES EN CADA DISTRITO CENSAL DE LA COMUNA DE LA LIGUA.....	104
TABLA 5.44. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO CASAS VIEJAS DE LONGOTOMA.	106
TABLA 5.45. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO CASAS VIEJAS DE LONGOTOMA.	107
TABLA 5.46. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO LA ENGORDA.....	108
TABLA 5.47. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO LA HIGUERA.....	109
TABLA 5.48. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO LA LIGUA NORTE.....	110

TABLA 5.49. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO LA LIGUA SUR.....	111
TABLA 5.50. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO LOS HORNOS.....	112
TABLA 5.51. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO LOS MOLLES.	113
TABLA 5.52. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO PLACILLA.	114
TABLA 5.53. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO PUEBLO DE ROCO.....	115
TABLA 5.54. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO PUEBLO DE VARAS.....	116
TABLA 5.55. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO QUEBRADILLA.....	117
TABLA 5.56. FICHA ANÁLISIS DE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL ACTUAL DEL DISTRITO TRAPICHE.	118
TABLA 5.57. RECOMENDACIONES SEGÚN DISTRITO DE LA COMUNA DE LA LIGUA.	119

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 COMPARACIÓN DE LA CANTIDAD DE ESTABLECIMIENTOS POR REGIÓN ENTRE LOS AÑOS 2022 – 2013 (ELABORADA A PARTIR DE DATOS DEL SEIA).	5
FIGURA 1.2. COMPARACIÓN DE PORCENTAJE DE ESTABLECIMIENTOS POR TIPOLOGÍA ENTRE LOS AÑOS 2022 – 2013 ENTRE LAS REGIONES DE VALPARAÍSO Y ANTOFAGASTA (ELABORADA A PARTIR DE DATOS DEL SEIA).	5
FIGURA 1.3. DIAGRAMA DE LA RESPUESTA HUMANA AL OLOR. (ADAPTADO DE SEA, 2017)	7
FIGURA 1.4. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO. (ADAPTADA DE BONSAI CONSULTING, 2018).	9
FIGURA 1.5. CLASIFICACIÓN DE LOS USOS DE SUELO EN UN INSTRUMENTO DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL. (ARÉVALO, 2018)	14
FIGURA 1.6. COMUNA DE LA LIGUA, CHILE. (ALBERS, 2021)	20
FIGURA 5.1. MÉTODOS PARA LA PREDICCIÓN DE IMPACTOS POR OLOR (ADAPTADA DE SEA, 2017).....	38
FIGURA 5.2. COMPONENTES DEL USO DEL TERRITORIO EN EL MARCO DEL SEIA. (ADAPTADA DE SEA, 2013)	41
FIGURA 5.3. ETAPAS DE UN PGO. (ADAPTADA DE SEA, 2021)	43
FIGURA 5.4. PROPUESTA METODOLÓGICA DE LA HERRAMIENTA PREDICTIVA.	48
FIGURA 5.5 DISTRITOS CENSALES COMUNA DE LA LIGUA.....	50
FIGURA 5.6. ZONIFICACIÓN PROPUESTA POR EL PLAN REGULADOR INTERCOMUNAL VALPARAÍSO SATÉLITE BORDE COSTERO NORTE.	53
FIGURA 5.7. ZONIFICACIÓN COMUNA DE LA LIGUA SEGÚN PLAN REGULADOR COMUNAL.....	56
FIGURA 5.8. ALGORITMO DE DECISIÓN DE PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS EN LA COMUNA DE LA LIGUA.	60
FIGURA 5.9. UBICACIÓN DE LOS PROYECTOS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO.	61
FIGURA 5.10. DOMINIO DE SIMULACIÓN.	82
FIGURA 5.11. ESTACIONES METEOROLÓGICAS DENTRO DEL DOMINIO DE SIMULACIÓN	83
FIGURA 5.12. ROSA DE VIENTO AÑO 2019 – 2021 DATOS OBSERVADOS EN ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.....	84
FIGURA 5.13 ROSA DE VIENTO AÑO 2019 – 2021. HORARIO 08:00 A 18:00 DATOS OBSERVADOS EN ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.....	84
FIGURA 5.14 ROSA DE VIENTO AÑO 2019 – 2021. HORARIO 18:00 A 8:00 DATOS OBSERVADOS EN ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.	85
FIGURA 5.15. DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA DEL VIENTO (M/S) AÑOS 2019, 2020 Y 2021 EN LA ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.	85
FIGURA 5.16. SERIE DE TIEMPO DE LA VELOCIDAD DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR PERÍODO 2019 – 2021.	86
FIGURA 5.17. SERIE DE TIEMPO DE LA DIRECCIÓN DE VIENTO EN LA ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR PERÍODO 2019 – 2021.	87
FIGURA 5.18. USO DE SUELO DEL DOMINIO DE SIMULACIÓN.....	88

FIGURA 5.19. RECEPTORES DEL DOMINIO DE SIMULACIÓN.	89
FIGURA 5.20. ROSA DE VIENTO AÑO 2021 DATOS OBSERVADOS (IZQUIERDA) Y MODELADOS (DERECHA) EN ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.....	97
FIGURA 5.21 ROSA DE VIENTO AÑO 2021 HORARIO 08:00 A 18:00 DATOS OBSERVADOS (IZQUIERDA) Y MODELADOS (DERECHA S EN ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.	98
FIGURA 5.22 ROSA DE VIENTO AÑO 2021 HORARIO 18:00 A 8:00 DATOS OBSERVADOS (IZQUIERDA) Y MODELADOS (DERECHA EN ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.	98
FIGURA 5.23. DISTRIBUCIÓN DE LA FRECUENCIA DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO DE DATOS OBSERVADOS Y MODELADOS EN LA ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR (M/S) AÑO 2021.....	99
FIGURA 5.25. SERIE DE TIEMPO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO OBSERVADA EN LA ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR (M/s).....	100
FIGURA 5.26. SERIE DE TIEMPO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO MODELADA EN LA ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR (M/s).	100
FIGURA 5.27. CICLO DIARIO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO OBSERVADA EN LA ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.	101
FIGURA 5.28. CICLO DIARIO DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO MODELADO EN LA ESTACIÓN CATAPILCO, ZAPALLAR.	101
FIGURA 5.29 FRECUENCIA DE SUPERACIÓN DEL LÍMITE DE CONCENTRACIÓN EN INMISIÓN DE OLORES SEGÚN USO DE SUELO A NIVEL COMUNAL.	105
FIGURA 5.29. SUELOS NO PLANIFICADOS APTOS PARA USO RESIDENCIAL SEGÚN DISTRITOS CENSALES.	120
FIGURA 5.30. SUELOS NO PLANIFICADOS NO APTOS PARA USO RESIDENCIAL SEGÚN DISTRITOS CENSALES.....	121
FIGURA 5.31. DISTRITOS CENSALES SIN RECOMENDACIONES POR NO CONTAR CON SUELOS NO PLANIFICADO.....	122

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace décadas en nuestro país diversos estudiosos en la materia del ordenamiento territorial han ido teorizando sobre su utilidad en el adecuado uso del espacio geográfico y su capacidad para lograr que el desarrollo sea equitativo y sostenible para la calidad de vida de las personas (Márquez & Veloso, 2020), lo que ha acrecentado las exigencias por parte de autoridades y expertos para que esta herramienta sea utilizada para enfrentar los conflictos por el uso de suelo y, además, que presente un marco claro para compatibilizar dichos usos con las actuales demandas ciudadanas, sobre todo bajo la base de que en un territorio ordenado y correctamente planificado no deberían ocurrir problemas como los habría en aquel que no lo está (Márquez & Veloso, 2020).

Actualmente, existen diversas materias que por uno u otro motivo quedan fuera de esta planificación, a pesar de que su presencia u omisión tiene el potencial de generar cambios significativos, como lo es el caso de los olores provenientes de diversas actividades productivas ubicadas en el territorio, los cuales carecen de participación en la legislación aplicable al ordenamiento. Situación que no es nueva, ya que, si se analiza la sociología del olor, se puede dar cuenta de que a pesar de que este sentido antiguamente protagonizaba la forma en que el ser humano interaccionaba socialmente (permitiendo distinguir clases sociales, sirviendo como forma de segregación y opresión a clases sociales más bajas), así como la identificación de las señales de peligro como fugas de gas o enfermedades, ha sido considerado como uno de los más bajos que poseen las personas, desprecio causado en su gran medida por Aristóteles (Quiroz, 2010). En la actualidad, la poca relevancia del olor en el territorio no resulta para nada reconfortante considerando los conflictos ocurridos a lo largo del país entre las comunidades y las actividades productivas generadoras de olores molestos debido a los efectos perjudiciales en la calidad de vida de las personas (molestia principalmente), para ejemplificar se puede mencionar el caso de la localidad de Freirina, ocurrido entre los años 2010-2012, donde la manifestación ciudadana logró el cierre del complejo de Agrosuper¹. De lo anterior, se destaca la importancia del reconocimiento al Ordenamiento Territorial como canalizador de resolución de conflictos mediante la integración del componente en su planificación, algo que dada la reciente posibilidad de coordinación con las

¹ <https://radio.uchile.cl/2012/05/22/cierran-temporalmente-planta-de-agrosuper-y-decretan-alerta-sanitaria-en-freirina/>

entidades de Ordenamiento reconocida en la Estrategia para la Gestión de Olores en Chile (actualizada en el año 2017) donde se indica la inclusión del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), el Servicio agrícola y Ganadero (SAG), entre otros (División de Calidad del Aire, 2017), podría estar ad-ports de cumplirse.

1.1. OLORES MOLESTOS Y SUS EFECTOS

El olor, según la Guía para la predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante SEIA), es aquella *“propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles”* (INN, 2010), aunque también, se encuentra definido como la *“sensación que ocurre cuando los compuestos o sustancias olorosas estimulan los receptores de la cavidad nasal”* (Schiffman & Williams, 2005). El sistema olfativo, junto con el gustativo, son considerados como sentidos químico-sensoriales, al convertir las señales químicas en percepción, la cual se encuentra influenciada directamente por la composición de la mezcla de gases, vapores y polvo disuelto en el aire (Peralta & Rivera, 2014). El olor se puede categorizar según la cantidad de compuestos químicos presentes que lo originan, en olor simple y olor compuesto, donde el primero es aquel que es percibido mediante las vías respiratorias a partir de la emisión de un compuesto químico o sustancia olorosa específica, en cambio el segundo, es aquel que se siente a través del olfato como producto de la mezcla de más de un olor simple. Por otra parte, aquello que carece de olor se denomina inodoro. Dentro de las dimensiones principales del olor, se destacan aquellas expuestas en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Principales dimensiones del olor.

Dimensión	Descripción
Concentración	Corresponde al número de unidades de olor europeas (ouE) por un metro cúbico de gas en condiciones normales [ouE/m ³]. De acá, es posible desprender otro término importante, el cual es el umbral de detección o de olor, que es la concentración empírica mínima para que el olor pueda ser detectado en un porcentaje de la población específico (50%), por convención, el valor umbral corresponde a 1 [ouE/m ³].
Intensidad	Se define como la percepción de la fuerza del olor.
Calidad	Es un indicador de la forma en la que huele el olor, permitiendo la clasificación e identificación de olores según descriptores como floral, frutal, medicinal, etc.
Tono hedónico	Propiedad de los olores referente a su agrado y/o desagrado, que es evaluado en base a apreciaciones mentales realizadas por el receptor (subjetividad).

De lo anterior se desprende la naturaleza subjetiva del olor, donde la percepción de un olor aceptable, objetable u ofensivo es de carácter innata, cableada y determinada a través de las experiencias de vida de los receptores (en este caso referido a población expuesta a un olor por una fuente emisora) (Bull *et al*, 2018), dificultando la formación de una relación directa entre olor y molestia, ya que esta depende, además de factores físicos y químicos tangibles, del tono hedónico, de la sensibilidad individual de cada receptor, del entorno en el que este se perciba y de sus condiciones atmosféricas y/o meteorológicas (Basto, 2017), generando que cada receptor perciba un olor de manera diferente. Ahora, el olor también posee un lado objetivo el cual se ve reflejado en la dictación de límites de concentración de inmisión aceptables para determinados receptores. Desde la perspectiva descriptiva, un olor molesto u ofensivo se encuentra definido como aquel identificado como desagradable por los receptores que lo catalogan como un factor que afecta su calidad de vida (Ramirez, 2019), por su parte, una sustancia de olor ofensivo es *“aquella que por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición puede causar olores desagradables”* (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2013).

1.1.1. Potenciales establecimientos emisores de olores molestos

Según la Guía para la predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA existen 14 actividades catalogadas bajo las tipologías del DS N°40 de 2013 que establece el Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental (RSEIA), en cuyas partes u obras se realizan acciones o procesos donde se pueden emitir olores molestos, las cuales se encuentran expuestas en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Principales tipologías de proyectos o actividades con fuentes de olor. (SEA, 2017).

Tipo de proyecto	Tipología
Agroindustrias (incluye alimento para animales)	l.1
Mataderos	l.2
Planteles y establos de crianza, lechería y engorda de animales bovinos, porcinos, ovino o caprino	l.3
Planteles y establos de crianza, lechería y engorda de otros animales	l.5
Refinerías de petróleo	k.1
Curtiembres	k.2
Industrias de celulosas	m.4
Plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos (pescado)	n.6
Plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario	o.4
Rellenos sanitarios	o.5
Estaciones de transferencia de residuos sólidos de origen domiciliario	o.5
Plantas de compostaje o manejo de residuos orgánicos	o.5
Sistemas de tratamiento o disposición de residuos líquidos industriales	o.7
Disposición final y tratamiento de lodos	o.8

Respecto a los proyectos aprobados por el SEIA, al 01/08/2022 las instalaciones con mayor presencia en el país corresponden a las dedicadas a sistemas de tratamiento o disposición de residuos líquidos industriales, les siguen los establecimientos de disposición final y tratamiento de lodos y las plantas de tratamiento de aguas de origen domiciliario. En cuanto a la distribución de los establecimientos, las tres regiones con mayor concentración de actividades corresponden a la Región de Los Lagos, Metropolitana y del Maule, con 589, 495 y 441 instalaciones respectivamente, como se puede observar en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3. Cantidad de proyectos aprobados en el SEIA en tipologías generadoras de olores molestos por regiones (Elaborada a partir de datos del SEIA)

Tipología	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	XVI	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Interreg	Total
l.1	1			5	17	10	30	29	29	5	3	3		6				138
l.2	1			1		1	2	7	4					2	1	2		21
l.3						1	36	19	7	4	7		1	1			1	77
l.4	1				1	27	19	17	4	2	1							72
l.5							1		1				2			1	1	6
k.1	1	2	59	4	3	31	53	15	25	3	47	6	4	19		6		278
k.2			1		1		2											4
m.4							1	3	1	3	8		5				2	23
n.6	3	6		2	5	2	1			1	45	1	4	86	9	30	8	203
o.4	6	8	16	17	21	35	67	50	121	32	48	55	27	46	15	6	1	571
o.5	4	11	13	14	4	14	38	5	12	5	19	11	8	26	7	3		194
o.7	4	4	13	17	42	74	202	177	219	30	70	20	26	142	18	33	6	1.097
o.8		6	42	4	5	13	43	8	18	4	25	23	16	261	259	32		759
Total	21	37	144	64	99	208	495	330	441	89	273	121	91	589	309	113	19	3.443

Al comparar el catastro de los primeros estudios sobre antecedentes para regular los olores en Chile realizados por Aquology (2014) y ECOTEC INGENIERÍA (2013), se puede evidenciar que las regiones que presentaron el mayor aumento de establecimientos aprobados por el SEIA son la de Antofagasta con un 157% y la de Valparaíso con un 96% más de instalaciones con respecto a la situación del año 2013 (Figura 1.1) a las que les siguen la Región Metropolitana con un 88% y la Región del Maule con un 51% de incremento.

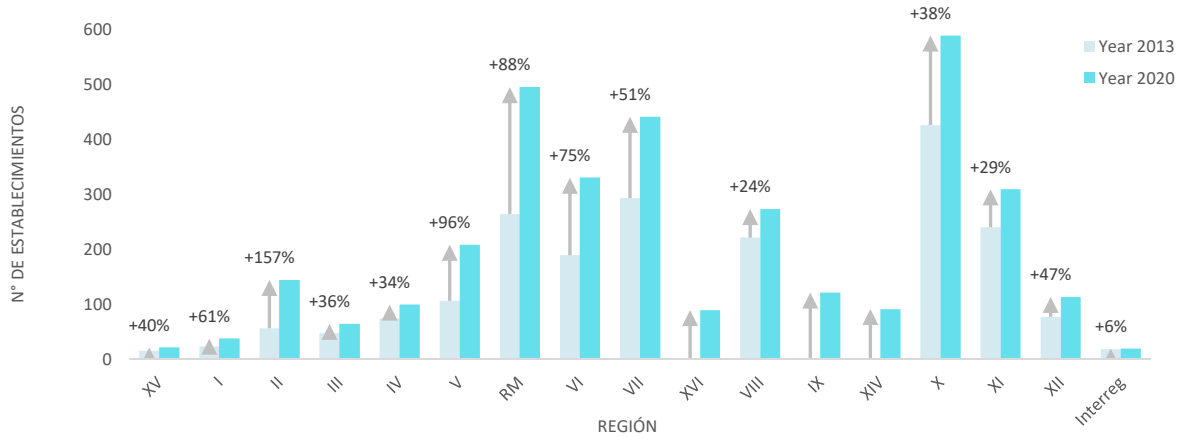


Figura 1.1 Comparación de la cantidad de establecimientos por región entre los años 2022 – 2013 (Elaborada a partir de datos del SEIA).

Por otro lado, en la Figura 1.2 se presenta la comparación entre las Regiones de Valparaíso y de Antofagasta respecto a la cantidad de establecimientos por tipología presentes en su territorio, donde se logra evidenciar que la región de Valparaíso es aquella con una mayor diversificación de establecimientos potencialmente generadores de olores ofensivos.

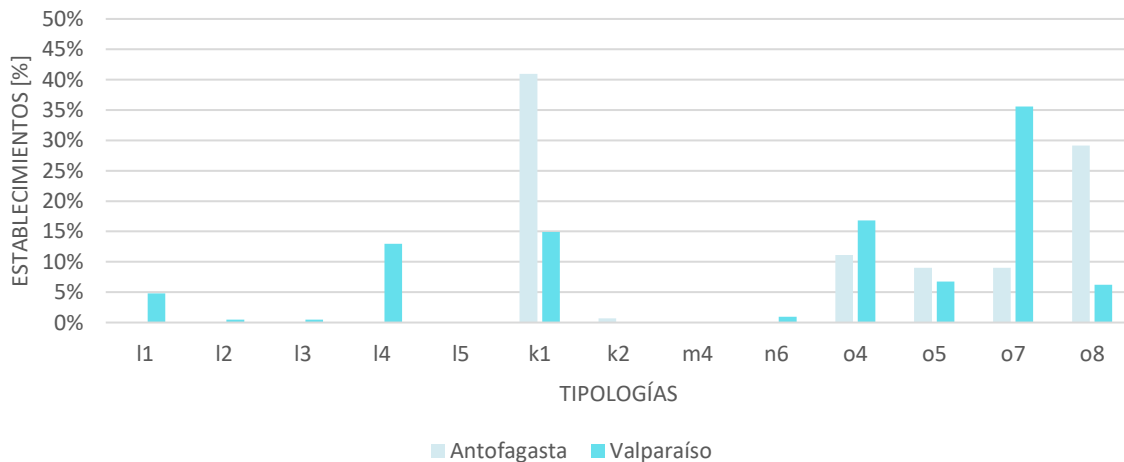


Figura 1.2. Comparación de porcentaje de establecimientos por tipología entre los años 2022 – 2013 entre las regiones de Valparaíso y Antofagasta (Elaborada a partir de datos del SEIA).

1.1.2. Contaminación olfativa y sus efectos adversos

La contaminación olfativa o contaminación odorífera puede ser entendida como la “presencia en la atmósfera de moléculas portadoras de olores desagradables que, por su naturaleza, son susceptibles a causar molestias” (Ajuntament de Rubí, sf.), por su parte, el grupo de trabajo del Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) del área de Contaminación odorífera y coordinado por el Colegio Oficial de Químicos de Madrid, señala que la contaminación odorífera *“se entiende por (...) la presencia en la atmósfera de sustancias en una cantidad que implique molestias o riesgo para la salud de las personas y los demás seres vivos, así como puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables”* (GT-11, 2014).

Para que pueda ocurrir un efecto adverso debe en primer lugar existir una exposición a un olor (Bull *et al*, 2018) de carácter molesto u ofensivo, la cual requiere de la sinergia entre los conceptos fuente, vía y receptor. La fuente, según Bull *et al* (2018), se define como aquel medio para que el olor entre en la atmósfera, y la vía la describe como aquel camino o ruta por la que el olor viaja o se dispersa hacia sitios fuera de la fuente emisora, considerando que procesos de dilución y dispersión de la pluma disminuirán la concentración en el receptor, reduciendo así la exposición. Finalmente, para completar este proceso deben existir receptores, los cuales serán quienes experimenten los efectos adversos dependiendo de su sensibilidad. La evaluación negativa de los receptores a dicha exposición ocurre en cuestión de segundos, lo que puede conducir a molestias y malestares, siendo esta percepción aquel efecto que más preocupa. Ambos términos (molestia y malestar), si bien pueden parecer iguales y generar confusión, no lo son. Mientras que el malestar se refiere a un efecto adverso que ocurre de una exposición inmediata y aguda a olores, la molestia es aquel efecto adverso acumulativo por eventos repetidos de molestia durante un tiempo prolongado (Bull *et al*, 2018). Estos efectos (molestia y malestar) se encuentran, tal como lo indica la Figura 1.3, condicionados por los parámetros de emisión y por la dispersión atmosférica que, a su vez, depende de las condiciones meteorológicas del área y su topografía. Bajo el contexto anterior y según Ramos (2017), afrontar este tipo de contaminación es un reto bastante complejo debido a su “invisibilidad”, sobre todo en un país donde existen escasas disposiciones en la normativa nacional con respecto a esta materia (Departamento de Ruido y Lumínica y Olores, División de Calidad de Aire, 2017), donde recién el año 2013 se plantea la inserción del olor

en la gestión ambiental del país y en la localización territorial a través de la Estrategia para la Gestión de Olores en Chile (2014-2017) y donde aún se encuentra en discusión la tipificación de la contaminación atmosférica por malos olores o contaminación olfativa, así como también las modificaciones a la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente con respecto a la incorporación del olor como agente contaminante (realizadas en los años 2015 y 2019, ambas a la fecha en tramitación).

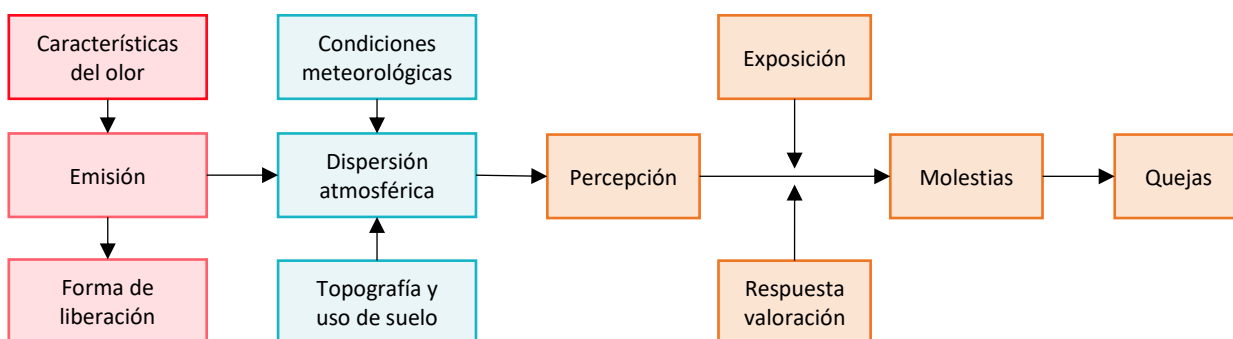


Figura 1.3. Diagrama de la Respuesta Humana al olor. (Adaptado de SEA, 2017)

Para evaluar el grado de molestia, generalmente se utiliza el protocolo FIDOL cuyos parámetros (Tabla 1.4) pueden coadyuvar positiva o negativamente al efecto al que será expuesto el receptor, los cuales están definidos según SEA (2017).

Tabla 1.4. Parámetros del protocolo FIDOL (SEA,2017)

Parámetro FIDOL	Descripción
Frecuencia	Término referido a la frecuencia o cantidad de veces a la que los receptores se encuentran expuestos al olor, para ejemplificar, un olor, que en un principio presenta un carácter agradable, puede generar molestia si es que la exposición tiene una alta frecuencia, por otra parte, un olor en concentraciones bajas y con una exposición periódica se vuelve más detectable que aquel olor a concentración estable.
Intensidad	Se define como la percepción de la fuerza del olor, por ejemplo, un olor agradable puede volverse desagradable si es que este es percibido con una fuerza elevada, pese a que la frecuencia sea mínima.
Duración	Se refiere al tiempo en que los receptores están expuestos a cierta concentración de olor por sobre el umbral de detección.
Ofensividad	Se categoriza como una mezcla entre calidad, tono hedónico y la concentración de olor y se refiere a la agradabilidad, neutralidad u ofensividad de los olores.
Localización	Es un término relacionado al tipo de uso de suelo y la naturaleza de actividades de los grupos humanos cercanos a la fuente emisora de un olor y engloba a factores como la sensibilidad, vulnerabilidad, entre otros, de los mismos.

1.1.3. Herramientas de medición y evaluación de olores

A la hora de la medición de olor, se deben considerar dos características importantes, primero que un olor puede estar compuesto por una sustancia (olor simple) o grupo de ellas (olor compuesto), generalmente siempre se está bajo la presencia de una mezcla de sustancias, por sobre el olor simple y, segundo, que si la concentración es baja, ello puede dificultar el proceso de detección por un instrumento de medición, por lo que en estos casos no existe un instrumento que sea capaz de reemplazar el olfato humano (MMA, sf). Bajo la misma línea, según Ramirez (2019) existen dos tipos de métodos para medir olor: sensoriales y analíticos. Los primeros se basan en la utilización del olfato humano para cuantificar los olores, es decir, la mezcla compleja de gases, partículas y vapores. En cambio, los métodos analíticos son aquellos capaces de cuantificar la concentración de los gases que conforman los olores de manera individual. Un punto a considerar y que es de suma relevancia, es la variabilidad de los umbrales de detección de cada compuesto químico (unos tienen un umbral muy bajo, mientras otros tienen un umbral muy alto). Por otra parte, también debe considerarse el enmascaramiento o sinergia producto de la mezcla de sustancias odoríferas, el cual puede potenciar, disminuir o cambiar completamente la percepción de un olor (Ramirez, 2019). Sin embargo, existe otra clasificación, la cual diferencia entre metodologías de carácter predictivo y de carácter observacional o empíricas y dado que el enfoque del presente estudio de caso no corresponde a la medición de olores en terreno, sólo se tomarán en cuenta aquellas de carácter predictivas (véase Tabla 1.5), específicamente la correspondiente al modelado de dispersión atmosférica.

Tabla 1.5. Herramientas predictivas de evaluación de olores. (Adaptada de Bull *et al*, 2018)

Tipo	Enfoque	Herramienta	Notas
Predictivo	Cualitativo	Evaluaciones basadas en el riesgo utilizando el concepto Fuente – Vía – Receptor.	Una puntuación o descriptor de riesgo relativo (riesgo insignificante, bajo, medio o alto).
	Semicuantitativo	Modelos de Cribado, tablas de búsqueda y nomógrafos.	Concentración estimada.
	Modelado	Modelado de dispersión atmosférica.	Concentraciones predichas [ouE/m ³] generalmente como percentiles 98 de 1 hora, área de influencia y frecuencias.

Un modelo matemático es una forma de entender una realidad compleja, mediante la generación de una representación abstracta de una porción de la realidad, sea ésta un objeto, un fenómeno, un

proceso, un sistema o cualquier otra cosa de interés (FHN, 2015). Según Sodré (2007), los modelos matemáticos se pueden definir como la descripción, mediante la utilización del lenguaje matemático, de un objeto que existe en un universo no-matemático. Dicho de otra forma, es una representación de un sistema real, por tanto, también muestra las modificaciones que ocurren en él.

Por su parte, los modelos de dispersión atmosférica son aquellos que simulan los procesos de transporte, con o sin reacción, o deposición de contaminantes en la atmósfera, dando como resultado la estimación de las concentraciones en receptores específicos (López, 2009). Estos modelos funcionan perfectamente como una herramienta para la evaluación de la normativa ambiental vigente o para llevar a cabo la planificación ambiental para la reducción de los niveles de contaminantes atmosféricos, así como también para desarrollar nuevos conocimientos sobre el tema (López, 2009). Cabe mencionar que desde el año 2017 el SEIA indica a los proyectos que ingresan al sistema de evaluación presentar un Estudio de Impacto Odorante (EIO), donde se debe realizar la modelación de la dispersión de este componente.

Finalmente, el proceso para construir un modelo se denomina entrenamiento, en el cual se ingresan datos históricos en distintos formatos, para que el modelo entregue una probabilidad de que ocurra un determinado evento, tal como se expone en la Figura 1.4.

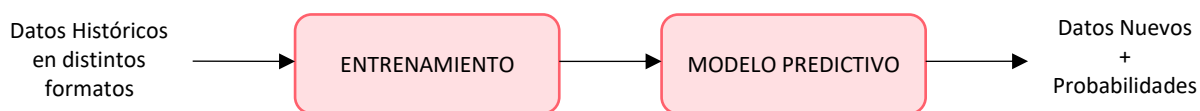


Figura 1.4. Proceso de Construcción de un Modelo. (Adaptada de Bonsai Consulting, 2018).

1.2. LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

De acuerdo a Belemmi (2015) los términos Ordenamiento Territorial (OT) y Planificación Territorial, aunque muchas veces sean considerados como sinónimos, no lo son, esto debido a que el OT se concentra más bien en los lineamientos principales de la planificación y sus instrumentos asociados, en cambio, la planificación considera el desarrollo de planes y medidas para la implementación de aquellos lineamientos fijados por el OT, en otras palabras, los Instrumentos de Planificación pueden ser considerados como la hoja de ruta del OT (Vial *et. al*, 2010).

Mencionado lo anterior, una de las primeras definiciones del concepto de OT, surge en la década de los años 90 e indica que era la *“acción pública destinada a armonizar las demandas de uso territorial del sector público y privado en un contexto de utilización racional y sustentable”* (Márquez, 1997), por otro lado, según Párela *et al.* (2014) se puede comprender como *“un proceso político-técnico-administrativo orientado a la organización, planificación y gestión del uso y ocupación del territorio, en función de las características y restricciones biofísicas, culturales, socioeconómicas y político-institucionales”*, así como también, según la Carta Europea de Ordenación del Territorio (Consejo de Europa, 1983) el OT es una *“disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector”*, lo anterior da cuenta también que al ser un término que está sujeto a tradiciones, contextos institucionales y legales, objetivos y alcances que se quieran perseguir (Mallea, 2008), no posee una sola definición.

Por otro lado, la planificación territorial puede ser entendida según Herve (2011) como el *“proceso comprehensivo, coordinado y continuo cuyo objetivo es ayudar a quienes toman las decisiones, ya sean públicas o privadas, a llegar a decisiones que promueven el bien común de la sociedad”*, ahora bien, según el Ministerio del Interior de Argentina (2016), *“la planificación territorial se presenta entonces como una herramienta que busca dar racionalidad a los procesos de decisión de acciones vinculadas al gobierno del territorio en sus tres niveles: nacional, provincial y municipal”*. En el caso de Chile, estos tres niveles cambian como se hará mención en una etapa más avanzada de la sección. Por su parte, Belemmi (2015) indica que la necesidad de planificar el uso de suelo no es más que el método científico de señalar que como humanidad se requiere de planificar el destino de las ciudades, estableciendo a través de decisiones políticas, aquellas zonas que se pueden y deben exponer a intervenciones y aquellas en las que lo anterior se limita, lo cual, se determina por cinco circunstancias específicas:

- La escasez del suelo urbano que se agudiza por el rápido crecimiento demográfico y por la apetencia de más y mejores servicios.
- La característica de bien colectivo del suelo para sus habitantes como herencia cultural que se deja, por lo que no se puede disponer de él libremente sin atención a las necesidades del resto de la comunidad.

- La necesidad de hacer rendir al máximo el bien.
- A la importancia que tiene el territorio como factor de equilibrio para la biodiversidad y la propia vida humana.
- Al crecimiento de la ciudad que obliga a racionar el uso de su infraestructura.

Así, se debe considerar, tal como lo señala Mellea (2009) que “el desarrollo de la ciudad no debe ser una suma de actos espontáneos e imprevistos, sino la progresiva materialización de un proyecto colectivo- es decir, ideado con la participación de la comunidad- cuyas determinaciones están contenidas, con mayor o menor detalle, en las diversas categorías de instrumentos de planificación urbana”.

Con respecto al último término mencionado en el párrafo anterior, planificación urbana, el DFL 458/1976 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en su artículo 27° indica que *“se entenderá por planificación urbana (...), el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política nacional, regional y comunal de desarrollo social, económico, cultural y medioambiental, la que debe contemplar, en todos sus niveles, criterios de integración e inclusión social y urbana”*. Dichos niveles según el artículo 28° del mismo cuerpo normativo, son el nacional, intercomunal y comunal, donde cada instrumento de planificación urbana (IPT), por los cuales se desarrolla la planificación territorial (artículo 2.1.1. del DS47/1992 del MINVU), tendrá un ámbito de competencia propio en función del área geográfica que abarca y a las materias que puede regular.

1.2.1. Institucionalidad y Marco legal de la planificación territorial

De acuerdo al compendio de legislación ambiental de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN), existen seis cuerpos normativos aplicables al OT, dentro de las cuales, se pueden destacar dos, el Decreto 458/1976 o Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) y el Decreto 47/1992 que fija el nuevo texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). La LGUC contiene a los principios, las atribuciones, protestades, facultades, responsabilidades, derechos, sanciones y demás normas que rigen tanto a los organismos, funcionarios, profesionales y particulares, en las acciones de planificación urbana, urbanización y construcción, estableciendo además los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) aplicables (DFL 458, 1976).

En relación a la institucionalidad, la Ley otorga al MINVU la tarea de modificaciones de esta para su adecuó al contexto nacional, así como también impartir las instrucciones para la aplicación tanto de la Ley como de la Ordenanza a través de su División de Desarrollo Urbano, así como también a las Secretarías Regionales Ministeriales, el supervigilar las disposiciones legales, reglamentarias, administrativas y técnicas sobre construcción y urbanización e interpretar lo dispuesto en los IPT. Por su parte, los municipios deberán aplicar la Ley, la Ordenanza y aquellas normas técnicas y otros reglamentos en sus competencias asociadas tanto para la planificación urbana, como para la urbanización y la construcción. Por otro lado, la LGUC establece responsabilidades a los Intendentes y Gobernadores, para supervigilar que los bienes nacionales de uso público se conserven bajo esta categoría, lo que conlleva impedir su ocupación con otros fines y exigir su restitución, de acuerdo a sus competencias.

Ahora, en relación a la elaboración de los IPT, establece que los organismos competentes para su elaboración corresponden principalmente a la Secretaria Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo y a las Municipalidades, las cuales se deben encargar del desarrollo social, cultural y económico de la comunidad. Principalmente estas entidades (Municipios) elaboran además del PRC, el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) (MMA, 2015) y se encuentran normadas bajo la Ley 18.695, que en su artículo 3 establece que las funciones en la administración del territorio son la elaboración, aprobación y modificación del PLADECO cuya aplicación deberá armonizar con los planes regionales y nacionales, planificar y regular la comuna y confeccionar el PRC, promover el desarrollo comunitario, aplicar las disposiciones sobre transporte y tránsito públicos, dentro de la comuna, en la forma que determinen las leyes y las normas técnicas de carácter general además de aplicar las disposiciones sobre construcción y urbanismo, en la forma que determinen las leyes. Por otra parte, la Ley establece que las municipalidades deben contar con unidades de carácter obligatorias que soporten el trabajo de planificación como la Dirección de Obras Municipales, que debe asegurar el cumplimiento de la Ley General de Urbanismo y Construcción, fiscalización de obras en uso y tomar medidas con respecto a la vialidad y la Secretaría Comunal de Planificación (SECPLAC) que tiene como funciones el asesoramiento a la principal autoridad municipal en la elaboración de los proyectos del PLADECO y evaluar el cumplimiento de planes, programas, proyectos, inversiones y el presupuesto municipal (MMA, 2015).

Esta Ley indica además que todos aquellos IPT de carácter normativo, deben pasar por una Evaluación Ambiental, la que antiguamente era realizada a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), lo que se modifica el año 2010 con la Ley N° 20.417 la que a su vez establece modificaciones a la Ley N° 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que establece la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), siendo más adecuada para al proceso de planificación territorial, generando diferencias importantes en el procedimiento metodológico (Espinoza, 2018). En relación a la OGUC (Decreto 47, 1992) , este decreto reglamenta la LGUC y regula los procedimientos administrativos, el proceso de planificación urbana, de urbanización, el de construcción y los estándares técnicos de diseño y de construcción exigibles en los dos últimos. Finalmente, en la Tabla 1.6 se indican otras leyes, decretos o normativa de carácter general que se encuentran vinculadas con el ordenamiento de acuerdo al compendio de legislación ambiental (BCN-Ley Chile).

Tabla 1.6. Otras normativa relacionada a la Planificación Territorial.

Cuerpo Normativo	Descripción
Ley N° 18.248 de 1983 del Ministerio de Minería que establece el Código de Minería.	En su artículo 17° establece que para la ejecución de labores mineras, se necesitará el permiso o permisos escritos de las autoridades que se informan en cada caso, los cuales están en función de la cercanía con ciertos lugares estratégicos.
Decreto N° 475 de 1995 del Ministerio de Defensa Nacional que Establece Política Nacional del Uso del Borde Costero del Litoral de la República y crea Comisión Nacional que Indica.	La política posee cuatro principios fundamentales: Es una Política de Estado, es una política nacional, es multidisciplinaria y es sistémica y será aplicable a los bienes nacionales, fiscales y de uso público.
Resolución 21 Exenta de 2004 del Ministerio de Agricultura; Secretaría Regional Ministerial Región Metropolitana, que Establece Criterios para la Determinación de Suelos de Alta Prioridad Agrícola en las Áreas Definidas como Interés Silvoagropecuario en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago.	Formula criterios para la determinación de los suelos de Alta Prioridad Agrícola en las áreas definidas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago como de Interés Silvo-agropecuario, tales como el uso actual del suelo, la calidad y disponibilidad de agua para riego, capacidad de uso de los suelos, ausencia de actividades contaminantes, inversiones públicas y privadas, condiciones climáticas, vocación silvoagropecuaria, infraestructura de riego y acceso a mercados.
Decreto con Fuerza de Ley 725 del Ministerio de Salud Pública, Código Sanitario.	Se definen las normas que comprenderá el reglamento correspondiente en cuanto a las condiciones de saneamiento previo de los terrenos para nuevas construcciones, la calidad, naturaleza y otros requisitos higiénicos, condiciones sanitarias y de seguridad que deben cumplir las construcciones privadas y públicas.

1.2.2. Instrumentos de Planificación Territorial en Chile

La planificación del territorio se concreta en IPT los cuales poseen atribuciones en un área geográfica específica ya sea a nivel nacional, regional y comunal, considerando además un nivel intercomunal, cuyo mandato se encuentra por sobre el nivel comunal, y en las materias que le son propias. Los instrumentos de planificación de carácter normativo son aquellos por los cuales se llevará a cabo las políticas de aprovechamiento y protección del uso del suelo del territorio nacional, ya sea urbano o rural (Castillo, 2018), entendiendo según el DS N°47 de 1992 que Fija Nuevo Texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) como uso de suelo al “conjunto genérico de actividades que el Instrumento de Planificación Territorial admite o restringe en un área predial, para autorizar los destinos de las construcciones o instalaciones” (Arévalo, 2018). Según el artículo 2.1.24 de la OGUC, los usos de suelo se agrupan en los siguientes seis tipos de uso: (i) Residencial; (ii) Actividades productivas; (iii) Equipamiento, (iv) Infraestructura, (v) Espacio público; y (vi) áreas verdes, como se ilustra en la Figura 1.5, las cuales poseen regulación en cuanto a los usos permitidos y prohibidos, y pueden emplazarse en la misma zona simultáneamente según lo establecido en los IPT aplicables al territorio.

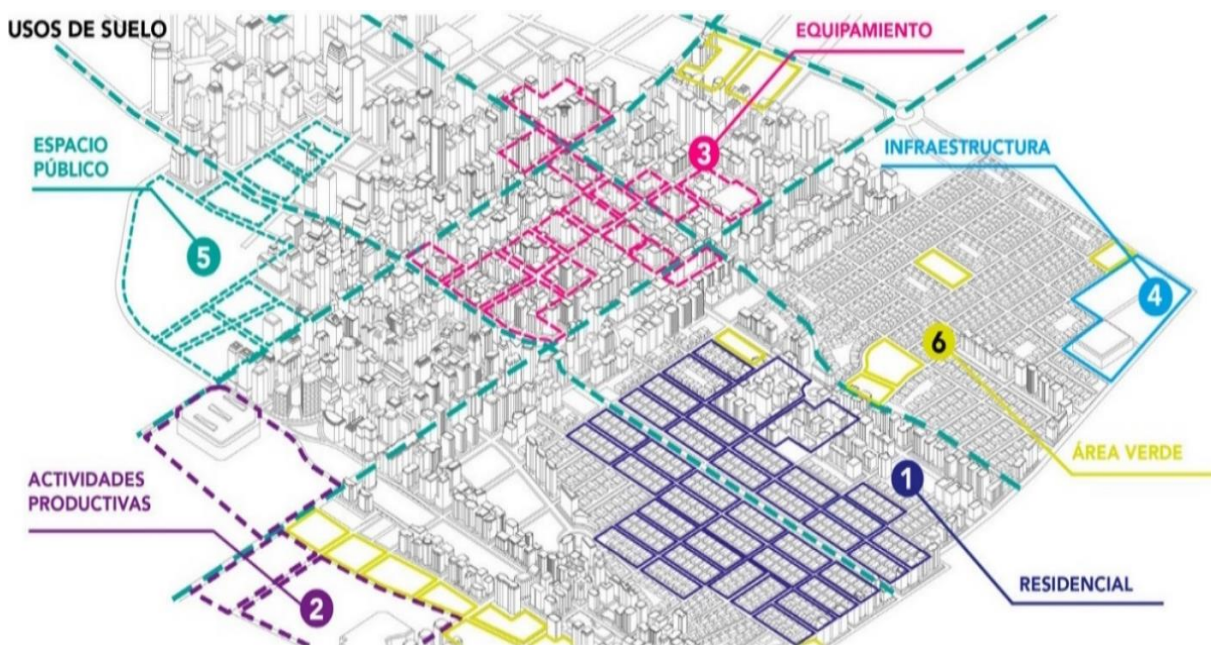


Figura 1.5. Clasificación de los usos de suelo en un Instrumento de Planificación Territorial. (Arévalo, 2018)

El DS N°47/1992 establece en su artículo 2.1.2 que los Instrumentos de Planificación Territorial, ordenados según su ámbito de acción, son los siguientes: (i) El Plan Regional de Desarrollo Urbano; (ii) El Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano; (iii) El Plan Regulador Comunal con sus planos Seccionales que lo detallen; (iv) El Plan Seccional; y (v) El Límite Urbano.

1.2.2.1. El Plan Regional de Desarrollo Urbano

El Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU) es el instrumento encargado de orientar el desarrollo de los centros urbanos de las regiones (Decreto 47, 1992) y se conforma de los siguientes documentos: una memoria explicativa donde se establecerán los objetivos, metas y programas de acción, un ejemplar de los lineamientos de desarrollo urbano y los planos que grafiquen las disposiciones de los contenidos del Plan. Los PRDU son elaborados por la Secretaría Regional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo respectiva, y sus disposiciones deberán incorporarse en los Planes Reguladores Metropolitanos, Intercomunales y Comunales.

1.2.2.2. El Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano

La Ley general de urbanismo (DFL 458, 1976) en su artículo 34 entiende la Planificación Urbana Intercomunal como aquella que "regulará el desarrollo físico de las áreas urbanas y rurales de diversas comunas que, por sus relaciones, se integran en una unidad urbana". El instrumento para su planificación corresponde al Plan Regulador Intercomunal (PRI), siendo la categoría de área metropolitana aplicable a unidades donde se supere los 50.000 habitantes, como es el caso del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL) y el Plan Regulador Metropolitano de Concepción (PRMC).

La elaboración de un PRI estará a cargo de Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo respectiva, con consulta a las Instituciones que integran la Administración del Estado que se estime conveniente y debe contemplar los siguientes documentos: una memoria explicativa donde se establecerán los objetivos, metas y programas de acción; una ordenanza que contendrá las disposiciones reglamentarias pertinentes a este nivel de planificación urbana intercomunal y los respectivos planos del Plan.

La importancia de este instrumento radica en que en él se definen, en el área urbana, los límites de extensión urbana y se norman los usos de suelo permitidos y prohibidos, para los efectos de diferenciar el área urbana del resto del territorio, que se denominará área rural. A modo de ejemplo, la modificación número 100 del Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS 100) propuso ampliar el radio urbano de Santiago en aproximadamente 10.000 hectáreas de las cuales, un 8% se destinaría para viviendas sociales lo que permitiría construir 34.000 viviendas, equivalentes al 24% del déficit habitacional de la Región (Trivelli, 2011). Además, las disposiciones del PRI se entenderán automáticamente incorporadas a los Planes Reguladores Comunales (OGUC, Artículo 2.1.9).

1.2.2.3. El Plan Regulador Comunal

La planificación urbana comunal se realiza mediante un Plan Regulador Comunal (PRC) y se entenderá según el DFL458/2011 en su artículo 41, como *“aquella que promueve el desarrollo armónico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados, en concordancia con las metas regionales de desarrollo social, económico, cultural y medioambiental y que incorpora disposiciones que resguardan y promueven la integración social y el acceso equitativo a bienes y servicios públicos urbanos”*. Asimismo define al PRC como *“un instrumento constituido por un conjunto de normas sobre adecuadas condiciones de higiene y seguridad en los edificios y espacios urbanos, y de comodidad en la relación funcional entre las zonas habitacionales, de trabajo, equipamiento y esparcimiento.”*

La confección de un PRC estará a cargo de la Municipalidad respectiva, y se deberá conformar de los siguientes documentos: (i) una memoria explicativa que incorpore como mínimo el diagnóstico de la totalidad del territorio comunal o del área afecta a planificación e identifique (entre otros), las principales actividades urbanas de la comuna, con una apreciación de sus potencialidades, y los objetivos, metas y antecedentes que lo justifican en base a estudios, entre los cuales se encuentra el estudio del equipamiento comunal, que permita definir áreas para su desarrollo y expansión, cumpliendo los porcentajes mínimos de superficie urbana comunal definidos por la planificación urbana; (ii) un estudio de factibilidad para ampliar o dotar de agua potable y alcantarillado, en relación con el crecimiento urbano proyectado; (iii) una Ordenanza Local que contendrá las disposiciones reglamentarias pertinentes, y (iv) los planos, que expresan gráficamente las disposiciones sobre uso de suelo, zonificación, equipamiento, relaciones viales, límite urbano, áreas prioritarias de desarrollo

urbano, etc. Además, deberán incluir las disposiciones propias del Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano que afecten el respectivo territorio comunal, pudiendo precisarlas.

El procedimiento para la formulación de un PRC comienza con la elaboración del anteproyecto que contendrá un informe ambiental, que será remitido al Ministerio del Medio Ambiente para sus observaciones. Luego, ambos documentos deben pasar por un proceso de participación ciudadana. Posteriormente, el alcalde deberá presentar el anteproyecto para la aprobación del concejo comunal, el cual deberá pronunciarse sobre las proposiciones que contenga el anteproyecto de plan regulador para poder ser aprobado. Una vez aprobado el proyecto será remitido, con todos sus antecedentes, a la secretaría regional ministerial de Vivienda y Urbanismo respectiva, la cual revisará el proyecto y emitirá un informe sobre sus aspectos técnicos. Finalmente, aprobado el proyecto de plan regulador, será promulgado por resolución del intendente.

Por otro lado, el DFL 458 (1976) establece en su artículo 47 que las comunas que deben contar con un PRC son aquellas que cumplan con al menos una de las siguientes condiciones: (i) las comunas que estén sujetas a Planificación urbana intercomunal; (ii) todos aquellos centros poblados de una comuna que tengan una población de 7.000 habitantes o más; (iii) aquellos centros poblados de una comuna que sean afectados por una destrucción total o parcial, y, (iv) aquellos centros poblados de una comuna que la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo respectiva disponga mediante resolución.

1.2.2.4. El Plan Seccional

En los casos donde no existe PRC vigente, se podrán aprobar Planes Seccionales (PS) utilizando el procedimiento establecido para la elaboración y aprobación de los PRC. Los Planes Seccionales descritos en el artículo 2.1.15 de la OGUC (Decreto 47, 1992) consistirán en tres documentos: (i) una memoria explicativa básica; (ii) en una ordenanza local que fije las condiciones mínimas de uso de suelo, de edificación y del trazado vial; y (iii) en uno o más planos que grafiquen lo anterior.

1.2.2.5. El límite urbano

Se entenderá por límite urbano (LU), para los efectos de la Ley Orgánica de Municipalidades (DFL 1, 2006), la línea imaginaria que delimita las áreas urbanas y de extensión urbana que conforman los centros poblados, diferenciándolos del resto del área comunal. Cuando se amplíe el límite urbano de un Plan Regulador, se definirá simultáneamente el uso del suelo, que corresponda a los terrenos que se incorporen al área urbana.

1.2.3. Conflictos asociados a la planificación Territorial

La fuerte relación del OT, la Planificación Territorial y los problemas ambientales, en un territorio donde la comunidad se encuentra profundamente identificada con la variedad de paisajes y riquezas territoriales presentada por cada región, dentro de un contexto en el que existe un aumento de la participación ciudadana en procesos de evaluación de proyectos donde la ubicación se considere perjudicial dentro del radio de afectación directa (Belemmi, 2015), ha suscitado la ocurrencia de conflictos socioambientales dentro del territorio, quedando demostrado en el ranking del Atlas de Justicia Ambiental de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) donde Chile se encuentra en el puesto 17 de países con mayores casos de conflictos presentados internacionalmente, en el noveno a nivel continental y sexto a nivel sudamericano con 60 conflictos, los cuales en un 93,2% son debido a circunstancias relacionadas a la ocupación del territorio y derivados, así como también por el mapa de conflictos socioambientales perteneciente al Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH) que indica la existencia en el territorio de 129 conflictos, dentro de los cuales 68 (53%) son por causa del lugar de la exploración o explotación de proyectos y 1 se encuentra directamente relacionado con conflictos por planificación territorial (INDH, s.f.) el cual se titula "Conflicto Villa Parque Torreones IV-Valdicor², iniciando el año 2018, donde la Dirección de Obras de la Ilustre Municipalidad de Valdivia otorgó a la Inmobiliaria Martabid Ltda., el permiso de edificación del conjunto habitacional cuyo nombre se indica en el título del conflicto a un lado de una empresa de extracción de áridos (Valdicor), manifestando afectaciones por la propia actividad de la empresa como emisiones de ruido, polvo, etc.

²<https://www.biobiochile.cl/especial/aqui-tierra/noticias/2021/04/30/sma-en-los-rios-confirma-que-valdicor-incumplio-programa-de-mitigacion-por-ruidos-y-contaminacion.shtml>

Ahora, la planificación territorial por sí sola no es suficiente para evitar los problemas ambientales, sin embargo, su relevancia es tal que la propia noción de OT incorpora los factores ambientales y podría llegar a ser un instrumento que reúna las condiciones para contenerlos y canalizarlos (Belemmi, 2015), tal como lo señala Ávila (1998) “una buena parte de la protección ambiental (...), bien podría y puede encontrar en la ordenación del territorio, un instrumento fundamental y eficaz de salvaguarda”, pese a lo anterior el MMA, la máxima autoridad ambiental del país, si bien posee competencias para la colaboración con los demás Ministerios sectoriales en la formulación de criterios ambientales que deben incorporarse en la elaboración de sus políticas y planes, no es el organismo competente para la dictación de políticas y planes en materia de Ordenamiento Territorial (Olores.org, 2014). Con respecto al tema de fondo del presente trabajo, no se debe olvidar que un conflicto causado por la ubicación de una instalación emisora de olores molestos fue de tal magnitud que finalizó con el cierre de esta en la localidad de Freirina, luego de que las denuncias por contaminación realizadas por los habitantes condujeran al cierre del complejo porcino correspondiente a Agrosuper.

1.3. CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio corresponde a La Comuna de La Ligua (Figura 1.6), la cual se encuentra localizada en el extremo norte de la Región de Valparaíso, en la zona central de Chile. Es a su vez, la capital provincial de Petorca y se ubica a 110 [km] de la ciudad de Valparaíso y a 154 [km] de Santiago. Limita al norte con la Comuna de Los Vilos perteneciente a la Región de Coquimbo, al este con la comuna de Cabildo y Petorca, y al oeste con el océano pacífico, las comunas de Papudo y Zapallar, y al sur con la Comuna de Nogales.

Según el Sistema Nacional de Fiscalización Ambiental (SNIFA) la mayor cantidad de instalaciones potencialmente generadoras de olores molestos en la región corresponden a la agroindustria (12,6%), siendo secundada por el sector de saneamiento ambiental (11,4%). En la misma línea, la comuna con mayor diversificación de instalaciones potencialmente generadoras de olor y que en promedio presenta un ranking desfavorablemente cercano a los primeros lugares, en las categorías agroindustria y saneamiento ambiental, es la comuna de La Ligua, donde además se presenta la particularidad que, a pesar de que las fiscalizaciones realizadas resultaron sin sanciones, en la actualidad existe un conflicto socioambiental activo desde el año 2018 por emanaciones de olores molestos provenientes

de las instalaciones avícolas ubicadas en el sector de Longotoma, en el cual se expresa que no solo ha producido un malestar general, sino que ha afectado la salud de los habitantes específicamente en escolares que reportaron desmayos y problemas de producción y disminución significativa de turismo (INDH, 2022). Asimismo, se caracteriza por ser una zona altamente turística por contener en su territorio diferentes paisajes como balnearios (litoral central) y valles interiores encajonados (Ahumada, 2012), lo que ha provocado un aumento de población flotante, lo que conlleva a la construcción de segundas viviendas (o primera), las cuales se han asentado en las cercanías de los planteles de aves en especial en el sector de Huaquén y Longotoma. Finalmente, una vez expuesto lo anterior, cabe mencionar que en este trabajo principalmente se diseñará y propondrá una herramienta predictiva auxiliar a la planificación territorial que incorpore al componente olor dentro del territorio, centrada únicamente en la fase inicial del Diagnóstico y Modelamiento, sin considerar el aspecto social o la participación ciudadana y la implementación de un IPT.



Figura 1.6. Comuna de La Ligua, Chile. (Albers, 2021)

CAPÍTULO 2. PROBLEMA

En base a la perspectiva entregada en el capítulo anterior, en donde se evidenció la relación existente entre el OT y los problemas ambientales ocurridos en el territorio nacional, sobre todo en tiempos en los que existe un mayor interés en la ciudadanía en colaborar y asistir en los procesos de participación ciudadana que discutan proyectos que generen repercusiones en su entorno de afectación directa, dejando como consecuencia, una mayor existencia de conflictos socioambientales, es posible indicar que estos bien podrían ser subsanados mediante un buen proceso de planificación territorial, sin embargo, también se evidenció que aún no existen las competencias suficientes en las cuestiones de elaboración de las políticas y planes relacionados en materias de OT por parte del MMA.

Mencionado lo anterior, también es necesario explicitar que, aunque los olores han sido considerados elementos perturbadores de la salud humana según diversos autores, aún existen discusiones respecto a este tema, lo que ha significado que afrontar las alteraciones al medio ambiente causadas por este componente sea un reto bastante complejo, sobre todo cuando no existen ni las disposiciones legales suficientes, ni los avances en la inserción del olor en la gestión ambiental del país esperada, aun cuando los conflictos socioambientales por olor han causado el cierre de la actividad productiva generadora de olores ofensivos.

En un contexto local, referente al caso de estudio según lo revisado en SNIFA, La Ligua se ha destacado por ser una de las localidades con mayor diversidad en cuanto a establecimientos potencialmente generadores de olor ofensivo, que además presenta fiscalizaciones sin sanción y un conflicto socioambiental activo por la emanación de olores molestos, a lo que se suma que desde la instalación de estos establecimientos se ha evidenciado un aumento de construcción de viviendas en las cercanías, lo que ha incrementado la exposición fuente-receptor. Expuesto lo anterior, se logra evidenciar la necesidad de formular una herramienta que permita dar recomendaciones que incluyan las externalidades ambientales de las instalaciones potencialmente generadoras de olores molestos en materias de ordenamiento y planificación territorial, lo que permitirá tanto a la municipalidad como a las empresas emisoras destinar recursos de manera más eficiente para la gestión de olores y dar prioridad a las zonas que más lo requieran.

CAPÍTULO 3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer una herramienta que permita realizar recomendaciones a planes reguladores incorporando externalidades ambientales originadas por olores.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los requerimientos normativos de olor y límites permisibles de inmisión aplicables a la gestión de la componente territorial.
2. Seleccionar modelos de dispersión de olores según su aplicabilidad en procesos de ordenamiento territorial y sus requerimientos de información.
3. Elaborar una herramienta predictiva de niveles de inmisión de olores en el territorio para la formulación de recomendaciones a planes reguladores.
4. Aplicar la herramienta propuesta en la Comuna de La Ligua, Región de Valparaíso, Chile.

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

La metodología propuesta a continuación se diseñó considerando que a través de la aplicación de la herramienta complementaria se espera obtener como resultado el planteamiento de recomendaciones orientadas a la planificación del territorio basadas en las emisiones de olor y sus efectos. Para ello, en primer lugar se debió llevar a cabo un análisis de la normativa tanto nacional como internacional que aplique al componente olor y a la componente territorial. Ahora, para evaluar el impacto de dichas emisiones de olor se utilizó un modelo de calidad del aire, el cual fue seleccionado previamente en la segunda etapa, tomando como base los protocolos establecidos por el SEIA para el uso de estos modelos.

Para la elaboración propiamente tal de la herramienta, se comenzó con la definición de contenidos mínimos de la herramienta mediante una revisión bibliográfica de diversas guías e instructivos elaborados por el SEIA y del análisis de otros tipos de documentos, lo que permitió posteriormente definir cómo debe ser la estructura por emplear y sus contenidos mínimos, así como también plantear la metodología para la obtención de la información requerida. Finalmente, se concretó la aplicación de la herramienta en el caso de estudio, la cual considera su desarrollo y ejecución.

4.1. IDENTIFICACIÓN DE NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL APLICABLE

Para la identificación de las normativas nacionales e internacionales aplicables, con sus respectivos requerimientos, se aplicó una metodología que consistió en una revisión bibliográfica de todos aquellos cuerpos legales enfocados a la regulación de concentraciones de inmisión de olor medidas en unidades de olor por metro cúbico [OU/m³], descartando aquellas que regulen compuestos odorantes específicos, debido a que están fuera del alcance del análisis. La utilidad de la recolección de la presente información radica en que fue posteriormente utilizada en la aplicación de la herramienta predictiva propuesta.

A continuación se presenta un listado de las principales fuentes de datos de donde se obtuvieron dichas normativas.

A. Fuente de datos normativa nacional

- Compendio de Legislación Ambiental del componente olor (BCN – Ley Chile)
- Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Olor en el SEIA (2017)

B. Fuente de datos normativa internacional

Para la identificación de la normativa de carácter internacional se priorizó a aquellos estados que se encuentran definidos en el artículo 11° de Normativas de referencia del DS40/2013, los cuales se corresponden con: República Federal de Alemania, República Argentina, Australia, República Federativa del Brasil, Canadá, Reino de España, Estados Unidos Mexicanos, Estados Unidos de América, Nueva Zelanda, Reino de los Países Bajos, República Italiana, Japón, Reino de Suecia y Confederación Suiza. Las principales fuentes de datos a utilizar fueron:

- Compendio de legislación internacional de olores (Portal de Olores- MMA)
- Informe de “Actualización de la información para la gestión de olores a nivel Nacional” (Cenma & U. de Chile).

4.2. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MODELADO

Para la selección del modelo se llevó a cabo la siguiente metodología estructurada en tres actividades secuenciales:

4.2.1. Modelos disponibles y condiciones de uso

Para identificar las alternativas de modelos empleados para la modelación de la dispersión atmosférica de olores y sus respectivas condiciones o recomendaciones de uso, se siguieron los lineamientos de las siguientes guías elaboradas por el SEIA:

- Guía para la Predicción y Evaluación de impactos por Olor (SEIA, 2017).
- Guía para el uso de modelos en la calidad del aire (SEIA, 2012).

Se consideraron sólo estas dos fuentes de datos, debido a que según el enfoque dado a la herramienta predictiva propuesta en cuanto a la realización de recomendaciones a IPT, los cuales son elaborados por

organismos públicos y que constituyen ser proyectos que deben ingresar a la EAE, deben estar sujetas a lo indicado por el sistema.

4.2.2. Modelos más utilizados en Chile

Por otro lado, se realizó una revisión a nivel nacional en la base de datos del SEIA de aquellos proyectos que hayan ingresado a éste desde el 2017 y que por clasificar bajo una tipología de establecimiento potencialmente generador de olores molestos según el DS40/2013 (descritas en la Tabla 1.2) deben realizar un Estudio de Impacto Odorante (EIO), con el fin de dilucidar cual es el sistema de modelado más utilizado en las evaluaciones ambientales de los proyectos.

4.2.3. Selección del sistema de modelado

Finalmente, el modelo por utilizar se seleccionó en base a los requerimientos identificados en la actividad anterior y tomando en consideración el sistema de modelado más utilizado en nuestro país.

4.3. ELABORACIÓN DE LA HERRAMIENTA

En esta tercera etapa, se realizaron 2 actividades consecutivas entre sí, con la finalidad de diseñar la propuesta de herramienta predictiva, la primera consistió en la revisión bibliográfica de documentos afines, para establecer aquellos contenidos mínimos que debiese contener la herramienta y que estos estén acordes a lo solicitado por aquellas entidades con competencias en el tema como el SEA, el Minvu, Municipalidades, etc. Una vez finalizada la actividad anterior, se continuó con la segunda actividad donde se estableció un marco metodológico que sirve como guía para llevar a cabo la herramienta predictiva.

4.3.1. Revisión bibliográfica de contenidos mínimos de la Herramienta

Para la definición de aquellos contenidos mínimos que deberá contener la herramienta se realizó una revisión bibliográfica de los lineamientos propuestos por las siguientes fuentes de datos:

- Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor (SEA, 2017)
- Guía para el uso de modelos en la calidad del aire (SEA, 2012)

- Guía para la descripción del uso del territorio en el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental (SEA, 2013)
- Instructivo para la elaboración de un plan de gestión de olores (SEA,2021)
- Plan Regulador comunal de Til Til
- Trabajo de tesis doctoral: Elaboración e implementación de una propuesta metodológica para la evaluación y gestión de la calidad del aire mediante el enfoque de la ciencia de datos (Represa, 2020)
- Anexo 2: Análisis de calidad del aire $MP_{2,5}$ secundario proyecto “Modificaciones central combinada ERA” – ENAP (SGA, 2013).

4.3.2. Propuesta metodológica

En base a los contenidos mínimos, se procedió a estructurar la herramienta comenzando con una limpieza de ruidos de la información, es decir, de la falta de fluidez que pudiese existir desde la etapa de identificación de los contenidos mínimos. Luego, se esquematizó dicha información con la finalidad de que las relaciones entre los contenidos mínimos y su congruencia fuera vista con claridad, lo que permitió además simplificar la visión de la herramienta predictiva. Finalmente, se desglosó el detalle de cada una de las actividades que se deberán llevar a cabo para su posterior aplicación.

4.4. IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA EN EL CASO DE ESTUDIO

En esta etapa, tal como lo indica su nombre, se implementó lo dictado por la herramienta predictiva diseñada en la etapa anterior en el caso de estudio seleccionado para tal fin, es decir, en la comuna de La Ligua.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Con relación a los resultados, estos se dividen en cuatro secciones de acuerdo a los objetivos planteados en el Capítulo 3 del presente trabajo.

5.1. IDENTIFICACION DE NORMATIVA NACIONAL E INTERNACIONAL APLICABLE

Antes de iniciar la presentación de los resultados obtenidos detalladamente, se debe destacar que de esta etapa se obtuvieron una cantidad de 6 normativas totales que regulan límites de concentración de inmisión de olor medido en OU/m³, dentro de las cuales todas son de carácter internacional. En la Tabla 5.1 se expone un resumen de las normativas identificadas.

Tabla 5.1. Resumen de las Normativas Nacionales e Internacionales Aplicables Identificadas.

Normativa	N° de normativas
Nacional	0
Internacional	6
Cantidad Total	6

Analizando se logra dar cuenta que a nivel nacional no existen normativas aplicables debido principalmente a que Chile recién se encuentra en proceso de formular su marco regulatorio de este componente y las que existen regulan compuestos específicos u otras emisiones atmosféricas.

5.1.1. Normativa Nacional

Actualmente Chile no posee normas que regulen concentraciones en inmisión de olores, sin embargo, en el año 2020 se publicó en el Diario Oficial el Anteproyecto de Norma de Emisión de Contaminantes en Planteles Porcinos, lo que constituiría ser la primera norma ambiental de olores en el país, donde establece (entre otros), la eficiencia de reducción de olores de fuentes emisoras y los límites de concentración en inmisión de olor para fuentes emisoras grandes existentes y nuevas, esto se alinea a lo propuesto en la Estrategia para la Gestión de Olores en Chile (2017) donde se definieron cinco sectores prioritarios los cuales son; i) Plantas de tratamiento de aguas servidas, ii) Plantas de harina de pescado, iii) Planteles porcinos, iv) Plantas de celulosa, v) Sitios de disposición final de residuos.

Además del sector porcino, se cuenta con el avance en el sector pesquero, dando inicio al proceso de elaboración del anteproyecto de norma de emisión de olores en septiembre del 2019 la que incluye a plantas de aceite y harinas de pescado y a plantas de alimentos para peces. Además en la actualidad se está llevando a cabo la revisión de la Norma de Emisión de Compuestos TRS generadores de olores, en la fabricación de pulpa Kraft (o al sulfato) comenzada el año 2021, esto con el fin de actualizar la normativa existente (DS37/2013) (MMA, s.f.)

Sumado a lo anterior, según Cenma & U. de Chile (2010) existen diversas ordenanzas municipales que tratan el problema de la contaminación por olores, como lo es la Ordenanza de protección del medio ambiente de la Comuna de Nogales que en su artículo 36° establece que *“queda prohibida toda emisión de olores que provenga de empresas públicas o privadas, (...)”*. Respecto a los proyectos de Ley cabe destacar al boletín N° 4846-12 que modifica a la ley N.º 19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, incorporando un nuevo artículo que define que los olores molestos serán considerados como un tipo de contaminación medioambiental denominada contaminación olfativa y al boletín N° 4982-12 que también modifica la Ley N°19.300 estableciendo sanciones a este tipo de contaminación, agregando un nuevo artículo en donde se indica que: *“se entiende por contaminación odorífica aquella producida por malos olores detectables por una o más personas dependiendo de su carácter no agradable, su ofensividad, tiempo de exposición y umbral de percepción, que produzca un menoscabo en la calidad de vida de los afectados”*. Los boletines nombrados anteriormente no son los únicos ingresados a tramitación ya que existe un tercer boletín que también posee como objetivo la tipificación de la contaminación olfativa.

Por otro lado, existen dos principales guías elaboradas por el SEA aplicables a la gestión de los olores y la calidad del aire. La primera corresponde a la *“Guía para el uso de modelos de calidad del aire en el SEIA”*, cuyo alcance es *“abordar la estimación, a través de modelación, del impacto de las emisiones a la atmósfera sobre la calidad del aire”* (SEA, 2012) y la segunda es la *“Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA”*, la cual tiene por objetivo *“entregar herramientas para la estimación de emisiones de olor, predecir y evaluar los impactos ambientales que generan dichas emisiones y el establecimiento de medidas relacionados con dichos impactos”* (SEIA, 2017).

5.1.2. Normativa Internacional

A continuación se expone la normativa internacional aplicable identificada en el Compendio de legislación internacional de olores del Portal de Olores del MMA, donde se exponen aquellos límites de inmisión de normativas pertenecientes a los países de Australia, Canadá, Nueva Zelanda, Reino de los Países Bajos (Holanda) y República Italiana (Lombardía), en donde se puede apreciar que también se encuentra regulado según uso de suelo en algunos casos y según tipo de fuente. En la presente sección, se describirán los requerimientos normativos identificados según país reconocido por el artículo 11 del DS40/2013.

5.1.2.1. Australia

En Australia las políticas sobre olores son responsabilidad de cada estado, por lo que existe una diversificación de enfoques a la hora de ser reglamentados (Cenma & U. de Chile, 2010). Algunos estados como New South Wales y South Australia, tienen definidas sus concentraciones y percentiles tomando en cuenta criterios referidos al uso de suelo y cantidad de población expuesta. A continuación, en la Tabla 5.2 se expondrán los valores límites de inmisión según cantidad de habitantes.

Tabla 5.2. Límites de concentración de inmisión de olor – Australia (Cenma & U. de Chile, 2010).

Estado	Concentración	Periodo de evaluación	Duración	N° de Habitantes
New South Wales	2 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con más de 2.000 habitantes
	3 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con 500 a 2.000 habitantes
	4 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con 125 a 500 habitantes
	5 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con 30 a 125 habitantes
	6 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con 10 a 30 habitantes
	7 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Residencia solo para menos de 2 personas
South Australia	2 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	2.000 o más personas
	4 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	350 o más personas
	6 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	60 o más personas
	8 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	12 o más personas
	10 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	Residencia solo para menos de 12 personas

5.1.2.2. Canadá

De este país aplica la normativa perteneciente a la provincia de Ville de Boucherville que desde el 2008 cuenta con el “Reglamento relativo a molestias olfativas” el que establece la fiscalización basada en un sistema central coordinado por el municipio de la ciudad y donde la concentración máxima de olores externos cambia según el uso de suelo (Cenma & U. de Chile, 2010), como se expone en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Límites de concentración de inmisión de olor – Canadá.

Estado o ciudad – país	Límite	Periodo de evaluación	Uso de suelo
Ville de Boucherville	5 – 10 [ouE/m ³]	Percentil 98	Variable*

*La información sobre la variación de los límites de concentración en inmisión según el uso de suelo no se encuentra disponible.

5.1.2.3. Nueva Zelanda

Nueva Zelanda en su Ley de Gestión de Recursos del año 1991 establece la obligación de las industrias de evitar causar olores molestos que puedan provocar efectos adversos para el medio ambiente, por lo que en el año 1995 se crea la guía para la gestión de olores (Cenma & U. de Chile, 2010), la cual recomienda los valores límites de concentración de olor reflejados en la Tabla 5.4.

Tabla 5.4. Límites de concentración de inmisión de olor – Nueva Zelanda (New Zealand Ministry for the Environment, 2002).

Límite	Tiempo	Periodo de evaluación	Uso de suelo	Observación
1 [OU/m ³]	1 hora	Percentil 99,5	Residencial	Condiciones inestables
2 [OU/m ³]	1 hora	Percentil 99,5	Residencial	Condiciones estables
5 [OU/m ³]	1 hora	Percentil 99,5	Rural – industrial	-

5.1.2.4. Reino de los Países Bajos

Se caracterizó por ser el primer país europeo en preocuparse por la contaminación causada por los olores molestos, por lo que se convierte en el territorio con el marco regulatorio más completo en la actualidad. Los principales lineamientos (ver Tabla 5.5) se encuentran definidos en la Ley de 5 de octubre de 2006 por la que se regulan las molestias por olores por alojamiento de animales pertenecientes a explotaciones ganaderas (Ley olores molestos y ganado), en la cual se establece un límite de concentración máximo de 14 [OU_E/m³] para la zona ganadera y un mínimo de 2 [OU_E/m³] en áreas edificadas sin ganadería evaluado en el percentil 98.

Tabla 5.5. Límites de concentración de inmisión de olor – Reino de los Países Bajos. (MMA, 2013).

Zona	Concentración [OUE/m ³]	Periodo de evaluación
Áreas edificadas sin ganadería	2	Percentil 98
Áreas edificadas con ganadería	3	Percentil 98
Fuera de áreas edificadas	8	Percentil 98
Zona ganadera	14	Percentil 98

5.1.2.5. República Italiana

Esta norma corresponde a la región de Lombardía y se enfoca en limitar el impacto de olor en los receptores al establecer límites de concentración en inmisión para el percentil 98 evaluado para valores horarios en el periodo de 1 año, de acuerdo al tipo de proyecto (nuevo o existente), el tipo de suelo y la distancia desde el receptor al perímetro de la planta, expuestos en la Tabla 5.6. El valor máximo de concentración es 5 [OU_E/m³] y 4 [OU_E/m³] en zonas agrícola e industrial para proyectos existentes y nuevos respectivamente, mientras que el valor mínimo es de 1 [OU_E/m³] para proyectos existentes y 2 [OU_E/m³] para proyectos nuevos.

Tabla 5.6. Límites de concentración de inmisión de olor – Lombardía. (Del Rosso, 2010).

Tipo de proyecto	Uso de suelo	Límite de concentración ¹	Distancia receptores ² [m]	Percentil
Proyecto existente	Residencial	1 [OU/m ³]	más de 500	98
		2 [OU/m ³]	De 200 a 500	
		3 [OU/m ³]	menos de 200	
	Comercial	2 [OU/m ³]	más de 500	
		3 [OU/m ³]	entre 200 a 500	
		4 [OU/m ³]	menos de 200	
	Agrícola o industrial	3 [OU/m ³]	más de 500	
		4 [OU/m ³]	entre 200 a 500	
		5 [OU/m ³]	menos de 200	
Proyecto nuevo	Residencial	2 [OU/m ³]	En el primer receptor	
	Comercial	3 [OU/m ³]	En el primer receptor o a 500	
	Agrícola o industrial	4 [OU/m ³]		

¹Si se trata de un proyecto nuevo, en el caso de las áreas mixtas, se debe considerar el valor más bajo

²Distancia medida desde el deslinde del predio y el primer receptor.

De lo anterior se puede concluir que la mayoría reglamenta límites de concentración de olor en función del uso de suelo, lo que refleja que el olor y la planificación territorial se encuentran profundamente ligados el uno con el otro, tal como lo indica Lombardía en su Boletín oficial (Giunta Regionale della Lombardía, 2012) con respecto a que las actividades productivas se han ido convirtiendo en un problema debido a la mayor sensibilidad por parte de la población a los olores y la progresiva extensión de las áreas urbanas hacia las áreas industriales, generando situaciones de conflicto dentro del territorio.

5.2. SELECCIÓN DEL MODELO DE DISPERSIÓN

5.2.1. Modelos disponibles

Actualmente los modelos disponibles se pueden clasificar, según el nivel de sofisticación (EPA & Universidad de Cartagena, 2015) en tipo screening y refinados, donde los primeros son modelos simples que permiten estimar de forma rápida el aporte de la concentración y extensión de los impactos en la calidad del aire generados por un proyecto. Estos deben ser empleados con la finalidad de determinar la necesidad de usar o no un modelo refinado por lo que no se recomienda su uso para la estimación misma de los impactos (SEA, 2012). En virtud de lo anterior, además de que para la toma de decisiones de carácter regulatorio se sugiere el uso de estos (EPA & Universidad de Cartagena, 2015), se consideraron como modelos disponibles, aquellos de tipo refinados.

Por otro lado, por la forma en que plantean las ecuaciones que describen los comportamientos de los contaminantes en la atmosfera, dichos modelos de calidad de aire refinados se pueden dividir en cuatro grupos principales: Gaussianos, Eulerianos, Lagrangianos y tipo "Puff".

5.2.1.1. Modelos gaussianos

Estos modelos describen la distribución en un espacio de coordenadas (x, y, z) de una pluma bajo condiciones meteorológicas y de emisiones estacionarias de fuentes fijas puntuales, donde el origen del sistema de coordenadas se fija en la fuente emisora. Básicamente suponen que el penacho de un efluente presenta una distribución normal o de Gauss (Gaussiana) de las concentraciones en torno al eje de simetría definido por la dirección del viento (Bustos, 2014). Un ejemplo de este tipo de modelo es: AERMOD.

El modelo AERMOD asume una meteorología uniforme en todo el dominio, siendo una de sus principales limitaciones la pérdida de precisión. Para su funcionamiento el modelo incluye dos procesadores: AERMET preprocesador para proporcionar la información de los datos meteorológicos y AERMAP para los archivos de topografía digital a partir de imágenes satelitales (Vidal & Pérez, 2018), que se utiliza tanto para caracterizar el terreno como para generar cuadrículas receptoras para AERMOD.

5.2.1.2. Modelos Lagrangianos

Es un modelo que sigue de forma matemática el movimiento de una parcela de aire o de una partícula en la atmósfera, integrando en el tiempo para luego obtener una posición nueva en el espacio (SEA, 2012). Esto tiene la gran ventaja de que permite simular las trayectorias variables de la pluma al cambiar las condiciones meteorológicas, sin embargo, el requerimiento de datos meteorológicos y su alta demanda de recursos computacionales dificultan su aplicación. Un ejemplo de este tipo de modelo es: AUSTAL.

5.2.1.3. Modelos tipo “puff”

Es un modelo no estacionario que se basa matemáticamente en seguir el movimiento de una parcela de aire o de una partícula en la atmósfera en un intervalo de tiempo finito, es decir, discretiza la pluma emitida desde una fuente en una secuencia de emisiones instantáneas, las cuales se denominan “puff”. Esto tiene la gran ventaja de que permite simular las trayectorias variables de la pluma al cambiar las condiciones meteorológicas. Un ejemplo de este tipo de modelo es CALPUFF.

CALPUFF es un modelo de dispersión de aire en estado no estacionario que permite obtener los valores horarios de las concentraciones de los contaminantes dentro de un dominio de simulación. En este modelo las emisiones se tratan como “puffs”, las cuales se van desplazando a través de un campo meteorológico tridimensional (Algoritmos, 2015) y tiene la capacidad de asimilar datos meteorológicos complejos, de variación espacial tanto en la superficie como en niveles superiores. La dispersión de los contaminantes es modelada teniendo en cuenta el terreno complejo, el transporte sobre el agua, los efectos de interacción costera, entre otros (Scire et al., 2000). Para su funcionamiento utiliza otros dos componentes: WRF que es un modelo de pronóstico meteorológico que simula campos de viento y temperatura en un dominio de modelación engrillado y tridimensional, también produce campos en dos-dimensiones como altura de mezcla, características de superficie y propiedades de dispersión (Algoritmos, 2015); y CALPOST, como programa de postprocesado que compila los resultados de CALPUFF. Una de las principales ventajas con respecto al componente olor es que este se puede modelar sin la necesidad de hacer una especiación química de los compuestos que generan dichas emisiones, diferenciándose así de otros modelos de dispersión.

5.2.1.4. Modelos eulerianos

El modelo de dispersión Euleriano se diferencia del modelo Lagrangiano principalmente por la forma en la que discretiza el espacio, ya que este modelo, utiliza una grilla tridimensional (x,y,z) fija en el punto de referencia y no móvil. Además, se centra en la dispersión de contaminantes y su transformación química, por lo que su nivel de complejidad es más elevado. Ejemplos de este tipo de modelo son WRF-Chem, CAMx y CMAQ.

5.2.2. Criterios de uso de modelos de calidad del aire en Chile

Los modelos mencionados anteriormente son recomendando por el SEIA ya que cumplen con los cinco criterios generales establecidos para los modelos que se utilicen para fines de evaluar la calidad del aire, los cuales son:

1. Disponer de documentación completa que describa sus fundamentos conceptuales, ecuaciones matemáticas, y los tipos de datos de entrada y de salida junto con sus respectivos formatos;
2. Estar escrito en un lenguaje de programación común y con un código abierto;
3. Ser de uso libre;
4. Disponer de documentación sobre su evaluación, en forma de informes técnicos, publicaciones científicas o equivalente; y
5. Contar con desarrollo y soporte técnico actualizado de parte de su comunidad de usuarios o desarrolladores.

Los factores fundamentales por considerar para la selección de un modelo son el tipo de terreno (plano o complejo) y el tipo de contaminante (primarios y secundarios) y presenta tres casos para la selección:

- **Caso 1.** Contaminantes primarios – dominio de modelación de menos de 5 km.
- **Caso 2.** Contaminantes primarios – dominio de modelación de más de 5 km.
- **Caso 3.** Contaminantes secundarios.

Sin embargo, el olor se puede considerar como contaminante primario ya que es emitido directamente a la atmósfera desde una fuente (GreenFacts, s.f.), por lo tanto se descarta evaluar el caso 3 para modelación de contaminantes secundarios, para el cual se recomendaba el uso de un modelo tipo Euleriano ya que cumple con los criterios generales de un modelo fotoquímico, lo que implica además que estos modelos demandan un alto grado de experticia por parte del usuario y computación de alto desempeño.

▪ **Caso 1. Contaminantes primarios – dominio de modelación de menos de 5 km.**

Se recomienda el modelo de tipo Gaussiano para este caso ya que se basa en que se puede suponer una meteorología homogénea cuando se considera un dominio de modelación inferior a 5 km de distancia (Bustos, 2014) (considerados desde la estación meteorológica y no desde la fuente emisora), ya que la información meteorológica requerida debe ser de carácter observacional (SEA, 2012). Sin embargo, a pesar de que se asegure dicha distancia máxima, se deben tener en cuenta aquellos factores que podrían perturbar el carácter lineal de los campos de viento dentro del dominio (SEA, 2012), si llegase a ocurrir se debe seleccionar el modelo según el caso 2. Además recomienda utilizar otro tipo de modelo si es que la magnitud de la emisión es considerada como importante. Por otro lado, según la Environmental Protection Agency de Estados Unidos (US EPA, 1986), estos modelos son válidos para estimar efectos locales, ya que en general su grado de precisión y exactitud disminuye cuando se aplican en localidades con relieve complejo y que presentan circulaciones atmosféricas complejas. El modelo recomendado es tipo Gaussiano – AERMOD.

▪ **Caso 2. Contaminantes primarios – dominio de modelación de más de 5 km.**

Se recomienda utilizar los modelos de tipo “puff”, en particular el uso de CALPUFF o Eulerianos cuando el objetivo es modelar contaminantes primarios en un dominio de modelación espacial mayor a 5 km de la fuente de emisión, ya que permiten simular una meteorología heterogénea (SEA, 2012). Además, son aplicables a terrenos que presentan relieves con características complejas como es el caso de la mayoría del territorio de Chile. El modelo recomendado es tipo “puff” – CALPUFF.

5.2.3. Sistemas de modelado para olores más utilizado en Chile

Se hizo la revisión en la base de datos del SEIA de 293 proyectos que fueron aprobados desde el año 2017, del total 44,03% posee un EIO y, de éstos un 96,12% utiliza el sistema de modelado CALPUFF – WRF, el resto (5 proyectos) utilizó otro modelo o tipo de medición.

5.2.4. Justificación de la selección

El modelo a emplear en la herramienta predictiva corresponderá al CALPUFF, específicamente el sistema WRF – CALPUFF, debido a que en el país la comuna con menor superficie posee 6,5 [km²] por lo que se asume que todos los dominios comunales deberán poseer una dimensión por sobre los 5 [km] desde las fuentes de emisión, lo que corresponde al caso dos de selección expuesto anteriormente y es el modelo utilizado en un 96% de EIO realizados en Chile. Además, este modelo según Vallejo (2022) ha sido utilizado en diversas fuentes de contaminantes, obteniendo resultados positivos y relaciona a las condiciones tanto meteorológicas de la zona de modelación, como las condiciones específicas de emplazamiento de las fuentes emisoras y los datos de emisión de los contaminantes específicos, prediciendo las concentraciones de estos a diferentes distancias. En la Tabla 5.7. se expone la comparación de los modelos que cumplen con los criterios evaluados (criterio 1 y 2) y que justifica la elección realizada.

Tabla 5.7. Comparación entre los modelos recomendados por el SEIA que justifica la elección.

Modelo	AERMOD	CALPUFF
Tipo de contaminante	Primario	Primario
Dominio espacial de simulación	≤ 5 km	≥ 5 km
% de uso en Chile	3,88%	96,12%

5.3. ELABORACIÓN DE LA HERRAMIENTA

A continuación se presentarán los resultados obtenidos de la metodología para la elaboración de la herramienta predictiva.

5.3.1. Revisión bibliográfica de contenidos mínimos de la herramienta

5.3.1.1. Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor

Esta guía (SEA, 2017) tiene como objetivo el establecimiento de herramientas que permitan la estimación de emisiones odoríferas, así como predecir y evaluar los impactos ambientales causados por dichas emisiones. En su segundo capítulo se enmarca lo que es el concepto de olor, sus procesos de emisión, dispersión y la respuesta de los receptores (personas) ante su estímulo, así como también entrega información sobre las características del olor en cuanto a las dimensiones principales del olor (concentración, Intensidad, calidad y tono hedónico) y de los umbrales de detección, reconocimiento y de

molestia del olor. Ya en el tercer capítulo habla sobre la estimación de las emisiones de olores, por medio de emisiones de referencia y factores de emisión. Las emisiones de referencia son aquellas que se han estimado en base a tomas de muestra de olor en la propia fuente de proyectos en ejecución, las cuales para su validación deben haber sido determinadas por medio de metodologías estandarizadas (como ejemplo se puede mencionar la olfatometría dinámica establecida en la NCh3190.Of2010), sin embargo, al ser estas pertenecientes a una fuente e instalación específica deben ser utilizadas para proyectos que posean características similares a las mencionadas tanto en características físicas como las condiciones de operación. Por otro lado, los factores de emisión son aquellos establecidos a través de la relación entre la cantidad de contaminante emitida hacia la atmósfera y una unidad de actividad, la que puede estar relacionada a datos productivos, horas de operación de la fuente, área superficial involucrada, etc. (Radian Corporation, 1996). La forma para estimar las emisiones utilizando estos factores, se expone en la Ecuación 5.1 (SEA, 2017), cuyas unidades de medida dependen del tipo de emisión y fuente.

$$E = A \cdot EF$$

Ecuación 5.1

Donde,

E, corresponde a las emisiones

A, corresponde al nivel de actividad de la fuente

EF, corresponde al factor de emisión

Desde luego, la guía aconseja preferir el uso de emisiones de referencia por sobre los factores de emisión ya que, citando textualmente, los primeros representan de mejor forma el comportamiento esperado de una determinada fuente de emisión.

Para finalizar el análisis del tercer capítulo, este menciona a los descriptores de las emisiones de olor, donde se indica que para la estimación de las emisiones de olor, se debe primeramente identificar las fuentes generadoras de olor, cuya caracterización debe contener el nombre de la fuente además de su relación con las partes/obras de la instalación, el nombre de la(s) actividad(es) generadoras de olor, el tipo de fuente, su régimen de emisión de olor, la tasa de emisión de olor y las características del olor.

En el cuarto capítulo, cuyo contenido se refiere a la predicción de impactos por olor, en primer lugar se hace una distinción a aquellos elementos del medio ambiente receptores de impactos por olor, los cuales se refieren únicamente a las personas y los grupos humanos en todas sus dimensiones. Luego, establece las metodologías para la predicción de impactos por olor (véase Figura 5.1), donde hace una diferenciación

entre proyectos en ejecución y proyectos inexistentes. Para los primeros se definen metodologías de estimación de emisiones aplicadas en terreno como lo es el caso de la olfatometría dinámica, en cambio para los segundos, éstas guardan relación a técnicas de predicción a través de los conceptos visados en el primer párrafo de la presente subsección, las cuales serán utilizadas para realizar posteriormente la modelación de su dispersión y así llegar al olor en el receptor. Como la medición de las emisiones odorantes en terreno se encuentra fuera del alcance del presente trabajo, se centrará la atención en la metodología de predicción de impactos por olor correspondiente a la evaluación de los proyectos inexistentes, dejando también fuera del análisis a las variables comunidad y panelistas en terreno.

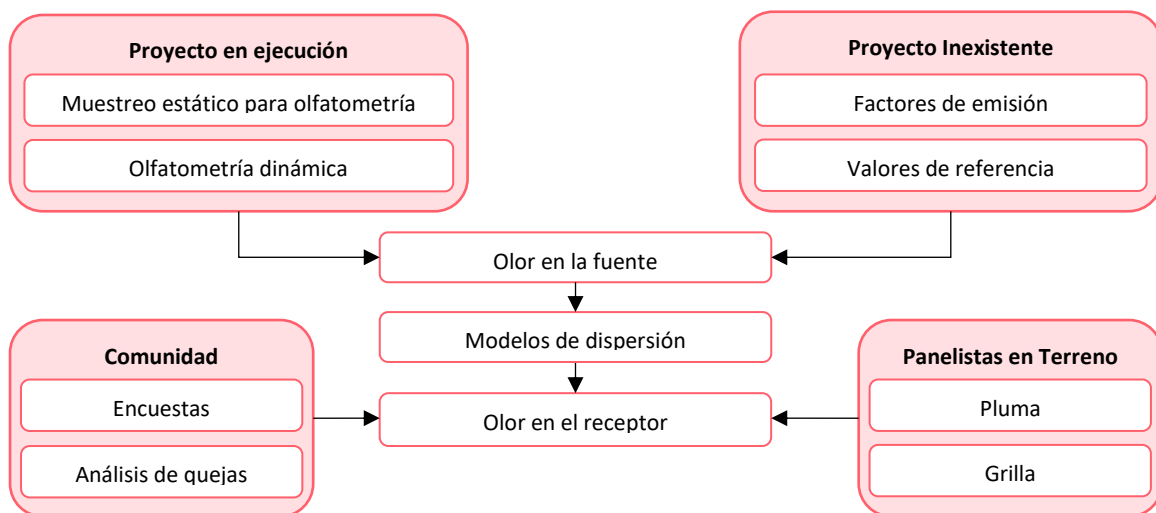


Figura 5.1. Métodos para la predicción de impactos por olor (Adaptada de SEA, 2017).

Otro análisis a considerar es el de incertidumbre y se realiza por medio de comparaciones entre lo estimado y las observaciones con la finalidad de evaluar la capacidad del modelo de dispersión para representar una situación atmosférica específica. La modelación además permite la elaboración de gráficas o mapas cuyo propósito es la representación del fenómeno de dispersión de olores asociados a los eventos de emisión y contexto meteorológico en el territorio de los potenciales receptores.

Finalizando el análisis del cuarto capítulo de la guía, esta también indica que la estimación de los impactos por emisiones de olor puede ser evaluada por medio de la estimación de una concentración límite de exposición compuesta por una concentración umbral definida según el tono hedónico o el uso de suelo, por un criterio de cumplimiento en el tiempo (percentil) y por un criterio relativo a promediar el tiempo de evaluación (factor de duración).

5.3.1.2. Guía para el uso de modelos en la calidad del aire en el SEIA

La guía (SEA, 2012) tiene por objetivo principal el establecimiento de criterios para el empleo de modelos de calidad del aire como herramienta de estimación además de incorporar buenas prácticas para dar mayor transparencia a la metodología utilizada por titulares de proyectos que ingresen al SEIA. De acuerdo al quinto capítulo de la presente, los datos de entrada de los modelos corresponden al dominio de modelación, entendido como el dominio espacial definido en base a la magnitud del proyecto y sus emisiones, además de los receptores susceptibles a ser afectados, el cual debe comprender el área de influencia del proyecto para todos aquellos componentes ambientales que pudiesen ser receptores de impactos debido a sus emisiones.

Por otra parte, se deben identificar y estimar las emisiones de aquellos contaminantes que resulten relevantes de las fuentes de emisión, en el caso de contaminantes secundarios, se debe considerar los precursores. De acuerdo a esta sección, se debe prestar especial atención a las tasas de emisión a usar para modelar, dónde en general se suele ingresar tasas de emisión horarias correspondientes a emisiones máximas y que representen ser la situación más desfavorable para la evaluación.

En cuanto a los datos meteorológicos, el periodo modelado debe procurar la incorporación de toda la variabilidad climática de la zona de interés, asegurando la inclusión de las condiciones meteorológicas más desfavorables. A nivel nacional, la guía estima por razones prácticas, al menos un año calendario para contaminantes primarios. Para las fuentes de datos meteorológicos, se debe hacer una diferencia entre datos observados y generados, requiriéndose de ambos en todo tipo de modelación. Dentro de las recomendaciones de la Guía respecto a este tema, se encuentra que el porcentaje de datos válidos de las series de tiempo se encuentre por sobre el 75% en un año y que los datos correspondientes a la superficie y altura cubran el mismo periodo de manera exacta. Ahora, el nivel mínimo de la información en altura debe cubrir cerca de los 200 [m] desde la superficie. El modelo numérico que se recomienda para generar los datos meteorológico es el Weather Research and Forecasting Model (WRF) y la resolución horizontal debe ser de 1 [km].

En el caso de los datos topográficos y de uso de suelos, recomienda la utilización de datos del Land Cover Institute del Geological Survey de Estados Unidos (USGS), donde es posible obtener variables como orografía, uso de suelo, línea costera y contenido de agua del suelo. De la configuración de los modelos,

se indica que determina las características relacionadas al periodo y dominio geográfico de la simulación, la resolución espacial horizontal y vertical, parametrizaciones físicas, formato de los resultados, etc. Los modelos tipo "Puff" y Eulerianos deben poseer la misma resolución horizontal del modelo WRF.

Por su parte, el capítulo seis de "Presentación de datos utilizados y resultados" establece que se debe describir y justificar el modelo en su última versión además de mencionarse la fuente de aquella información de entrada al modelo. En cuanto a la caracterización meteorológica y topográfica debe ser entregada cualitativamente.

En el caso de las fuentes de emisión, se debe entregar información relacionada a las partes, obras y/o acciones del proyecto a la cual se encuentran asociadas, la fase del proyecto en que se encuentran en funcionamiento, el tipo de fuente (difusa, fija, móvil, puntual, areal, lineal o volumétrica), aquellos contaminantes que se modelaron y las concentraciones de cada uno. También se indica la entrega de una cartografía del área de emplazamiento de la instalación.

Continuando con el análisis del sexto capítulo, la presentación de datos meteorológicos y de calidad del aire se debe realizar a través de series de tiempo, ciclos diarios, ciclos estacionales, datos en altura, rosas de viento y mapas de viento, mientras que la presentación de la modelación de calidad del aire además se realiza a través de los mapas de impacto que abarquen el dominio de modelación, a una escala adecuada con contornos de isoconcentraciones. Las unidades y promedios temporales serán dependientes del valor referencial (establecido en norma de calidad, de referencia internacional o de organismos internacionales).

5.3.1.3. Guía para la descripción del uso del territorio en el Servicio de Evaluación de Impacto Ambiental

El objetivo principal de la guía (SEA, 2013) es la entrega de lineamientos respecto a aquellos contenidos a considerar en la caracterización del uso del territorio del área de influencia (AI) de un proyecto y establece ciertos componentes del territorio que resultan importantes para la evaluación del impacto ambiental, los cuales corresponden al uso de suelo y a las actividades económicas, productivas y construcciones relevantes que se encuentran ilustradas en la Figura 5.2.

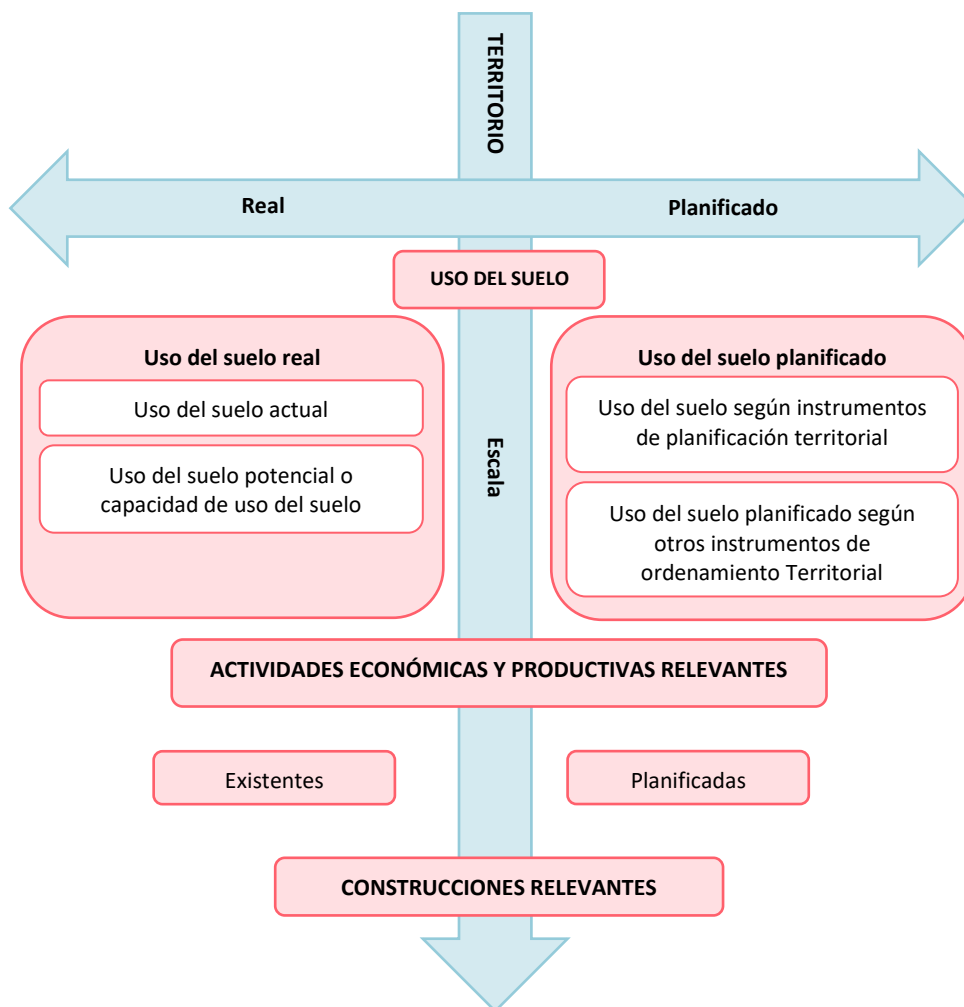


Figura 5.2. Componentes del uso del territorio en el marco del SEIA. (Adaptada de SEA, 2013)

▪ Uso del suelo

De acuerdo a esta guía, el uso de suelo se encuentra dividido en uso de suelo real y uso de suelo planificado. En cuanto al real, este se encuentra subdividido en uso de suelo actual o potencial, donde el primero es aquel establecido por las actividades que se encuentran desarrollándose en él de manera efectiva, a partir de las cuales se puede realizar deducciones sobre los sistemas de vida de los habitantes de dicho territorio, y el segundo corresponde a la capacidad de uso que el suelo tiene como recurso para ser utilizado en la producción silvoagropecuaria.

El uso de suelo planificado en cambio se determina en base al OT cuya finalidad es atender el uso de adecuado de los recursos naturales, la localización apropiada de las actividades productivas, la infraestructura, el equipamiento urbano y los servicios (Massiris, 2002). El OT se traduce en los instrumentos de ordenamiento territorial (IOT), dentro de los cuales se encuentran los IPT, que son un conjunto de normas y acciones para orientar y regular el desarrollo en un área determinada.

- **Actividades económicas y productivas relevantes**

Se han de identificar aquellas actividades económicas necesarias para la evaluación. Se debe considerar que la información sobre este ítem puede no encontrarse debidamente georreferenciada o expresada, sin perjuicio de lo anterior, estas deben ser descritas.

- **Construcciones relevantes**

Asimismo, las construcciones relevantes dentro del AI deben identificarse, las cuales pueden corresponder a vivienda, equipamiento u otro uso que sea necesario. Dichas construcciones pueden estar descritas en la identificación del uso de suelo actual del AI del proyecto.

Las consideraciones metodológicas en cuanto a las fuentes de información plantean el uso de fuentes primarias (de observación directa o en terreno) y secundarias (bibliográfica, bases de datos, etc.) dependiendo de la variable analizada y el nivel requerido de levantamiento de información. La principal fuente de información sobre el uso de suelo real potencial se encuentra contenida en el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) en sus estudios agrológicos. Para el caso del uso de suelo planificado por un IPT, la fuente de información es el sitio web del MINVU, Observatorio Urbano. Los IOT se encuentran en los Gobiernos Regionales (PROT), en la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) en el caso de las áreas de desarrollo Indígena y si a nivel comunal la información no resulta ser suficiente, se indica la recopilación por nivel de distrito censal en el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

5.3.1.4. Instructivo para la elaboración de un plan de gestión de olores (PGO)

Este instructivo del SEA, elaborado el año 2021, tiene como objetivo orientar y entregar una metodología estandarizada para la elaboración de un PGO a través de los elementos básicos de un sistema de gestión, es decir, planificar, hacer, verificar y actuar (PHVA). En este, se establecen cuatro etapas para su elaboración, las cuales se encuentran resumidas en la Figura 5.3.

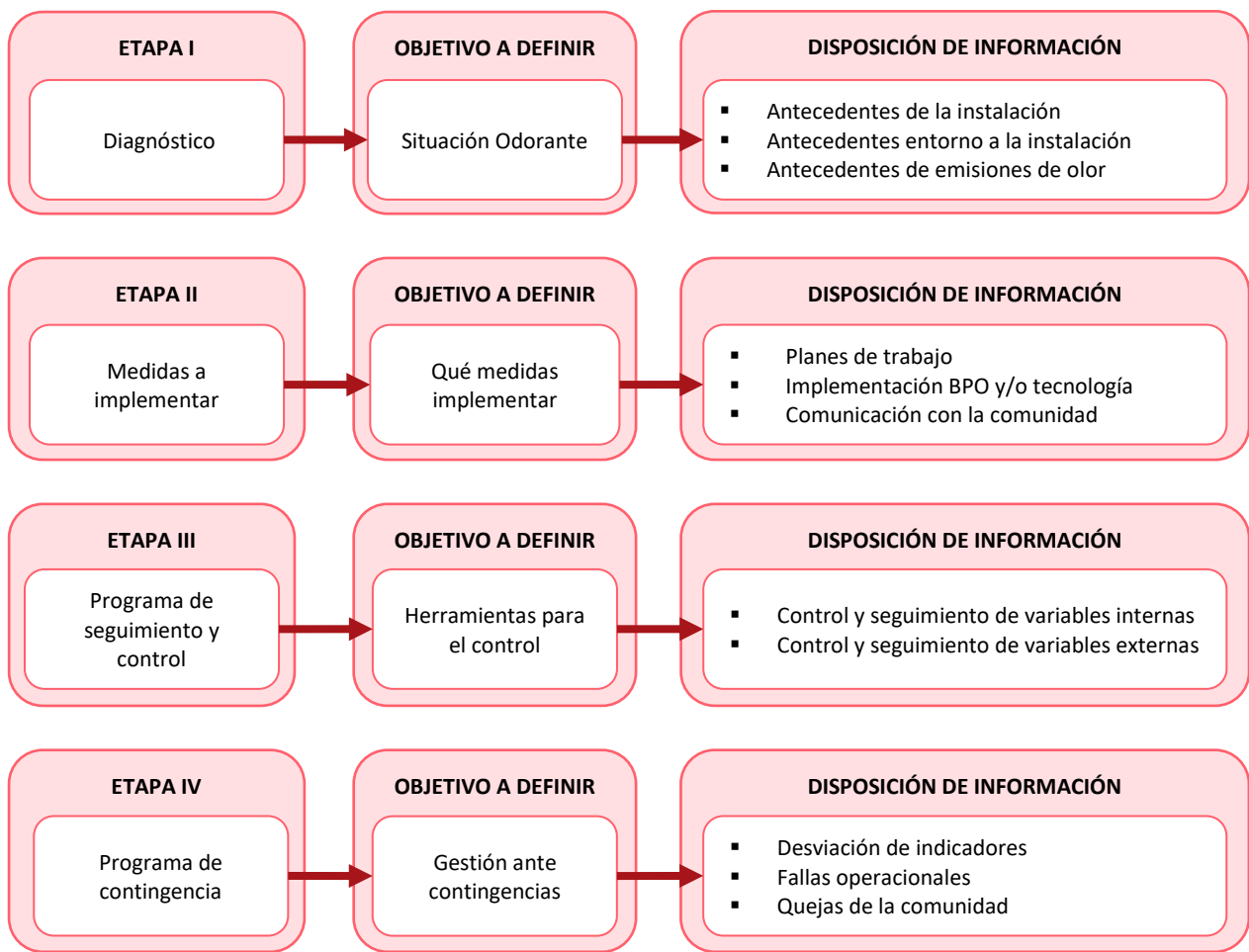


Figura 5.3. Etapas de un PGO. (Adaptada de SEA, 2021)

En la Etapa I, los antecedentes de la instalación corresponden principalmente a descripción de las instalaciones potencialmente emisoras en cuanto a la localización, límites del perímetro, sector productivo, materia prima que utilizan y la capacidad de producción, a la descripción de sus procesos productivos (unidades de producción/proceso, productos procesados, puntos de emisión en diagrama y condiciones operacionales), emisiones (definición de etapas en las que hay emisión y definición del carácter de emisión si se trata de sustancia odorante u olor), fuentes (fuentes de emisión, asociación de emisión a dichas fuentes, definición de fuentes según NCh3386), características cuantitativas y cualitativas del olor (concentración expresada en OU_E/m^3 , Tono hedónico, Intensidad y calidad), además de la probabilidad de generar impacto según frecuencia y duración de la emisión.

Por otro lado, para la definición de los antecedentes del entorno de la instalación según el instructivo, se debe tomar en cuenta el uso de suelo, la identificación de otras fuentes generadoras, de los antecedentes de los receptores (distancia lineal y caracterización) y registro de denuncias (historial y análisis de variables que componen la denuncia).

Finalmente para los antecedentes de las emisiones de olor se debe identificar las herramientas de diagnóstico, evaluar el alcance y la situación odorante o riesgo de generar impacto.

Para la segunda etapa, correspondiente a la identificación de las medidas a implementar, las fases consideradas se refieren a la definición del plan de trabajo para lo cual se debe definir el objetivo a cumplirse en cada medida junto a sus indicadores, el plazo para cumplir dicho objeto, a los responsables, los compromisos para con la comunidad o autoridades, los medios de verificación y las acciones y medidas de seguimiento. Luego, se definirán las medidas tendientes a la reducción y/o al control de olores, las cuales, por consiguiente deberán ser implementadas. La fase final de esta segunda etapa consiste en la comunicación con la comunidad, sirviendo como sensor a través del registro y gestión de quejas, encuestas, visitas técnicas de la comunidad, etc.

La tercera etapa definida como seguimiento y control tiene como objetivo la validación de que la evaluación de esta variable se comporte de acuerdo a lo proyectado y corregir desviaciones que no estén dentro de lo prospectado. Existen dos enfoques para el seguimiento y control, medidas internas y externas. Las primeras se encuentran relacionadas con el proceso de la instalación, mientras que las segundas se relacionan con la percepción en el receptor. Los contenidos a incluir en el programa son: Descripción de las medidas adoptadas en cada etapa, ubicación de los puntos de control, definición de herramientas, definición de indicadores de cumplimiento, definición de frecuencias de control y/o seguimiento, registro del control y/o seguimiento, capacitación y competencia del personal en roles críticos y responsable del control en cada punto.

La última etapa guarda por objetivo indicar los protocolos de trabajo para enfrentar las posibles situaciones de riesgo o contingencia para evitar o mitigar su probabilidad de ocurrencia, para lo cual se deberá definir la contingencia, los alcances del programa de contingencia, establecer las unidades de procesos que están asociadas al programa de contingencias y definir las medidas de contingencias.

5.3.1.5. Elaboración e implementación de una propuesta metodológica para la evaluación y gestión de la calidad del aire mediante el enfoque de la ciencia de datos

El objetivo principal de esta Tesis doctoral elaborada por Represa (2020) fue la elaboración de una propuesta metodológica para la evaluación y gestión de la calidad del aire utilizando el enfoque de la ciencia de datos.

Esta propuesta metodológica que establece este documento pretende ser de fácil aplicación para la obtención de un análisis completo de la calidad de aire en función de los datos a disposición. Para ello, se establece un flujo de trabajo ordenado y sistematizado, pero que no debe ser entendido en una forma rígida o absoluta, sino que como una propuesta que esquematiza las variables a considerar para abordar el problema. Este flujo además, fue elaborado a partir de una serie de reglas de diseño para que permita la fácil integración de esta con modelos de funcionamiento no excluyendo a tecnologías anteriores, pudiendo también sufrir alteraciones a los nuevos avances en la materia.

El flujo de trabajo se sintetizó en tres módulos, donde cada uno cuenta con una serie de actividades a desarrollar de forma secuencial y que se encuentran relacionadas entre sí. El primer módulo, consiste en el diseño del análisis y comprende las actividades relacionadas a la caracterización del área de estudio, identificación de las fuentes de datos, definición de objetivos y definición de las preguntas de trabajo, cuyo objetivo es la recopilación de información que permita conocer el área de estudio, recopilación de datos previos y disponibles, limitando también el alcance del análisis del módulo siguiente.

Por su parte, el módulo dos, denominado procesamiento, contempla actividades como la preparación de los datos y, tal como su nombre lo indica, su procesamiento. Esta fase se da como iniciada una vez se seleccionan las preguntas a responder. Finalmente, el módulo tres presenta la comunicación de los resultados donde además del análisis de ellos, se elaboran los informes, lo que presenta implicancias en la visualización de los resultados por lo que se requieren habilidades en temas relacionados a la comunicación científica.

5.3.1.6. Anexo 2 Análisis de calidad del aire MP_{2,5} Secundario proyecto "Modificaciones central combinada ERA"- ENAP

En este documento se presentan los resultados obtenidos de la modelación de dispersión de las emisiones de MP_{2,5} secundario de las fuentes asociadas a la modificación del proyecto central combinada ERA. En dicho escrito se sostiene que para la aplicación del modelo (Vía CALMET/CALPUFF) se requirió de la construcción de distintos escenarios; meteorológico que consiste en la evaluación de la información meteorológica proveniente de estaciones de superficie dentro del dominio de modelación de manera conjunta con los resultados del modelo durante el periodo de modelación; escenario geofísico considerando la topografía y usos de suelo y escenario de emisiones y receptores que considera las emisiones generadas por el proyecto y aquellos receptores susceptibles dentro del área de influencia del proyecto.

Dicha construcción de escenarios requiere de cierta información, mientras que para el escenario de emisiones y receptores se necesita la ubicación y características de las fuentes emisoras, tasas de emisión, así como también de los receptores sensibles en el AI del proyecto. Para el escenario meteorológico se deben registrar parámetros como la temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento, dirección del viento, cobertura nubosa y altura de nubes. Para el escenario geofísico en tanto, se requiere de la topografía del área de modelación y los usos de suelos.

5.3.2. Propuesta metodológica

Los contenidos mínimos identificados en la revisión bibliográfica realizada en la sección anterior de capítulo han sido seleccionados y agrupados en una estructura tipo esquema. Cabe destacar que se le ha realizado una limpieza de ruidos, es decir, se han quitado ciertos contenidos que desfavorecen la fluidez y sentido al alcance de la herramienta propuesta. Se han dispuesto dichos contenidos mínimos en seis módulos, los cuales se encuentran definidos a continuación.

- **Módulo I. Diseño del análisis:** La etapa de diseño se caracteriza por ser dinámica y, por tanto, debe ser recursiva y bajo el concepto de mejora continua. Con el fin de mantener el sistema actualizado según los avances científicos y tecnológicos, se hace necesaria la revisión periódica de los objetivos y fuentes de información disponibles y de aquellas preguntas que serán abordadas

en el estudio. Tal como se evidencia en la Figura 5.4 este módulo consiste en la definición de objetivos, la delimitación de las preguntas de trabajo y la caracterización del área de estudio.

- **Módulo II. Construcción de escenarios:** En esta etapa se diseñarán los escenarios cuyos resultados obtenidos servirán para la configuración y ejecución del modelo de dispersión CALPUFF, los cuales corresponden al escenario meteorológico, de emisiones, de receptores y geofísico.
- **Módulo III. Procesamiento de datos:** Consiste principalmente en la ejecución del modelo de dispersión, para lo cual en primer lugar deben acondicionarse los datos de entrada para que la modelación sea ejecutada adecuadamente de acuerdo a los requerimientos vistos más adelante.
- **Módulo IV. Análisis de la implementación del modelo:** Esta fase consiste principalmente en la evaluación de la incertidumbre de los datos meteorológicos a través de la comparación de los datos observados y modelados y el cálculo de los estadísticos RMSE, MAE, BIAS e IOA.
- **Módulo V. Post-Procesamiento de datos:** De esta etapa a través del post procesador CALPOST se obtienen las concentraciones en cada receptor además de la frecuencia de superación de la norma.
- **Módulo VI. Análisis de resultados:** Etapa final de la presente metodología, avocada a la elaboración de un diagnóstico de la situación comunal actual con respecto a los resultados obtenidos anteriormente y la formulación de recomendaciones.

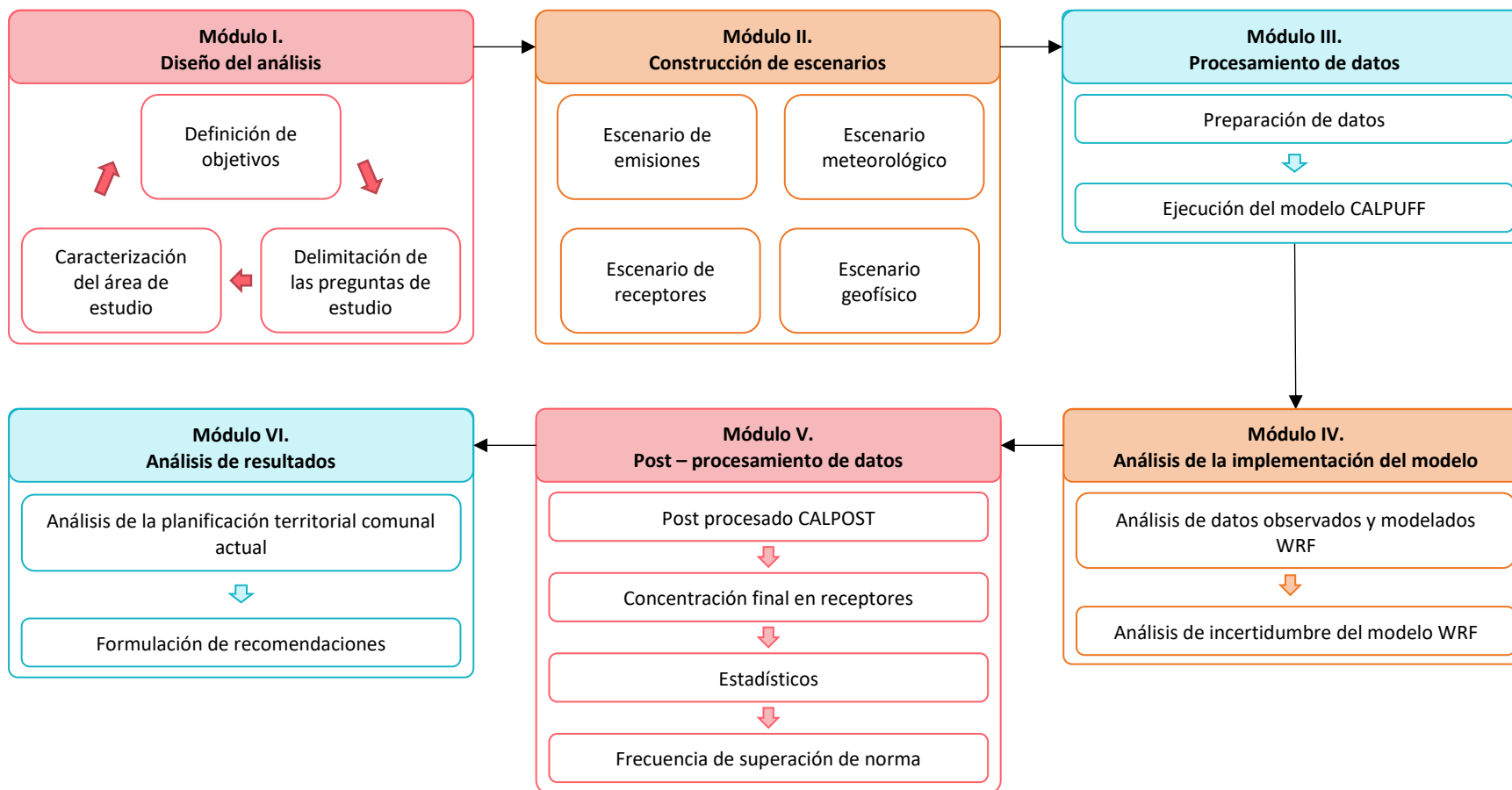


Figura 5.4. Propuesta metodológica de la herramienta predictiva.

5.4. APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA PREDICTIVA

A continuación se presentarán los resultados de la aplicación de la herramienta en la comuna de La Ligua, emplazada en la provincia de Petorca, Región de Valparaíso, Chile.

5.4.1. Módulo I- Diseño del análisis

5.4.1.1. Definición de objetivos

Los objetivos de la presente evaluación corresponden a los siguientes:

- 1) Caracterizar el aspecto demográfico, uso de suelo, marco normativo y fuentes de emisión de la comuna de La Ligua.
- 2) Estimar la concentración en inmisión de olor mediante la modelación de su dispersión.
- 3) Establecer un diagnóstico de la situación odorante actual con respecto a la planificación territorial en función de los resultados obtenidos en la comuna de La Ligua.
- 4) Formular recomendaciones a la planificación territorial en la comuna de La Ligua en base a las emisiones de olor y sus efectos.

5.4.1.2. Delimitación de preguntas de estudio

Las preguntas base que busca responder la evaluación son las expuestas en la Tabla 5.8.

Tabla 5.8. Preguntas de estudio evaluación comuna de La Ligua.

Objetivo	Preguntas
1	¿Cuál es la distribución demográfica del área de estudio? ¿Cuáles son los Instrumentos de Planificación territorial que se encuentran regulando a la comuna y su zonificación? ¿Cuáles son las principales actividades económicas y/o productivas relevantes dentro del área de estudio? ¿Cuáles son las fuentes de emisión de olores molestos de los proyectos emplazados en el área de estudio?
2	¿Cuál es la concentración de inmisión final en receptores? ¿Cuál es la frecuencia de superación de la norma en los receptores?
3	¿Cómo es la situación odorante territorial actual?
4	¿La planificación territorial en la comuna se encuentra conforme a la situación odorante?

5.4.1.3. Caracterización del área de estudio

A) Demografía

A la comuna de La Ligua la componen 13 distritos censales, los cuales se encuentran delimitados en la Figura 5.5.

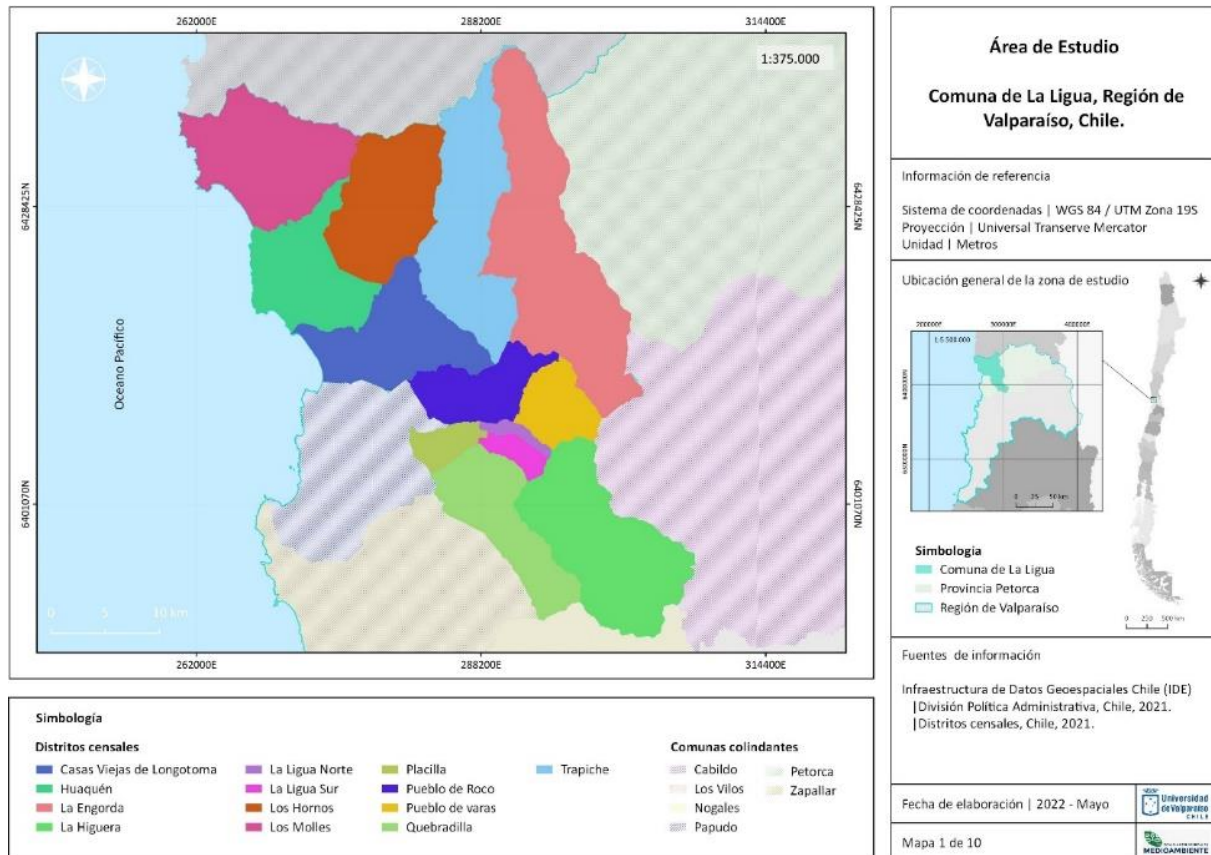


Figura 5.5 Distritos censales comuna de La Ligua.

En la Tabla 5.9 se expone la densidad poblacional en cada distrito, cuya base de información es el informe del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Ciudades, pueblos, aldeas y caseríos (2019) de acuerdo al Censo de población y de vivienda realizado el año 2017, la que además entrega información respectiva a la cantidad de habitantes, al número de viviendas y la superficie de cada distrito. Tal como se logra apreciar, la mayor densidad poblacional la presenta el distrito de Placilla, seguido por los distritos de La Ligua Norte y Sur.

Tabla 5.9. Población, N° de viviendas y densidad poblacional según distritos de la comuna de La Ligua (Elaborada a partir de datos del INE, 2019)

Distrito censal	Población	Viviendas	Superficie [ha]	Densidad poblacional [personas/ha]
Casas Viejas de Longotoma	1.010	492	10.171,384	0,10
Huaquén	1.046	2.546	9.001,933	0,12
La Engorda	1342	487	21.599,437	0,06
La Higuera	1.199	416	15.100,948	0,08
La Ligua Norte y La Ligua Sur	19.127	7.276	2.060,042	9,28
Los Hornos	-	-	11.054,155	-
Los Molles	685	1.309	12.761,951	0,05
Placilla	2.094	784	1.963,780	10,69
Pueblo de Roco y Pueblo de varas	4.949	1.988	9.761,13	0,51
Quebradilla	443	164	8.511,467	0,05
Trapiche	400	139	14.139,932	0,03

B) Uso de suelo

▪ Uso del suelo planificado

El uso de suelo planificado viene dado por los IPT que se encuentran regulando a la comuna de La Ligua, los cuales son los siguientes:

Plan regional de desarrollo urbano

De acuerdo a información proporcionada por el SEA y el MINVU, actualmente se encuentra vigente el Plan Regional de Desarrollo Urbano y Territorial V Región de Valparaíso (PRDUT-V), el cual fue aprobado en el año 2007. Este instrumento fija como objetivo la orientación del proceso de planificación urbana y de gestión territorial de la región a través de lineamientos para la gestión pública en un horizonte de 30 años. La Ligua se cataloga dentro del sistema litoral costero, en el subsistema Norte-Petorca cuyo rol o identidad es de carácter urbano-productivo. Este subsistema incluye a los valles de Petorca, Longotoma y La Ligua, siendo esta última aquel centro poblado que sostiene las dinámicas de poblamiento regional en esta sección del territorio, siendo complementada con centros urbanos menores como Cabildo y Petorca. En cuanto a lo turístico, se potencia el desarrollo de localidades de Los Molles-Pichicuy, entre otras zonas de equipamiento y servicios enfocados a la actividad. La zonificación propuesta (véase Tabla 5.10) se divide en tres tipos: Zonas de usos exclusivos, Zonas de usos preferentes y Zonas de usos potenciales. El PRDUT-V también establece asentamientos que pueden requerir tratamiento prioritario, dentro de los cuales la comuna de La Ligua se encuentra bajo la clasificación de “asentamientos con tratamiento priorizado por potencialidad” debido a su ubicación

en el punto terminal norte del eje estructurante del desarrollo regional, orbital intermedia y enclave del desarrollo del territorio norte de la región. Por otro lado también se considera un centro de convergencia rural de mayor potencial de crecimiento habitacional de una vivienda del subsistema norte y cobertura de servicios (MINVU, 2006).

Tabla 5.10. Zonificación propuesta por el PRDUT-V.

Zonificación	Zonas	Subzonas
Zonas de usos exclusivos	Zonas de protección	-
	Zonas restringidas al asentamiento humano	Zonas de alto riesgo de remoción en Masa Zonas de alto riesgo de inundación
Zonas de usos preferentes	Zonas de conservación	Suelos de alto valor ambiental y productivo Zonas de conservación ecológica
		Zonas de conservación mixta
	Zonas de recuperación ambiental	Zonas altamente desertificadas Zonas altamente deforestadas
Zonas de usos potenciales	Zonas de desarrollo urbano	Zonas urbanas Zonas de extensión urbana
		Zonas de desarrollo turístico Zonas de actividades productivas
	Zonas de desarrollo económico	

Plan Regulador Intercomunal (PRI)

La zonificación de la comuna de La Ligua está incluida en el PRI Valparaíso Satélite Borde Costero Norte y presenta las funciones territoriales descritas en la Tabla 5.11, las cuales poseen ciertos usos permitidos y prohibidos según corresponda. Se destaca que el área de extensión urbana se encuentra subdividida en cinco partes, las cuales por motivo de análisis han sido conglomeradas en una sola categoría. De la Tabla 5.11 se desprende que la mayor cantidad de hectáreas corresponde a zonas de interés silvoagropecuario, permitiendo el uso agrícola, forestal, ganadero, viviendas de propietario y/o trabajadores, así como también de instalaciones complementarias a las actividades agrícolas, agroindustriales y equipamientos agroturísticos y sus servicios afines tales como el hospedaje, gastronomía y centros de información, correspondiente a 21.786,64 [ha]. A estas actividades le sigue el área restringida o excluida al desarrollo urbano con 14.654,96 [ha], que permite aquellos usos establecidos en el artículo 55° de la LGUC. Por su parte, el tercer lugar lo ocupa la zona de protección ecológica con 7.366 [ha] donde se permite el emplazamiento de equipamientos relacionados al turismo y actividades de esparcimiento como hoteles, camping, hosterías, hospederas, centros de información, usos destinados a la parte científica y cultural. En la Figura 5.6 se expone gráficamente la zonificación que propone este instrumento.

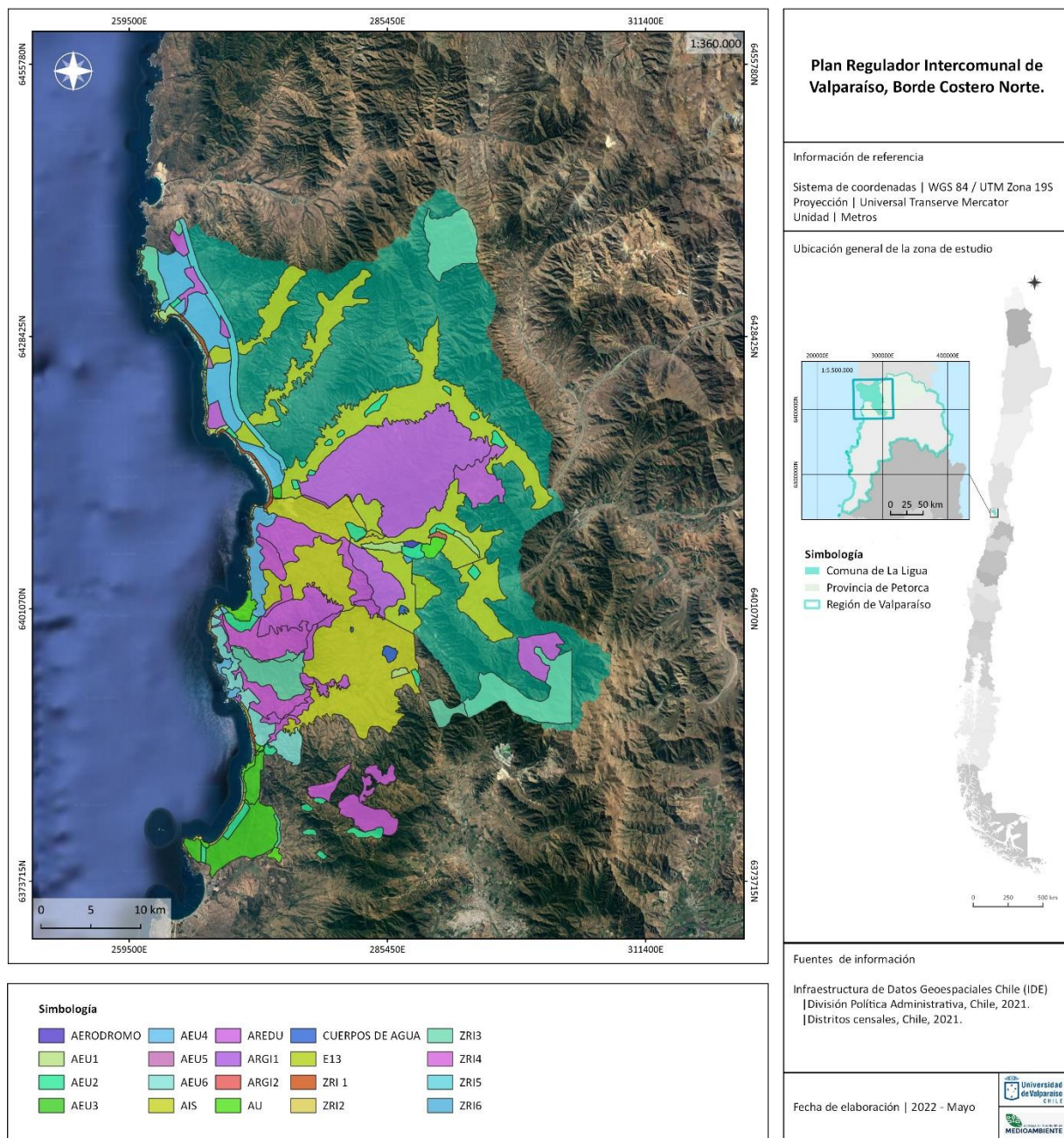


Figura 5.6. Zonificación propuesta por el Plan Regulador Intercomunal Valparaíso Satélite Borde Costero Norte.

Tabla 5.11. Zonificación y usos permitidos y no permitidos de la comuna de La Ligua según el PRI.

Código	Nombre	Usos permitidos	Usos prohibidos	Área [ha]
AEU	Área de extensión urbana	Vivienda; Equipamiento de Salud, educación, culto, cultura, organización comunitaria, deportes, esparcimiento y turismo, comercio; Servicios públicos, servicios artesanales inofensivos; Seguridad; Áreas verdes.	Todos los no indicados precedentemente	7.026,26
AIS	Área de Interés Silvoagropecuario	Agrícola, forestal, ganadero; la vivienda del propietario y los trabajadores; instalaciones complementarias a la actividad agrícola: agroindustrias y equipamientos agroturísticos y sus servicios afines (Hospedaje, gastronomía y centros de información)	Todos los no indicados precedentemente	21.786,64
AREDU	Área restringida o excluida al desarrollo urbano	Usos establecidos en el artículo 55° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones; Infraestructura sanitaria destinada al manejo de residuos sólidos domiciliarios no peligrosos	Todos los no indicados precedentemente	14.654,96
ARGI	Áreas de riesgo geofísico por inundación	Equipamiento de: cultura, deporte, esparcimiento; Infraestructura sanitaria; Áreas verdes	Todos los no indicados precedentemente	80,57
AU	Áreas urbanas consolidadas	Se rigen por lo establecido en los respectivos planes reguladores comunales	Se rigen por lo establecido en los respectivos planes reguladores comunales	333,63
E13	Zona Industrial E13	Industria molesta	Todos los no indicados precedentemente	579,47
ZRI1	Zona de restricción faja costera (playa)	Equipamiento de esparcimiento, deporte y pesca artesanal; ramblas, embarcaderos, marinas, malecones, muelles, varaderos, cabinas y kioskos; Espacio público.	Todos los no indicados precedentemente	375,11
ZRI2	Zona de protección por valor natural y paisajístico	No se permite ningún tipo de edificación	No aplica	344,61
ZRI3	Zona de Protección ecológica	Equipamientos de turismo y esparcimiento (hoteles, camping, hosterías, hospederas, centros de información), científico y cultural.	Todos los no indicados precedentemente	7.366,05
ZRI4	Zona Forestal	Forestal y agrícola	Todos los no indicados precedentemente	4.229,37
ZRI5	Zona de protección variante ruta 5	No se indica	No se indica	1.759,82
ZRI6	Zona de restricción planta de tratamiento La Ligua	No se indica	No se indica	46,25
Aero-dromo	Zona de aeródromo	Aeródromos, aeropuertos y canchas de aterrizaje	Todos los no indicados precedentemente	77,17
Cuerpo de Agua	No aplica	No aplica	No aplica	60,51

Plan Regulador Comunal (PRC)

Actualmente la comuna se encuentra en proceso de actualización de su PRC, estando ya en las etapas finales del proceso de aprobación. En cuanto al PRC que se encuentra en vigencia, se puede destacar según la I. Municipalidad de La Ligua (2020) que tiene una data del año 1980 y que presenta un notorio retraso respecto a la superficie edificada en la comuna, encontrándose cerca del 80% del territorio abandonado. Este instrumento zonifica a la comuna en seis zonas: A, B, C, D, E y F, las cuales se encuentran detalladas en la Tabla 5.12.

Tabla 5.12. Zonificación de la comuna de La Ligua según PRC.

Código	Nombre	Usos permitidos	Usos prohibidos	Área [ha]
A	Zona A	Comercio, vivienda, artesanía, equipamiento en general e industria no molesta, ambos compatible con vivienda y comercio. Mayor detalle en ordenanza.	Industria Insalubre, industria molesta e industria peligrosa	22,72
B	Zona B	Comercio, artesanía y vivienda, equipamiento en general e industria no molesta, ambos compatible con vivienda y comercio. Mayor detalle en ordenanza	Industria insalubre, industria molesta e industria peligrosa	54,94
C	Zona C	Vivienda, comercio y artesanía, equipamiento en general, compatible con vivienda y comercio.	Industrias	155,22
D	Zona D	Vivienda, uso hortícola, equipamiento e industria no molesta	Industria molesta, industria peligrosa e insalubre	30,82
E	Zona E	Área verde, Equipamiento deportivo y turístico, esparcimiento	Todos los no mencionados	24,57
F	Zona F	Equipamientos urbanos junto con usos circundantes	Industria molesta, industria peligrosa e insalubre.	8,39

De lo anterior se desprende que la mayor cantidad de hectárea regulada por este instrumento corresponde a la zona C, que permite asentamientos humanos, como viviendas, comercio y equipamiento en general siempre y cuando sea compatible con los usos anteriores. Por otro lado, se prohíbe la instalación de industrias en esa zona. Luego, se regula mayormente la zona B que permite, además de lo mencionado anteriormente, a la industria no molesta pero condicionado a detallarse en ordenanza. En la Figura 5.7 se expone la cartografía correspondiente a lo regulado en el territorio por el PRC.

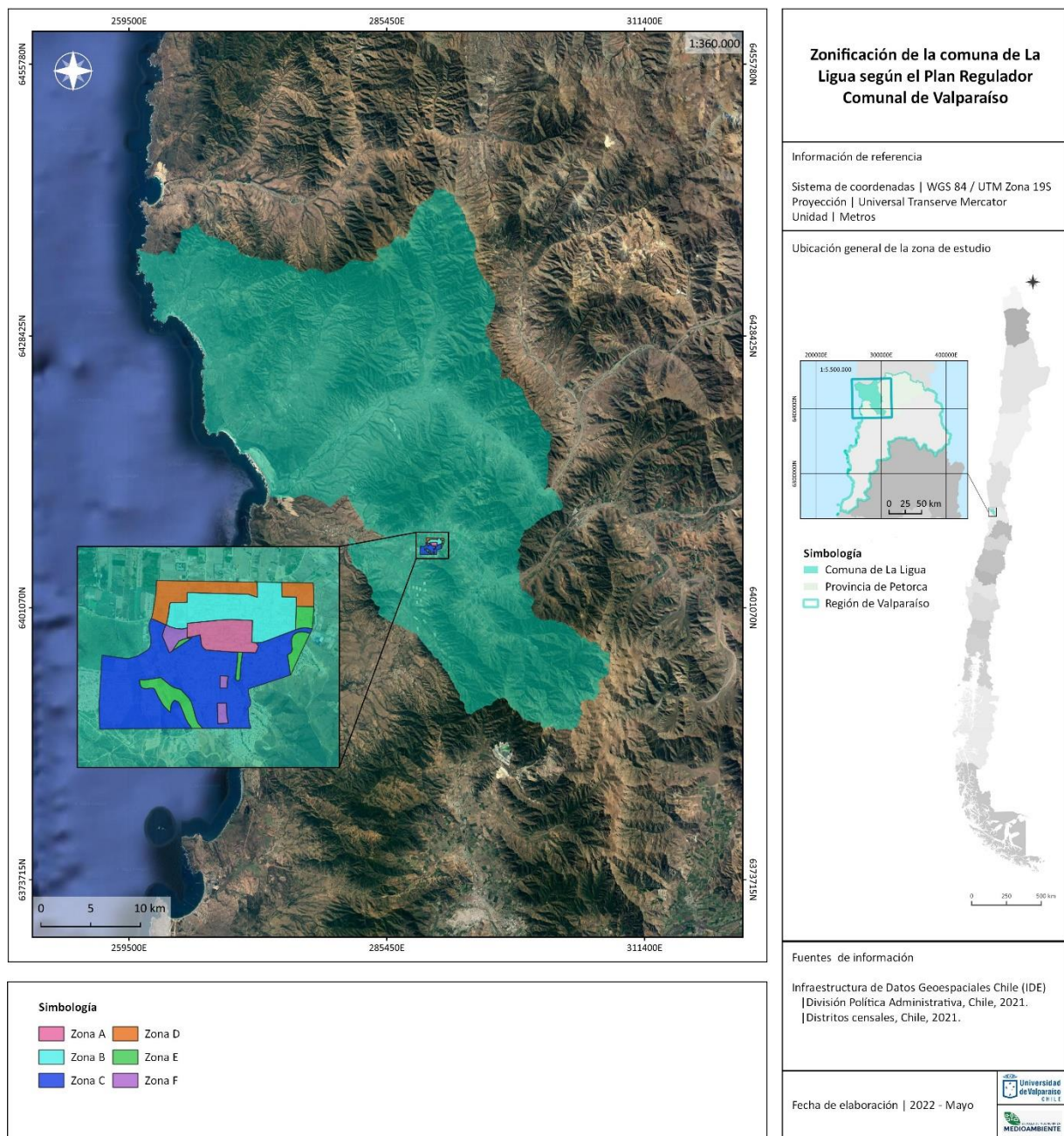


Figura 5.7. Zonificación comuna de La Ligua según Plan Regulador Comunal

▪ **Actividades económicas y productivas relevantes**

Las actividades económicas y productivas relevantes presentes dentro del territorio comunal y aquellas que se encuentran planificadas corresponden a:

Actividades económicas y productivas existentes en la comuna de La Ligua

De acuerdo a la información disponible en la BCN en su reporte del año 2021, las actividades económicas y productivas relevantes existentes en la comuna al año 2019 son las expuestas en la Tabla 5.13, donde el mayor número de empresas pertenecen al rubro del “comercio al por mayor y menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas” (33,54%), siendo secundado por el rubro de la “agricultura, ganadería, silvicultura y pesca” (17,32%), por otro lado, en cuanto al número de empleados, estos se encuentran concentrados principalmente entre el rubro de “comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas” (25,63%) situación que se justifica por la predominancia de este en cuanto a cantidad de empresas existentes, sin embargo, el segundo lugar lo ocupa el rubro de la “administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria” con un 15,26%, ocupando el tercer lugar el rubro de la “agricultura, ganadería, silvicultura y pesca” con un 14,92%.

Actividades económicas y productivas planificadas en la comuna

En concordancia con los resultados obtenidos en la búsqueda de proyectos en estado de calificación o admisión en el SEIA, si visualizaron tres proyectos, cuya inversión total es de MMU\$18.420, los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5.14. Se destaca igualmente que todos fueron presentados el año 2021 y que ninguno de los tres corresponda a una tipología de proyecto que puede ser una potencial fuente emisora de olores molestos.

Tabla 5.13. Principales rubros y cantidad de empresas y de empleados en la comuna de La Ligua.

Rubro	Empresas		N° Empleados	
	N°	%	N°	%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	551	17,32%	1.155	14,92%
Explotación de minas y canteras	23	0,72%	60	0,78%
Industria manufacturera	338	10,63%	456	5,89%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	8	0,25%	15	0,19%
Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación	33	1,04%	74	0,96%
Construcción	182	5,72%	447	5,77%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	1.067	33,54%	1.984	25,63%
Transporte y almacenamiento	273	8,58%	244	3,15%
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	200	6,29%	272	3,51%
Información y comunicaciones	15	0,47%	22	0,28%
Actividades financieras y de seguros	20	0,63%	12	0,16%
Actividades inmobiliarias	47	1,48%	75	0,97%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	87	2,73%	191	2,47%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	85	2,67%	738	9,53%
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	1	0,03%	1.181	15,26%
Enseñanza	35	1,10%	506	6,54%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	34	1,07%	98	1,27%
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	35	1,10%	28	0,36%
Otras actividades de servicios	134	4,21%	153	1,98%
Sin información	13	0,41%	30	0,39%
Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares	0	0,00%	0	0,00%
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	0	0,00%	0	0,00%
Total	3.181	100%	7.741	100%

Tabla 5.14. Actividades económicas y productivas planificadas en la comuna de La Ligua.

Nombre	Tipo	Carácter regional	Titular	Fecha de presentación	Tipología	Inversión [MMU\$]	Estado
Transporte terrestre de ácido sulfúrico y el PLS entre la región de Arica y Parinacota y Valparaíso.	DIA	Interregional	Asociación Gremial de Dueños de Camiones de Calama	07-12-2021	ñ.5	9.720	En Calificación
Planta Solar La Ligua 9 MW	DIA	Local	LETRAN TRANSMISIÓN SPA	18-08-2021	c	6.700	En Calificación
Continuidad Operacional Planta Pullalli	DIA	Local	Compañía Minera Pullalli SpA	06-04-2021	i.3	2.000	En Calificación

C) Fuentes emisoras

En la comuna se identificaron un total de 8 instalaciones que presentan las tipologías de fuentes potencialmente emisoras de olores molestos expresadas en la Tabla 1.2, las cuales se encuentran detalladas en la Tabla 5.15.

Tabla 5.15. Instalaciones potencialmente generadoras de olores molestos en la comuna de La Ligua.

Nombre	Localización distrital	Titular	Tipología	Fecha de presentación al SEIA
Plantel de Pavos Quebradilla	Quebradilla	Sopraval SpA	I.4	03-08-2000
Proyecto Plantel de Pavos Talanquén	Quebradilla	Sopraval SpA	I.4	15-03-2005
Plantel de Pavos Santa Ana Sopraval S.A.	Trapiche	Sopraval SpA	I.4	19-04-2007
Plantel Reproductor de Aves Huaquén	Huaquén	Sopraval SpA	I.4	26-09-2007
Planta Procesadora de Aceite de Oliva y Palta Huaquén, La Ligua Región de Valparaíso.	Los Hornos	Agroindustrial Huaquén S.A.	I.1	21-01-2008
Hijuela 27 Kilómetro 170 Ruta 5 Norte	Huaquén	Inmobiliaria Huaquén SpA	o.4	22-06-2018
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas La Ligua	Ligua Norte	ESVAL S.A	o.4	27-01-1999
Planta de Tratamiento de Aguas Servidas y Sistema de Purificación de Agua Potable Bahía Pichicuy-2	Huaquén	Inmobiliaria Pichicuy Alto Ltda.	o.4	30-10-1998
Centro de Acopio de Guano de Carne (GAC) Mariano Alfonso Sopraval S.A.	Casas viejas de Longotoma	Sopraval SpA.	t-ingreso voluntario	06-10-2006

Sin embargo, para la presente evaluación, sólo se considerarán aquellos proyectos que representen ser un punto de conflicto con respecto a la población, por lo que se ha diseñado un algoritmo de decisión para permitir la clasificación de proyectos problemáticos de los que no lo son en la actualidad, el cual se expone en la Figura 5.8.

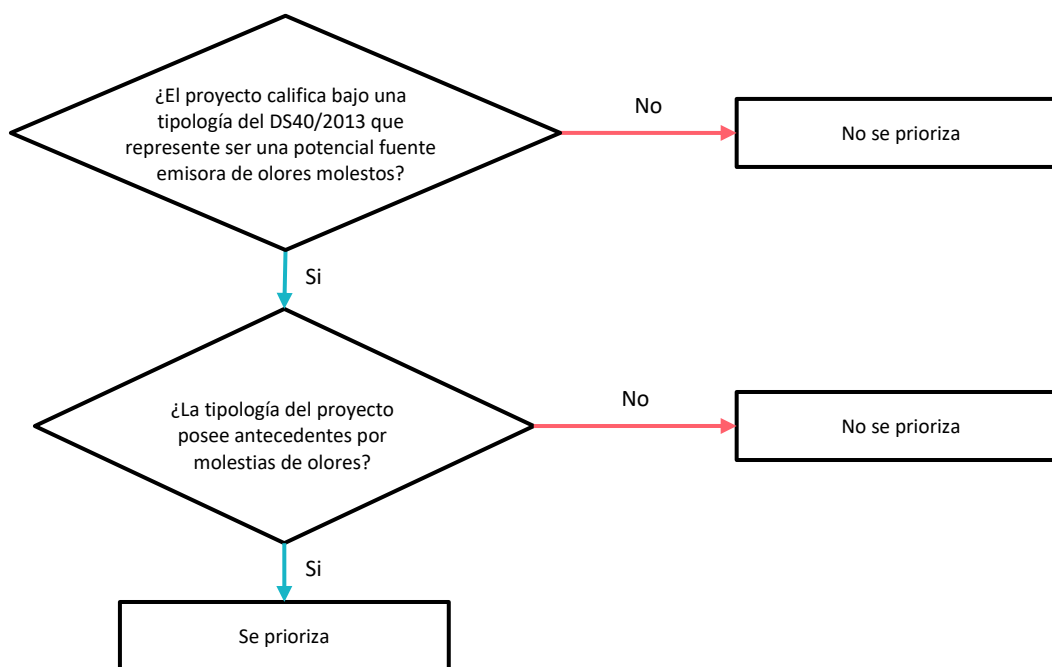


Figura 5.8. Algoritmo de decisión de priorización de proyectos en la comuna de La Ligua.

Según la Tabla 5.15 son 9 los proyectos a evaluar por el algoritmo diseñado, donde en base al antecedente de que en la comuna actualmente existe un conflicto socioambiental, el cual está referido a la tipología I.4 (INDH, 2015), los proyectos priorizados corresponden al Plantel de Pavos Quebradilla, Plantel de pavos Talanquén, Plantel de Pavos Santa Ana, Plantel Reproductor de Aves Huaquén y al centro de Acopio de Guano de Carne (GAC) Mariano Alfonso Sopraval S.A, cuya ubicación se expone en la Tabla 5.16 y se puede observar en la Figura 5.9.

Tabla 5.16. Coordenadas de las fuentes emisoras ubicadas en la comuna de La Ligua.

Establecimientos	Coordenada WGS84 19S	
	Este	Norte
Plantel de Pavos Talanquén	288300	6399500
Planten de Pavos Quebradilla	288719	6402677
Centro de Acopio de Guano de Carne	280933	6414171
Plantel de Pavos Santa Ana	283972	6420500
Plantel Reproductor de Aves Huaquén	275487	6421609

En las Tabla 5.17 a la Tabla 5.30 se presentan las fichas DFE-0N°-2022 con la correspondiente caracterización de cada proyecto.

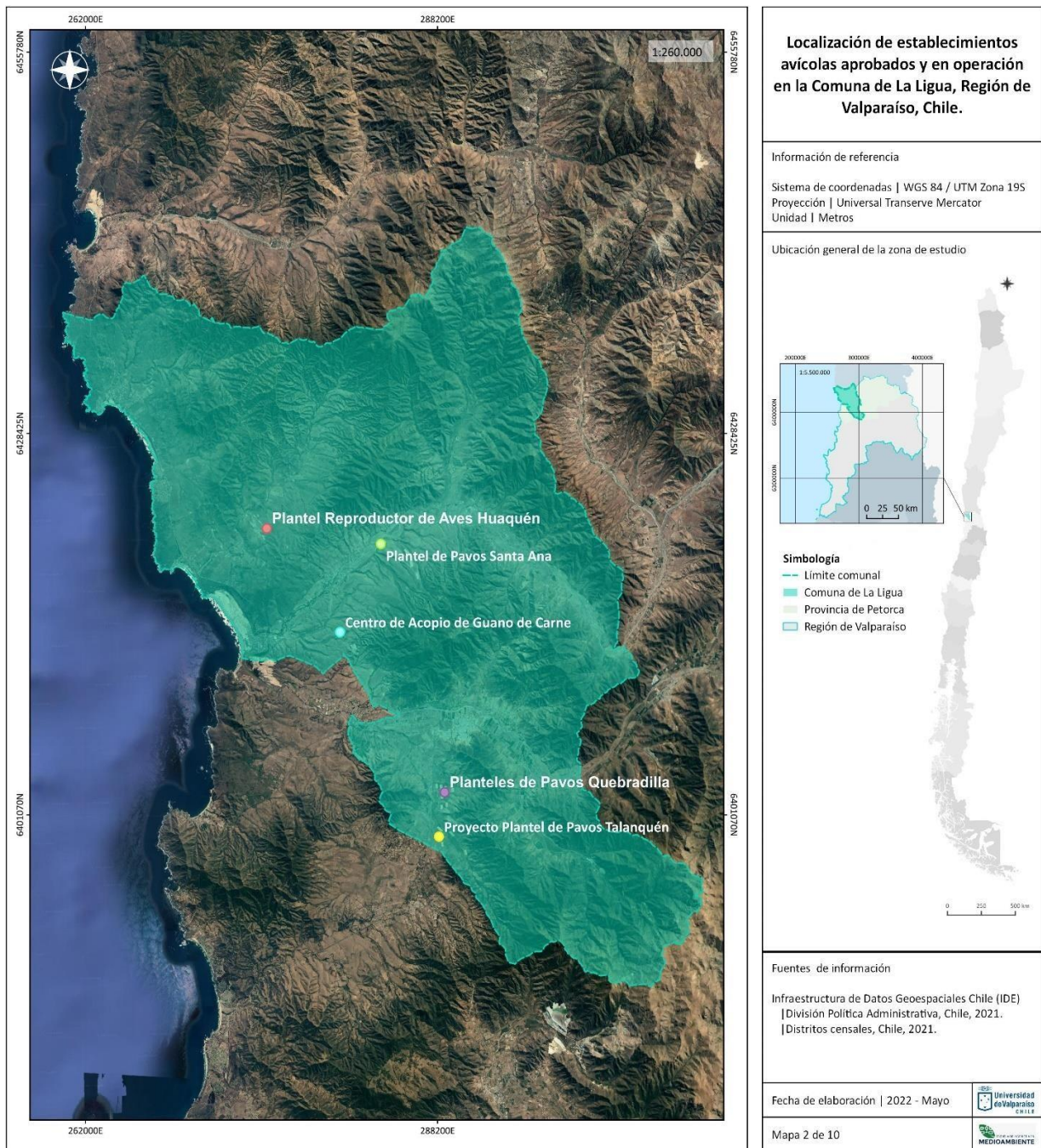


Figura 5.9. Ubicación de los proyectos considerados en el estudio.

Tabla 5.17. Ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Talanquén".


	Descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Talanquén"														Código	DFE – 01 – 22
															Fecha	01 – 11– 22
	Página	1 de 3														
Antecedentes generales																
Tipología	k.1	k.2	l.1	l.2	l.3	l.4	l.5	l.6	m.4	n.6	o.4	o.5	o.7	o.8		
						X										
Objetivo general	El objetivo general del proyecto Plantel Talanquén es la construcción y operación de un plantel de crianza y engorda de pavos para una capacidad máxima de 312.000 machos o 465.600 hembras por ciclo.															
Inicio de ejecución y vida útil	La puesta en marcha de la construcción del plantel se planificó para el segundo semestre del 2005 y se consideró una vida útil de 20 años, sin embargo no se contempló una etapa de abandono propiamente tal, ya que Sopraval S.A. analizará diversas alternativas de uso, considerando entre otras una modernización, reacondicionamiento, etc.															
Localización	El plantel se encuentra localizado en el Fundo Talanquén a 10 [km] del Sur de La Ligua. El acceso se realiza por la Ruta 5 Norte hasta empalmar en el km 143 con la ruta E-023 (ruta Talanquén), desde donde se ingresa al área del proyecto. Según lo dispuesto en la RCA 309/2006, la vivienda más cercana se encuentra a 1 [km] y la localidad poblada más cercana se encuentra aproximadamente a 2 [km] del área del proyecto.															
Superficie	El proyecto comprende una superficie de 4.500 hectáreas aproximadamente, considerando la habitación de cuatro sectores productivos conformados por un grupo de 12 pabellones y los caminos de acceso, sin embargo, se construyeron cuatro sectores con 10 pabellones cada uno, lo que equivale a 31,3 [ha] construidas.															
Principales Instalaciones																
Instalación	Descripción															
Pabellones	El plantel se compone de 40 pabellones, distribuidos en 4 sectores (10 cada uno), cuya superficie es de 1.800 [m ²]. Se construyeron sobre terraplenes de 160 [m] por 16 [m] de una mezcla estabilizada de piedras y arenas, y sobre esta un capa de asfalto. Los muros perimetrales de los pabellones son de hormigón y madera impregnada con una altura de 60 [cm] y el techo de lata o un material similar. El sistema de ventilación de los pabellones es a través de cortinas, es decir, se realiza mediante una ventilación natural.															
Almacenamiento de alimento	Se consideró que cada pabellón contará con un silo de alimentación con una capacidad máxima de 16 toneladas, ubicados en la cabecera de estos, lo que se traduce en que el plantel posee 40 sitios de almacenamiento de alimento.															
Centros de acopio de GAC	El proyecto contempló un área para utilizar como centro de acopio de GAC de 2 [ha] en casos de contingencia, cuya superficie fue nivelada y según lo expuesto por el Titular en la DIA, este se encontraría cercado en todo su perímetro con señalética en la entrada que permitiría identificar el centro de acopio.															
Fosas para aves muertas o zonas de transferencia para mortalidades.	La disposición final de las aves muertas es en fosas de 25 [m ³] de capacidad, abarcando individualmente una superficie de 10 [m ²]. Cada fosa contará con tapas y acondicionadas con un sistema de ventilación con rejilla. Se ubicarán aledañas a cada sector a una distancia de 10 a 20 [m] desde el pabellón más próximo. Según la información de la Adenda 1 del proyecto, la vida útil estimada de las fosas es de 1,3 ciclos (4,6 meses aproximadamente) en el caso que los sectores sean destinados a la engorda de machos y de 10,1 ciclos (2 años aproximadamente) si los sectores son destinados a engordar hembras.															
Administración y control de accesos	El proyecto consideró la construcción de una casa para el cuidador de los sectores, además de oficinas y portería para el control de acceso al plantel.															

Tabla 5.18. Continuación de ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto “Plantel de Pavos Talanquén”.


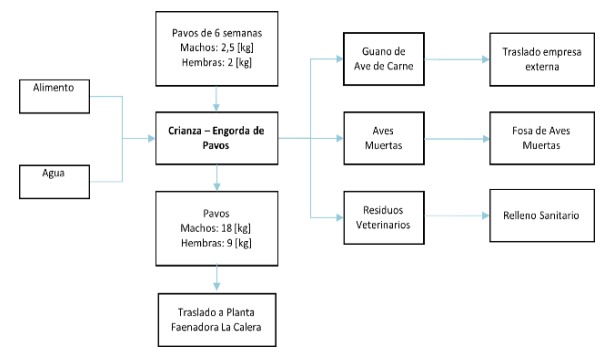
	Descripción y fuentes de emisión del proyecto “Plantel de Pavos Talanquén”	Código	DFE – 01 – 22		
		Fecha	01 – 11 – 22		
		Página	2 de 3		
Proceso					
Descripción del proceso		Diagrama de flujo del proceso			
<p>El proceso comienza con la llegada de pavos machos y hembras de 6 semanas para ser criados y engordados durante 90 y 56 días respectivamente, considerando un total de 3,5 y 5,2 ciclos al año y termina con el traslado de las aves hacia la planta faenadora existente en la comuna de La Calera. La limpieza una vez acabado el ciclo productivo, consiste en el retiro de GAC y desinfección por medio de un sistema a presión que nebuliza amonio cuaternario. El GAC principalmente es retirado por una empresa externa, sin embargo, cuando esta no pueda realizar dicho servicio, se contará con un centro de acopio, pudiendo mantenerlo durante un tiempo inferior a los 8 meses y será almacenado en pilas de 2,5 x 6 x 30 [m] En relación a las mortalidades, estas son depositadas en las fosas de aves muertas.</p>					
Medidas de control de olores					
Instalación	Medida				
Pabellones	Durante el día, se mantendrán abiertas las cortinas laterales para mantener la ventilación y durante la noche se cerrarán. Además, durante la semana 7 y 8 de vida de los pavos se realizará una mezcla de las deyecciones depositadas en la superficie de la cama con el material seco de mayor profundidad.				
Centro de acopio GAC	Para el control de olores del centro de acopio de GAC se tiene considerado que cuando se detecte un cambio de coloración local en la base de la pila lo que refleja la ocurrencia de un proceso de anaerobiosis, se procederá de manera inmediata a realizar un volteo para airear la pila con el fin de evitar la emanación de compuestos odoríferos como el H ₂ S.				
Fosas para aves muertas	Las tapas metálicas de las zonas de transferencia sólo se abrirán para depositar las mortalidades en un tiempo acotado. Se aplicará cal sobre las mortalidades cubriéndolas por completo y se superpondrán filtros vegetales de hojas de eucalipto sobre los ductos de ventilación, en caso de lluvias, se sellarán con plásticos.				
Fuentes de emisión consideradas en la evaluación					
Fuente	Identificación	Tipo de fuente			
		Difusa	Puntual	Lineal	Móvil
Pabellones	Con ventilación natural, las emisiones de olor son generadas por la crianza de aves, ventilación y limpieza de pabellón.	X			
Pilas de acopio de GAC	Se generan emisiones de olor por acumulación y secado de guano.	X			
Fuentes de emisión no consideradas en la evaluación					
Fuente	Justificación				
Zonas de transferencia	Por el manejo de recolección y control de olores se consideran emisiones no significativas.				
Fosas de aves muertas					
Transporte de GAC					
Transporte de aves					

Tabla 5.19. Continuación de ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto “Plantel de Pavos Talanquén”.





	<p>Descripción y fuentes de emisión del proyecto “Plantel de Pavos Talanquén (PAV_TAL)”</p>	Código	DFE – 01 – 22
		Fecha	01 – 11– 22
		Página	3 de 3
<p>Localización fuentes de emisión consideradas en la evaluación</p>			
		<p>Localización de las fuentes de emisión consideradas en la evaluación del Plantel de Pavos Talanquén</p> <p>Información de referencia Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p> <p>Ubicación general de la zona de estudio</p>  <p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Comuna de La Ligua ■ Provincia de Petorca ■ Región de Valparaíso 	
<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Pabellones - Sector 1 ■ Pabellones - Sector 2 ■ Pabellones - Sector 3 ■ Pabellones - Sector 4 ■ Centro de Acopio GAC 		<p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geoespaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021.</p> <p>Fecha de elaboración 2022 - Mayo</p> 	

Tabla 5.20. Ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Quebradilla".


	Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>"Plantel de Pavos Quebradilla"</i>														Código	DFE – 02 – 22
															Fecha	01–11–22
	Página	1 de 5														
Antecedentes generales																
Tipología	k.1	k.2	l.1	l.2	l.3	l.4	l.5	l.6	m.4	n.6	o.4	o.5	o.7	o.8		
						X										
Objetivo general	Originalmente, el proyecto tenía por objetivo la engorda de pavos cuya capacidad total de albergue diario era de 585.000 pavos macho, sin embargo, durante el transcurso de la operación se han realizado modificaciones que no requirieron entrar al SEIA, una de ellas asociada a la crianza de pavos hembra que hacen ingreso con 6 semanas de edad aproximadamente y se mantienen durante un ciclo de 7,5 semanas, por otra parte, la "Flexibilización Operativa Planteles de Pavos Quebradilla", realiza la modificación operativa de habilitación de instalaciones para recepcionar pavitos de un día (pre-engorda) optando por una crianza continua.															
Inicio de ejecución y vida útil	La RCA N°68/2002 planificaba un inicio de ejecución una vez terminada la construcción y habilitación de la primera granja (plantel) cuya fecha de inicio se contemplaba durante al año 2001. En el caso de la "Flexibilización Operativa Planteles de Pavos Quebradilla", se estimó que el inicio de ejecución fue a finales de febrero del año 2015 con la Resolución de Calificación Ambiental aprobada. En cuanto a la vida útil, inicialmente se proyectaban 20 años como mínimo para el caso de la RCA N°68 y 50 años para la flexibilización operativa, sin embargo, esta vida útil recae sólo en las instalaciones y no en el proyecto como tal, ya que una vez transcurridos los años de vida útil mencionados anteriormente, se analizarán alternativas de cambios tecnológicos para modernización, reacondicionamiento, etc.															
Localización	El Plantel de Pavos Quebradilla se encuentra emplazado en el fundo La Rinconada de la Quebradilla, el que comprende una superficie de 1059 [ha], subdividido en los roles 99-437 y 99-438 denominados Hijueta N°5-B, Hijueta N°6 e Hijueta N°7. El ingreso a las instalaciones se realiza a través de la Ruta 5 Norte km 146.880 tramo Santiago-Los Vilos, aproximadamente a 8.4 [km] del cruce de Catapilco y a 350 [m] previo al ingreso del acceso a La Ligua, donde existe una oficina de control de acceso.															
Superficie	El terreno donde se encuentra emplazado es de 1.059 [ha] de las cuales, según lo dispuesto en la RCA N°68/2002, 7,56 [ha] son ocupadas por cada plantel que contienen 10 pabellones de 0,18 [ha], dando como resultado una superficie de 22,68 [ha] por sector (tres sectores con tres planteles cada uno), mientras que 0,0006 [ha] corresponden a la red vial interna. De acuerdo a lo establecido por la flexibilización operativa, la superficie de cada plantel (8 en total) desciende a 6 [ha] manteniendo la superficie de cada pabellón (emplazados en grupos de 8 por plantel), totalizando 48 [ha].															
Principales Instalaciones																
Instalación	Descripción															
Pabellones	En el área se encuentran instalados 64 pabellones, distribuidos en 8 sectores (8 cada uno), los cuales presentan dimensiones aproximadas de 150 [m] de largo por 12 [m] de ancho, separados entre sí por una distancia de 20 [m]. Se encuentran construidos en base a estructuras de madera ubicadas sobre plataformas de una mezcla estabilizada de piedras y arenas, con pisos de hormigón. La estructura básica consiste en muros perimetrales de 40 a 60 [cm] de altura, con ventanales con cortinas automáticas operadas en concordancia con los requerimientos de temperatura y ventilación requeridos.															
Almacenamiento de alimento	El almacenamiento de alimento se realiza a través de silos de 16 [ton] ubicados a un costado de cada pabellón, por lo que en total se encuentran instalados 64 silos de alimento, los cuales se encargan de distribuir el alimento hacia el interior de los pabellones.															

Tabla 5.21. Continuación de ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto “Plantel de Pavos Quebradilla”.


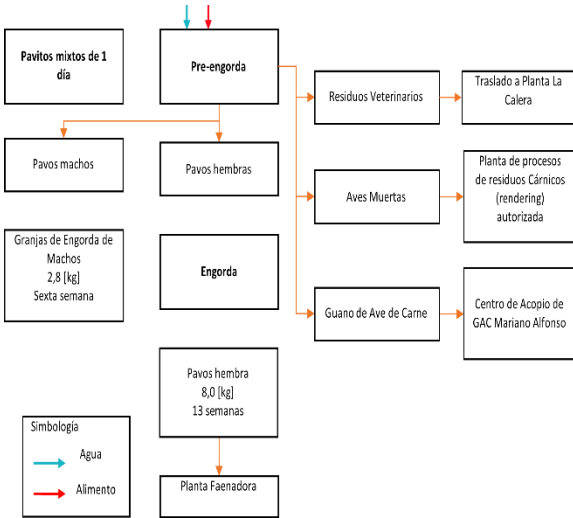
	Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>“Plantel de Pavos Quebradilla”</i>	Código	DFE – 02 – 22
		Fecha	01–11 –22
		Página	2 de 5
Principales instalaciones			
Centros de acopio GAC	El acopio de GAC de este plantel se realiza en el Centro de Acopio de Guano de ave de Carne (GAC) Mariano Alfonso, emplazado en Longotoma, La Ligua, Región de Valparaíso. Este centro es una instalación cuya evaluación comienza el año 2006 por la necesidad de contar con un centro de acopio temporal debido al copamiento del centro de acopio de GAC El Navío, lugar de disposición original del presente proyecto a cargo de la empresa Pucalán. Esta Centro cuenta con dos sectores de 13 y 5 [ha] respectivamente, teniendo como capacidad total máxima de acopio 125.100 [m ³] y 91.350 [m ³] para el sector 1 y 33.750[m ³] para el sector 2, considerando pilas de dimensiones de 2,5 x 3 x 30 [m]. Este centro también cuenta con siete pozos decantadores que reciben el agua de las zanjas y cuatro lagunas colectoras donde se acumula el agua para usarla en la humectación del GAC y para el riego de la cortina vegetal.		
Fosa para aves muertas o zonas de transferencia para mortalidades.	Dentro de los planteles se encuentran zonas de transferencia para mortalidades, las cuales son estructuras de hormigón con tapas de metal tanto en la zona superior (para cargar) y en el costado (para descargar), por otro lado, en caso de sólo de contingencias, cada sector cuenta con una fosa de 4 x 2,5 x 2,5 [m].		
Infraestructura de administración y control de accesos.	Se cuenta con una oficina de control de acceso en el ingreso del predio el cual cuenta con rodiluvios para la desinfección de ruedas y secciones laterales de camiones y vehículos, además de oficina administrativa.		
Proceso			
Descripción del proceso	Diagrama de flujo del proceso		
<p>El proceso productivo consiste en la crianza continua de pavitos mixtos de 1 día de edad, incluyendo pre-engorda y engorda. La duración total del ciclo son 112 días, dando un total de 3,4 ciclos por año. Para las hembras el ciclo comienza con la pre-engorda de 42 días y continúa con la engorda durante 48 días más, en el caso de los machos su ciclo comienza y termina con la pre-engorda de 42 días. La capacidad de albergue diario de los planteles es de 1.300.000 aves y la alimentación consiste en maíz (57%), soya (32%), afrechillo (4%), grasa (2%), minerales, vitaminas y otros (5%). Con respecto a la limpieza, esta se demora un promedio de 15 días, donde por medio de cargadores frontales se retira el guano de ave de carne (GAC) el cual se transporta hacia el centro de producción y manejo de GAC Mariano Alfonso, acomodándose en pilas de 2,5 x 3 x 30 [m] para controlar las condiciones de humedad y temperatura mediante volteos cada 3 a 7 días según corresponda. En el caso del manejo de aves muertas, el control se realiza diariamente mediante la recolección a través de contenedores estancos, para luego depositarlas en las zonas de transferencia de mortalidades, donde una empresa autorizada procede a retirarlas. Sólo en casos de contingencia existen fosas excavadas.</p>			

Tabla 5.22. Continuación de ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto “Plantel de Pavos Quebradilla”.


		Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>“Plantel de Pavos Quebradilla”</i>		Código	DFE – 02 – 22
				Fecha	01 –11 –22
				Página	3 de 5
Medidas de control de olores					
Instalación	Medida				
Pabellones	Se contempla un adecuado control de cortinas y ventilación en concordancia con reglamentos internos del titular, en cuanto a la humedad, se realizarán mantenciones a los bebederos para asegurar su adecuado funcionamiento evitando derrames. Además, se realizarán remociones de la cama según la edad de los pavos, lo que ayudará a la ventilación, minimizando humedad y acumulación de olores. Para prevenir al máximo las fuentes de olor, se mantendrán instructivos de lavado y desinfección de pabellones y equipos. Se evitarán los derrames de GAC, no se acopiará en el exterior de los pabellones y se evitará el contacto con la lluvia. En el caso de que el GAC no pueda ser retirado, este deberá permanecer dentro del pabellón hasta su retiro.				
GAC	El transporte de GAC se realiza en horario diurno (hasta las 18:00 horas) cubierto con carpa. En el centro de acopio se evitará voltear las pilas cada dos semanas a lo menos y se implementó un cerco vivo y una cortina cortavientos de malla de monofilamento en aquellos lugares que presenten mayor desplazamiento de masas frías de aire.				
Fosas para aves muertas	Las tapas metálicas de las zonas de transferencia sólo se abrirán para depositar las mortalidades en un tiempo acotado. Se aplicará cal sobre las mortalidades cubriéndolas por completo y se superpondrán filtros vegetales de hojas de eucalipto sobre los ductos de ventilación, en caso de lluvias, se sellarán con plásticos.				
Medidas adicionales	En el predio existe una cortina vegetal en puntos de impacto de vientos predominantes hacia sectores poblados o viviendas aisladas, mediante arboles (eucaliptos principalmente) y arbustos aromáticos. Por otro lado, se establece un sistema de recepción de denuncias, quejas y/o reclamos por parte de la comunidad u otras partes interesadas, el cual contará con un correo electrónico, un libro de constancias ubicado en la garita de acceso al plantel y un número telefónico de llamada local. Una vez recibida una queja, se seguirá el procedimiento interno, donde se analizará la comunicación y en caso de que lo requiera se generará un plan de acción a través de una acción correctiva o preventiva según corresponda.				
Fuentes de emisión consideradas en la evaluación					
Fuente	Identificación	Tipo de fuente			
		Difusa	Puntual	Lineal	Móvil
Pabellones	Con ventilación natural, las emisiones de olor son generadas por la crianza de aves, ventilación y limpieza de pabellón.	X			
Pilas de acopio de GAC	Se generan emisiones de olor por acumulación y secado de guano.	X			
Fuentes de emisión no consideradas en la evaluación					
Fuente	Justificación				
Zonas de transferencia	Por el manejo de recolección y control de olores se consideran emisiones no significativas.				
Fosas de aves muertas					
Transporte de GAC					
Transporte de aves					

Tabla 5.23. Continuación de ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto “Plantel de Pavos Quebradilla”.



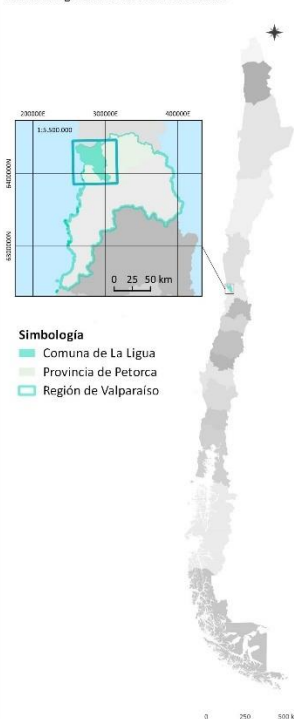

	Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>“Plantel de Pavos Quebradilla”</i>	Código	DFE – 02 – 22		
		Fecha	01 –11– 22		
		Página	4 de 5		
Localización fuentes de emisión consideradas en la evaluación					
		<p style="text-align: center;">Localización de las fuentes de emisión consideradas en la evaluación del Plantel de Pavos Quebradilla</p> <p>Información de referencia</p> <p>Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p> <p>Ubicación general de la zona de estudio</p>  <p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Comuna de La Ligua ■ Provincia de Petorca ■ Región de Valparaíso 			
<p>Simbología</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ Pabellones - Sector 1 ■ Pabellones - Sector 2 ■ Pabellones - Sector 3 ■ Pabellones - Sector 4 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ Pabellones - Sector 5 ■ Pabellones - Sector 6 ■ Pabellones - Sector 7 ■ Pabellones - Sector 8 </td> </tr> </table>		<ul style="list-style-type: none"> ■ Pabellones - Sector 1 ■ Pabellones - Sector 2 ■ Pabellones - Sector 3 ■ Pabellones - Sector 4 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pabellones - Sector 5 ■ Pabellones - Sector 6 ■ Pabellones - Sector 7 ■ Pabellones - Sector 8 	<p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geoespaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Pabellones - Sector 1 ■ Pabellones - Sector 2 ■ Pabellones - Sector 3 ■ Pabellones - Sector 4 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pabellones - Sector 5 ■ Pabellones - Sector 6 ■ Pabellones - Sector 7 ■ Pabellones - Sector 8 				
		<p>Fecha de elaboración 2022 - Mayo</p> 			

Tabla 5.24. Continuación de ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto “Plantel de Pavos Quebradilla”.




	Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>“Plantel de Pavos Quebradilla”</i>	Código DFE – 02 – 22
		Fecha 01 –11– 22
		Página 5 de 5
Localización fuentes de emisión consideradas en la evaluación		
		<p style="text-align: center;">Localización de las fuentes de emisión consideradas en la evaluación del Plantel de Pavos Quebradilla</p> <p>Información de referencia</p> <p>Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p> <p>Ubicación general de la zona de estudio</p>  <p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Comuna de La Ligua ■ Provincia de Petorca Región de Valparaíso
<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> GAC - Sector 1 GAC - Sector 2 		<p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geospaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021.</p> <p>Fecha de elaboración 2022 - Mayo</p> 

Tabla 5.25. Ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Santa Ana".


	Descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Santa Ana"													Código	DFE – 03 – 22
														Fecha	02 – 11 – 22
	Página	1 de 3													
Antecedentes generales															
Tipología	k.1	k.2	l.1	l.2	l.3	l.4	l.5	l.6	m.4	n.6	o.4	o.5	o.7	o.8	
						X									
Objetivo general	El objetivo general del Plantel de Pavos Santa Ana es la instalación y operación de un plantel de cría y engorda de pavos, cuya capacidad es de 750.000 machos o 1.200.000 hembras por cada ciclo, lo que permitiría satisfacer tanto la demanda nacional como internacional.														
Inicio de ejecución y vida útil	El inicio de ejecución del plantel se estimó en el año 2008, cuya fecha de término será al año 2058 (50 años de vida útil), sin embargo, al igual que los otros proyectos, no se contempla una fase de abandono sino que se evaluarán etapas de modernización y reacondicionamiento de las instalaciones.														
Localización	El proyecto se emplaza en el Fundo Longotoma, ubicado en el sector de Santa Ana a 14 [km] en línea recta y a 30 [km] por camino de acceso al norte de la comuna de La Ligua, Región de Valparaíso, siendo la localidad de Trapiche el área poblada más cercana emplazada a 1 [km] al Norte del predio. El acceso al área del Proyecto es por la ruta E-253 la cual une la Autopista del Aconcagua (Ruta 5 Norte) con Petorca, a 10,197 [km] desde el empalme del camino con la Ruta 5.														
Superficie	El fundo posee una superficie de 3.600 [ha], de las cuales, originalmente se pretendía abarcar 110,7 [ha] en total, sin embargo la superficie construida actualmente es bastante menor con casi 16 [ha].														
Principales Instalaciones															
Instalación	Descripción														
Pabellones	Existen instalados 30 pabellones distribuidos en tres sectores (10 cada uno). Las dimensiones de estos corresponden a 150 x 12 [m], construidas sobre terraplenes de 160 x 16 [m]. La estructura de los pabellones consiste en muros perimetrales que poseen una altura de entre 40 a 60 [cm] hechos de hormigón y madera impregnada.														
Almacenamiento de alimento	El alimento se acopiará, al igual que en los proyectos precedentes en silos de 16 [ton] situados en el exterior de cada pabellón.														
Centros de acopio de GAC	El proyecto contempla dos Centros de Acopio de GAC dentro del mismo predio donde se habilitarán celdas de 6 [m] de ancho por 1,2 o 2,5 [m] de alto con largo variable en concordancia con la topografía y distancia entre celdas y hacia los deslindes de acopio de 3 [m].														
Área de "Estabilización-Compostaje" de aves muertas	El proyecto contempla un Área de "Estabilización-Compostaje" de aves muertas donde se formarán pilas trapezoidal de 2,5 [m] de base por 1,5 [m] de altura, de largo variable según la cantidad de mortalidades, con capas de GAC estabilizado y aves muertas alternadas de 30 [cm].														
Fosas para aves muertas o zonas de transferencia	Sólo en caso de contingencias, se emplearán fosas para aves muertas de hormigón ubicadas en cada sector (tres en total) y a una distancia de 10 a 20 [m] del pabellón más cercano. El volumen de estas fosas es de 25 [m ³] y esta recubierta en su base y paredes laterales por hormigón proyectado o Shocret de 5 [cm] de espesor.														
Administración y control de acceso	El proyecto considera una cantidad de dos casas para jefes de plantel y dos para camperos (cuidadores) además de oficinas, portería y un rodoluvio en el acceso al plantel, así como 1 reelevadora.														

Tabla 5.26. Continuación ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Santa Ana".


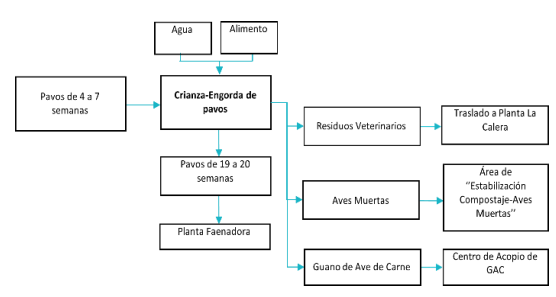
	Descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Santa Ana"	Código	DFE – 03 – 22		
		Fecha	02 – 11 – 22		
		Página	2 de 3		
Proceso					
Descripción del proceso El ciclo productivo comienza con el arribo de los pavos de 6 semanas. El ciclo para las hembras dura 56 días y para los machos 90 días, cumpliendo con 5,2 y 3,5 ciclos por año respectivamente. La alimentación se realiza de la misma forma que los proyectos anteriores, así como también la limpieza, donde dura 14 o 15 días, se retira el GAC el cual es retirado y trasladado hasta los centros de acopio y se desinfecta el pabellón con amonio cuaternario. Las mortalidades serán conducidas hacia el área de "Estabilización-compostaje" cuyo objetivo es la producción de un mejorador de suelos. En caso de contingencia, se depositarán en las fosas de aves muertas existentes.		Diagrama de flujo del proceso 			
Medidas de control de olores					
Instalación	Medida				
Pabellones	Se removerá la cama para mezclar las deyecciones superficiales con material de mayor profundidad. En cuanto a la extracción y descarga del GAC se realizará en horario diurno, además de disponer una cortina vegetal en el predio para disminuir la velocidad del viento y así el transporte de olores.				
GAC	Se realizarán volteos periódicos cada vez que se supere los 75 [°C] para evitar la generación de olores asociados al desarrollo de procesos degradativos de carácter anaeróbico.				
Fosas para aves muertas	Para depositar las aves nunca se abrirá la parte superior por completo sino que sólo su tapa de 60 x 60 [cm] y se aplicarán 5 [kg] de cal viva que cubra todos los cadáveres. Además se dispondrán hojas de eucaliptos como filtros vegetales a la salida exterior del ducto de ventilación.				
Área de compostaje de aves muertas	A modo de prevención, los volteos programados se realizarán durante jornada diurna en el momento en que el viento no presente influencia hacia sectores poblados.				
Fuentes de emisión consideradas en la evaluación					
Fuente	Identificación	Tipo de fuente			
		Difusa	Puntual	Lineal	Móvil
Pabellones	Con ventilación natural, las emisiones de olor son generadas por la crianza de aves, ventilación y limpieza de pabellón.	X			
Pilas de acopio de GAC	Se generan emisiones de olor por acumulación y secado de guano.	X			
Pilas de estabilización-compostaje de aves muertas	Se generan emisiones de olor por acumulación de aves muertas.	X			
Fuentes de emisión no consideradas en la evaluación					
Fuente	Justificación				
Zonas de transferencia	Por el manejo de recolección y control de olores se consideran emisiones no significativas.				
Fosas de aves muertas					
Transporte de GAC					
Transporte de aves					

Tabla 5.27. Continuación ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Santa Ana".


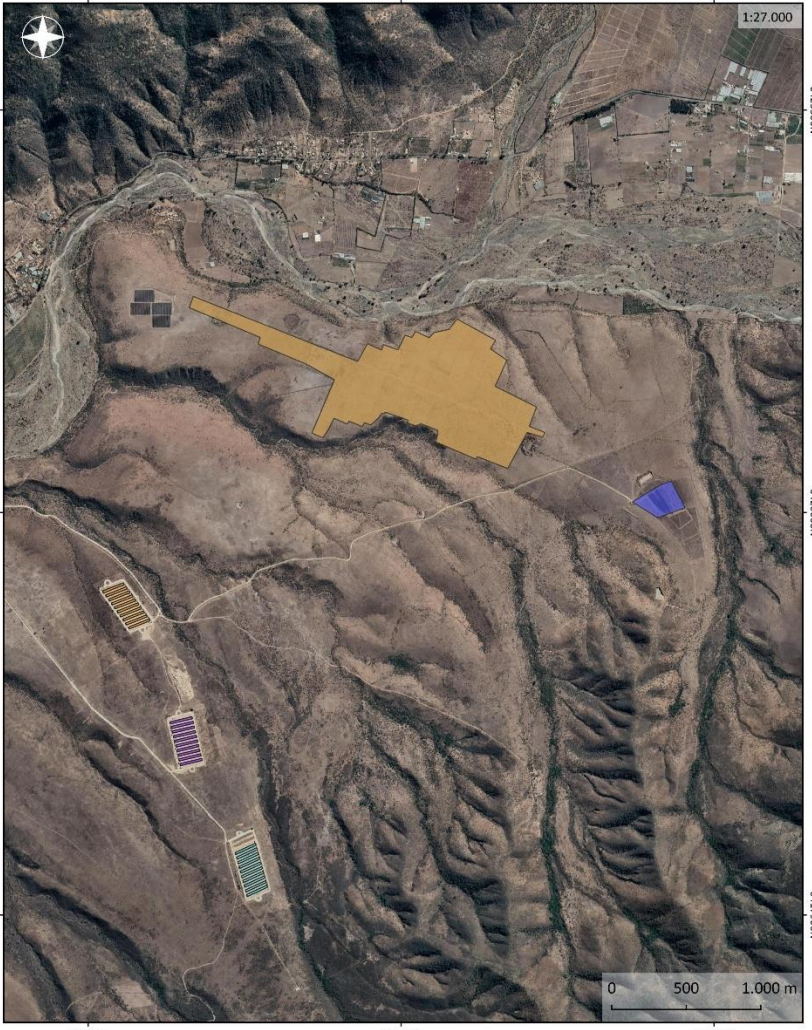


	<p>Descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel de Pavos Santa Ana"</p>	<p>Código</p>	<p>DFE – 03 – 22</p>
		<p>Fecha</p>	<p>02 – 11 – 22</p>
		<p>Página</p>	<p>3 de 3</p>
<p>Localización fuentes de emisión consideradas en la evaluación</p>			
		<p>Localización de las fuentes de emisión consideradas en la evaluación del Plantel de Pavos Santa Ana</p> <p>Información de referencia</p> <p>Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p> <p>Ubicación general de la zona de estudio</p>  <p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Comuna de La Ligua ■ Provincia de Petorca ■ Región de Valparaíso 	
<p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Pabellones - Sector 1 ■ Pabellones - Sector 2 ■ Pabellones - Sector 3 ■ Pilas de estabilización-compostaje de aves muertas ■ GAC - Sector 1 		<p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geospaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021.</p> <p>Fecha de elaboración 2022 - Mayo</p> 	

Tabla 5.28. Ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel Reprodutor de Aves Huaquén".


	Descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel Reprodutor de Aves Huaquén"														Código	DFE – 04 – 22
															Fecha	02 – 11 – 22
	Página	1 de 3														
Antecedentes generales																
Tipología	k.1	k.2	l.1	l.2	l.3	l.4	l.5	l.6	m.4	n.6	o.4	o.5	o.7	o.8		
						X										
Objetivo general	El objetivo general del Proyecto Plantel Reprodutor de Aves Huaquén es la construcción y operación de un Plantel de reproducción de pavos para una capacidad máxima estimada de 76.000 aves, machos y hembras.															
Inicio de ejecución y vida útil	La ejecución del plantel se estimó para iniciar inmediatamente después de otorgada la RCA. Se consideró una vida útil de 50 años, sin embargo no se contempló una etapa de abandono propiamente tal, ya que Sopraval S.A. analizará diversas alternativas de uso, considerando entre otras una modernización, reacondicionamiento, etc.															
Localización	Las obras e instalaciones del proyecto se emplazan en dos parcelas de propiedad del Titular (Sopraval SpA.) ubicados en el distrito censal de Huaquén Comuna de La Ligua, Provincia de Petorca, Región de Valparaíso, Chile. Las coordenadas de referencia corresponden a 6421609 Norte y 275487 Este (Datum WGS84). El acceso al plantel se realiza a través de la Ruta 5 Norte hasta llegar al km 169, posteriormente se debe seguir durante 6,7 km hacia el Sureste por el camino E-016 por donde se ingresa al área del proyecto.															
Superficie	Según lo dispuesto en la RCA N°309/2006 el proyecto Plantel Reprodutor de Aves Huaquén contemplaba la instalación de 8 sectores productivos, de dos pabellones cada uno. Sin embargo, se instalaron 6 sectores, 4 con dos pabellones cada uno y 2 sectores con 4 pabellones cada uno, dando un total de 16 pabellones dedicados a la reproducción de pavos machos y hembras. Como se mencionó anteriormente, el proyecto se ubica en dos parcelas (Norte y Sur). La parcela norte tiene una superficie de 118 [ha] y la parcela sur posee una superficie de 183 [ha], alcanzando una superficie total de 301 [ha].															
Principales Instalaciones																
Instalación	Descripción															
Pabellones	El plantel se compone de 14 pabellones, distribuidos en 6 sectores (4 sectores con 2 pabellones y 2 sectores con 4 pabellones cada uno), cada galpón posee una superficie de 1.455 [m ²], con unas dimensiones de 10 a 12 [m] de ancho por 121 – 145,5 [m] de largo, lo que, considerando la habilitación de 16 pabellones por sector da una superficie de 7.2 [ha]. Los muros perimetrales de los pabellones son de hormigón y madera impregnada con una altura de 60 [cm] y el techo de lata o un material similar. El sistema de ventilación de los pabellones es a través de cortinas, es decir, se realiza mediante una ventilación natural.															
Almacenamiento de alimento	El alimento de los pavos reproductores es almacenado en silos. En cuanto a la cantidad, los pabellones destinados únicamente a la crianza de pavos hembras contarán con un silo en la cabecera con una capacidad máxima de 15 [ton] y los galpones mixtos se dispondrán de un silo de 9 [ton] y otro de 7 [ton].															
Centros de acopio de GAC	El proyecto no contempló la construcción, operación y mantención de un Centro de Acopio de GAC															
Fosas para aves muertas o zonas de transferencia de aves muertas	La disposición final de las aves muertas es en fosas de 10 [m ³] de capacidad, abarcando individualmente una superficie de 5 [m ²]. Cada fosa contará con tapas más un ducto de ventilación de PVC de 110 [mm] y una altura entre 1,8 a 2 [m] con respecto del nivel del terreno, con rejilla y con un biofiltro en base a hojas de eucalipto. Se ubicarán en cada sector a una distancia de 10 [m] desde el pabellón más cercano. La vida útil estimada de las fosas es de 2 años aproximadamente.															
Administración y control de acceso	El proyecto consideró la construcción de una casa para el jefe de granja, una caseta de portería y dos oficinas, una para la administración y una como bodega.															

Tabla 5.29. Continuación ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel Reprodutor de Aves Huaquén".


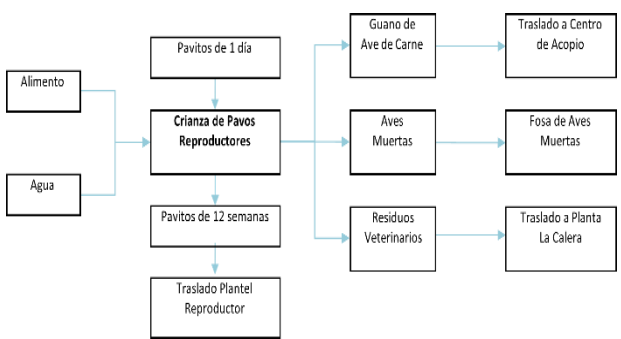




	Descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel Reprodutor de aves Huaquén"	Código	DFE – 04 – 22		
		Fecha	02 – 11 – 22		
		Página	2 de 3		
Proceso					
Descripción del proceso		Diagrama de flujo del proceso			
<p>El proceso inicia con la llegada de pavitos machos y hembras para ser criados (excluyéndose la engorda) durante 12 semanas hasta alcanzar el peso objetivo según sexo y finaliza con el transporte de los pavos hacia un plantel reproductor existente. Una vez finalizado el ciclo, comienza la fase de limpieza donde se retira el GAC y se desinfecta el pabellón. Como no se contempla un centro de acopio en el predio, el GAC es retirado hacia un centro de disposición autorizado. De acuerdo a la DIA, se contempla la habilitación de un pabellón de hembras con capacidad máxima de 4.800 individuos, mientras que el resto serían de crianza mixta alojando hasta 4.700 aves. En relación a la alimentación, esta considera las mismas características de los proyectos anteriores. En cuanto a las mortalidades, estas se disponen en fosas.</p>					
Medidas de control de olores					
Instalación	Medida				
Pabellones	Se privilegiarán condiciones adecuadas de ventilación y aireación, así como el manejo de la humedad de las camas de los pabellones. También se instaló una cortina vegetal en el perímetro de ambos predios reduciendo la dispersión de olores generados.				
GAC	Las actividades de extracción y carga del GAC se efectuarán solo en horario diurno, procurando mantener limpia la zona de carga con el fin de evitar la acumulación de material.				
Fosas para aves muertas	No se abrirá completamente la parte superior de la fosa, sino que sólo su tapa. Se aplicará cal viva por medio de un trompo dispuesto sobre la parte central de la fosa, cada vez que se depositen aves muertas en ella, cubriendo por completo los cadáveres. Además, se dispondrán filtros vegetales (hojas de eucaliptos) ubicados en la salida exterior del ducto de ventilación.				
Fuentes de emisión consideradas en la evaluación					
Fuente	Identificación	Tipo de fuente			
		Difusa	Puntual	Lineal	Móvil
Pabellones	Con ventilación natural, las emisiones de olor son generadas por la crianza de aves, ventilación y limpieza de pabellón.	X			
Fuentes de emisión no consideradas en la evaluación					
Fuente	Justificación				
Zonas de transferencia	Por el manejo de recolección y control de olores se consideran emisiones no significativas.				
Fosas de aves muertas					
Transporte de GAC					
Transporte de aves					

Tabla 5.30. Continuación ficha descripción y fuentes de emisión del proyecto "Plantel Reprodutor de Aves Huaquén".

	Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>"Plantel Reprodutor de aves Huaquén"</i>	Código DFE – 04 – 22						
		Fecha 02 –11– 22						
		Página 3 de 3						
Localización fuentes de emisión consideradas en la evaluación								
	<div data-bbox="1105 464 1424 611" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Localización de las fuentes de emisión consideradas en la evaluación del Plantel Reprodutor de aves Huaquén</p> </div> <div data-bbox="1105 611 1424 709" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Información de referencia</p> <p>Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p> </div> <div data-bbox="1105 709 1424 1507" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Ubicación general de la zona de estudio</p>  <p>Simbología</p> <ul style="list-style-type: none"> Comuna de La Ligua Provincia de Petorca Región de Valparaíso </div>							
<p>Simbología</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Pabellones - Sector 1</td> <td style="width: 50%;"> Pabellones - Sector 4</td> </tr> <tr> <td> Pabellones - Sector 2</td> <td> Pabellones - Sector 5</td> </tr> <tr> <td> Pabellones - Sector 3</td> <td> Pabellones - Sector 6</td> </tr> </table>	 Pabellones - Sector 1	 Pabellones - Sector 4	 Pabellones - Sector 2	 Pabellones - Sector 5	 Pabellones - Sector 3	 Pabellones - Sector 6	<div data-bbox="1105 1514 1424 1640" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geoespaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021.</p> </div> <div data-bbox="1105 1640 1424 1740" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Fecha de elaboración 2022 - Mayo</p>  </div>	
 Pabellones - Sector 1	 Pabellones - Sector 4							
 Pabellones - Sector 2	 Pabellones - Sector 5							
 Pabellones - Sector 3	 Pabellones - Sector 6							

D) Marco Normativo

La normativa que se considerará en la presente evaluación corresponde a la de Lombardía, Italia, cuyos valores límite se exponen en la Tabla 5.6. Esta decisión fue tomada en base a que los límites de concentración aplican indistintamente al sector evaluado, además de considerar el uso de suelo como factor determinante de los mismos.

Por otro lado, de acuerdo a la propuesta metodológica, se evaluará la frecuencia según normativa perteneciente a la República Federal Alemana (véase Tabla 5.31).

Tabla 5.31. Valores límites de frecuencia en diferentes áreas (Both, s.f.)

Uso de suelo	Frecuencia [%]
Área residencial y mixta	10
Zona comercial e industrial	15

5.4.2. Módulo II – Construcción de escenarios

A continuación se presentan los escenarios construidos para efectos de la modelación de la dispersión de olores de las fuentes de emisión consideradas en la sección anterior.

5.4.2.1. Estimación de emisiones de olor

A) Emisiones de referencia y factores de emisión

Emisiones de referencia

De los proyectos identificados dedicados a la crianza de aves, ninguno posee un Estudio de Impacto Odorante público por lo que para la obtención de emisión de referencia se realizó un análisis de proyectos ingresados al SEA desde la fecha en la cual entró en vigencia la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA” (2017) bajo el literal I.4 del DS40/2012 identificando 72 proyectos ingresados y aprobados a la fecha de la búsqueda (06/08/2022). Del total de proyectos, 3 se dedican a la crianza indistinta de pavos o pollos de los cuales 1 posee EIO, titulado como “*Mejoramiento y ajustes operacionales plantel de aves Huechún (tercer ingreso)*” el cual cuenta con emisiones de referencia por pabellones de pavos machos y centros de acopio GAC, y 12 establecimientos disponen sus instalaciones a la crianza únicamente de pavos, sin embargo ninguno posee EIO.

Las concentraciones de olor del proyecto fueron obtenidas a través de olfatometría dinámica y como se observa en la Tabla 5.32, las mediciones se realizaron en pabellones durante las semana 2, 8 y 15 de crianza y engorda de las aves, aumentando de una tasa de emisión de olor (TEO) de 3.535 unidades por segundo en la primera semana de medición hasta 11.324 unidades por segundo en la última semana de crianza, por lo que el factor de emisión (FEO) que representa el máximo de emisiones corresponde a esta semana con un valor de 2,5 unidades de olor por ave.

Tabla 5.32. Emisiones de pabellones dedicados a la crianza de pavos del proyecto de referencia. (TSG Ambiental, 2020).

Rango de edad	Semana 2	Semana 8	Semana 15
Módulo horario	Diurno	Diurno	Diurno
Tipo de ventilación	Extractores	Cortinas	Cortinas
Largo [m]	96	138	138
Ancho [m]	12	12	12
N° lados abiertos	-	1	1
Altura emisión [m] (abertura cortina)	-	0,1	1
Fecha muestreo	30 – 05 – 2018	30 – 05 – 2019	30 – 05 – 2019
Hora muestreo	10:40	12:40	16:20
N° Aves	11.284	4.557	4.447
Velocidad promedio pabellón/extractor [m/s]	10.4	0.6	0.5
Área expuesta [m ²]	1.7	13.8	124.2
Conc. de Olor [OUE/m ³]	201	591	195
TEO [OUE/s]	3.535	4.987	11.324
FEO [OUE/ave*s]	0,31	1,09	2,5

Respecto a la zona de acopio GAC, el proyecto cuenta con un sitio de disposición de 2 hectáreas aproximadamente y se obtuvo una tasa de emisión de olor de 31.760 [ouE/s] lo que equivale a un factor de 14 unidades por metro cuadrado de acopio por segundo, como se expone en la Tabla 5.33. Además se realizaron mediciones en los ductos de las fosas de aves muertas las cuales fueron extrapoladas a la carga de estas mismas, lo que resultó en una emisión de 53 [ouE/s] y un factor de emisión de 948,4 [ouE/m² · s], tal como se presenta en la Tabla 5.33.

Tabla 5.33. Emisiones de la zona de acopio de GAC del proyecto de referencia. (TSG Ambiental, 2020).

Fuente de emisión	Conc. de Olor [OUE/m ³]	Velocidad salida aire [m/s]	Diámetro [m]	Largo [m]	Ancho [m]	FEO [ouE/m ² · s]	Área [m ²]	TEO [OUE/s]
Fosas de aves muertas	8.891	0,11	0,1	-	-	948,4	0,06	53
Zona acopio GAC	1.522	-	-	200	180	14,0	2.270	31.760

Factores de emisión

Por otro lado, se revisó la “*guía técnica para la gestión de las emisiones*” odoríferas que posee un factor de emisión de 0,562 [ou/plaza*s] (Generalitat Valenciana, 2019) y el reglamento de ‘Molestia por Olores y Ganadería de los Países Bajos (VROM, 2006)’ que presenta un factor de emisión para pavos de engorda de 1,55 [ou/ave*s].

Selección de los datos

Dado que los factores de emisión presentados anteriormente representan una tasa de emisión menor a la del proyecto de referencia y puesto que el SEIA recomienda utilizar emisiones de referencia por sobre los factores de emisión, se emplea como base para el presente estudio, el proyecto “*mejoramiento y ajustes operacionales plantel de aves Huechún (tercer ingreso)*”, utilizando los datos expuestos en la Tabla 5.34 para la estimación de olores de cada uno de los proyectos considerados.

Tabla 5.34. Factores utilizados para la estimación de emisiones de olor. (A partir de TSG Ambiental, 2020).

Fuente de emisión	FEO	Unidad	Homologación
Pabellones	2,50	[ouE/ave · s]	Pabellones de pavos machos semana 15
Zona de acopio GAC	14,0	[ouE/m ² · s]	Zona de acopio GAC
Centro de estabilización y compostaje de aves muertas	948,4	[ouE/m ² · s]	Fosas de aves muertas

Cabe destacar que para el cálculo de las emisiones de olor provenientes del centro de estabilización y compostaje de aves muertas se homologó el factor de las mediciones en las fosas de aves muertas debido a la naturaleza semejante que poseen estas fuentes.

B) Cálculo de emisiones de olor por sectores de pabellones

Para las emisiones de olor por pabellones se obtuvo una tasa de emisión total de 5.359.900 [OU/s]. Además, se contempla que los pabellones están siempre operando a su capacidad máxima y simultáneamente durante todo el año con el fin de construir el escenario con el máximo de emisiones, por lo que no se consideró el periodo sin emisiones por etapa de limpieza y habilitación de pabellones y la mortalidad durante los ciclos productivos de los planteles.

Los resultados de la tasas de emisión de olor proveniente de los pabellones de crianza y engorda de aves se presenta en la Tabla 5.35.

Tabla 5.35. Tasa de emisión de olor (OU/s) por pabellones.

Proyecto	N° Sectores	N° Pabellones	N° de aves/pabellón	Total aves/sector	TEO [OU/s]	Ranking de emisiones [%]
PAV_TAL	4	10	9.700	97.000	970.000	18%
PAV_QUE	8	8	21.690	173.520	3.470.400	65%
PAV_STA	3	10	9.700	97.000	727.500	14%
PAV_HUA	2	4	4.800	19.200	96.000	4%
	4	2	4.800	9.600	96.000	
Total					5.359.900	100%

Según el ranking de emisiones, el proyecto que más aporta emisiones de olor provenientes de los pabellones corresponde al Plantel de Pavos Quebradilla con un aporte del 65% respecto al total de emisiones, le sigue el Plantel de Pavos Talanquén con una contribución del 18% y el Plantel de Pavos Santa Ana. Por el contrario, el proyecto con menor aporte de emisiones corresponde al Plantel de Pavos Huaquén con una contribución del 4% con respecto al total de emisiones.

C) Cálculo de emisiones de olor por Acopio de GAC

Para las emisiones de olor por acopio de GAC se obtuvo una tasa de emisión total de 16.612.134 [OU/s] utilizando como nivel de actividad el área total de los centros de acopio. Con el fin de construir el escenario con el máximo de emisiones, no se consideró espacio entre las pilas de acopio.

Los resultados de las tasas de emisión de olor proveniente de las áreas de acopio de GAC se presenta en la Tabla 5.36.

Tabla 5.36. Tasa de emisión de olor (OU/s) por zonas de acopio de GAC.

Proyecto	Sector	FE [OU/m ² · s]	Área que emite [m ²]	TEO [OU/s]	Ranking de emisiones [%]
PAV_TAL	Sector 1	14	20.000	280.000	2%
PAV_QUE	Sector 1		100.000	1.400.000	11%
	Sector 2		270.000	2.550.000	
PAV_STA	Sector 1		816.841	11.435.774	87%
	Sector 2		79.740	1.116.360	
Total				16.612.134	100%

Según el ranking de emisiones, el proyecto que más aporta emisiones de olor provenientes del acopio de GAC corresponde al Plantel de Pavos Santa Ana con un aporte del 87% respecto al total de emisiones, le sigue el Plantel de Pavos Quebradilla con una contribución del 11%. Por el contrario, el proyecto con menor aporte de emisiones corresponde al Plantel de Pavos Talanquén con una contribución del 2% con respecto al total de emisiones.

D) Cálculo de emisiones de olor por Compostaje y Estabilización de aves muertas

Para el cálculo de la tasa de emisión por compostaje y estabilización de aves muertas que posee el Plantel de Pavos Santa Ana se homologa al factor de emisión de las fosas de aves muertas del proyecto de referencia puesto que ambos corresponden a descomposición de materia orgánica de naturaleza semejante. A partir de lo anterior, se obtuvo una emisión de 40×10^6 [Ou/s] utilizando como nivel de actividad el área del centro de compostaje y estabilización (estabilización AM) tal como se presenta en la Tabla 5.37.

Tabla 5.37. Tasa de emisión de olor por centro de estabilización y compostaje de aves muertas.

Proyecto	Sector	FE [OU/m ² · s]	Área que emite [m ²]	TEO [OU/s]
PAV_STA	Estabilización AM	948	42,531	40.319.388

E) Cálculo de emisiones de olor total por plantel

En la Tabla 5.38 se presentan las emisiones totales por planteles, desglosadas además por fuentes de emisión, es decir, pabellones, centro de acopio GAC y centro de estabilización y compostaje de aves muertas (Estabilización AM).

Tabla 5.38. Tasas de emisión total según establecimientos considerados en el estudio.

Fuente de emisión	TEO proyectos [OU/s]				Total [OU/s]	% aporte
	Talanquén	Quebradilla	Santa Ana	Huaquén		
Pabellones	970.000	3.470.400	727.500	192.000	5.359.900	7%
Centro de acopio GAC	280.000	3.780.000	11.435.774	15.495.774	30.991.548	40%
Estabilización AM	--	--	40.319.388	--	40.319.388	53%
Total	1.250.000	7.250.400	52.482.662	15.687.774	76.670.836	100%
% aporte	2%	9%	68%	20%	100%	

Según el ranking de emisiones, el proyecto que más aporta emisiones de olor corresponde al Plantel de Pavos Santa Ana con un aporte del 68% respecto al total de emisiones principalmente porque posee el área de estabilización y compostaje de aves muertas, le sigue el Plantel de Pavos Huaquén con un aporte del 20%, luego se encuentran el plantel de pavos Quebradilla y Talanquén con un 9% y 2% de contribución respectivamente.

Por otro lado, la fuente de emisiones que más aporta corresponde al área de estabilización y compostaje de aves muertas con un aporte del 53%, le sigue los centros de acopio de GAC con un aporte del 40% y finalmente los pabellones con un aporte del 7%.

5.4.2.2. Escenario meteorológico

Datos modelados

Para la construcción del escenario meteorológico se utilizó el modelo de pronóstico WRF y se evaluaron los datos de un año calendario correspondientes al periodo de 01 de enero de 2021 – 00:00 horas al 01 de enero de 2022 – 00:00 horas. Se empleó un dominio de simulación de 60 x 60 [km] con una resolución de 1 x 1 [km] lo que forma un total de 3.600 celdas como se puede observar en la Figura 5.10 y el punto de referencia corresponde a -32.372839° lat, -71.278473° lon.

Datos observados

De acuerdo a información recabada desde la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), dos son las estaciones meteorológicas que se encuentran dentro del dominio de simulación, las cuales se encuentran detalladas en la Tabla 5.39.

Tabla 5.39. Estaciones meteorológicas dentro del dominio de simulación.

Estación	Fuente	Altura [m.s.n.m.]	Coordenadas UTM Datum WGS 84 Huso 19 S	
			Este [m]	Norte [m]
Quilimarí, Los Vilos	INIA	27	267.909	6.443.705
Catopilco, Zapallar	DMC	81	284.271	6.395.007

La estación elegida fue la de Catopilco, Zapallar debido a que se encuentra dentro del dominio de simulación (ver Figura 5.11) y cuenta con al menos el 90% de los datos horarios para el trienio considerado (2019 – 2021). Las variables por analizar corresponden a la dirección y velocidad del viento de acuerdo a la disponibilidad de información.

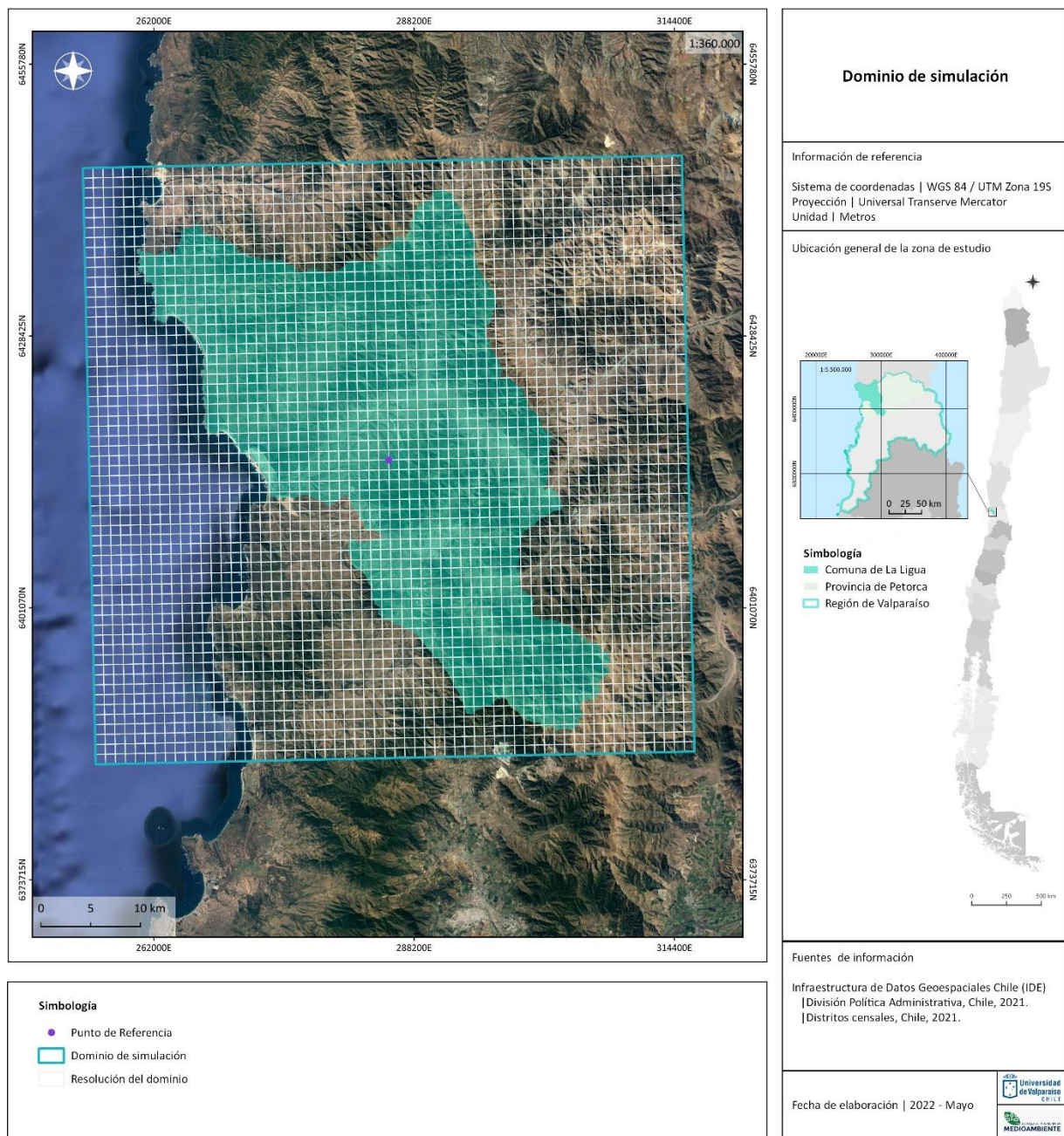


Figura 5.10. Dominio de simulación.

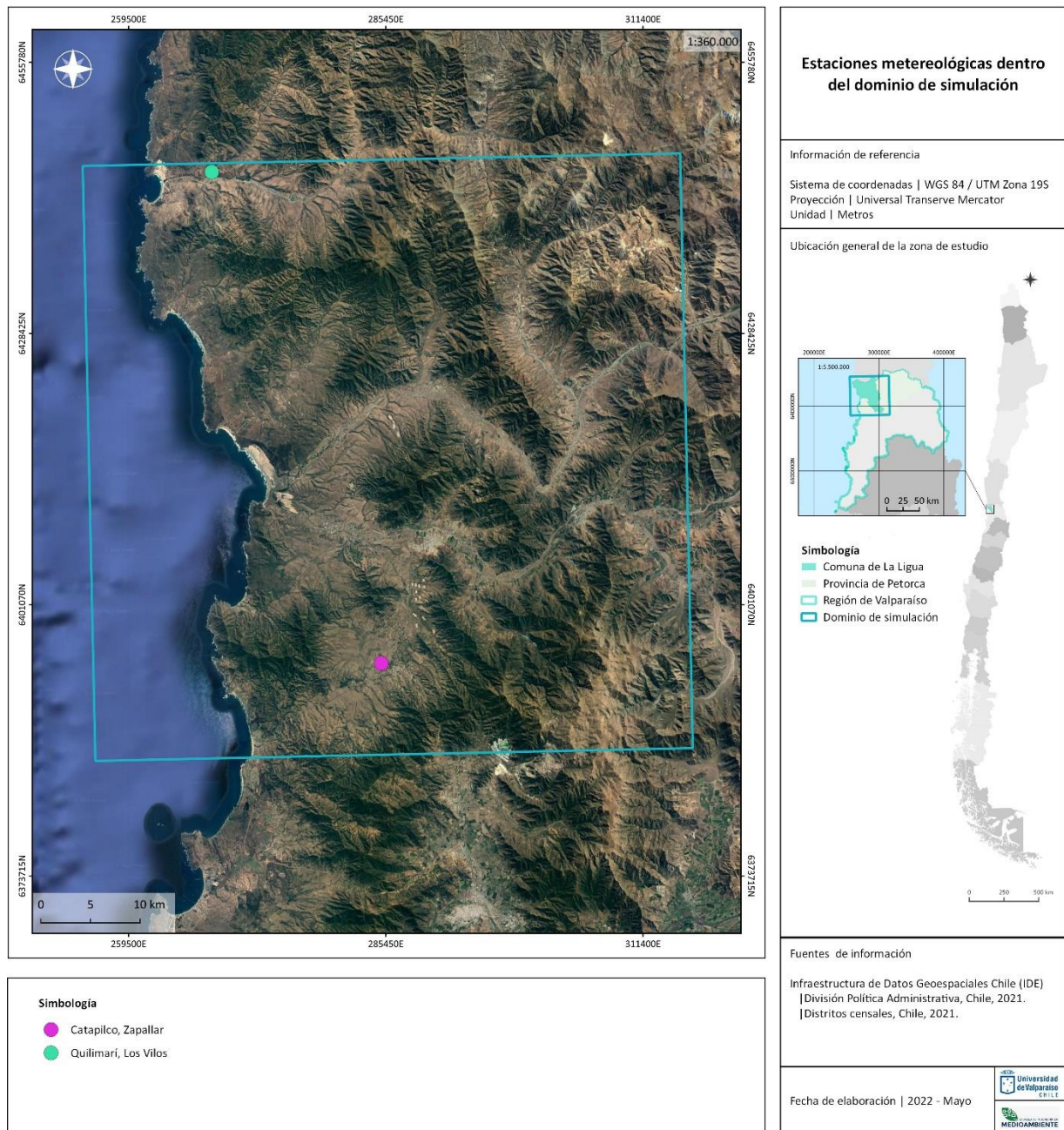


Figura 5.11. Estaciones meteorológicas dentro del dominio de simulación

A) Rosas de viento

La Figura 5.12 presenta la rosa de los vientos de los años 2019 al 2021 la que corresponde a todo el periodo de análisis y mostrando una predominancia de vientos que vienen desde el norte y se dirigen hacia el sur.

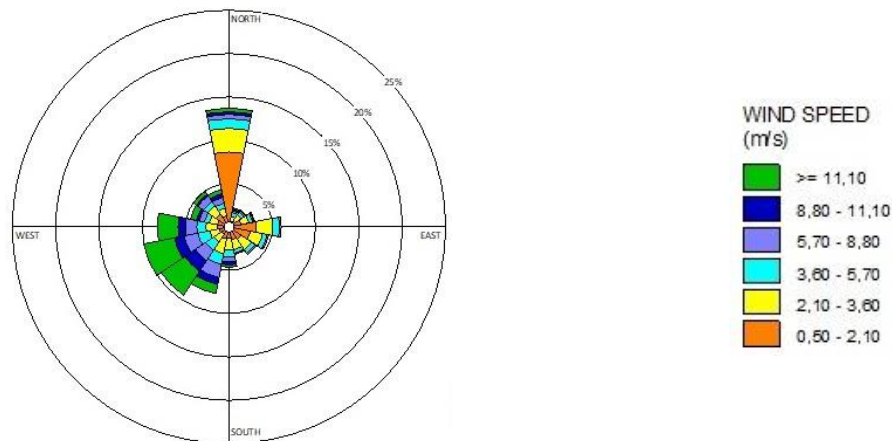


Figura 5.12. Rosa de viento año 2019 – 2021 datos observados en estación Catapilco, Zapallar

Para el periodo de las 8:00 hasta las 18:00 horas en los datos observados en el mismo trienio (Figura 5.13) los vientos vienen principalmente desde el suroeste y también del norte y van hacia el noreste principalmente.

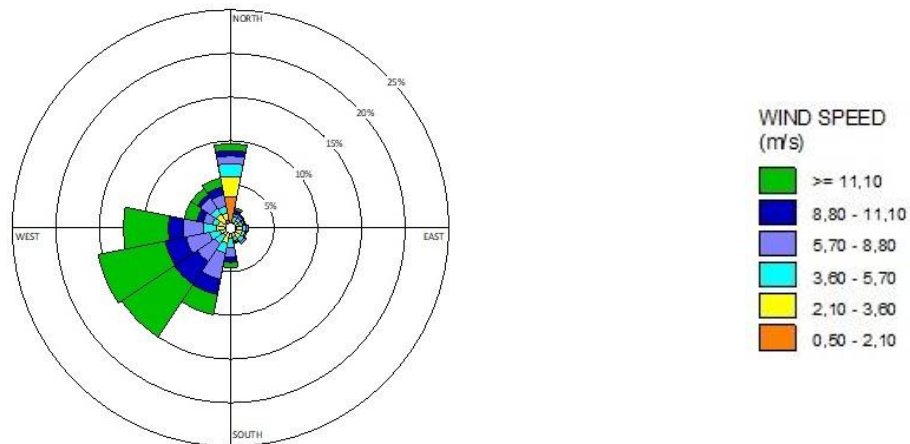


Figura 5.13 Rosa de viento año 2019 – 2021. Horario 08:00 a 18:00 datos observados en estación Catapilco, Zapallar.

En tanto, para el periodo de 18:00 horas a 8:00 horas, las rosas de viento (Figura 5.14) reflejan una predominancia de vientos desde el norte, dirigidos hacia el sur.

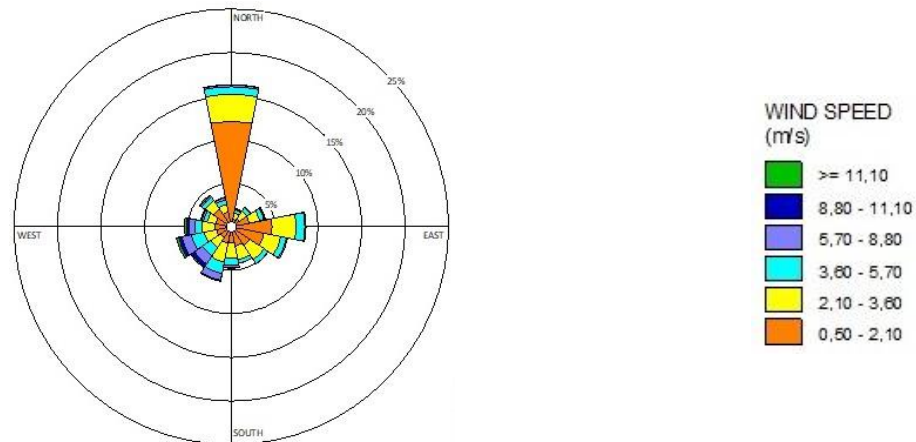


Figura 5.14 Rosa de viento año 2019 – 2021. Horario 18:00 a 8:00 datos observados en estación Catapilco, Zapallar.

B) Frecuencia de la velocidad del viento

En la Figura 5.23 se presenta el gráfico de frecuencia de rango de velocidades del viento para los datos observados en el trienio 2019-2021.

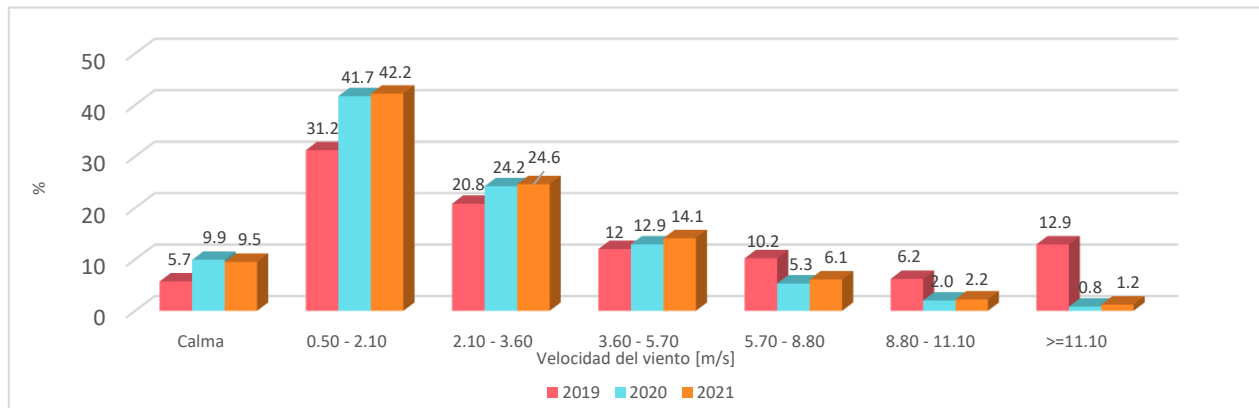


Figura 5.15. Distribución de la frecuencia del viento (m/s) años 2019, 2020 y 2021 en la estación Catapilco, Zapallar.

Se puede observar que la distribución de la frecuencia de los datos observados mayormente se encuentra entre 0,5 y 2,10 [m/s] con un 38,4% de los datos, siendo seguida por el rango de 2,10 a 3,60 [m/s] con un 23,2% de los datos. Finalmente se encuentran los rangos de vientos entre 3,60-5,70 y $\geq 11,10$ con un 13,0% y un 4,97% respectivamente.

De acuerdo con la escala Beaufort, el primer conjunto de datos mencionados se clasifica entre ventolina y flojito, mientras que el segundo conjunto de datos entre flojito y flojo, el tercer conjunto de datos lo clasifica entre flojo a bonancible-moderado y el último grupo, es decir, $\geq 11,10$, se encuentra clasificado como fresco.

C) Velocidad del viento

En el gráfico de la Figura 5.16 presenta la serie de tiempo de la velocidad del viento para el trienio analizado (2019 – 2021) obtenida de los datos entregador por la Estación Catapilco, Zapallar, donde se puede apreciar un comportamiento bastante similar y fluctuante en los tres años analizados, con cierta tendencia a la baja en los meses de mayo, junio y julio con vientos de menor magnitud y amplitud dentro de la serie. De lo contrario, el periodo entre el mes de octubre y noviembre destacan por las condiciones contrarias, es decir, presentar la mayor magnitud y amplitud de la serie.

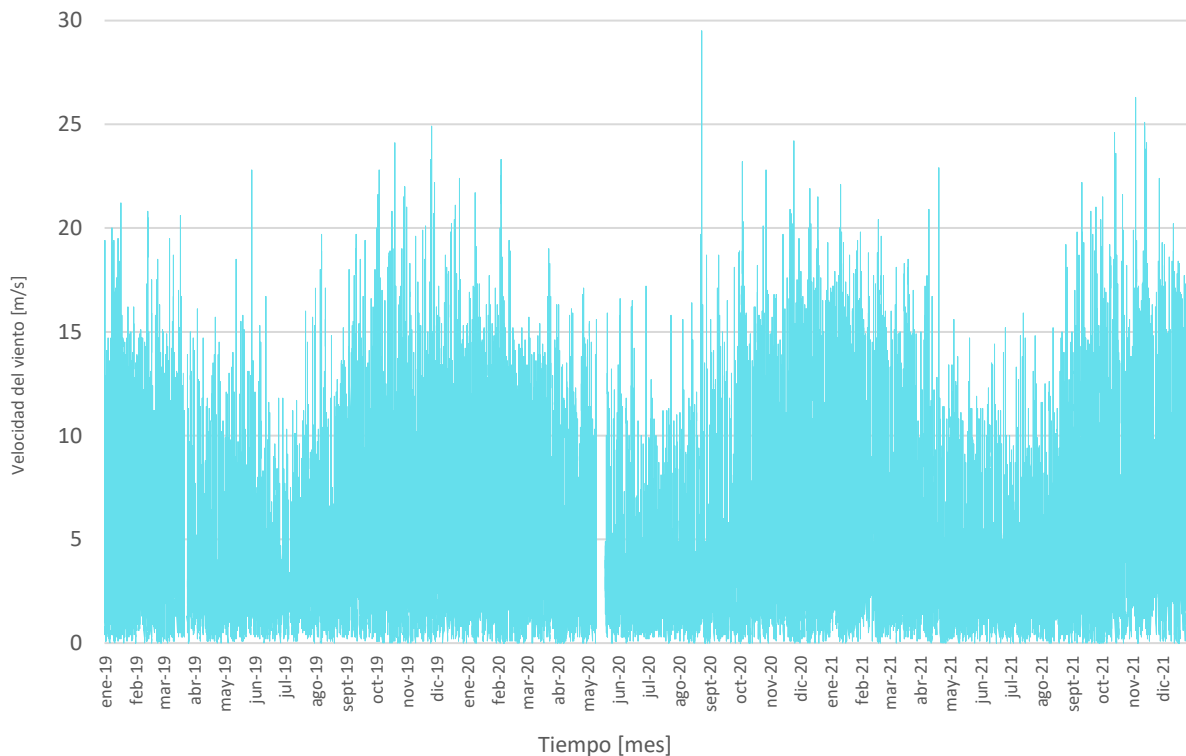


Figura 5.16. Serie de tiempo de la velocidad de viento en la Estación Catapilco, Zapallar período 2019 – 2021.

D) Dirección del viento

Esta variable al igual que la velocidad del viento, fue evaluada en un periodo trianual 2019-2021 de acuerdo a la información entregada por la estación meteorológica Catapilco, Zapallar.

En la Figura 5.17 se presenta la serie de tiempo de la dirección del viento en los tres años analizados. Se observa que posee una conducta bastante uniforme entre los 0° y 350° con pequeñas fluctuaciones entre los 250° a 350°. También se aprecia bastante claro un decaimiento entre los meses de mayo y junio del año 2020, presentándose una anomalía.

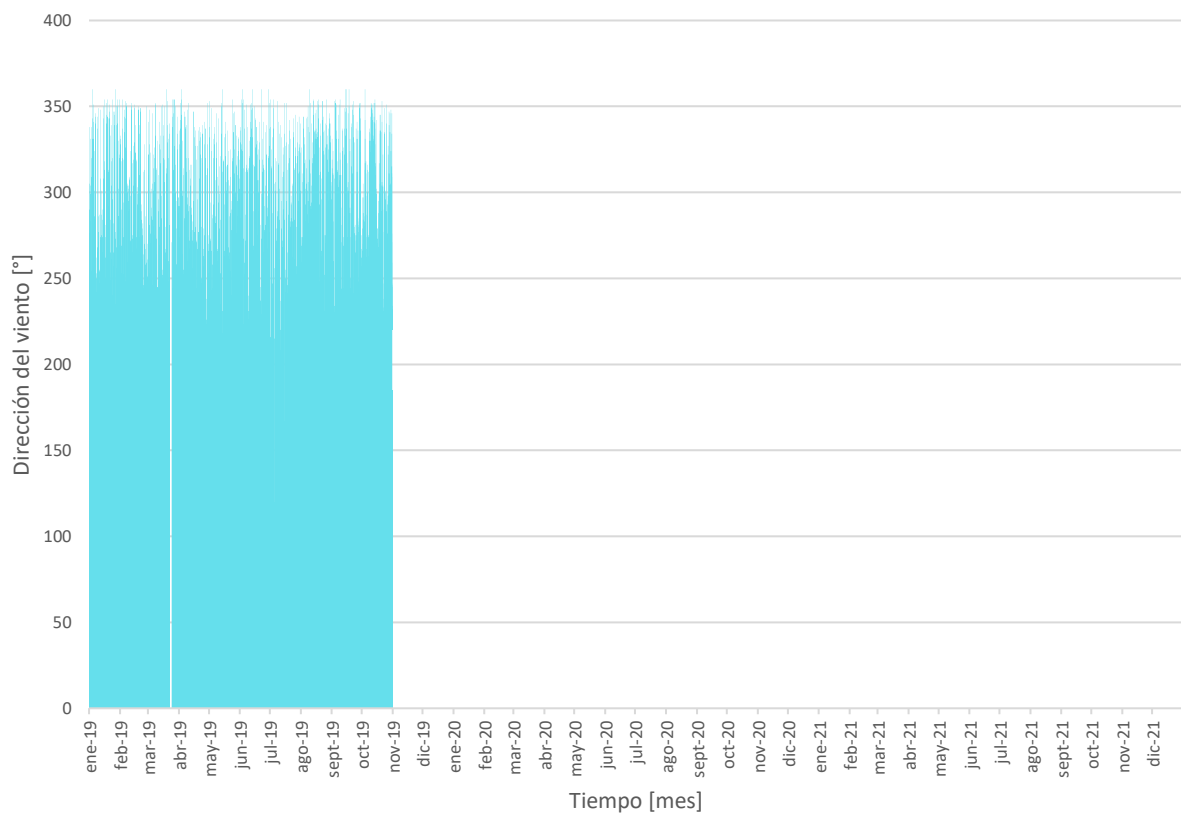


Figura 5.17. Serie de tiempo de la dirección de viento en la Estación Catapilco, Zapallar período 2019 – 2021.

5.4.2.3. Escenario geofísico

La elevación del terreno se obtuvo desde la base de datos topo_gmtd2010_30s de WRF Users page. En tanto, la información del uso de suelo del dominio de simulación empleado por el modelo se obtuvo a través de la base de datos de Land Products específicamente productos de cobertura terrestre de Moderate Resolution Imaging Espectroradiometer (MODIS), la cual se presenta en la Figura 5.18.

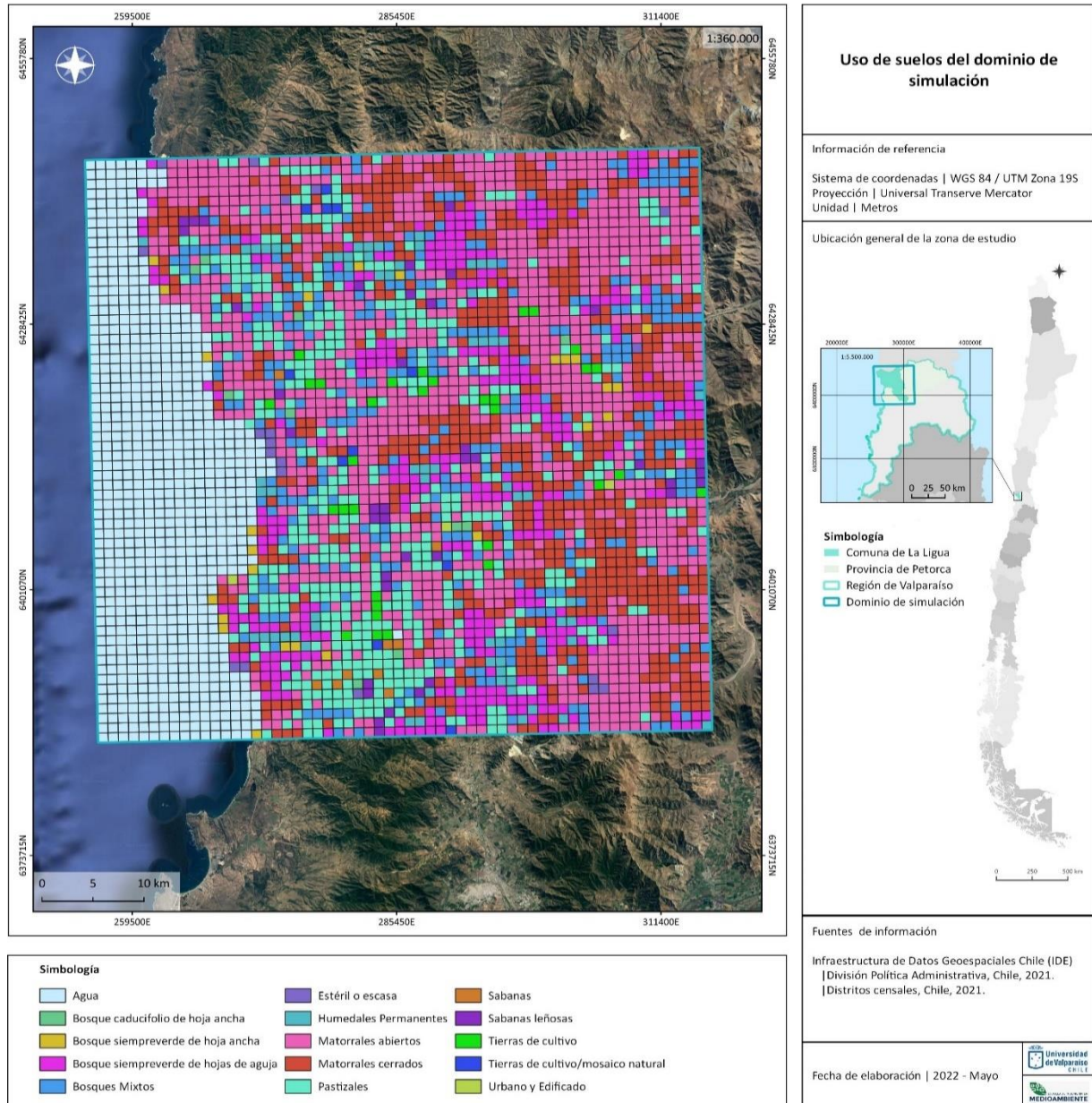


Figura 5.18. Uso de suelo del dominio de simulación.

5.4.2.4. Escenario de receptores

Como el alcance de evaluación es a nivel comunal, los receptores considerados en la evaluación corresponden a aquellos que se encuentran dentro de los límites comunales los cuales son 1.156 de los 3.600 puntos que forman la grilla del dominio de simulación, como se muestra en la Figura 5.19.

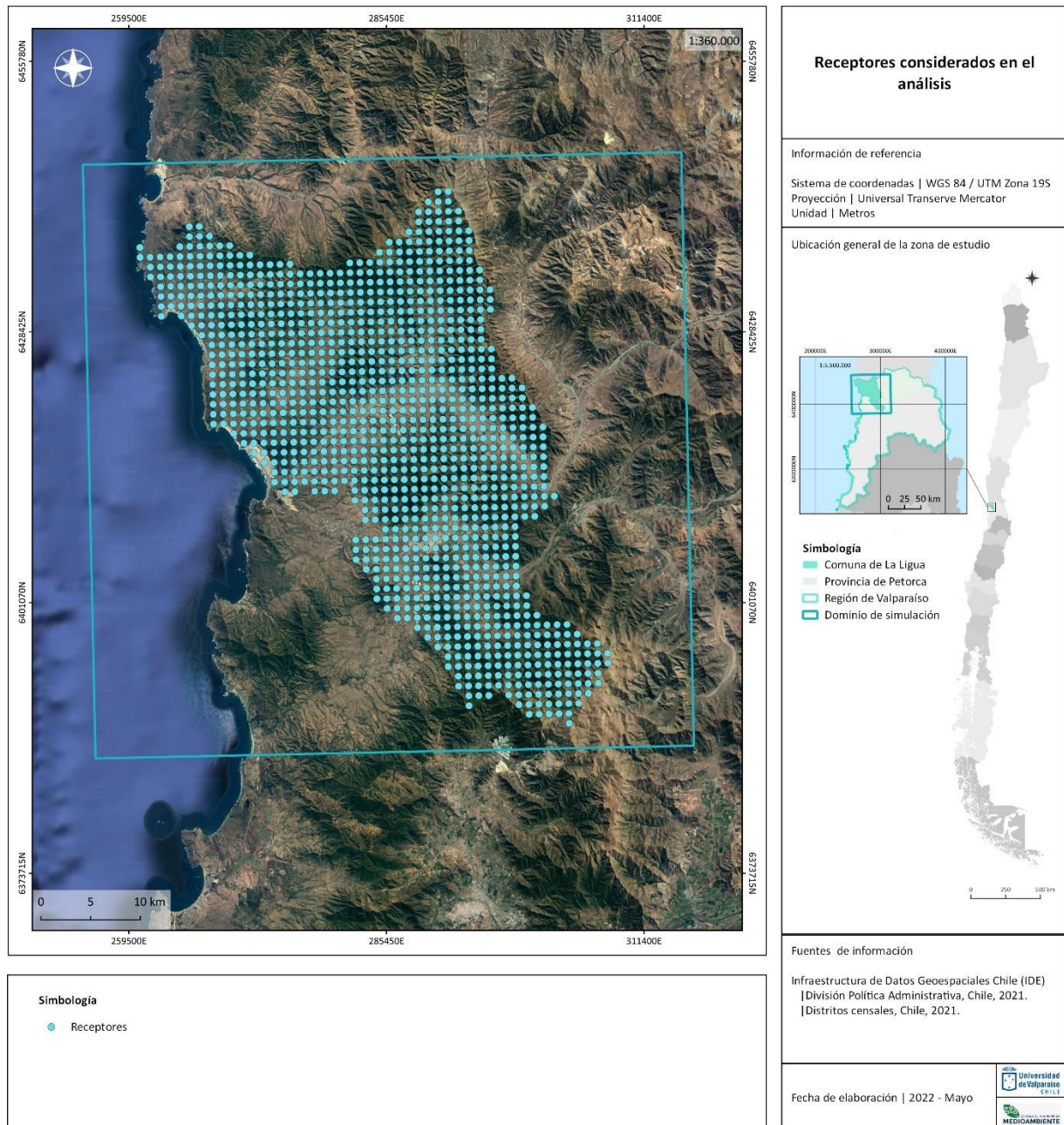


Figura 5.19. Receptores del dominio de simulación.

5.4.3. Módulo III- Procesamiento de datos

A continuación se realizará el procesamiento de datos, etapa que contempla las fases de la preparación de los datos y la ejecución del modelo CALPUFF.

5.4.3.1. Preparación de los datos

Tal como se menciona en la propuesta metodológica, los factores de emisión de olor deben ser ajustados. Para este caso en particular son los expuestos en la Tabla 5.40 donde se exponen los factores pertenecientes a los pabellones, centros de GAC y de estabilización-compostaje de aves muertas (ECAM).

Tabla 5.40. Factores de emisión ajustados para pabellones.

Proyecto	Fuente	Sector	FE ref. [OU/ave-s]	TEO [OU/s]	Área geolocalizada [m ²]	FE reproyectado [OU/m ² -s]
Plantel de pavos Talanquén	Pabellones	S1	2,5	242.500	46.911	5,17
	Pabellones	S2	2,5	242.500	51.568	4,70
	Pabellones	S3	2,5	242.500	49.204	4,93
	Pabellones	S4	2,5	242.500	45.947	5,28
	GAC	S1	14	280.000	20.000	14
Plantel de pavos Quebradilla	Pabellones	S1	2,5	433.800	37.635	11,53
	Pabellones	S2	2,5	433.800	37.549	11,55
	Pabellones	S3	2,5	433.800	37.730	11,50
	Pabellones	S4	2,5	433.800	37.462	11,58
	Pabellones	S5	2,5	433.800	43.433	9,99
	Pabellones	S6	2,5	433.800	40.452	10,72
	Pabellones	S7	2,5	433.800	36.997	11,73
	Pabellones	S8	2,5	433.800	37.706	11,50
	GAC	S1	14	1.400.000	112.506	12,44
	GAC	S2	14	2.380.000	61.681	0,03
Plantel de pavos Santa Ana	Pabellones	S1	2,5	242.500	46.149	5,25
	Pabellones	S2	2,5	242.500	45.893	5,28
	Pabellones	S3	2,5	242.500	45.993	5,27
	GAC	S1	14	11.435.774	1.344.361	8,51
	GAC	S2	14	1.116.360	113.354	9,81
	ECAM	-	948	40.319.388	42.531	948,00
Huaquén	Pabellones	S1	2,5	48.000	15.004	3,20
	Pabellones	S2	2,5	48.000	15.775	3,04
	Pabellones	S3	2,5	24.000	6.525	3,68
	Pabellones	S4	2,5	24.000	6.746	3,56
	Pabellones	S5	2,5	24.000	6.630	3,62
	Pabellones	S6	2,5	24.000	6.805	3,53

Por otro lado, para la conversión de las coordenadas UTM a LCC, se configuró el código indicado en la sección B del módulo III de la propuesta metodológica, donde se ingresaron los siguientes datos al código, donde RLAT0 es la latitud del centro del dominio del modelo WRF, RLONO es la Longitud del centro del dominio del modelo WRF, XLAT1 es la Latitud 1 del dominio del modelo WRF y XLAT2 es la Latitud 2 del dominio del modelo WRF:

```
! RLAT0 = 35.747S !  
! RLONO = 72.015W !  
! XLAT1 = 31.873S !  
! XLAT2 = 39.649S !
```

5.4.3.2. Ejecución del modelo

Posterior a la preparación de los datos, se procedió a ejecutar el modelo CALPUFF, a través del programa Visual Studio Code. Cabe destacar que, en cada sección del presente acápite, se presentará como se definieron las líneas del modelo que fueron modificadas con sus respectivos comentarios, presentados por debajo de la línea de código correspondiente, los cuales son personales y no se encuentran en el script original, representados como:

- `# Comentario de las líneas del código del modelo CALPUFF.`

A) Archivos de entrada y de salida

[Input Grupo 0]: El primer grupo del código corresponde a la definición de los archivos de entrada y de salida. Como esta es una simulación de carácter básica, sólo se requirió del ingreso del fichero con la información meteorológica del modelo WRF (ligua.met), para ello se debe asignar la ruta de acceso del archivo y su nombre. Como salida se quiere obtener el archivo con los errores que puede presentar el modelo (Calpuff.lst) y las unidades de olor a modelar (conc.dat) a los cuales se les asignó una ruta de ubicación y sus respectivos nombres.

```
15 INPUT GROUP: 0 -- Input and Output File Names  
16 -----  
18 Default Name Type File Name  
19 -----  
20 CALMET.DAT input ! METDAT =C:\CALPUFF_tesis\ligua.met !  
# Archivo que contiene la información meteorológica obtenido del modelo WRF.  
29 -----  
30 CALPUFF.LST output ! PUFLST =C:\CALPUFF_tesis\CALPUFF.LST!  
# Archivo que contiene la información de errores del modelo.
```

```
31 CONC.DAT output ! CONDAT =C:\CALPUFF_tesis\CALPUFF.CON!  
# Archivo que contiene la información de las concentraciones de las especies modeladas.  
32 DFLX.DAT output * DFDAT =CALPUFF.DRY *  
# No se consideró deposición húmeda de las especies modeladas.  
33 WFLX.DAT output * WFDAT =CALPUFF.WET *  
# No se consideró deposición seca de las especies modeladas.  
39 -----  
40 Other Files  
41 -----  
42 OZONE.DAT input * OZDAT =OZONE.DAT *  
# Se deshabilitó  
69 Provision for multiple CALMET Domains and files  
70 -----  
72 Number of CALMET.DAT Domains (NMETDOM)  
73 Default: 1 ! NMETDOM = 1 !  
# Corresponde al número de dominios del modelo meteorológico WRF.  
74  
75 Number of CALMET.DAT files (NMETDAT)  
76 (Total for ALL Domains)  
77 Default: 1 ! NMETDAT = 1 !  
  
# Corresponde al número de ficheros de los dominios del modelo meteorológico WRF.
```

B) Parámetros generales de control de ejecución

[Input Group 1]: Se definió el periodo específico de simulación, es decir, desde el 01 – 01 – 2021 a las 00:00 horas hasta el 01 – 01 – 2022 a las 00:00 horas. Además se estableció el huso horario en el que se encuentran los datos meteorológicos, en este caso UTC+000. Le sigue la definición del número de especies a modelar y el número de especies que se emitirán, en este caso la cantidad sólo es 1 para ambos casos.

```
281 INPUT GROUP: 1 -- General run control parameters  
-----  
284 Option to run all periods found  
285 in the met. file (METRUN) Default: 0 ! METRUN = 1 !  
# Se utilizó el valor 1 ya que se considerará el mismo periodo de modelación meteorológico,  
de lo contrario se utiliza la opción 0 y se especifica en las líneas siguientes.  
286  
287 METRUN = 0 - Run period explicitly defined below  
288 METRUN = 1 - Run all periods in met. file  
289  
290 Starting date: Year (IBYR) -- No default ! IBYR = 2021 !  
291 Month (IBMO) -- No default ! IBMO = 1 !  
292 Day (IBDY) -- No default ! IBDY = 1 !  
293 Starting time: Hour (IBHR) -- No default ! IBHR = 0 !  
294 Minute (IBMIN) -- No default ! IBMIN = 0 !  
295 Second (IBSEC) -- No default ! IBSEC = 0 !  
296  
297 Ending date: Year (IEYR) -- No default ! IEYR = 2022 !  
298 Month (IEMO) -- No default ! IEMO = 1 !  
299 Day (IEDY) -- No default ! IEDY = 1 !  
300 Ending time: Hour (IEHR) -- No default ! IEHR = 0 !
```

```
301 Minute (IEMIN) -- No default ! IEMIN = 0 !
302 Second (IESEC) -- No default ! IESEC = 0 !
304 (These are only used if METRUN -- 0)
# A pesar de que se utilizará el periodo del modelo WRF las líneas 270 - 282 no se bloquean.
305
306 Base time zone: (ABTZ) -- No default ! ABTZ= UTC+0000 !
# Corresponde a la zona horaria del área de estudio definida en el fichero WRF.
334 Number of chemical species (NSPEC)
335 Default: 5 ! NSPEC = 1 !
# Corresponde al número de especies químicas por modelar.
336
337 Number of chemical species
338 to be emitted (NSE) Default: 3 ! NSE = 1 !
# Corresponde al número de especies químicas que se emiten.
398
399 Output units for binary concentration and flux files written in Dataset v2.2 or later
formats
401 (IOUTU) Default: 1 ! IOUTU = 2 !
402 1 = mass - g/m3 (conc) or g/m2/s (dep)
403 2 = odour - odour_units (conc)
404 3 = radiation - Bq/m3 (conc) or Bq/m2/s (dep)
# La especie a modelar corresponde al olor (opción 2)
```

C) Definición de especies químicas

[Input Group 3a y 3b]: Se definieron las especies a modelar (CSPEC), utilizando los nombres específicos que utiliza CALPUFF, ya que cuenta con una biblioteca con las propiedades de cada una de ellas, en este caso corresponde a ODOR. Luego se definió que el olor se iba a modelar y emitir.

```
728 INPUT GROUP: 3a, 3b -- Species list
729 -----
732 Subgroup (3a)
733 -----
734
735 The following species are modeled:
736
737 ! CSPEC = ODOR ! !END!
738 * CSPEC = SO4 * *END*
739 * CSPEC = NO * *END*
740 * CSPEC = NO2 * *END*
741 * CSPEC = HNO3 * *END*
742 * CSPEC = NO3 * *END*
743 * CSPEC = PM10 * *END*
# El código original considera todas las especies que se presentan en el lista, por lo que
se bloquearon dejando habilitado el olor.
745
746 SPECIES MODELED EMITTED DEPOSITED NUMBER
747 NAME (0=NO, 1=YES) (0=NO, 1=YES) (0=NO, (0=NONE,
748 (Limit: 12 1=COMPUTED-GAS 1=1st CGRUP,
749 Characters 2=COMPUTED-PARTICLE 2=2nd CGRUP,
750 in length) 3=USER-SPECIFIED) 3= etc.)
751
```

```
752 ! ODOR = 1, 1, 0, 0 !
753 * SO4 = 1, 0, 2, 0 *
754 * NO = 1, 1, 1, 0 *
755 * NO2 = 1, 1, 1, 0 *
756 * HNO3 = 1, 0, 1, 0 *
757 * NO3 = 1, 0, 2, 0 *
758 * PM10 = 1, 1, 2, 0 *
# Se interpreta como: el olor se va a modelar, emitir, no se considerará su deposición
húmeda y no pertenece a un numero de grupo de salida.
```

D) Parámetros de control de cuadrícula y proyección de mapa

[Input Group 4]: La información requerida se obtiene principalmente del archivo de texto del modelo WRF, definiendo proyección geográfica, la grilla meteorológica y el espaciado de estos en los respectivos ejes X,Y,Z. Finalmente se definió el origen del dominio.

```
783 INPUT GROUP: 4 -- Map Projection and Grid control parameters
-----
786 Projection for all (X,Y):
787 -----
789 Map projection
790 (PMAP) Default: UTM ! PMAP = LCC !
# La proyección del mapa debe ser coherente con la del modelo WRF.
799 False Easting and Northing (km) at the projection origin
800 (Used only if PMAP= TTM, LCC or LAZA)
801 (FEAST) Default = 0.0 ! FEAST = 0.0!
801 (FNORTH) Default = 0.0 ! FEAST = 0.0!
814 Latitude and Longitude (decimal degrees) of projection origin
815 (Used only if PMAP= TTM, LCC, PS, EM, or LAZA)
816 (RLAT0) No Default ! RLAT0 = 35.359S !
817 (RLON0) No Default ! RLON0 = 71.278W !
# Datos obtenidos de archivo meteorológico
830 Matching parallel(s) of latitude (decimal degrees) for projection
831 (Used only if PMAP= LCC or PS)
832 (XLAT1) No Default ! XLAT1 = 28.485S !
833 (XLAT2) No Default ! XLAT2 = 36.261S !
# Datos obtenidos de archivo meteorológico
823 Datum-region
839 -----
847 Datum-region for output coordinates
866 (DATUM) Default: WGS-84 ! DATUM = NWS-84 !
# Dato obtenidos de archivo meteorológico
870 METEOROLOGICAL Grid (outermost if nested CALMET grids are used):
875 No. X grid cells (NX) No default ! NX = 60 !
876 No. Y grid cells (NY) No default ! NY = 60 !
877 No. vertical layers (NZ) No default ! NZ = 10 !
# Datos obtenidos de archivo meteorológico
879 Grid spacing (DGRIDKM) No default ! DGRIDKM = 1.0 !
880 Units: km
# Datos obtenidos de archivo meteorológico
882 Cell face heights
883 (ZFACE(nz+1)) No defaults
```

```
884 Units: m
885 ! ZFACE = 0., 20., 40.00, 80.00, 160.00, 320.00, 640.00, 1200.00, 2000.00, 3000.00,
4000.00 !
# Dato obtenidos de archivo meteorológico
887 Reference Coordinates of SOUTHWEST corner of grid cell(1, 1):
891 X coordinate (XORIGKM) No default ! XORIGKM = -30.000 !
892 Y coordinate (YORIGKM) No default ! YORIGKM = -31.500 !
893 Units: km
# Datos obtenidos de archivo meteorológico
896 COMPUTATIONAL Grid:
904 X index of LL corner (IBCOMP) No default ! IBCOMP = 1 !
907 Y index of LL corner (JBCOMP) No default ! JBCOMP = 1 !
911 X index of UR corner (IECOMP) No default ! IECOMP = 60 !
914 Y index of UR corner (JECOMP) No default ! JECOMP = 60 !
# Se considerará las dimensiones de la grilla meteorológica. Existe la posibilidad de que
sea menor pero nunca mayor.
919 SAMPLING Grid (GRIDDED RECEPTORS):
932 X index of LL corner (IBSAMP) No default ! IBSAMP = 1 !
935 Y index of LL corner (JBSAMP) No default ! JBSAMP = 1 !
939 X index of UR corner (IESAMP) No default ! IESAMP = 60 !
942 Y index of UR corner (JESAMP) No default ! JESAMP = 60 !
# Se considerará las dimensiones de la grilla meteorológica. Existe la posibilidad de que
sea menor pero nunca mayor.
946 Nesting factor of the sampling
947 grid (MESH DN) Default: 1 ! MESH DN = 1 !
948 (MESH DN is an integer >= 1)
# Corresponde a la resolución de Sampling Grid.
```

E) Opciones de salidas

[Input Group 5]: Se definió si se quiere que CALPUFF guarde la información de cada puff que mide en el tiempo, lo cual se deshabilitará, la unidad de salida de las concentraciones de olor y si se imprimen y si se guarda en el disco las concentraciones.

```
956 INPUT GROUP: 5 -- Output Options
-----
959 FILE DEFAULT VALUE VALUE THIS RUN
-----
962 Concentrations (ICON) 1 ! ICON = 1 !
963 Dry Fluxes (IDRY) 1 ! IDRY = 0 !
964 Wet Fluxes (IWET) 1 ! IWET = 0 !
965 2D Temperature (IT2D) 0 ! IT2D = 0 !
966 2D Density (IRHO) 0 ! IRHO = 0 !
967 Relative Humidity (IVIS) 1 ! IVIS = 0 !
987 DIAGNOSTIC PUFF-TRACKING OUTPUT OPTION:
989 Puff locations and properties reported to PFTRAK.DAT file for postprocessing?
991 (IPFTRAK) Default: 0 ! IPFTRAK = 0 !
992 0 = no
993 1 = yes, update puff output at end of each timestep
994 2 = yes, update puff output at end of each sampling step
# Importante revisar que en IPFTRAK el valor sea cero.
```

```

1025 LINE PRINTER OUTPUT OPTIONS:
1027 Print concentrations (ICPRT) Default: 0 ! ICPRT = 5 !
1028 Print dry fluxes (IDPRT) Default: 0 ! IDPRT = 0 !
1029 Print wet fluxes (IWPRT) Default: 0 ! IWPRT = 0 !
1030 (0 = Do not print, 1 = Print)
1039 Units for Line Printer Output
1040 (IPRTU) Default: 1 ! IPRTU = 5 !
1041 for for
1042 Concentration Deposition
1043 1 = g/m**3 g/m**2/s
1044 2 = mg/m**3 mg/m**2/s
1045 3 = ug/m**3 ug/m**2/s
1046 4 = ng/m**3 ng/m**2/s
1047 5 = Odour Units
1048 6 = TBq/m**3 TBq/m**2/s TBq=terabecquerel
1049 7 = GBq/m**3 GBq/m**2/s GBq=gigabecquerel
1050 8 = Bq/m**3 Bq/m**2/s Bq=becquerel (disintegrations/s)
1060 SPECIES (or GROUP for combined species) LIST FOR OUTPUT OPTIONS
1062 ----- CONCENTRATIONS ----- DRY FLUXES ----- WET FLUXES ----- MASS
FLUX --
1063 SPECIES
1064 /GROUP PRINTED? SAVED ON DISK? PRINTED? SAVED ON DISK? PRINTED? SAVED ON DISK? SAVED ON
DISK?
-----
1066 ! ODOR = 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0 !
1067 * SO4 = 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0 *
1068 * NO = 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0 *
1069 * NO2 = 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0 *
1070 * HNO3 = 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0 *
1071 * NO3 = 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0 *
1072 * PM10 = 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0 *

```

F) Parámetros de fuente de área

[Input Group 14a, 14b, 14c]: La información que se ingresa en el Input corresponde al número de fuentes que se van a modelar, la altura efectiva y su unidad, la cual deben coincidir con las definidas en el Input Group 1. Finalmente se definen las coordenadas para cada vértice. Como las entradas del grupo dependerán de cada proyecto en específico, a continuación se presenta un ejemplo genérico de la configuración de este grupo.

```

2012 INPUT GROUPS: 14a, 14b, 14c, 14d -- Area source parameters
-----
2016 Subgroup (14a)
-----
2019 Number of polygon area sources with
2020 parameters specified below (NAR1) No default ! NAR1 = 1 !
2022 Units used for area source
2023 emissions below (IARU) Default: 1 ! IARU = 5 !
2028 5 = Odour Unit * m/s (vol. flux/m**2 of odour compound)
-----
2048 Subgroup (14b)
-----

```

```
2051 AREA SOURCE: CONSTANT DATA
-----
2054 Source Effect. Base Initial Emission
2055 No. Height Elevation Sigma z Rates
2056 (m) (m) (m)
-----
2058 1 ! SRCNAM = PLANTELES !
2059 1 ! X = 0.5, 263, 0.5, 5.7 ! ¡END!
# Corresponden a la altura efectiva, elevación base, sigma inicial z y tasa de emisión
respectivamente.

-----
2074 Subgroup (14c)
-----
2077 COORDINATES (km) FOR EACH VERTEX(4) OF EACH POLYGON
-----
2079 Source
2080 No. Ordered list of X followed by list of Y, grouped by source
-----
2082 1 ! SRCNAM = PLANTELES!
2083 1 ! XVERT = -0.030492701, -0.205782657, 0.001443473, 0.144703573 !
2084 1 ! YVERT = -0.8237769801, -0.7363388310, -0.6293048610, -0.9112186150 !
# Primera fila nombre, segunda coordenada X y tercera coordenadas Y.
```

Una vez ejecutado el modelo CALPUFF, se obtuvieron los ficheros .INP y .LST

5.4.4. Módulo IV – Análisis de la implementación del modelo

5.4.4.1. Análisis meteorológico de datos observados y modelados

A) Rosas de viento

A continuación se presentan las rosas de viento del año 2021 según datos observados y modelados. La Figura 5.20 corresponde a todo el periodo de modelación y muestra una predominancia de vientos que vienen desde el norte y se dirigen hacia el sur. Mientras que los datos modelados provienen desde el suroeste y se dirigen hacia el noreste.

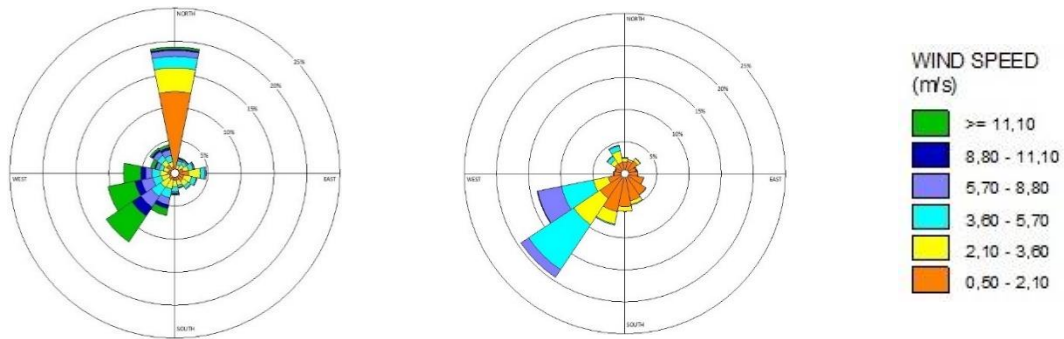


Figura 5.20. Rosa de viento año 2021 datos observados (izquierda) y modelados (derecha) en estación Catapilco, Zapallar

Para el periodo de las 8:00 hasta las 18:00 horas en los datos observados (Figura 5.21) los vientos vienen desde suroeste y el norte y van hacia el norte principalmente. Mientras que los modelados vienen desde el suroeste y se dirigen hacia el noreste.

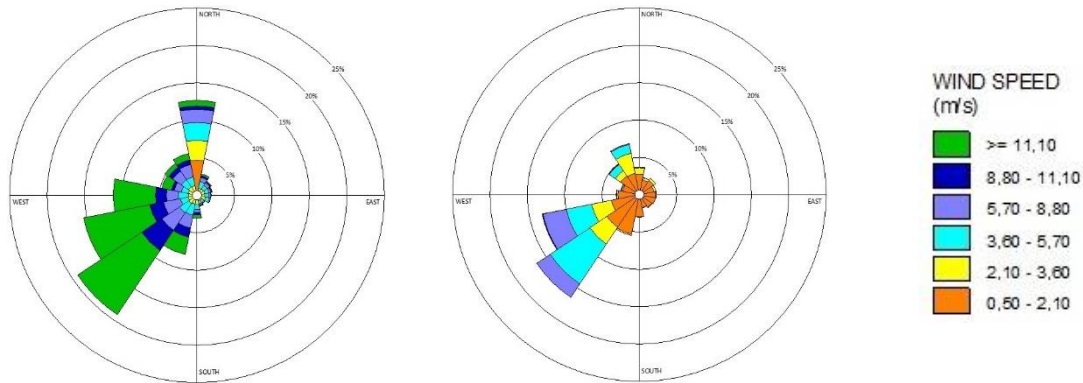


Figura 5.21 Rosa de viento año 2021 Horario 08:00 a 18:00 datos observados (izquierda) y modelados (derecha) en estación Catapilco, Zapallar.

Para el periodo de 18:00 horas a 8:00 horas, los datos observados (Figura 5.22) reflejan una predominancia de vientos desde el norte, dirigidos hacia el noreste y de acuerdo a los datos modelados vienen desde el suroeste y van hacia el noreste.

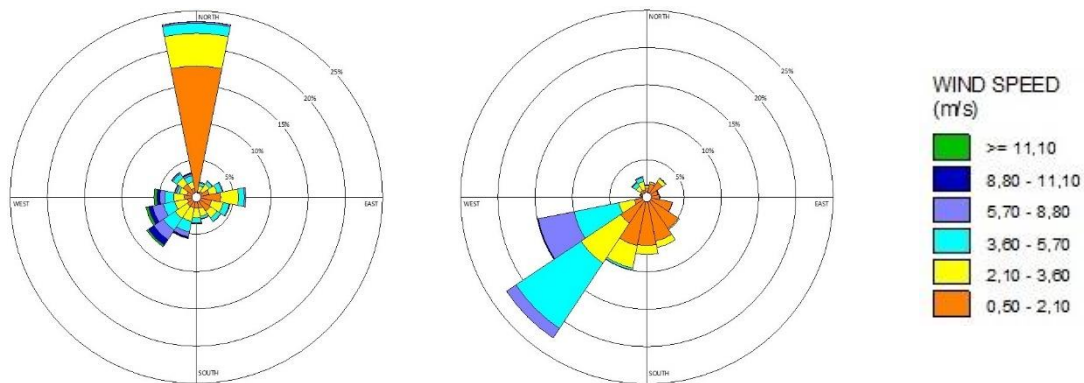


Figura 5.22 Rosa de viento año 2021 Horario 18:00 a 8:00 datos observados (izquierda) y modelados (derecha) en estación Catapilco, Zapallar.

B) Frecuencia de las velocidades del viento

En la Figura 5.23 se presenta el gráfico de frecuencia de rango de velocidades del viento para los datos observados y modelados en la estación Catapilco, Zapallar.

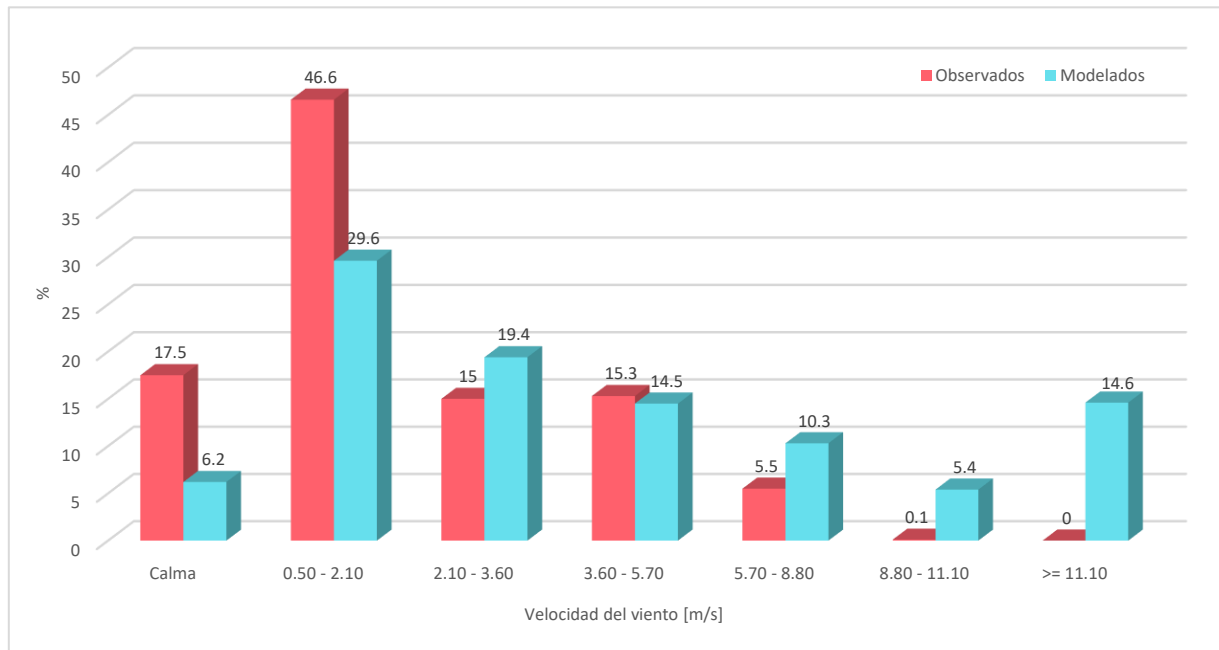


Figura 5.23. Distribución de la frecuencia de la velocidad del viento de datos observados y modelados en la estación Catapilco, Zapallar (m/s) año 2021.

Se puede observar que la distribución de la frecuencia de los datos observados mayormente se encuentra entre 0,5 y 2,10 [m/s] con un 29,6% de los datos, siendo seguida por el rango de 2,10 a 3,60 [m/s] con un 19,4% de los datos, finalmente se encuentran los rangos de vientos entre 3,60-5,70 y $\geq 11,10$ con un 14,5% y un 14,6% respectivamente. De acuerdo con la escala Beaufort, el primer conjunto de datos mencionados se clasifica entre ventolina y flojito, mientras que el segundo conjunto de datos entre flojito y flojo, el tercer conjunto de datos lo clasifica entre flojo a bonacible-moderado y el último grupo, es decir, $\geq 11,10$, se encuentra clasificado como fresco.

Respecto a los datos modelados se puede visualizar que el mayor porcentaje de datos se encuentra en el rango 0,5 a 2,10 [m/s] al igual que los datos observados, el cual de acuerdo con la escala Beaufort, se identifica como ventolina-flojita. Le sigue la calma con un 17,5% de los datos. Además, presenta una distribución de magnitudes similares para los rangos de datos entre [2,10 – 3,60] y [3,60 – 5,70], clasificados según la escala Beaufort como viento flojito-flojo para el primer conjunto de datos y como flojo a bonacible-moderado para el tercero. Finalmente se puede observar que en los datos modelados no hay vientos superiores a $\geq 11,10$ [m/s] en comparación a los datos observados.

C) Velocidad del viento

En la distribución de datos de la serie de tiempo observada (Figura 5.24) se puede apreciar mayores rangos de velocidad del viento que en los datos modelados (Figura 5.25) siendo de 0 a 25 [m/s] y de 0 a 9 [m/s] respectivamente. En ambas series de tiempo se puede apreciar el periodo de otoño e invierno poseen las menores velocidades del viento.

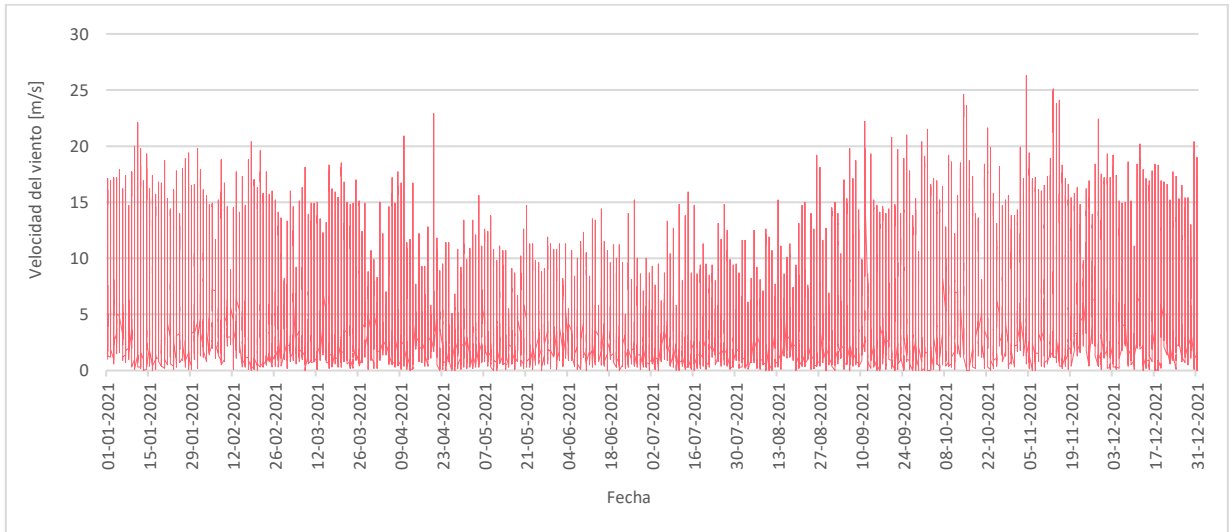


Figura 5.24. Serie de tiempo de la velocidad del viento observada en la estación Catapilco, Zapallar (m/s).

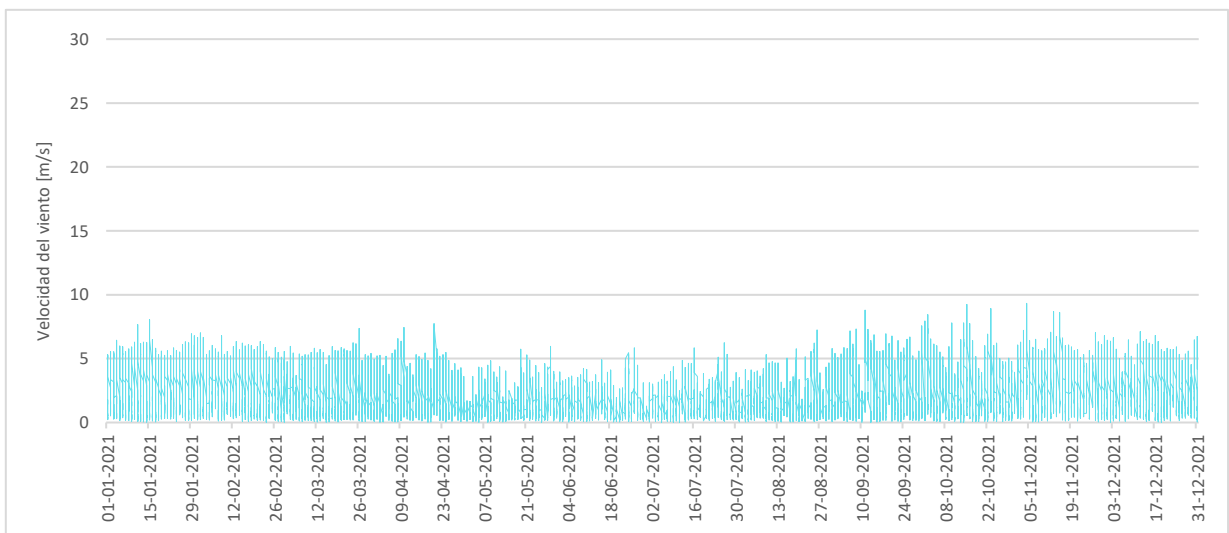


Figura 5.25. Serie de tiempo de la velocidad del viento modelada en la estación Catapilco, Zapallar (m/s).

D) Dirección del viento

En la serie de tiempo de la dirección del viento, se puede apreciar para los datos observados (véase la Figura 5.26), se presenta una tendencia a ser constante y procedente del noroeste. Por su parte, la dirección del viento modelado (Figura 5.27) presenta una tendencia más fluctuante entre vientos procedentes del suroeste al noroeste y desde el norte al sureste.

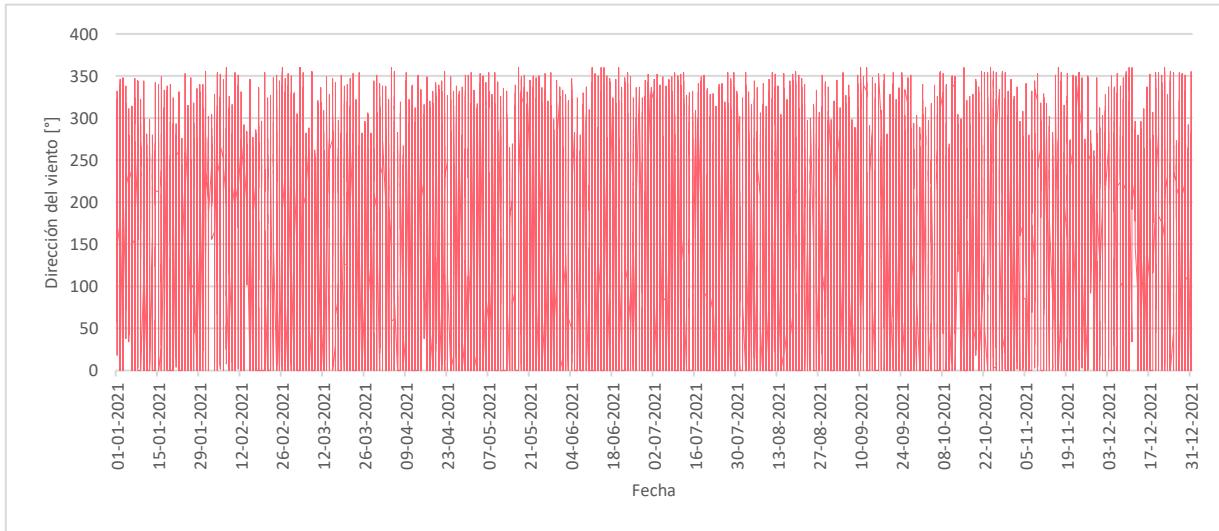


Figura 5.26. Ciclo diario de la dirección del viento observada en la estación Catapilco, Zapallar.

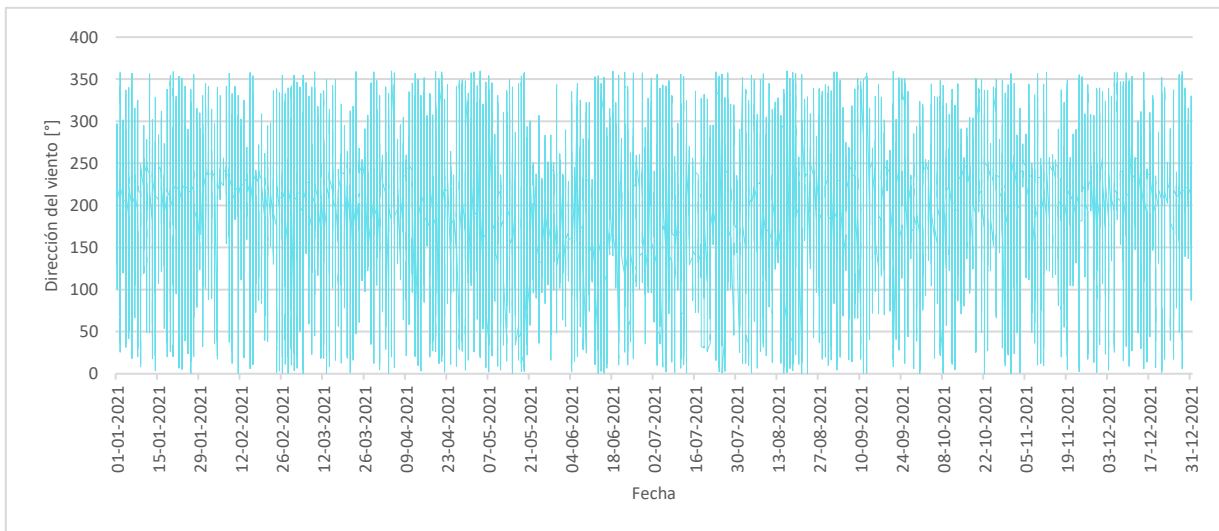


Figura 5.27. Ciclo diario de la dirección del viento modelado en la estación Catapilco, Zapallar.

5.4.4.2. Análisis de incertidumbre del archivo de pronóstico WRF

Los resultados de los índices estadísticos evaluados por cada variable meteorológica se exponen en la Tabla 5.41.

Tabla 5.41. Valores de los índices de la predicción proporcionada por el modelo para la estación meteorológica.

Variable Meteorológica	Estadísticos			
	RMSE	MAE	BIAS	IOA
Dirección Viento	136,77°	106,24°	38,09°	0,49
Velocidad Viento	5,72 m/s	3,84 m/s	-2,95 m/s	0,45

La dirección del viento posee un RMSE de 136,77° y según el BIAS presenta un sesgo horario, por lo que el modelo sobreestimaré la dirección del viento en la estación Catapilco, Zapallar, rotando la dirección de la pluma en 38,09° en sentido horario. Respecto al IOA, indica un índice de correlación medio.

En relación a la velocidad del viento, de acuerdo al RMSE, se obtuvo un error de 5,72 [m/s]. El modelo presenta un BIAS con un valor de -2,95 [m/s] con un sesgo negativo, por lo que subestimaré la velocidad del viento en la estación Catapilco, Zapallar, por lo que se puede determinar que la modelación de las emisiones de olor presentará una sobreestimación. En el caso del IOA la velocidad del viento modelada posee un ajuste moderado a los datos observados, con un valor de 0,45.

5.4.5. Módulo V – Post-Procesamiento de los datos

En este módulo se realizó el post procesamiento de los datos de concentración obtenidos de las modelaciones realizadas de cada proyecto identificado anteriormente. Para ello se configuró y ejecutaron los códigos descritos en la sección V de la propuesta metodológica, de los cuales se obtuvo un único archivo de las concentraciones finales en cada receptor por proyecto. Finalmente, estas concentraciones de olor fueron analizadas según la norma de Lombardía y se calculó la frecuencia de superación por cada receptor dentro de la comuna.

5.4.5.1. Post procesador CALPOST

Se ejecutó de forma horaria y por cada una de las modelaciones realizadas, obteniéndose 8760 archivos csv para cada una de las cinco fuentes de emisión, es decir, un total de 43.800 archivos, donde a su vez, cada uno cuenta con las concentraciones en inmisión de olor en los 3600 receptores de la cuadrícula del dominio de simulación.

5.4.5.2. Concentración final en receptores

Los archivos generados en la etapa anterior se ingresaron al código de la sección V.II de la propuesta metodológica, a partir de lo cual se obtuvo un único archivo csv de 8760 filas (horas) y 3600 columnas (receptores) con la sumatoria de las concentraciones que aportaba cada proyecto.

5.4.5.3. Frecuencia de superación de norma

En base a las concentraciones finales en los receptores dentro de la comuna, se realizó el análisis de la frecuencia de superación de los valores límites de inmisión establecidos por la norma de Lombardía, la que será utilizada para realizar las recomendaciones al PRI.

Para el análisis de la frecuencia, se convalidaron los usos de suelo regulados por el PRI en la comuna de La Ligua, con aquellos utilizados por la norma de Lombardía, tal como se presenta en la Tabla 5.42.

Cabe destacar que los suelos no convalidados no pudieron ser catalogados según la norma de Lombardía, por ser usos de suelo específicos y/o que no permitían ninguna edificación, ni existía información relacionada a los usos permitidos

Tabla 5.42. Convalidación de uso de suelo de la comuna de La Ligua según norma de Lombardía.

Código	Nombre	Uso de suelo convalidado según norma de Lombardía
AEU	Área de extensión urbana	Residencial
AIS	Área de Interés Silvoagropecuario	Agrícola o industrial
AREDU	Área restringida o excluida al desarrollo urbano	Agrícola o industrial
ARGI	Áreas de riesgo geofísico por inundación	No convalidada
AU	Áreas urbanas consolidadas	Residencial
E13	Zona Industrial E13	Agrícola o industrial
ZRI1	Zona de restricción faja costera (playa)	Residencial
ZRI2	Zona de protección por valor natural y paisajístico	Residencial
ZRI3	Zona de Protección ecológica	Residencial
ZRI4	Zona Forestal	Residencial
ZRI5	Zona de protección variante ruta 5	No convalidada
ZRI6	Zona de restricción planta de tratamiento La Ligua	No convalidada
Aeródromo	Zona de aeródromo	No convalidada
Cuerpo de Agua	No aplica	No convalidada
ZNP	Zona no planificada	Residencial

5.4.6. Módulo VI – Análisis de Resultados

En la Tabla 5.43 se presentan los usos de suelo analizados y no analizados presentes en cada distrito censal, lo anterior permitió realizar recomendaciones, las cuales como se expondrá más adelante, se enfocaron en los usos de suelo no planificados, considerando su planificación como futuras zonas residenciales.

Tabla 5.43. Usos de suelo presentes en cada distrito censal de la comuna de La Ligua.

Distrito censal	Uso de suelo analizado	Uso de suelo no analizado
Casas Viejas de Longotoma	AEU2, AEU3, AEU4, AIS, AREDU y ZNP	ZRI1, ZR5
Huaquén	AEU1, AEU2, AEU4, AEU5, AIS y ZNP	ZRI1, ZRI2, ZRI4, ZRI5
La Engorda	AEU2, AIS, AREDU y ZNP	ZRI3, ZRI4
La Higuera	AEU2, AIS y ZNP	ZRI3, ZRI4
La Ligua Norte	AEU2, AIS, AU	ARGI2
La Ligua Sur	AEU2, AIS, AU y ZNP	-
Los Hornos	AIS y ZNP	-
Los Molles	AEU1, AEU2, AEU4, AIS y ZNP	ZRI1, ZRI2, ZRI3, ZRI4, ZR5
Placilla	AEU1, AEU2, AIS, AREDU y ZNP	Aeródromo
Pueblo de Roco	AEU2, AIS, AREDU y ZNP	ZRI4
Pueblo de Varas	AEU1, AEU2, AIS y ZNP	ZRI4
Quebradilla	AEU2, AIS, E13 y ZNP	ZRI3, ZRI6, Cuerpos de agua
Trapiche	AEU2, AIS, AREDU, E13 y ZNP	ZRI3

5.4.6.1. Diagnostico comunal

De la Figura 5.28 se desprende que los mayores niveles de frecuencia se encuentran en la zona central de la comuna, cuya dirección predominante es hacia el este, que coincide con el emplazamiento de los proyectos evaluados. Por otro lado, los usos de suelo mayormente afectados corresponden a las zonas no planificadas, zonas de interés silvoagropecuario (AIS) y el área restringida o excluida al desarrollo urbano (AREDU). Por el contrario, las áreas menos afectadas se encuentran en el extremo sur, y extremo norte de la comuna. En cuanto a los distritos analizados desde la Tabla 5.44 a la Tabla 5.56, se destacan La Engorda, La Ligua Sur, Ligua Norte, Pueblo de Varas, Pueblo de Roco, Higuera (zona norte) y Trapiche (zona sur) como los distritos con mayor niveles de frecuencia.

Cabe destacar que si bien, algunos de los usos de suelos fueron convalidados, estos no se incluyeron en el análisis debido a que su uso de suelo, si bien permite actividades para las personas (receptores), no presenta aptitudes para ser residencial de forma permanente, los cuales se corresponden con ZRI1, ZRI2, ZRI3 y ZRI4 (ver Tabla 5.43).

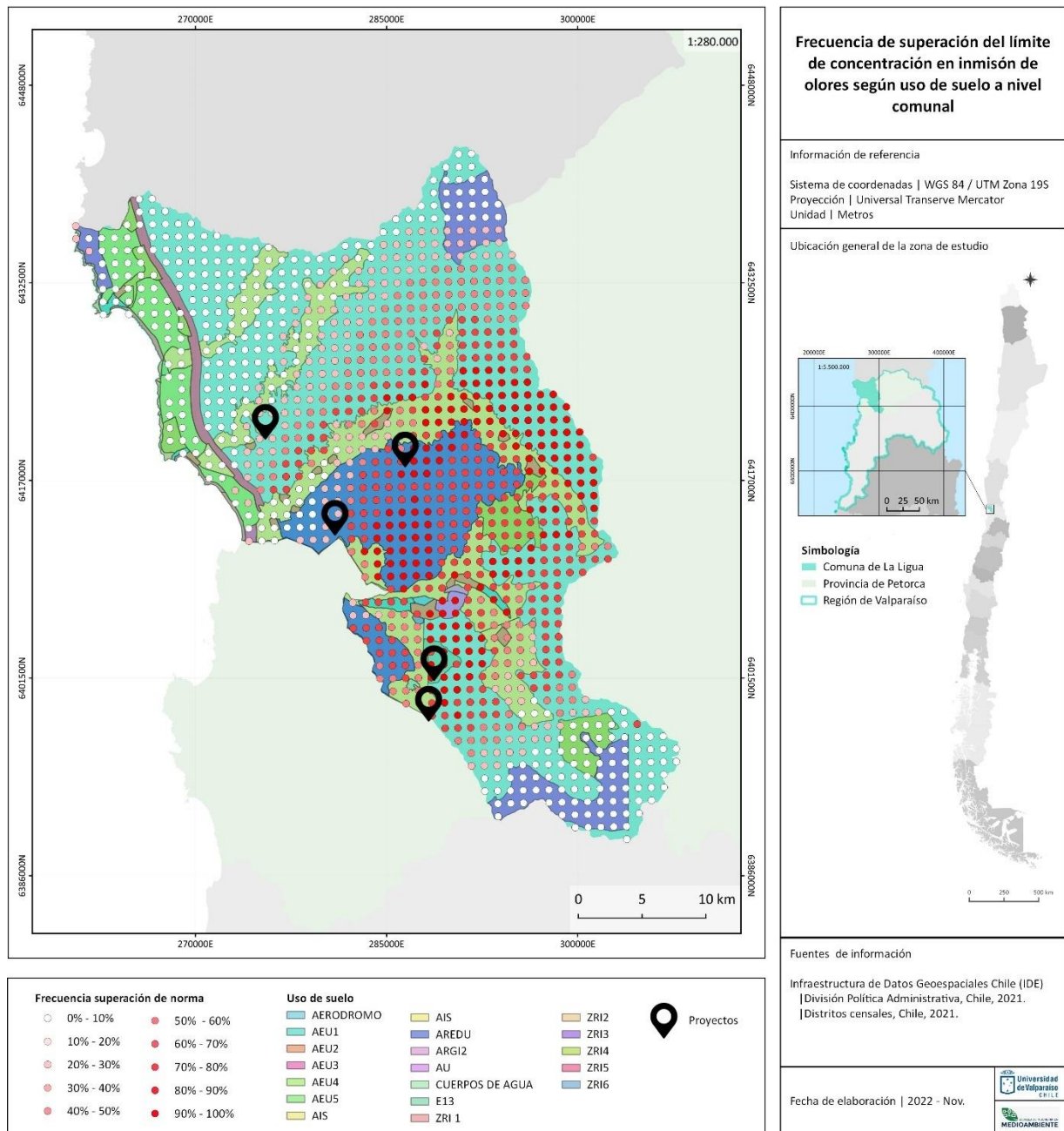


Figura 5.28 Frecuencia de superación del límite de concentración en inmisión de olores según uso de suelo a nivel comunal.

Tabla 5.44. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Casas Viejas de Longotoma.


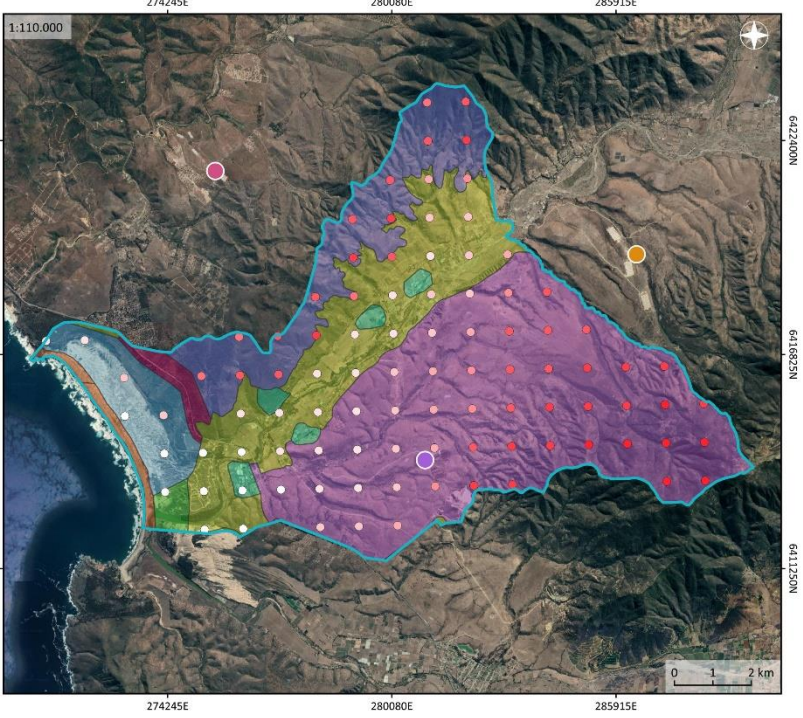
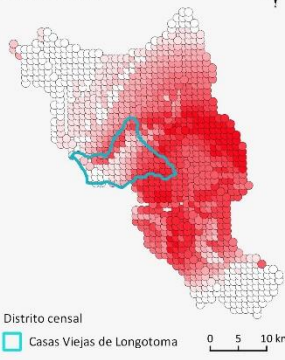

		Mapa de olor		Código	MFO – 11 – 22
		Distrito Casas viejas de Longotoma		Fecha	06 – 11 – 22
<p>Frecuencia de superación del límite de concentración en inmisión de olores según usos de suelo en el distrito Casas Viejas de Longotoma</p>				<p align="center">Análisis</p> <p>AEU2: Posee frecuencias entre un 0% a un 30%, dado el límite de concentración (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) en la zona suroeste hay bajas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AEU3: Posee frecuencias entre un 0% a un 10%, dado el límite de concentración (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) en la zona suroeste hay bajas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AEU4: Posee frecuencias entre un 0% a un 30%, dado el límite de concentración (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay bajas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AIS: Posee frecuencias entre un 0% a un 70%. Dado el límite de concentración (3 OU/m³) y la frecuencia de superación (15%) hay altas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AREDU: La frecuencia se encuentra entre 0% a 90%. Dado el límite de concentración (3 OU/m³) y la frecuencia de superación (15%) hay altas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>ZNP: Posee frecuencias entre un 50% a un 80%, si se considera residencial, dado el límite de concentración, (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay más probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>ZR1: No se consideraron en la evaluación por no ser aptas para uso de suelo residencial permanente.</p>	
<p>Información de referencia</p> <p>Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p>					
<p>Contexto comunal</p>  <p>Distrito censal</p> <p>Casas Viejas de Longotoma</p> <p>0 5 10 km</p>					
<p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geoespaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021. Zonificación Planes Reguladores Intercomunales Región de Valparaíso, Chile, 2017.</p>					
<p>Fecha de elaboración 2022 - Noviembre</p> 					
<p>Proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Centro de Acopio de GAC Mariano Alfonso ● Plantel de Pavos Santa Ana ● Plantel Reproductor de Aves Huaquén 		<p>Frecuencia superación de norma</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 0% - 10% ○ 10% - 20% ○ 20% - 30% ○ 30% - 40% ○ 40% - 50% ○ 50% - 60% ○ 60% - 70% ○ 70% - 80% ○ 80% - 90% ○ 90% - 100% 		<p>Uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ AEU2 ■ AEU3 ■ AEU4 ■ AIS ■ AREDU ■ ZNP ■ ZRI 1 ■ ZRI5 	

Tabla 5.45. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Casas Viejas de Longotoma.

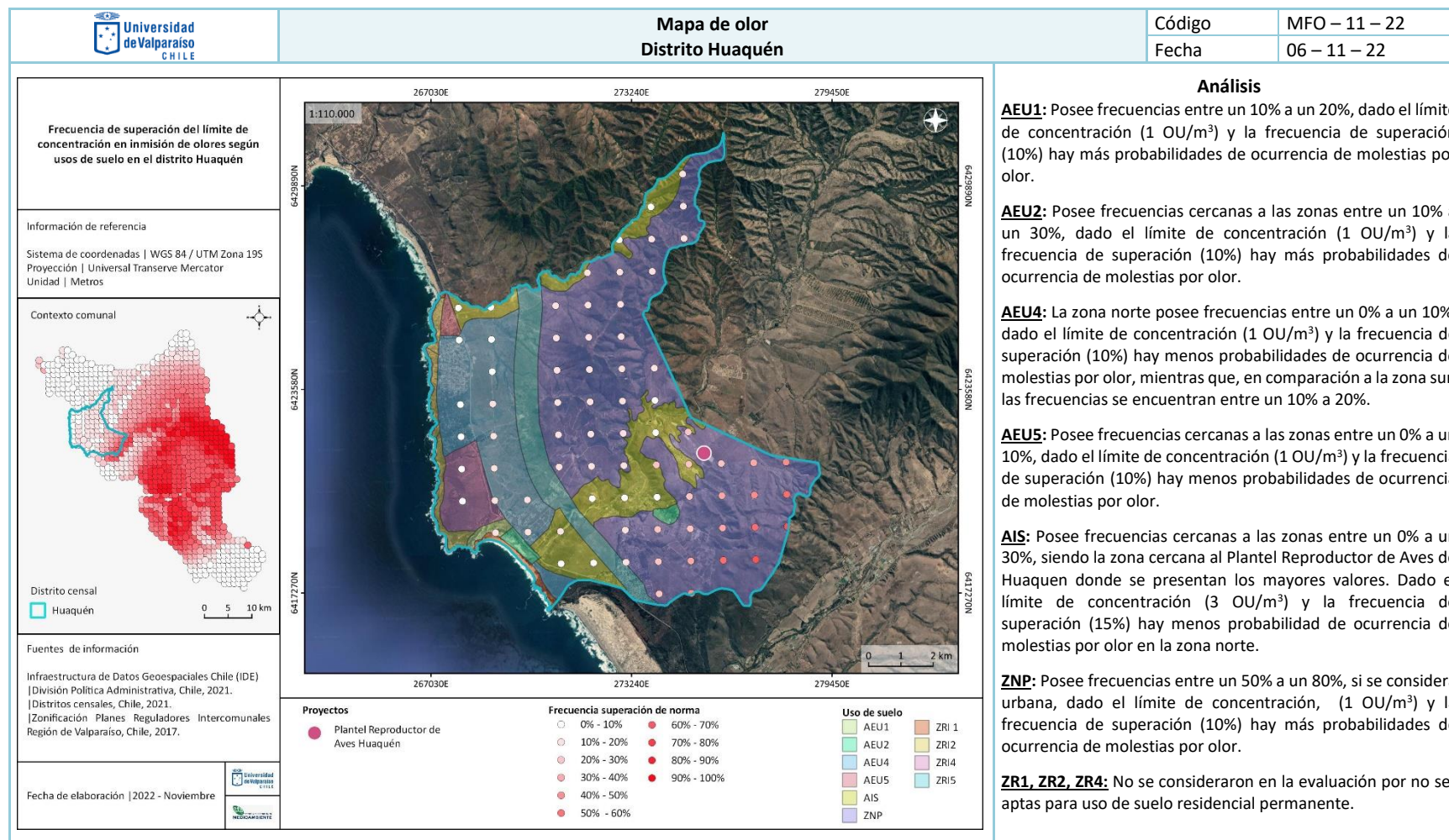


Tabla 5.46. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito La Engorda.

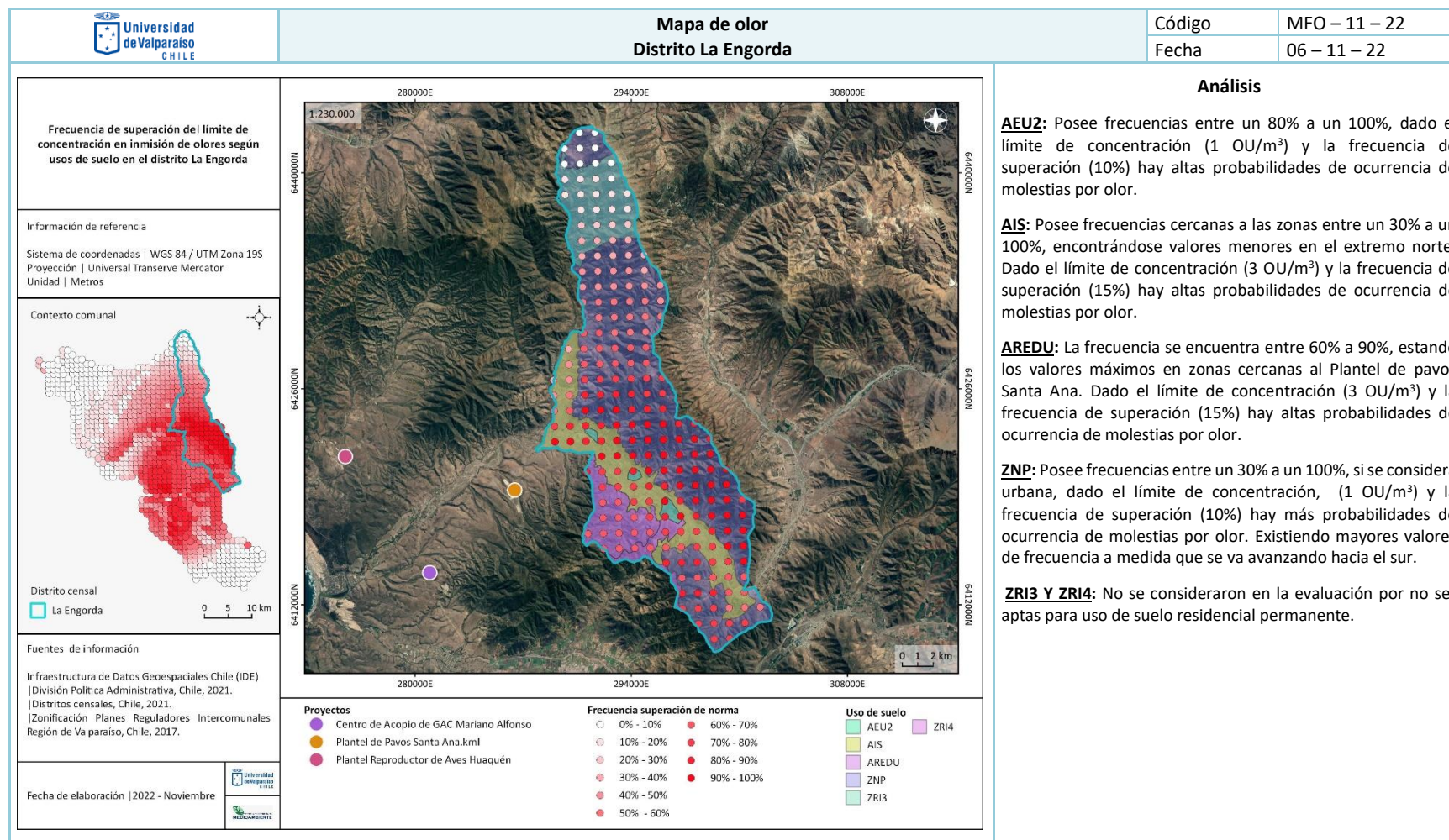


Tabla 5.47. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito La Higuera.


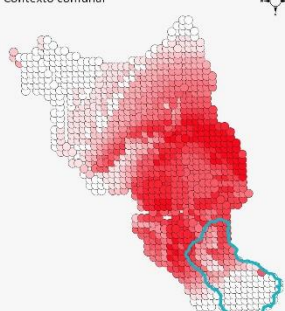

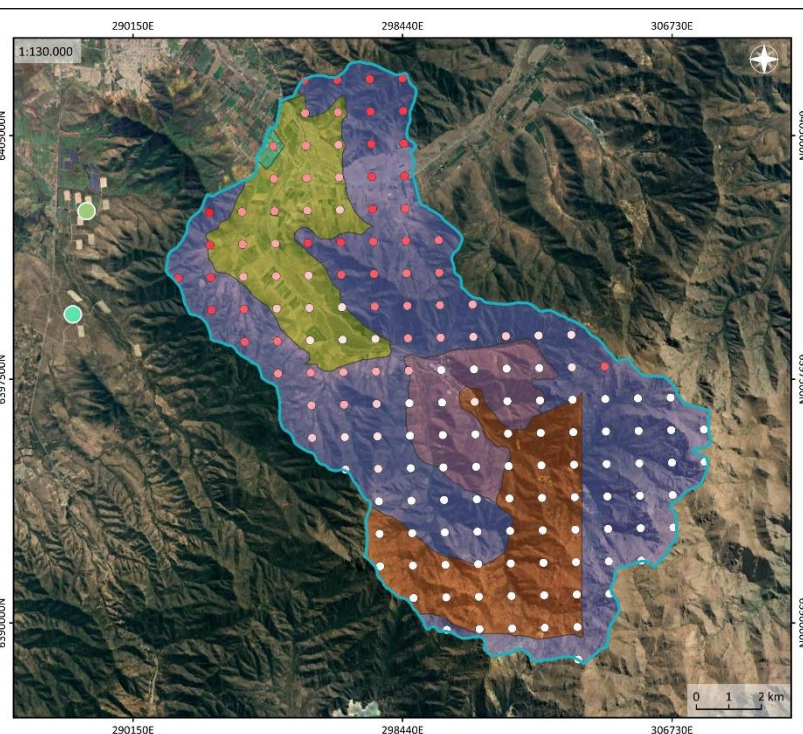
		Mapa de olor Distrito La Higuera		Código	MFO – 11 – 22		
				Fecha	06 – 11 – 22		
<p>Frecuencia de superación del límite de concentración en inmisión de olores según usos de suelo en el distrito La Higuera</p>				<p align="center">Análisis</p> <p>AEU2: Posee frecuencias entre un 50% a un 60% . Dado el límite de concentración (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay altas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AIS: Posee frecuencias entre un 10% a un 50%. Dado el límite de concentración (3 OU/m³) y la frecuencia de superación (15%) hay altas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>ZNP: Posee frecuencias entre un 0% a un 80%, si se considera urbana, dado el límite de concentración, (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay menos probabilidades de ocurrencia de molestias por olor en la mitad sur, sureste y suroeste., con una frecuencia que se encuentra entre el 0% a 10%.</p> <p>ZRI3 y ZRI4: No se consideraron en la evaluación por no ser aptas para uso de suelo residencial permanente.</p>			
<p>Información de referencia</p> <p>Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p>							
<p>Contexto comunal</p>  <p>Distrito censal</p> <p>□ La Higuera</p> <p>0 5 10 km</p>							
<p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geospaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021. Zonificación Planes Reguladores Intercomunales Región de Valparaíso, Chile, 2017.</p>							
<p>Fecha de elaboración 2022 - Noviembre</p> 							
		<p>Proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Plantel de Pavos Quebradilla ● Plantel de Pavos Talanquén 		<p>Frecuencia superación de norma</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 0% - 10% ○ 10% - 20% ○ 20% - 30% ○ 30% - 40% ○ 40% - 50% ○ 50% - 60% ○ 60% - 70% ○ 70% - 80% ○ 80% - 90% ○ 90% - 100% 		<p>Uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ AEU2 ■ AIS ■ ZNP ■ ZRI3 ■ ZRI4 	

Tabla 5.48. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito La Ligua Norte.

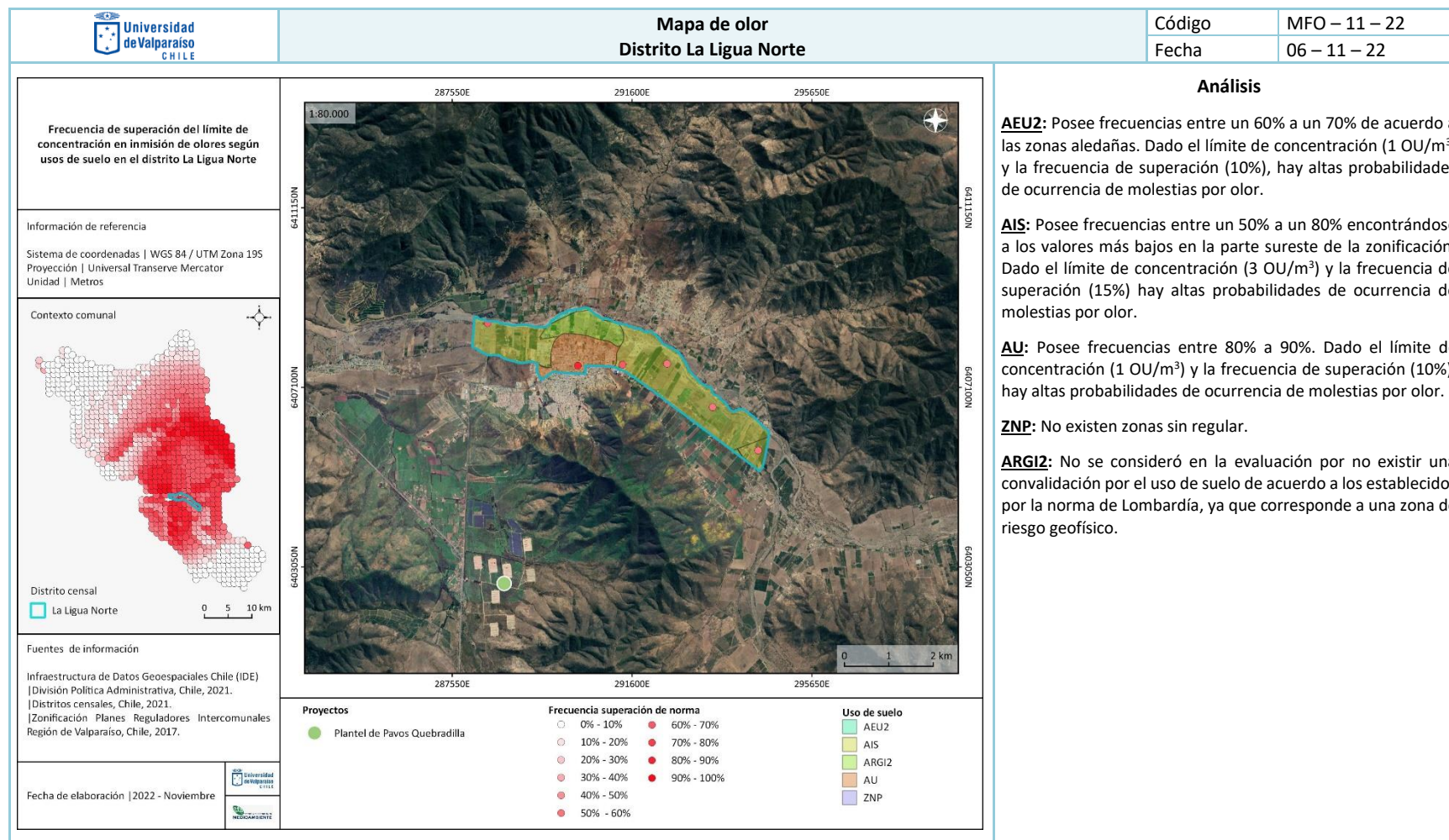


Tabla 5.49. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito La Ligua Sur.

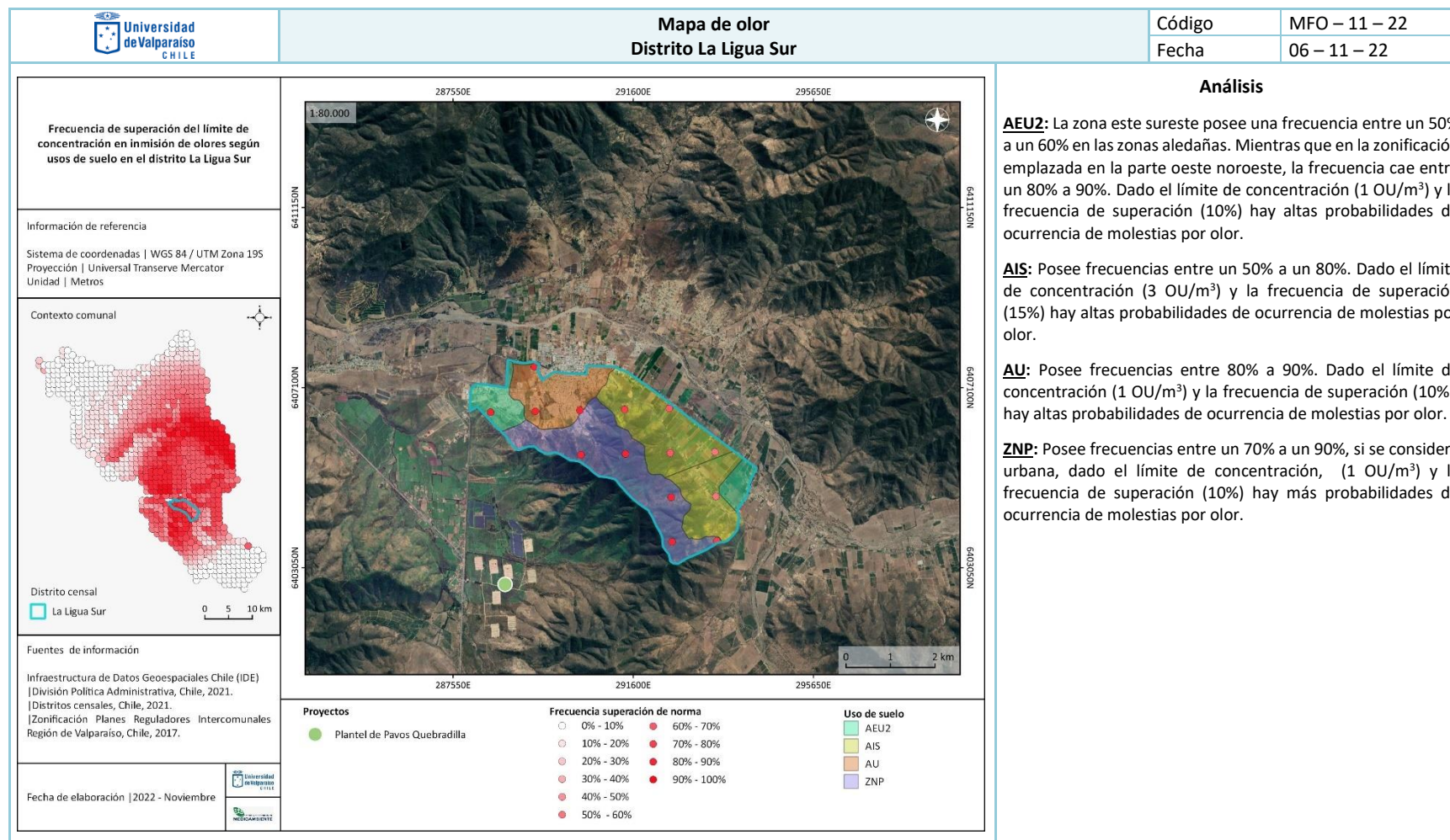


Tabla 5.50. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Los Hornos.

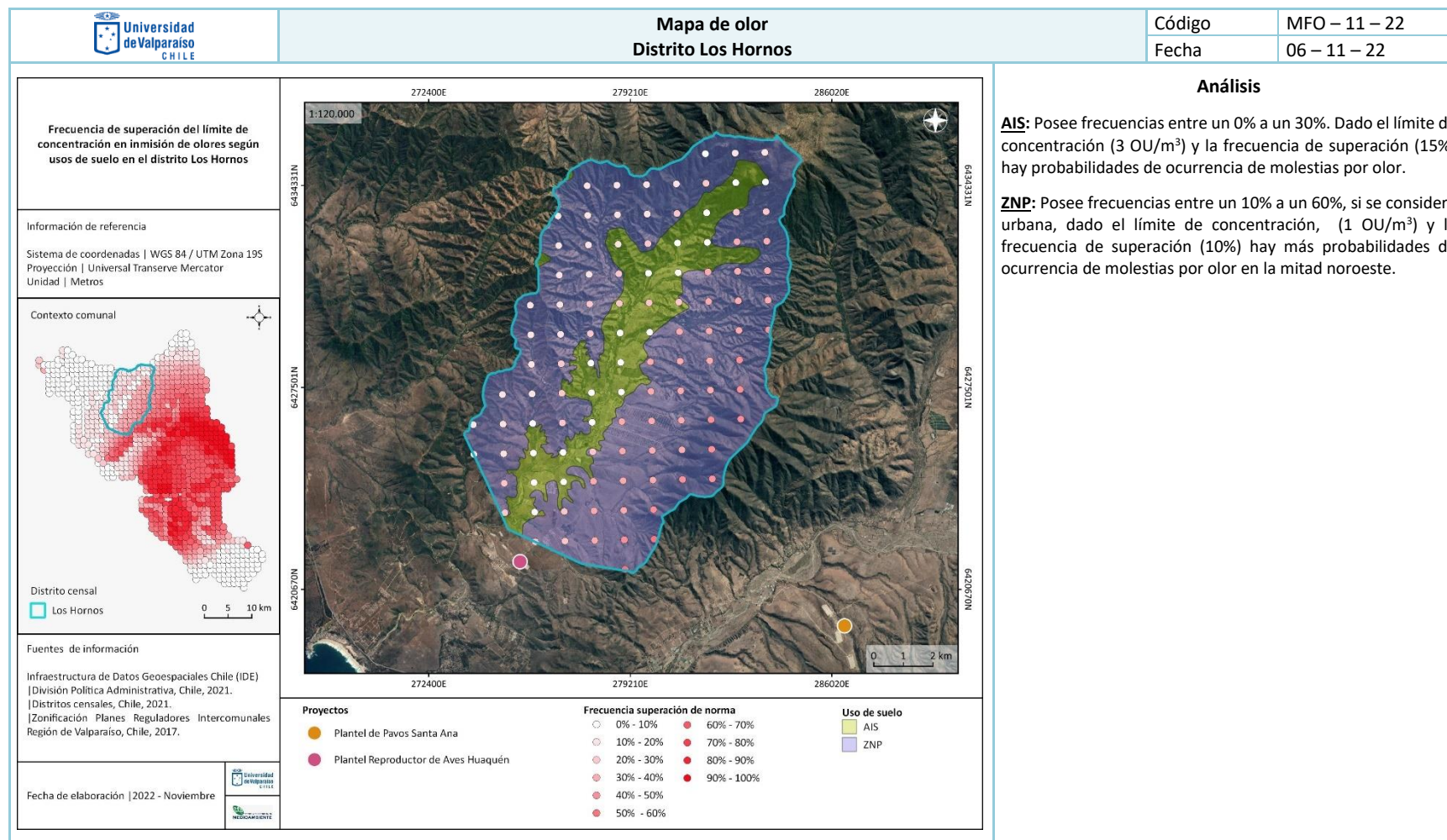


Tabla 5.51. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Los Molles.


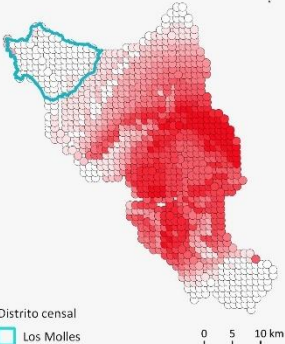

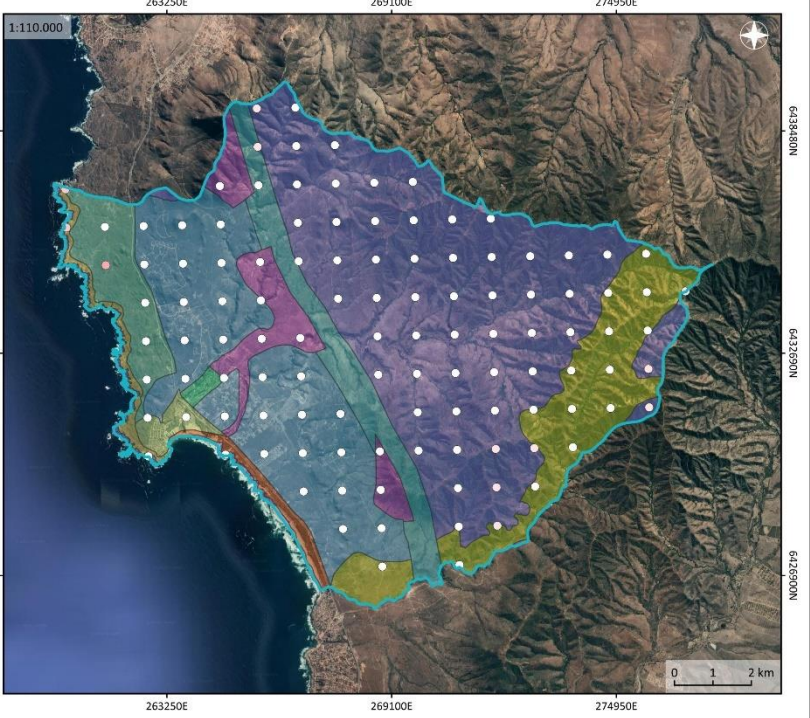
		Mapa de olor	
		Distrito Los Molles	
		Código	MFO – 11 – 22
		Fecha	06 – 11 – 22
<p>Frecuencia de superación del límite de concentración en inmisión de olores según usos de suelo en el distrito Los Molles</p> <p>Información de referencia</p> <p>Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p> <p>Contexto comunal</p>  <p>Distrito censal</p> <p>Los Molles</p> <p>0 5 10 km</p> <p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geospaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021. Zonificación Planes Reguladores Intercomunales Región de Valparaíso, Chile, 2017.</p> <p>Fecha de elaboración 2022 - Noviembre</p> 		<p>Análisis</p> <p>AEU1: Posee frecuencias entre un 0% a un 10%, dado el límite de concentración (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay bajas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AEU2: Posee frecuencias entre un 0% a un 10%, dado el límite de concentración (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay bajas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AEU4: Posee frecuencias entre un 0% a un 10%, dado el límite de concentración (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay bajas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AIS: Posee frecuencias entre un 0% a un 11%, dado el límite de concentración (3 OU/m³) y la frecuencia de superación (15%) hay bajas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>ZRI1, ZRI2, ZRI3 y ZRI4 : No se consideraron en la evaluación por no ser aptas para uso de suelo residencial permanente.</p> <p>ZNP: Posee frecuencias entre un 0% a un 10%, si se considera urbana, dado el límite de concentración, (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay bajas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor, sin embargo, existen 7 puntos aleñaños a la zona AIS que poseen una frecuencia entre un 10% a un 20%.</p>	
 <p>Frecuencia superación de norma</p> <ul style="list-style-type: none"> 0% - 10% 10% - 20% 20% - 30% 30% - 40% 40% - 50% 50% - 60% 60% - 70% 70% - 80% 80% - 90% 90% - 100% <p>Uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> AEU1 AEU2 AEU4 AEU5 AIS ZNP ZRI 1 ZRI2 ZRI3 ZRI4 ZRI5 			

Tabla 5.52. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Placilla.

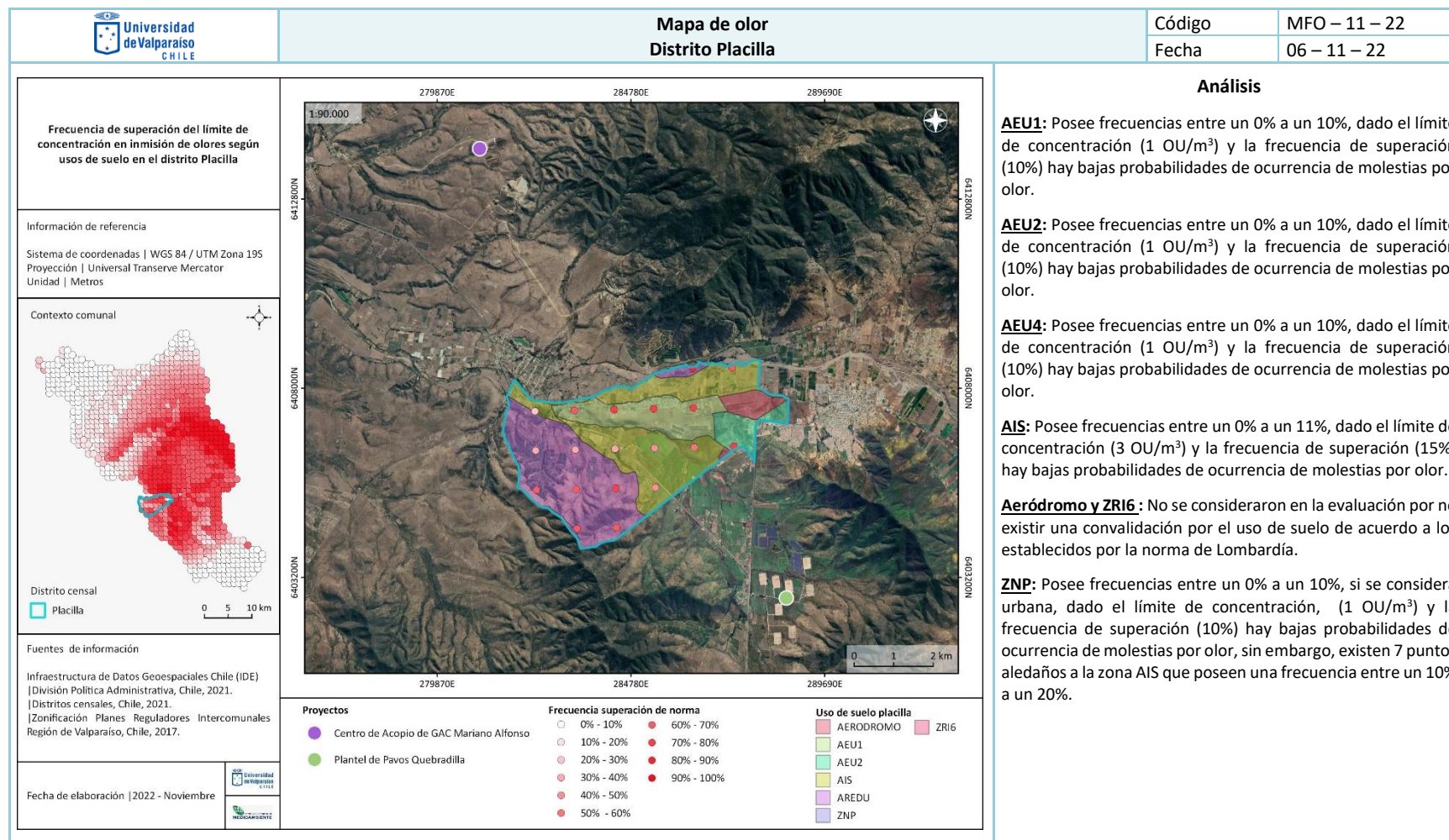


Tabla 5.53. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Pueblo de Roco.

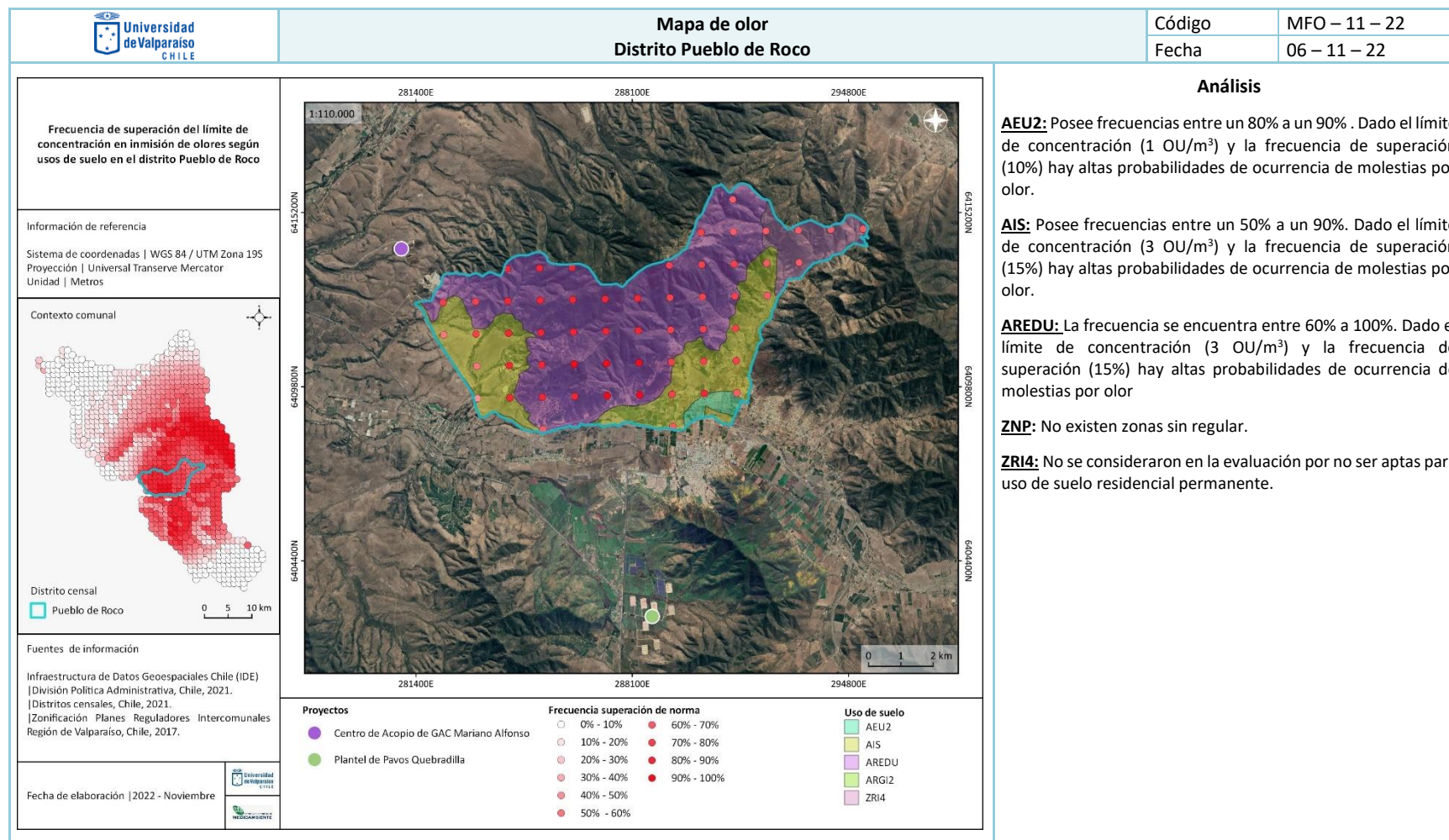


Tabla 5.54. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Pueblo de Varas.

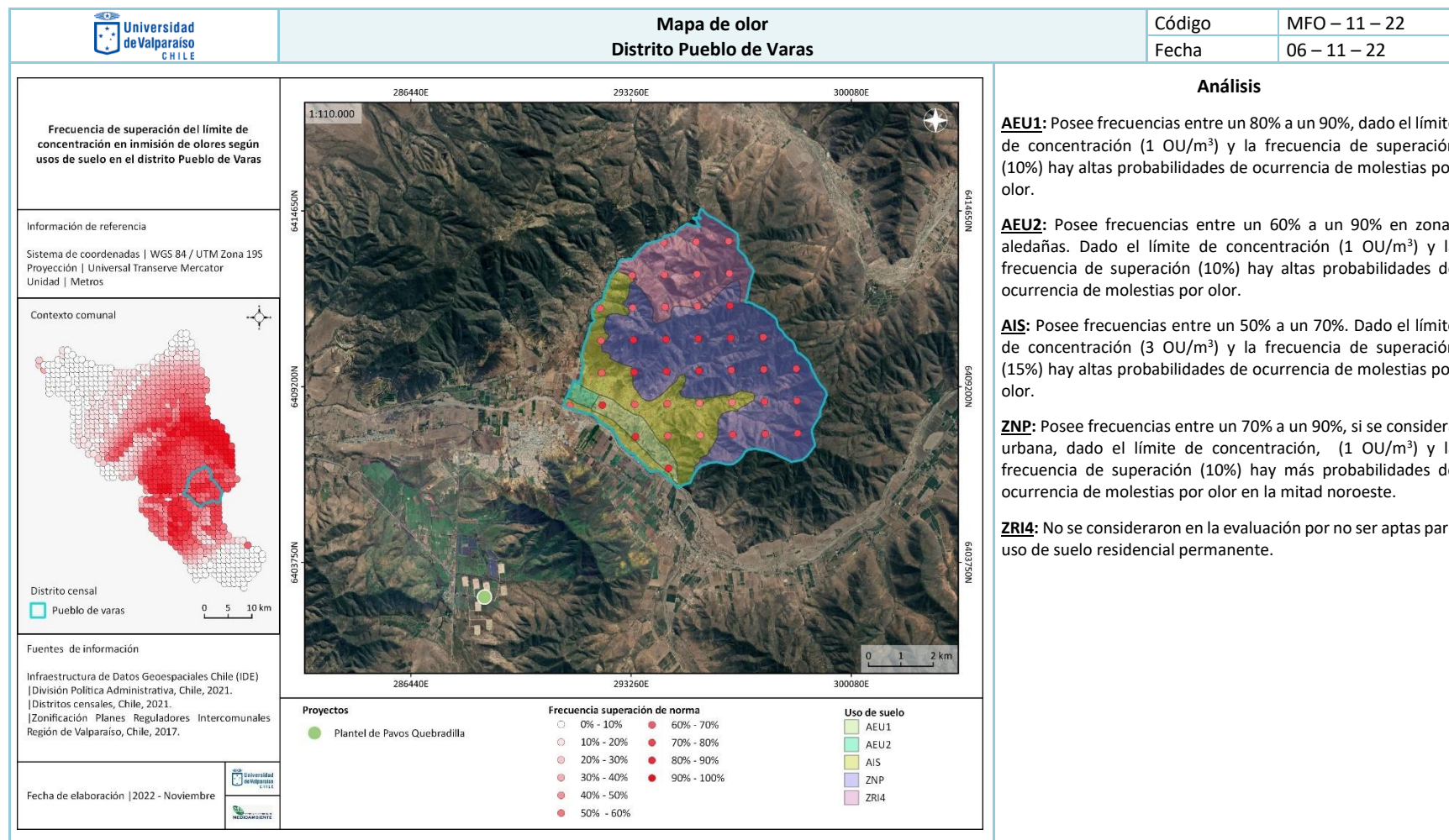


Tabla 5.55. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Quebradilla.

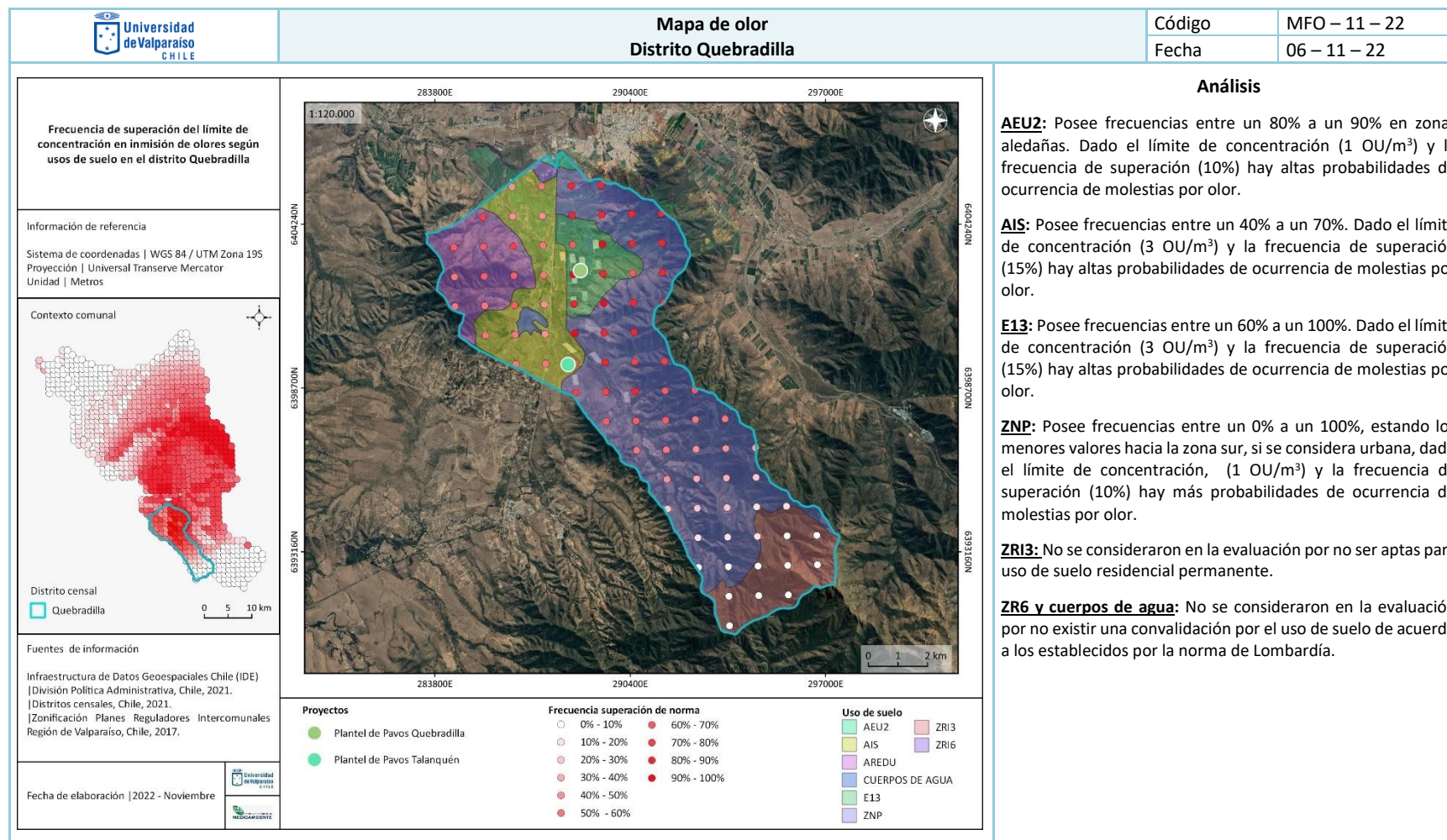

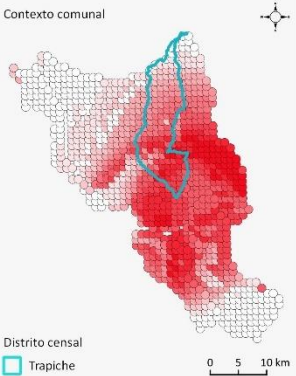

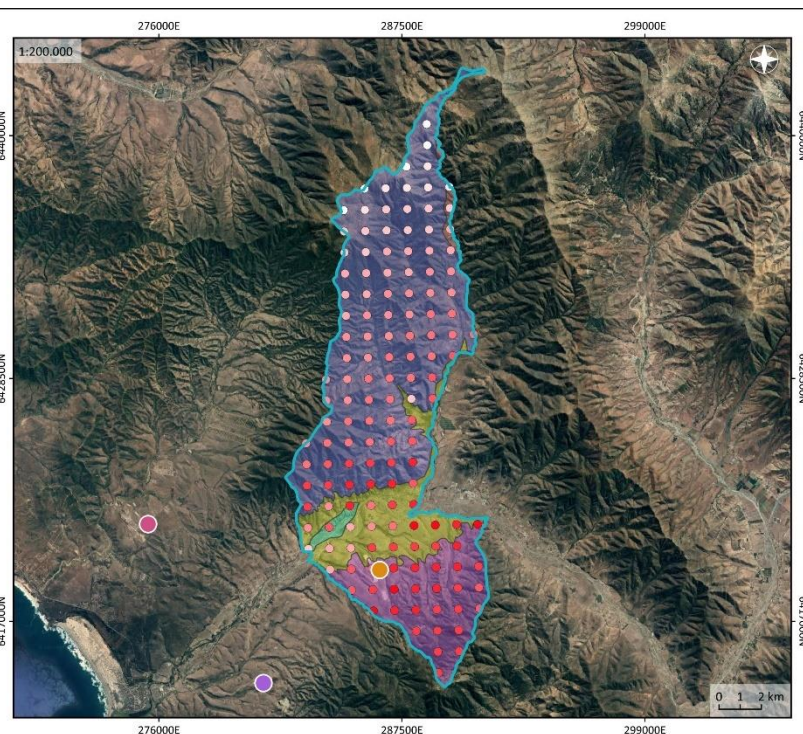


Tabla 5.56. Ficha análisis de la planificación territorial actual del distrito Trapiche.

		Mapa de olor Distrito Trapiche		Código	MFO – 11 – 22														
				Fecha	06 – 11 – 22														
<p>Frecuencia de superación del límite de concentración en inmisión de olores según usos de suelo en el distrito Trapiche</p>				<p align="center">Análisis</p> <p>AEU2: Posee frecuencias entre 60% a un 90%. Dado el límite de concentración (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay altas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AIS: Posee frecuencias entre un 20% a un 100%. Dado el límite de concentración (3 OU/m³) y la frecuencia de superación (15%) hay altas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>AREDU: La frecuencia se encuentra entre 50% a 100%. Dado el límite de concentración (3 OU/m³) y la frecuencia de superación (15%) hay altas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>E13: Posee frecuencias entre un 60% a un 100%. Dado el límite de concentración (3 OU/m³) y la frecuencia de superación (15%) hay altas probabilidades de ocurrencia de molestias por olor.</p> <p>ZNP: Posee frecuencias entre un 0% a un 90%, si se considera urbana, dado el límite de concentración, (1 OU/m³) y la frecuencia de superación (10%) hay menos probabilidades de ocurrencia de molestias por olor en la zona extrema norte.</p> <p>ZRI3: No se consideraron en la evaluación por no ser aptas para uso de suelo residencial permanente.</p>															
<p>Información de referencia</p> <p>Sistema de coordenadas WGS 84 / UTM Zona 19S Proyección Universal Transverse Mercator Unidad Metros</p>																			
<p>Contexto comunal</p>  <p>Distrito censal</p> <p>Trapiche</p> <p>0 5 10 km</p>																			
<p>Fuentes de información</p> <p>Infraestructura de Datos Geospaciales Chile (IDE) División Política Administrativa, Chile, 2021. Distritos censales, Chile, 2021. Zonificación Planes Reguladores Intercomunales Región de Valparaíso, Chile, 2017.</p>																			
<p>Fecha de elaboración 2022 - Noviembre</p> 																			
		<p>Proyectos</p> <ul style="list-style-type: none"> Centro de Acopio de GAC Mariano Alfonso Plantel de Pavos Santa Ana Plantel Reprodutor de Aves Huaquén 		<p>Frecuencia superación de norma</p> <table border="0"> <tr> <td>○ 0% - 10%</td> <td>● 60% - 70%</td> </tr> <tr> <td>○ 10% - 20%</td> <td>● 70% - 80%</td> </tr> <tr> <td>○ 20% - 30%</td> <td>● 80% - 90%</td> </tr> <tr> <td>○ 30% - 40%</td> <td>● 90% - 100%</td> </tr> <tr> <td>○ 40% - 50%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>○ 50% - 60%</td> <td></td> </tr> </table>		○ 0% - 10%	● 60% - 70%	○ 10% - 20%	● 70% - 80%	○ 20% - 30%	● 80% - 90%	○ 30% - 40%	● 90% - 100%	○ 40% - 50%		○ 50% - 60%		<p>Uso de suelo</p> <ul style="list-style-type: none"> AEU2 AIS AREDU ZRI3 ZNP 	
○ 0% - 10%	● 60% - 70%																		
○ 10% - 20%	● 70% - 80%																		
○ 20% - 30%	● 80% - 90%																		
○ 30% - 40%	● 90% - 100%																		
○ 40% - 50%																			
○ 50% - 60%																			

5.4.6.2. Recomendaciones

Las recomendaciones se realizarán a aquellos distritos que posean zonas no reguladas y será enfocada en si el uso de suelo es apto o no para ser residencial considerando las frecuencias de superación de la normativa de olor.

Tabla 5.57. Recomendaciones según distrito de la comuna de La Ligua.

Distrito	Frecuencia	Recomendación
Casas viejas de Longotoma	50% a 80%	Zona no regulada no es apta para uso de suelo residencial.
Huaquén	50% a 80%	Zona no regulada no es apta para uso de suelo residencial.
La Engorda	30% a 100%	Zona no regulada no es apta para uso de suelo residencial.
La Higuera	0% a 10%	Zona no regulada es apta para uso de suelo residencial.
	10% a 80%	Zona no regulada no es apta para uso de suelo residencial.
La Ligua Norte	-	No existen zonas sin regulación.
La Ligua Sur	70% a 90%	Zona no regulada no es apta para uso de suelo residencial.
Los Hornos	10% a 60%	Zona no regulada no es apta para uso de suelo residencial.
Los Molles	0% a 10%	Zona no regulada es apta para uso de suelo residencial.
Placilla	-	No existen zonas sin regulación.
Pueblo de Roco	-	No existen zonas sin regulación.
Pueblo de Varas	70% a 90%	Zona no regulada no es apta para uso de suelo residencial.
Trapiche	0% a 10%	Zona no regulada es apta para uso de suelo residencial.
	10% a 90%	Zona no regulada no es apta para uso de suelo residencial.

De la Tabla 5.57 se desprende que de los 14 distritos censales, a sólo tres se les pudo recomendar la aptitud para uso de suelo residencial (ver Figura 5.29), ya que, reunían las características para presentar menores molestias por olores ofensivos. Estos distritos corresponden a La Higuera en su parte sur, a Los Molles en su zona desde el norte al noreste, siendo el distrito donde se presentan menores frecuencias de superación. Finalmente, el distrito Trapiche en su zona norte es donde se puede fijar un uso de suelo apto para fines residenciales ya que presentaría menores molestias por olores ofensivos.

Por otra parte a los distritos de Casas Viejas de Longotoma, Huaquén, La Engorda, La Higuera (zona norte), La Ligua Sur, Los Hornos, Pueblo de Varas y Trapiche (zona sur) se recomienda no usar las zonas no reguladas como uso de suelo residencial debido a sus altas frecuencias de superación de normativa como se puede observar en la Figura 5.30.

Finalmente no se pudieron realizar recomendaciones sobre la aptitud del uso de suelo residencial a los distritos La Ligua Norte, Placilla y Pueblo de Roco debido a que no cuentan con zonas no reguladas dentro de sus delimitaciones, tal como se presentan en la Figura 5.31.

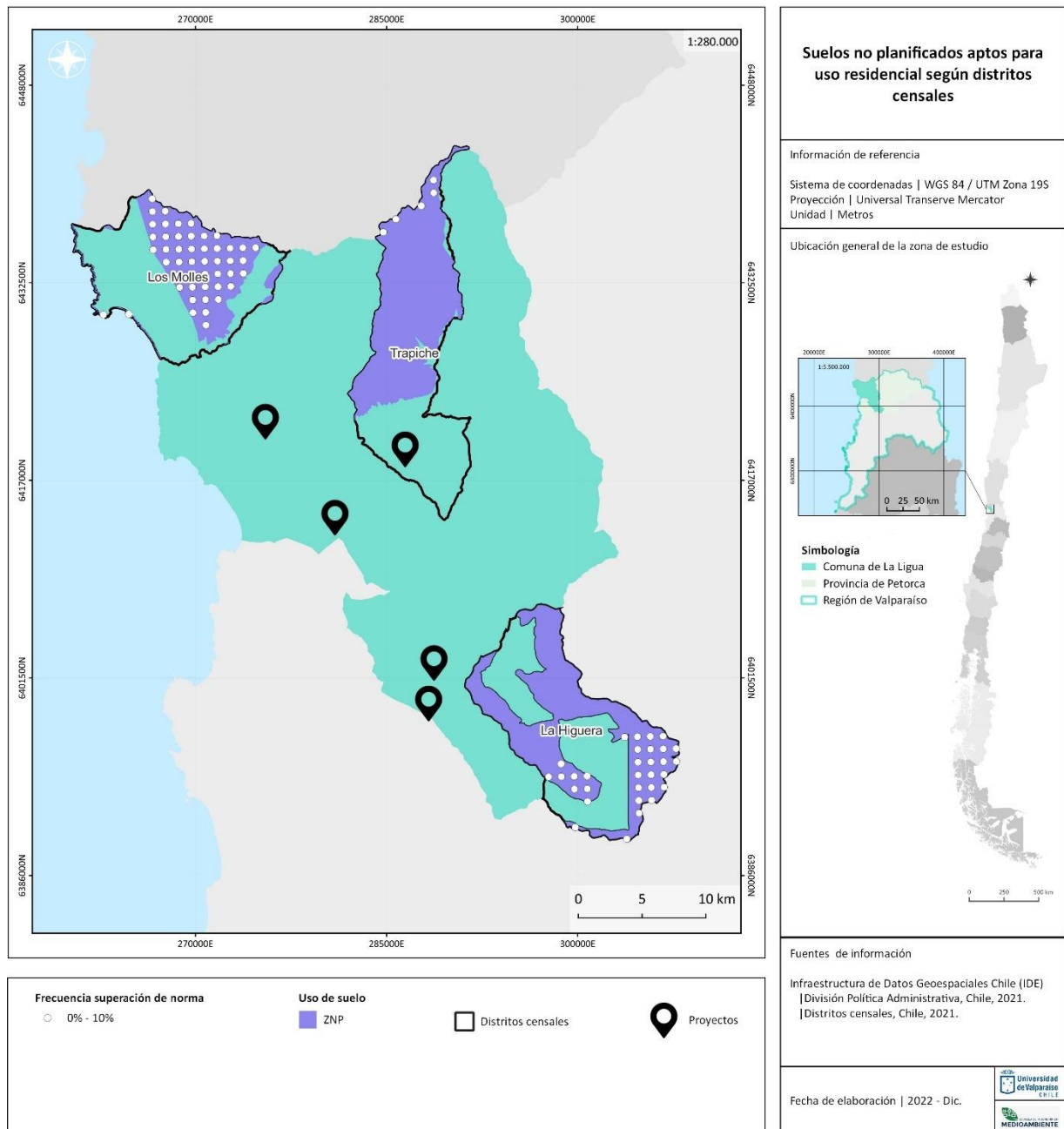


Figura 5.29. Suelos no planificados aptos para uso residencial según distritos censales.

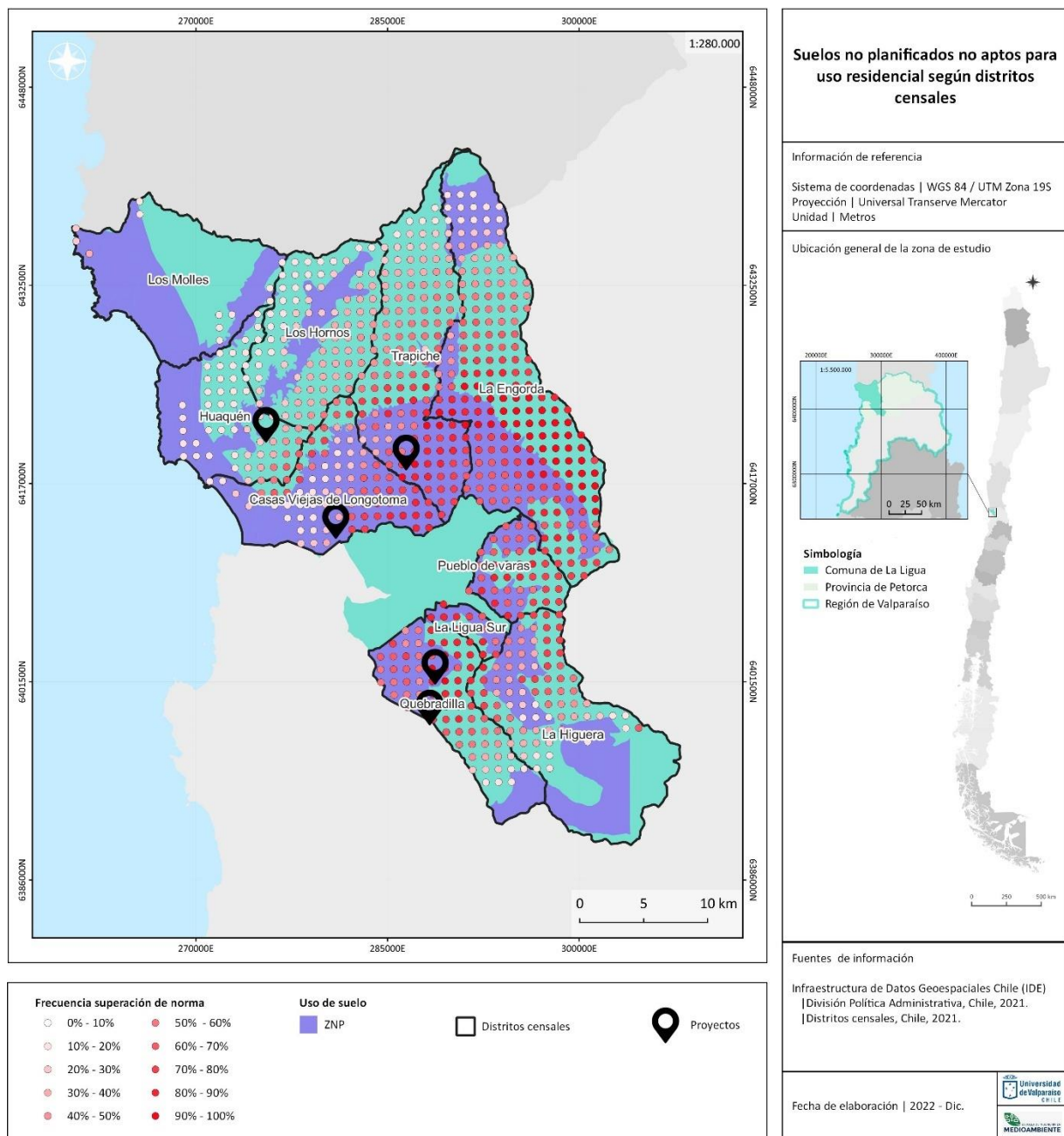


Figura 5.30. Suelos no planificados no aptos para uso residencial según distritos censales.

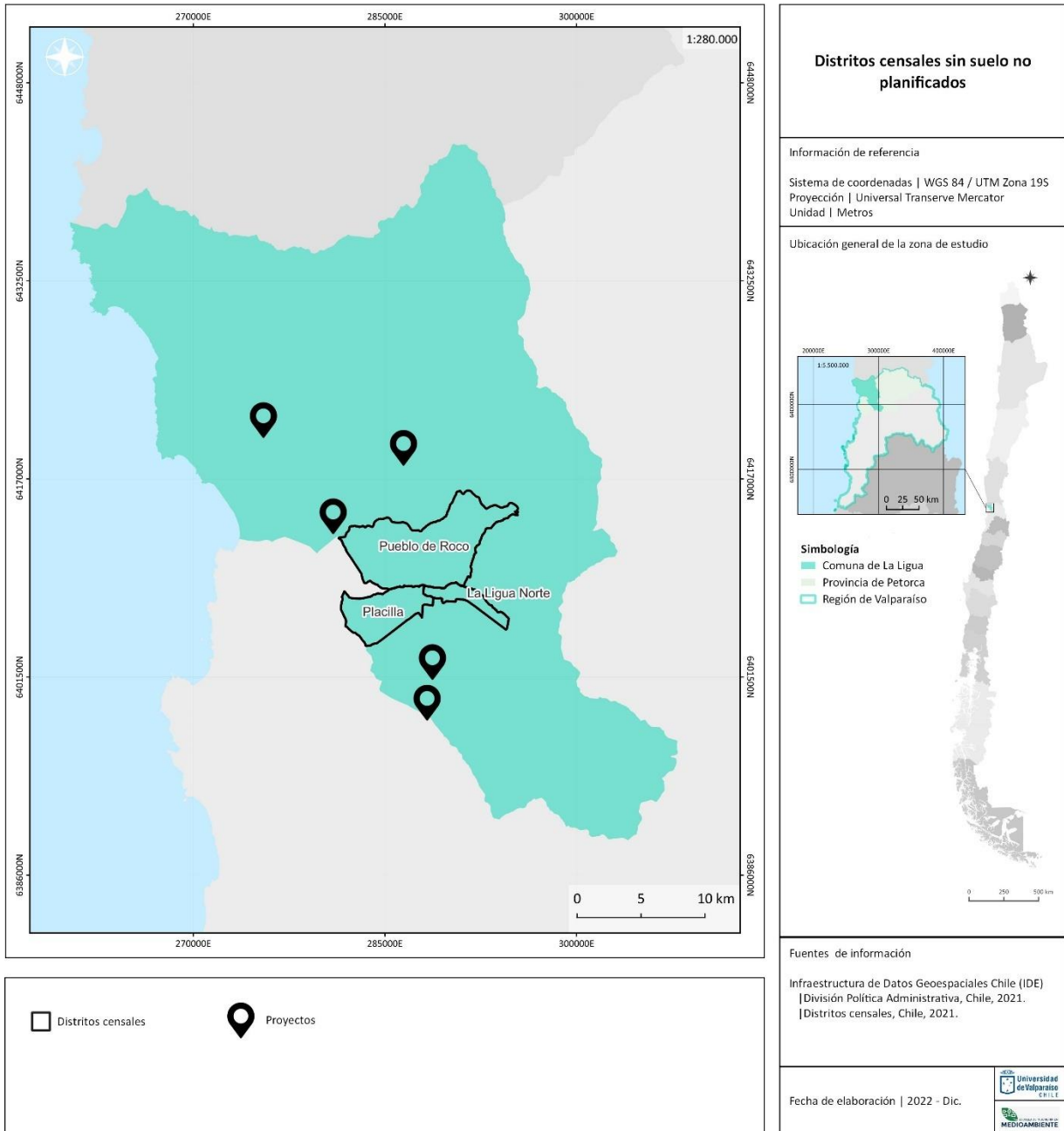


Figura 5.31. Distritos censales sin recomendaciones por no contar con suelos no planificado.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

Comenzando desde una perspectiva hacia la resolución de conflictos, se debe destacar que, si bien la herramienta aquí propuesta viene a ser un complemento para la gestión del territorio, es imperativo acompañar este proceso con normativas nacionales enfocadas en la regulación de olores ofensivos y que incluyan en su contenido, además de límites de inmisión de olor, regulaciones según el uso de suelo y/o la cantidad de habitantes, lo que, en vista de la gran cantidad y diversidad de industrias potencialmente generadoras, en Chile se ha enfocado en la elaboración de normativas más por sector productivo, lo que, debido a su especificidad, podría implicar que el proceso sea más lento y se requiera de más recursos tanto en la elaboración, implementación y fiscalización.

Bajo la misma línea, se puede indicar que normar a los olores se ve complejizado por una serie de variantes, una de ellas es la subjetividad de la percepción de olores que presenta la interrogante del cómo establecer rangos de valores en la normativa que podrían causar molestias y/o el daño en la salud de la población receptora, y otra puede ser la invisibilidad con la que muchas veces es comprendida la “contaminación olfativa”, ya que su tipificación aún se encuentra en tela de juicio en el Senado desde hace varios años y luego de varios intentos. Sin embargo, pese a la notoria falta de normativa aplicable al caso de estudio a nivel nacional, internacionalmente tampoco se evidencia un mayor destacamento, ya que sólo se encontraron seis normativas aplicables, lo que no desconoce que en otro tipo de normativas se encuentran mucho más avanzados que Chile, incluso por sector productivo, según compuestos, distancia, etc.

Por otro lado, a raíz del estudio de uso de suelo en la comuna de estudio es que se evidencia la necesidad de agudizar o hacer más estricta la actualización de los planes reguladores, ya que La Ligua presenta un PRC que deja a casi el 80% de la comuna sin regulación desde hace más de 40 años, encontrándose recién en la actualidad en su proceso de renovación, en el cual no se está considerando a la gestión de los olores, a pesar de que, tal como se evidencia en la aplicación de la herramienta, es una comuna que posee varias fuentes emisoras de gran magnitud.

Ahora, sumado a lo anterior, en la comuna se evidencia una falta de estaciones meteorológicas existiendo, sólo 1 de 2 instalaciones cuya información disponible cumpliera con los requerimientos para

el análisis de la implementación del modelo meteorológico, por lo que surge la necesidad de que tanto por parte del estado como de las empresas potencialmente emisoras de olores molestos, dispongan de estaciones que entreguen información pública, gratuita y de calidad para que así también se pueda facilitar y mejorar la elaboración de este tipo de estudios, existiendo la posibilidad de regular usos de suelo destinados para el desarrollo de áreas científicas y/o de investigación, tal como lo propone el PRC de la comuna de Til Til.

Por otra parte, a medida que se fue desarrollando este trabajo, se fueron presentando varias complicaciones con respecto a requerimientos técnicos y recursivos tanto para la ejecución del modelo CALPUFF, como para el post procesamiento de los datos obtenidos como resultado de la modelación. Una de ellas guarda relación a la información meteorológica modelada mediante el modelo WRF, ya que, además de ser complejo, es un recurso que no se encuentra disponible de forma gratuita y que posee un elevado costo de ejecución, existiendo en el país escasas empresas dedicadas a prestar dicho servicio, siendo este un punto clave para mejorar en la aplicación de la herramienta predictiva. En lo sucesivo, otra gran complicación fue el requerimiento de procesamiento de una gran cantidad de datos, luego de realizada la ejecución del modelo, para lo cual se percató la exigencia de tener conocimientos al menos básicos de lenguaje de programación como lo puede ser Python, no excluyendo otras formas de hacerlo, estableciéndose ésta como una exigencia ya que existen etapas que llegan a ser imposibles de llevar a cabo manualmente, al sobrepasar los límites de recursos de capacidad humana, así como de tiempo disponible.

Respecto a la aplicación del modelado en la estación Catapilco, Zapallar, el análisis de incertidumbre del modelo realizado entre las variables modeladas y observadas indica que la simulación sobreestima la dirección del viento y subestima la velocidad del viento, por lo que hay que tener en cuenta la sobreestimación de las concentraciones de inmisión de olor obtenidas de las modelaciones, lo que se podría asociar a una falta de refinamiento del modelo meteorológico WRF, resultando interesante incorporar una etapa de ajuste del mismo para futuras aplicaciones de la herramienta.

Desde luego, la aplicación de la herramienta conllevó a otras inquietudes, relacionadas a la zonificación realizada por el PRI que fue el IPT revisado en esta ocasión, y es que se logra dar cuenta de que se establecieron zonas de extensión urbanas rodeadas de áreas de interés silvoagropecuario sin

excepciones, en las cuales se pueden seguir desarrollando actividades de crianza y engorda de animales u otras instalaciones potencialmente generadoras de olores ofensivos, no siendo algo muy alentador para los residentes de la comuna en vista de los resultados obtenidos, donde si bien se pudieron realizar recomendaciones positivas a tres distritos, la mayoría (11) se encontraba con frecuencias que, de acuerdo a los límites establecidos en la norma de Lombardía, cuyos límites de concentración utilizados correspondieron a 1 y 3 [OU_E/m³] en función del uso de suelo convalidado, superaban la norma alemana, y por ende, existían más probabilidades de presentar molestias por olor, lo que no permitía recomendar dichas zonas como zonas aptas para ser residenciales, algo que de cierta forma quita margen de crecimiento adecuado a la población en un escenario futuro considerando al componente olor, debido a que en pocas áreas se asegura que los receptores no perciban estos olores molestos.

También, es importante destacar la existencia de ordenanzas municipales orientadas al control de olores en comunas a nivel nacional, que si bien son pocas, entrega un buen indicio de que estas entidades tienen la disposición de generar regulaciones con respecto a este tema, por lo que, esta herramienta viene bastante bien para apoyar en ese sentido y así cada vez más comunas cuenten con los mecanismos necesarios para una adecuada planificación territorial.

Asimismo, se reconoce la necesidad de agregar una etapa de campo para el muestreo y medición de las concentraciones de olor específicas de las fuentes de emisión en el área de estudio, para la obtención de datos brutos para realizar posteriores modelaciones, así como también de una etapa de verificación y/o validación del desempeño del modelo CALPUFF y de la herramienta en sí, lo que también requiere de trabajo en terreno, siendo interesante la inclusión también de procesos de participación ciudadana, alcance que por esta ocasión quedó fuera de análisis y recursos técnicos, económicos y temporales, por lo que se espera que con el creciente interés por la evaluación del aspecto odorante y sus efectos para con el medio y/o la población, sea considerado para trabajos futuros.

Finalmente, resulta interesante dar cuenta de la necesidad de incorporar la temática de olores durante el desarrollo de futuros Ingenieros Ambientales, ya que es un área que permite abordar situaciones ambientales que van en la línea de los temas urgentes a tratar a nivel país en la actualidad, para ir acorde a los avances regulatorios existentes internacionalmente y que se cuente con la debida

preparación y que vaya en ayuda de la simplificación de la reacción a los conflictos socioambientales ocurridos por las emisiones odorantes, no tan sólo desde el punto de vista social, sino que también empresarial, para evitar situaciones que por, un lado, impliquen afectación a la población residencial y que, por el otro, la actividad deba cerrar su operación, implicando pérdidas económicas y de empleo en la misma comuna.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIÓN

En cuanto a la normativa aplicable al aspecto olor y a la gestión de la componente territorial, se tiene que no existen en la actualidad requerimientos normativos ni límites permisibles de inmisión establecidos a nivel nacional, existiendo sólo guías técnicas enfocadas a instruir sobre la evaluación de los impactos por olor, situación que cambia en la revisión de la normativa internacional.

Por su parte, la selección de los modelos se realizó en base a los lineamientos del SEA y los requerimientos de la modelación atmosférica de dispersión de olores, lo cual permitió la identificación del modelo CALPUFF para recomendar su uso en la aplicación de la herramienta predictiva propuesta para la obtención de las concentraciones en inmisión de este contaminante.

Ahora, de su aplicación se puede concluir que se logró un orden lógico en su metodología, obteniendo como principal resultado la visualización de la aptitud residencial de áreas no incluidas en los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) que regulan el área de estudio, en este caso, la comuna de La Ligua, esto para cada distrito censal. Lo más importante a concluir para esta etapa es que se logró la identificación de tres distritos que presentan las condiciones para que sus zonas no reguladas sean aptas en un escenario futuro de planificación para ser zonas destinadas al uso residencial, los cuales son Los Molles, Trapiche y La Higuera, así como también, se concluye que las zonas con mayor frecuencias de superación corresponden a los centros mayormente poblados como lo son La Ligua Norte, Sur, Pueblo de Roco y Pueblo de Varas. Lo anterior se puede explicar debido a la cercanía de estos centros con las instalaciones emisoras, principalmente a los Planteles Quebradilla y Talanquén y al centro de GAC Mariano Alfonso, además se puede producir la dispersión de olores de Santa Ana dada la predominancia de la llegada del viento desde el norte según los registros del año 2021 en la estación Catapilco Zapallar. También el sector más afectado se encuentra inmerso en un valle rodeado de un cordón montañoso que puede propiciar el encajonamiento de olores en dichos lugares. En relación a los usos de suelos mayormente afectados o con frecuencias elevadas se encuentran las zonas sin planificar en 8 de los 13 distritos, le sigue la zonificación AIS en 5 de 13 distritos y AREDU en 4 de 11 distritos.

Por otro lado, queda abierta la posibilidad de aplicar la herramienta utilizando otra normativa que establezca diferentes niveles de concentración y frecuencia siempre y cuando sea dependiendo del uso

de suelo y que se encuentre especificada en el artículo 11° del DS40/2013 del MMA, como lo podría ser la norma de los países bajos en comunas donde la actividad ganadera sea predominante.

Cabe destacar también que la herramienta fue creada y tiene como principio ser un avance en la evaluación de los olores y su incorporación en la gestión del territorio, permitiendo confrontar de mejor manera y en lo posible evitar, los conflictos futuros entre la comunidad y el aspecto ambiental mencionado anteriormente.

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA

ACUALOGY (2014). *Generación de antecedentes para la elaboración de una regulación para el control y prevención de olores en Chile*. <<https://olores.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Informe-Final-Aquology-2014.pdf>> [Consulta: 23 de marzo de 2022].

Ahumada (2012). Ordenamiento territorial habitar y forma de vida en torno al recurso hídrico: situación de crisis en la cuenca del río La Ligua. Proyecto de título para optar al Título de magíster en Arquitectura y Diseño mención Ciudad y Territorio. Valparaíso, Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Ajuntament de Rubí. (s. f.). *Contaminación Olfativa*. <<https://www.rubi.cat/es/temas/medio-ambiente/calidad-ambiental/contaminacion-olfativa/contaminacion-olfativa>> [Consulta: 4 de junio de 2022]

Albers, C. (2021). *Comuna de La Ligua*. <https://rulamahue.cl/fichas/cl05/cl05401.html> [Consulta: 9 de noviembre de 2022]

Algoritmos. (2015). *Modelación de la dispersión de las emisiones atmosféricas provenientes del aeropuerto Arturo Benítez, año 2014*. <https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/portalweb/rest-portalweb/jcr/repository/collaboration/sites%20content/live/dgac/categories/aeropuertos/monitoreo-ruídoamb/documents/Informe_Modelacion_2014.pdf> [Consulta: 17 de abril de 2022]

Arévalo, R. (2018). *Conoce los 6 tipos de uso de suelo establecidos en la OGUC*. Catalogo Arquitectura. <<https://www.catalogoarquitectura.cl/cl/oguc/conoce-los-6-tipos-de-uso-de-suelo-establecidos-en-la-oguc>> [Consulta: 6 de agosto de 2022]

Ávila, J. (1998). *El suelo como elemento ambiental*. Bilbao: Universidad de Deusto.

Belemmi, V. (2015). *El Ordenamiento Territorial como Catalizador de Conflictos Territoriales* [Memoria de prueba para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad de Chile]. Universidad de Chile.

- Bonsai Consulting. (2018). *¿En qué consisten los modelos predictivos?* <<https://bonsaiconsulting.cl/2018/05/11/en-que-consisten-los-modelos-predictivos/>> [Consulta: 17 de julio de 2022]
- BCN (s.f). Compendio de Legislación Ambiental. [en línea] Santiago, Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/consulta/listado_n_sel?comp=1> [Consulta: 1 de agosto de 2022]
- BCN (s. f.). *Reportes Estadísticos 2021 de Santiago Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. bcn.cl. <https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2021> [Consulta: 12 de agosto de 2022]
- Both, R. (s. f.). Directive on odour in ambient air-An established system of odour measurement and odour regulation in Germany. *Olores.mma.gob*.<<https://olores.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/directive-on-Odour-in-Ambient-Air-An-established-system-of-odour-measurement-and-odour-regulation-in-Germany.pdf>> [Consulta: 17 de octubre de 2022]
- Bull et al (2018). IAM Guidance on the assessment of odour for planning – versión 1.1, Institute of Air Quality Management, London. <www.iaqm.co.uk/text/guidance/odour-guidance-2014.pdf> [Consulta: 5 de junio de 2022]
- Bustos, I. (2013). *Modelación de Calidad del Aire: «Una herramienta eficaz para evaluar el impacto de las emisiones»*. Better.<<https://better.cl/modelacion-de-calidad-del-aire-una-herramienta-eficaz-para-evaluar-el-impacto-de-las-emisiones/>> [Consulta: 6 de mayo de 2022]
- Castillo, S. (2018). *Instrumentos de Planificación Territorial ¿Qué son?* Arquitecto. Recuperado 17 de agosto de 2022, de <<https://scsarquitecto.cl/instrumentos-planificacion-territorial-que-son/>>
- CENMA & U. de Chile. (2010). *Actualización de la información para la gestión de olores a nivel Nacional*. Santiago de Chile <<https://olores.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Gestion-de-olores-a-nivel-Nacional.pdf>> [Consulta: 5 de abril de 2022]
- Consejo de Europa. (1983). Carta Europea de Ordenación del Territorio. En *UCO* <<https://www.uco.es/~gt1tomam/master/ot/cartaeuropea1983.pdf>>[Consulta: 5 de agosto de 2022]

DFL 1 (2006). Fija el Texto Refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°18.695, orgánica constitucional de Municipalidades. Ministerio del Interior; Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. Santiago, Chile. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=251693>
[Consulta: 20 de agosto de 2022]

DFL 458 (1976) Aprueba Nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Biblioteca del Congreso Nacional. De Chile. Santiago, Chile
<<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=13560&idVersion=2022-05-27&idParte=>>
[Consulta: 20 de agosto de 2022]

DFL 725. Código Sanitario. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 31 de enero de 1968.
<<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=5595&idVersion=2021-10-28&idParte=>>
[Consulta: 20 de agosto de 2022]

Decreto 47 (1992). Fija Nuevo Texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile Santiago, Chile <<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=8201&idVersion=2022-02-28&idParte=>> [Consulta: 20 de agosto 2022]

Decreto N°475. Establece Política Nacional del Uso del Borde Costero del Litoral de la República y crea Comisión Nacional que indica. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 11 de enero de 1995.
<<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=13662>> [Consulta: 20 de agosto de 2022]

Departamento de Ruido, Lumínica y Olores, División de Calidad del Aire. (2017). *Estrategia para la gestión de olores en Chile*. <https://olores.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Estrategia_Olores_Actualizacion2017.pdf> [Consulta: 7 de Julio de 2022]

Del Rosso, R. (2010). Regulación de olores en Italia: directrices regionales sobre emisiones de olores en Lombardía. En *Ministerio de Relaciones Exteriores República de Chile* (N.º 19/10684). DOI: 10.3303/CET1023004. [Consulta: 6 de octubre de 2022]

ECOTEC INGENIERÍA LTDA. (2013). *Estudio: Antecedentes para la Regulación de Olores en Chile*.

<<https://olores.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/ECOTEC-Ingenieria.pdf>> [Consulta: 23 de marzo de 2022]

Engineering and scientific consulting. (2022). *Oficcial CALPUFF Modeling System*. Exponent. <http://www.src.com/> [Consulta: 12 de junio de 2022]

EPA Cartagena & Universidad de Cartagena. (2015). Diseño del sistema inteligente de monitoreo de la calidad ambiental del distrito de Cartagena. En *Observatorio EPA Cartagena* (No 2) <<https://observatorio.epacartagena.gov.co/ftp-uploads/dt-tomo-ii-estudio-integral.pdf>> [Consulta: 30 de agosto de 2022]

Espinoza C. (2018): “Los instrumentos de planificación territorial (IPT) y su aporte al ordenamiento sostenible del territorio”. Revista Tiempo y Espacio N°41. Universidad del Bio Bio, Concepción. [Consulta: 14 de octubre 2022]

Eurofins. (2021). *Modelos de Dispersión Atmosférica: qué son y cuál es su objetivo*. Envira.es <<https://envira.es/es/modelos-de-dispersion-atmosferica/#:~:text=CALPUFF%20es%20uno%20de%20los,PUFF%20son%20generalmente%20menos%20rigurosos>> [Consulta: 12 de abril de 2022]

Federal Ministry for Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety. 2002. Technical Instructions on Air Quality Control. Germany.

Fernández (2012). Aplicación de un modelo de Dispersión atmosférica. Proyecto de Título para optar al título de Ingeniero civil químico. Valparaíso, Chile. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

FHN. (2015). Los Reyes de la Pasarela. Modelos Matemáticos en las Ciencias, Mónica de Torres Curth. <<https://www.fundacionazara.org.ar/img/libros/modelos-matematicos.pdf>> [Consulta: 4 de septiembre de 2022]

Gautier (2022). <https://github.com/begandroide/calpost_automation> GitHub. [Consulta: 12 de octubre de 2022]

- Greenfacts. (s. f.). *Contaminantes primarios y secundarios*. ec.europa.eu.
<[https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/contaminacion-aire-interior/glosario/abc/contaminantes-primarios-y-secundarios.htm#:~:text=Glosario%3A%20Contaminantes%20primarios%20y%20secundarios&text=Definici%C3%B3n%3A,primarios\)%20reaccionan%20en%20la%20atm%C3%B3sfera](https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/es/contaminacion-aire-interior/glosario/abc/contaminantes-primarios-y-secundarios.htm#:~:text=Glosario%3A%20Contaminantes%20primarios%20y%20secundarios&text=Definici%C3%B3n%3A,primarios)%20reaccionan%20en%20la%20atm%C3%B3sfera)>
[Consulta: 21 de agosto de 2022]
- Guo, H., Jacobson L. D., Schmidt D. R. y Nicolai, R. E.. 2001. Calibrating INPUFF-2 Model by Residentpanelists for Long-distance Odor Dispersion from Animal Production Sites, *Applied Eng. in Agric.*
- GT-11. (2014). *Contaminación Odorífera*.
<http://www.conama.org/conama/download/files/conama2014/GTs%202014/11_final.pdf>
[Consulta: 6 de julio de 2022]
- Herrera, Y., Mendoza, R., García, O., Cruz, S. & Muñóz, O. (2010, abril). El fascinante mundo de los olores. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, 23(1). ISSN: 0187-8786.
- HERVE,D. (2011). Las causales del conflicto Barrancones. Santiago. Anuario de Derecho Público UDP. p. 197.
- I. Municipalidad de La Ligua. (2020). Estudio Actualización Plan Regulador Comunal de La Ligua. En *EAE* (OF.ORD.N°975).<https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/01_Ingreso_EAE_PRC_La%20Ligua.a.pdf.pdf> [Consulta: 23 de agosto de 2022]
- INDH. (s. f.). *Mapa de Conflictos Socioambientales en Chile*. Recuperado 28 de agosto de 2022, de <<https://mapaconflictos.indh.cl/#/>> [Consulta: 16 de agosto de 2022]
- INDH (2015). Emanación de olores en Longotoma y La Ligua. Recuperado 18 de Abril de 2022, de <<https://mapaconflictos.indh.cl/#/conflicto/7432>> [Consulta: 16 de agosto de 2022]
- INN. (2010). NCh 3190.Of2010 Calidad del Aire Determinación de la Concentración de Olor por Olfatometría Dinámica. Declarada norma oficial de la República mediante la Resolución Exenta N° 653 del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, de fecha 29 de mayo de 2010.

- Ley N°18.248. Establece el código de Minería. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 14 de octubre de 1983. <<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=29668>> [Consulta: 20 de agosto de 2022]
- López, M. (2009). Aplicación del modelo de dispersión CALPUFF para la estimación de concentraciones del PM2.5. México. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/3342/1/lopezvillegas.pdf> [Consulta: 12 de mayo de 2022]
- Oliveros (2021). Uso del Modelo CALPUFF para Evaluar los Impactos en la Calidad del Aire por PM10 en un Proyecto Minero Green Field. Proyecto de Título para optar al Título de Ingeniero Ambiental, Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Mallea M. (2008): "Ordenamiento Territorial y la Dimensión Ambiental de los Instrumento de Planificación Territorial". Revista de Derecho N° 20, Consejo de Defensa del Estado. Santiago de Chile (55-82).
- Márquez M. (1997): "El Ordenamiento Territorial en el País: Algunos elementos para la formulación de una Política de Estado". Revista de Geografía Norte Grande N°24, Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.
- Márquez, M. & Veloso, E. (2020). El Ordenamiento Territorial en Chile: Estado del Arte. *Revista Estado, Gobierno y Gestión Pública*, 35, 139-179. <<https://revistaeggp.uchile.cl/index.php/REGP/article/download/61424/65173/209316>> [Consulta: 23 de mayo de 2022]
- Massiris, Á., 2002. Ordenación del Territorio en América Latina, Revista Electrónica en Geografía y Ciencias Sociales Vol. VI. Núm. 125. Universidad de Barcelona.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). Resolución No. 1541. En *Olores MMA* (F-A-GR-DC-03). <https://olores.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/03/Colombia-res_1541_2013.pdf> [Consulta: 5 de junio de 2022]
- Ministerio del Interior de Argentina. (2016, agosto). Guía de Planificación Territorial. En *Mininterior.gov.ar*. <https://www.mininterior.gov.ar/planificacion/pdf/AS_14659169801.pdf> [Consulta: 21 de agosto de 2022]

- MELLEA ÁLVAREZ, María Isabel. 2009. Ordenamiento territorial y la dimensión ambiental de los instrumentos de planificación en Chile. *Revista de derecho ambiental*. N°20, p. 55-82.
- MMA. (s. f. a). *¿Cómo se Mide el Olor?* Ministerio del Medio Ambiente. <<https://olores.mma.gob.cl/como-se-mide/>> [Consulta: 10 de junio de 2022]
- MMA (s.f. b). *¿Qué norma de olores prepara el Ministerio del Medio Ambiente?* Ministerio de Medio Ambiente. <<https://olores.mma.gob.cl/regulaciones/>>[Consulta: 14 de julio de 2022]
- MMA. (2015). *Guía de Orientación para Incorporar la Dimensión Ambiental en Procesos de Ordenamiento Territorial Sustentable*. En *MMA.gob*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2016/03/Guia-OTS-final_04-09-2015.pdf> [Consulta: 21 de agosto de 2022]
- Olores.org. (2014). *Estrategia para la gestión de olores en Chile 2014- 2017*. <https://www.olores.org/index.php?option=com_content&view=article&id=335&lang=es> [Consulta: 2 de septiembre de 2022]
- Peralta, R., & Rivera, J. (2014). *La Química del Olor*. UV.MX. <<https://www.uv.mx/cienciauv/blog/quimicadelolor/>> [Consulta: 3 de abril de 2022]
- Quiroz, M. (2010). *Semiótica del Olor*. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://132.248.9.195/ptb2011/enero/0665892/0665892_A1.pdf> [Consulta: 3 de abril de 2022]
- Radian Corporation. 1996. *Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México, Volumen III - Técnicas Básicas de Estimación de Emisiones*.
- Ramirez, C. (2019). *“Diagnóstico para la mejora de la evaluación de impacto por olor en el marco del sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA)”*. Universidad de Chile. <<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/159579>> [Consulta: 4 de mayo de 2022]
- Ramos, J. (2017). Contaminación Odorífera: Causas, Efectos y Posibles Soluciones a una Contaminación Invisible. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(1), 166-179. <<https://doi.org/10.22490/21456453.2053>> [Consulta: 16 de abril de 2022]

- Represa, N. (s. f.). Elaboración e implementación de una propuesta metodológica para la evaluación y gestión de la calidad del aire mediante el enfoque de la ciencia de datos [Tesis doctoral]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA. [12 de septiembre de 2022]
- Resolución 21 Exenta. Establece criterios para la determinación de suelos de alta prioridad agrícola en las áreas definidas como interés silvoagropecuario en el plan regulador metropolitano de Santiago. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 3 de marzo de 2004. <<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=221930>> [Consulta: 15 de agosto de 2022]
- Schiffman, S & Williams, M. (2005). *Science of Odor as a Potential Health Issue*, 138, 129–138
- SEA. (2012). *Guía para el uso de modelos de Calidad de Aire en el SEIA*. <https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/migration_files/guias/Guia_uso_modelo_calidad_de_l_aire_seia.pdf> [Consulta: 24 de marzo de 2022]
- Scire et al., 2000 Scire, J. S., Strimaitis, D. G., & Yamartino, R. J. (2000). A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model. Earth Tech. Inc, January, 521. Recuperado de: <http://www.src.com/calpuff/download/CALPUFF_UsersGuide.pdf> [Consulta: 15 de marzo de 2022]
- SEA. (2017). *Guía para la predicción y evaluación de impactos por olor en el SEIA*. <https://sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2017/12/21/guia_pye_impactos_por_olor_171221.pdf> [Consulta: 12 de marzo de 2022]
- Sodré, U. (2007). *Modelos Matemáticos*. UEL. <<http://www.uel.br/projetos/matessencial/superior/pdfs/modelos.pdf>> [Consulta: 27 de marzo de 2022]
- Soluciones en gestión Ambiental. (2013). Anexo 2 Análisis de calidad del aire P2,5 SECUNDARIO. En *Proyecto «Modificaciones central combinada ERA»* (pp.1-49).
- Trivelli, O. (2011). La propuesta de modificación del Plan Regulador Metropolitano de Santiago PRMS 100 requiere una justificación más sólida. *EURE (Santiago)*, 37(111), 179-184. <<https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612011000200009>> [Consulta: 29 de agosto de 2022]

- TSG ENVIRONMENTAL (2019). Mejoramiento y ajustes operacionales Plantel de Aves Huechún (Tercer ingreso). En *SEIA* (p6057 B). https://seia.sea.gob.cl/archivos/2020/07/06/Anexo_3-2_Linea_Base_Olores_Rev0.pdf [Consulta: 7 de septiembre de 2022]
- USACH. (2022). *Curso de Modelación de la Calidad del Aire con CALPUFF y Análisis Estadístico con OpenAir-Project*. Calidad del aire USACH <<https://calidaddel Aire.usach.cl/curso-de-modelaci%C3%B3n-de-la-calidad-del-aire-con-calpuff-y-an%C3%A1lisis-estad%C3%ADstico-con-openair-project>> [Consulta: 25 de septiembre de 2022]
- Vial Cossani, C., Hernández Bonivento, J. (Eds.) ¿Para qué Descentralizar? Centralismo y Políticas Públicas en Chile: Análisis y Evaluación por Sectores. Chile, Universidad Autónoma de Chile, 2017. pp.181-208.
- Vidal, O. & Pérez, A. (2017). Estimación de la Dispersión de Contaminantes Atmosféricos por una Industria Papelera Mediante el Modelo AERMOD. *Ingeniería*, 23(1), 31-47. <<https://doi.org/10.14483/23448393.12262>> [Consulta: 4 de abril de 2022]
- Villar, G. (2017). Estudio de Modelos de Dispersión y su Aplicación al Control Industrial. Proyecto de Título para optar al Título de Ingeniería Electrónica. Madrid, España. Universidad de Alcalá.

ANEXOS

A. PROPUESTA METODOLÓGICA

A continuación se presenta la propuesta metodológica de la herramienta predictiva, la cual se ha estructurado en seis módulos, tal como se presenta en la Figura A.1 no quedando exenta de modificaciones que el usuario quiera incorporar de acuerdo a sus requerimientos.

- **Módulo I. Diseño del análisis:** La etapa de diseño se caracteriza por ser dinámica y, por tanto, debe ser recursiva y bajo el concepto de mejora continua. Con el fin de mantener el sistema actualizado según los avances científicos y tecnológicos, se hace necesaria la revisión periódica de los objetivos y fuentes de información disponibles y de aquellas preguntas que serán abordadas en el estudio. Tal como se evidencia en la Figura A.1 este módulo consiste en la definición de objetivos, la delimitación de las preguntas de trabajo y la caracterización del área de estudio.
- **Módulo II. Construcción de escenarios:** En esta etapa se diseñarán los escenarios cuyos resultados obtenidos servirán para la configuración y ejecución del modelo de dispersión CALPUFF, los cuales corresponden al escenario meteorológico, de emisiones, de receptores y geofísico.
- **Módulo III. Procesamiento de datos:** Consiste principalmente en la ejecución del modelo de dispersión, para lo cual en primer lugar deben acondicionarse los datos de entrada para que la modelación sea ejecutada adecuadamente de acuerdo a los requerimientos vistos más adelante.
- **Módulo IV. Análisis de la implementación del modelo:** Esta fase consiste principalmente en la evaluación de la incertidumbre de los datos meteorológicos a través de la comparación de los datos observados y modelados y el cálculo de los estadísticos RMSE, MAE, BIAS e IOA.
- **Módulo V. Post-Procesamiento de datos:** De esta etapa a través del post procesador CALPOST se obtienen las concentraciones en cada receptor además de los estadísticos correspondientes a la concentración media, mínima, máxima y percentil 98, además de la frecuencia de superación de la norma.
- **Módulo VI. Análisis de resultados:** Etapa final de la presente metodología, avocada a la elaboración de un diagnóstico de la situación comunal actual con respecto a los resultados obtenidos anteriormente y la formulación de recomendaciones.

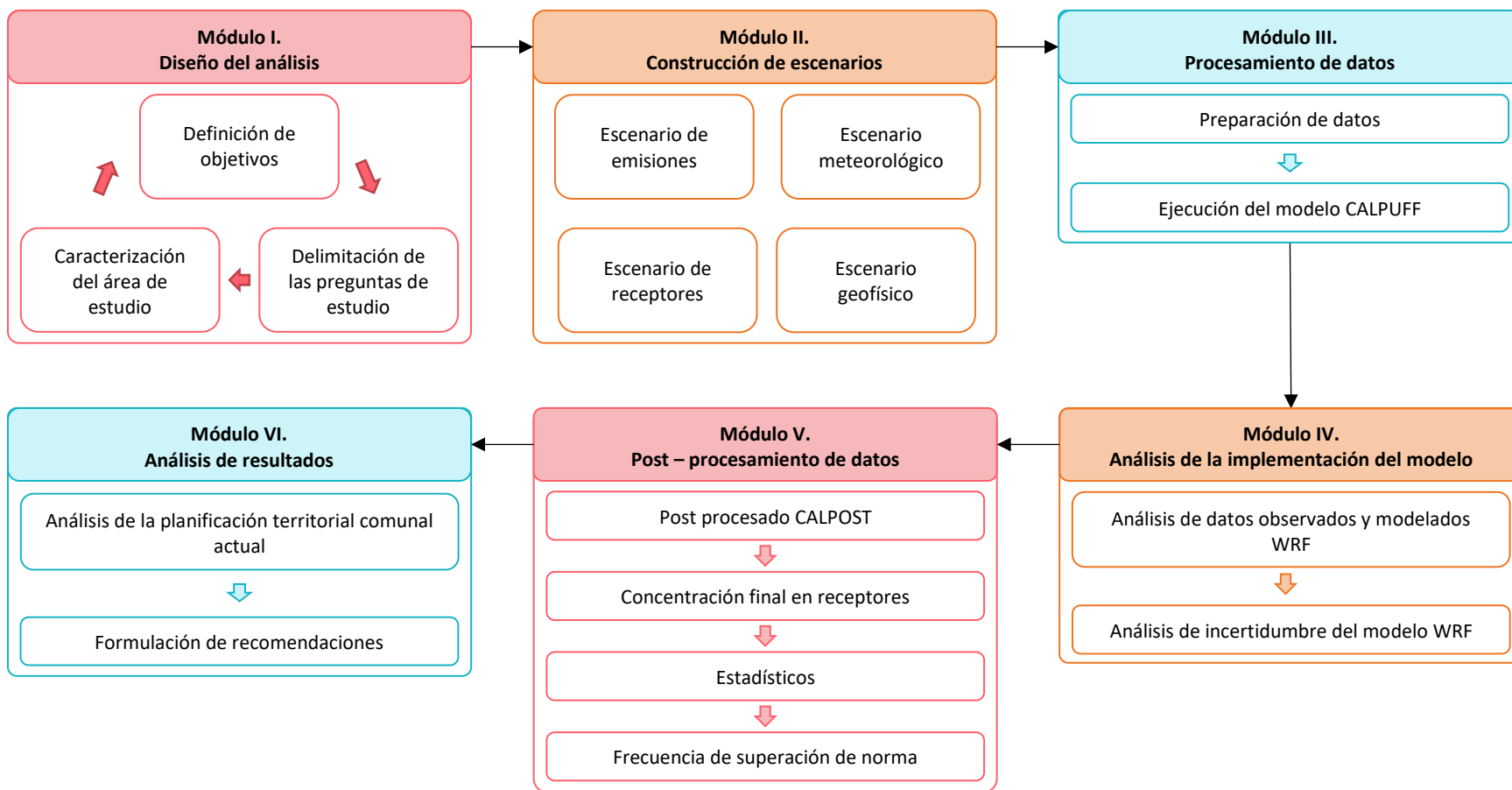


Figura A.1. Propuesta metodológica de la herramienta predictiva.

i. Módulo I – Diseño del análisis

Este primer módulo tiene como objetivo el diseño del análisis utilizado para la evaluación del aspecto olor en el territorio, y se basa en la metodología propuesta por Represa (2020) que plantea una secuencia de pasos iterativos que ordena las acciones necesarias para definir las preguntas de trabajo de forma tal que orienten el análisis a realizarse en el módulo siguiente.

I.I Definición de objetivos

Los objetivos deberán ser redefinidos para cada caso en particular, dependiendo de las necesidades de análisis de la comuna. Sin embargo, a continuación se proponen los objetivos base mínimos con los que deberá contar la herramienta.

- 1) Caracterizar el aspecto demográfico, uso de suelo, marco normativo y fuentes de emisión del área de estudio
- 2) Estimar la concentración en inmisión de olor mediante la modelación de su dispersión.
- 3) Establecer un diagnóstico de la situación odorante actual con respecto a la planificación territorial en función de los resultados obtenidos.
- 4) Formular recomendaciones a la planificación territorial en el área de estudio en base a las emisiones de olor y sus efectos.

I.II. Delimitación de preguntas de Estudio

Las preguntas por resolver en este estudio y que pretenden ser una guía de orientación son las listadas en la Tabla A.1.

A.1. Preguntas base de estudio.

Objetivo	Preguntas
1	¿Cuál es la distribución demográfica del área de estudio? ¿Cuáles son los Instrumentos de Planificación territorial que se encuentran regulando a la comuna y su zonificación? ¿Cuáles son las principales actividades económicas y/o productivas relevantes dentro del área de estudio? ¿Cuáles son las fuentes de emisión de olores molestos de los proyectos emplazados en el área de estudio?
2	¿Cuál es la concentración de inmisión final en receptores? ¿Cuál es la frecuencia de superación de la norma en los receptores?
3	¿Cómo es la situación odorante territorial actual?
4	¿La planificación territorial en la comuna se encuentra conforme a la situación odorante?

I.III. Caracterización del área de estudio

Los contenidos a tratar en esta sección corresponden a la demografía, uso de suelo (IPT y actividades económicas y productivas relevantes) y fuentes de emisión. Cabe destacar que la meteorología de la comuna se desarrollará en la sección II.II de construcción de escenarios para la modelación.

A) Demografía

La caracterización demográfica se deberá referir a la densidad poblacional, enfocando el análisis de acuerdo a distritos censales según corresponda. En la Tabla A.2 se disponen las principales fuentes de información recomendadas para dicho análisis.

A.2. Fuentes de información para la caracterización de la demografía de la comuna.

Ítem	Fuente de información
Demografía	<ul style="list-style-type: none">▪ Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (https://www.ine.cl/)▪ Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN) (https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/index.html)
Distritos censales	<ul style="list-style-type: none">▪ Infraestructura de Datos Geospaciales (IDE)

B) Uso de suelo

La caracterización del uso de suelo se abordará según lo dispuesto en la Guía para la descripción del uso del territorio en el SEIA (SEA, 2013), sin embargo, con ciertas modificaciones debido al alcance de la herramienta.

En esta etapa se debe identificar el uso de suelo planificado y a las actividades económicas y productivas relevantes tanto actuales como planificadas, lo que servirá como pie de inicio a la caracterización de las fuentes de emisión. Para el uso de suelo planificado, se realizará una revisión de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), los cuales son los siguientes (ordenados según ámbito de acción).

- Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU)
- Plan Regulador Intercomunal o Metropolitano (PRI o PRM)
- Plan Regulador Comunal (PRC)
- Plan Seccional (PS)
- Límite Urbano

De los cuales se deberá realizar una breve descripción la que debe ir acompañada con su respectiva cartografía donde se especifique la zonificación propuesta por dicho instrumento. Por otro lado, para la identificación de las actividades económicas y productivas relevantes actuales y planificadas, se debe realizar en base a revisión bibliográfica de los principales rubros y/o actividades predominantes de la zona. Cabe mencionar que, debido al objeto de esta herramienta que es el evaluar el componente olor en el territorio, se enfatizará a aquellos proyectos potencialmente generadores de olores molestos.

Con respecto a las fuentes de información, se espera que estas sean obtenidas mayormente mediante fuentes secundarias, es decir, información contenida en bases de datos, documentos o información provista por organismos de estado de carácter oficial y de público acceso. En la Tabla A.3 se ofrece un listado de las principales fuentes a utilizar.

A.3. Fuente de información para la caracterización del uso de suelo de la comuna.

Ítem	Fuente de información
IPT	Las fuentes de información corresponden a las resoluciones que aprueban dichos IPT disponibles en: el sitio web del MINVU, Observatorio Urbano (https://www.observatoriorurbano.cl/). Otra fuente disponible es el sitio web de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) (https://eae.mma.gob.cl/) En cuanto a la información geoespacial, se recomienda la búsqueda en la página del Ministerio de Bienes Nacionales "Infraestructura de Datos Geoespaciales" (IDE) (https://www.ide.cl/)
Actividades económicas y productivas relevantes	Para las actividades económicas y productivas actuales, las principales fuentes de información son Los reportes comunales de la BCN (https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/index.html) y el INE (https://www.ine.cl/). En cuanto a las planificadas, la información se encuentra en el sitio web del SEA (https://sea.gob.cl/) que contiene las evaluaciones ambientales (EIA o DIA) de aquellos proyectos presentes en la comuna y planificados.

Se sugiere realizar las recomendaciones a aquel IPT que tenga la mayor información y cobertura de la comuna en cuestión.

C) Fuentes de emisión

Debido a que en la sección anterior se habrán identificado aquellas actividades económicas y productivas presentes en la comuna, en esta división se deberán caracterizar aquellas actividades que posean fuentes potenciales de olores molestos y que presenten ser una problemática dentro de la comuna, para lo cual se deberá realizar una priorización de fuentes mediante la elaboración de un algoritmo de decisión cuyo diseño queda a criterio del usuario de acuerdo a la situación odorante en su comuna, no obstante en la Figura A.2 se presenta un ejemplo.

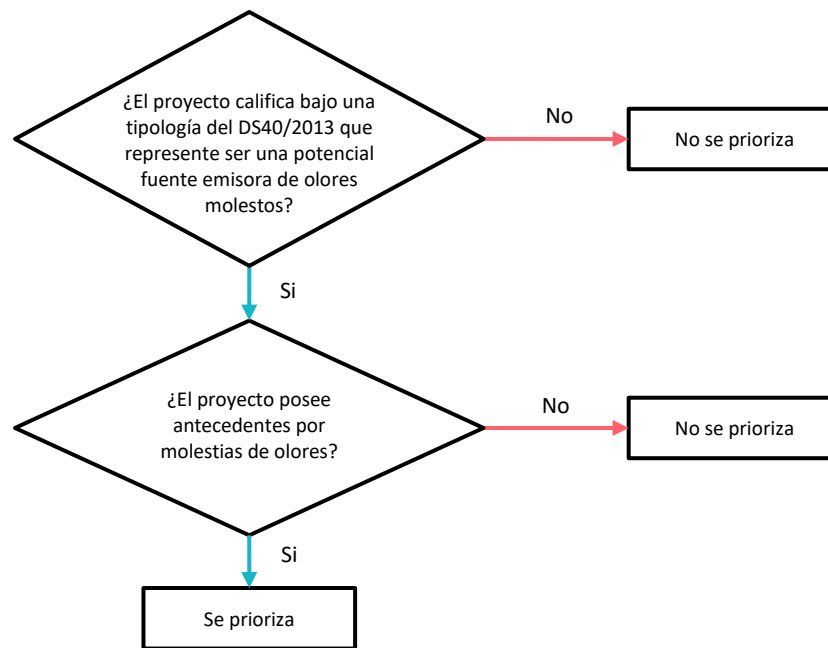



Figura A.2. Ejemplo de algoritmo de priorización de fuentes.


Dicha caracterización se realizará mediante la información obtenida a través de documentación disponible en el SEIA (DIA, EIA, RCA, etc.) u otros documentos disponibles públicamente. Desde el punto de vista metodológico, los requerimientos de caracterización son aquellos listados a continuación y deberán ser dispuestos en la ficha DFE – 0N° – 22 (Tabla A.4.).

- Identificación de aspectos generales de los proyectos (localización, superficie, objetivo general, año de ejecución y vida útil).
- Descripción de las instalaciones principales contempladas en ellos.
- Descripción del proceso productivo de los proyectos incluyendo diagrama.
- Descripción del control de olores asociados a los proyectos.

Luego, en la misma ficha se deberán resumir las fuentes de emisión identificadas y consideradas en el estudio, indicando el nombre de la fuente, el tipo (puntual, área, volumen, lineal) y la identificación de la actividad que genera las emisiones de olor cabe mencionar que se deberá justificar la exclusión de aquellas fuentes que no se considerarán en la evaluación. Por otro lado, la información deberá ser acompañada por cartografías donde se expongan las fuentes georreferenciadas.

A.4. Formato ficha descripción y fuentes de emisión de un proyecto.

	Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>"[agregar nombre del proyecto]"</i>											Código	DFE – 0N° – 22	
												Fecha	aa – mm – dd	
												Página	1 de 3	
Antecedentes generales														
Tipología	k.1	k.2	l.1	l.2	l.3	l.4	l.5	l.6	m.4	n.6	o.4	o.5	o.7	o.8
Objetivo general														
Inicio de ejecución y vida útil														
Localización														
Superficie														
Principales Instalaciones														
Instalación	Descripción													
Proceso														
Descripción del proceso								Diagrama de flujo del proceso						

	Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>"[agregar nombre del proyecto]"</i>	Código	DFE – 0N° – 22		
		Fecha	aa – mm – dd		
		Página	2 de 3		
Medidas de control de olores					
Instalación	Medida				
Fuentes de emisión consideradas en la evaluación					
Fuente	Identificación	Tipo de fuente			
		Difusa	Puntual	Lineal	Móvil
Fuentes de emisión no consideradas en la evaluación					
Fuente	Justificación				

	Descripción y fuentes de emisión del proyecto <i>"[agregar nombre del proyecto]"</i>	Código	DFE – 0N° – 22
		Fecha	aa – mm – dd
		Página	3 de 3
Localización fuentes de emisión consideradas en la evaluación <i>[insertar cartografía]</i>			
Empty space for cartography			

Con respecto a la identificación de las fuentes emisoras de los proyectos, en la Tabla A.5 se presenta la fuente de información base que cuenta con diagramas de flujo de diversos procesos productivos que poseen dichas fuentes e información relevante al mismo tema.

A.5. Fuente de información para la Identificación de fuentes de emisión de olor.

Ítem	Fuente de información
Identificación de fuentes de emisión de olor	Generación de antecedentes para la elaboración de una regulación para el control y prevención de olores en Chile (Aquology, 2014)

D) Marco normativo

La implementación de la herramienta predictiva requerirá de analizar cumplimientos normativos con respecto al aspecto olor y sus niveles de inmisión considerando la componente territorial, para ello, se deberá realizar una etapa de selección de la normativa aplicable en función de las características de las fuentes emisoras reguladas. Como a nivel nacional, aún no existen regulaciones dirigidas a los olores, se recomienda basar el análisis en las siguientes normativas internacionales.

▪ Australia

En Australia las políticas sobre olores son responsabilidad de cada estado, por lo que existe una diversificación de enfoques a la hora de ser reglamentados (Cenma & U. de Chile, 2010). Algunos estados como New South Wales y South Australia, tienen definidas sus concentraciones y percentiles tomando en cuenta criterios referidos al uso de suelo y cantidad de población expuesta. A continuación, en la Tabla A.6 se expondrán los valores límites de inmisión según cantidad de habitantes.

A.6. Límites de concentración de inmisión de olor – Australia (Cenma & U. de Chile, 2010).

Estado	Concentración	Periodo de evaluación	Duración	N° de Habitantes
New South Wales	2 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con más de 2.000 habitantes
	3 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con 500 a 2.000 habitantes
	4 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con 125 a 500 habitantes
	5 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con 30 a 125 habitantes
	6 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Área urbana con 10 a 30 habitantes
	7 [OU/m ³]	Percentil 99,0	0,1 – 1 [s]	Residencia solo para menos de 2 personas
South Australia	2 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	2.000 o más personas
	4 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	350 o más personas
	6 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	60 o más personas
	8 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	12 o más personas
	10 [OU/m ³]	Percentil 99,9	3 [min]	Residencia solo para menos de 12 personas

▪ Canadá

De este país aplica la normativa perteneciente a la provincia de Ville de Boucherville que desde el 2008 cuenta con el “Reglamento relativo a molestias olfativas” el que establece la fiscalización basada en un sistema central coordinado por el municipio de la ciudad y donde la concentración máxima de olores externos cambia según el uso de suelo (Cenma & U. de Chile, 2010), como se expone en la Tabla A.7.

A.7. Límites de concentración de inmisión de olor – Canadá.

Estado o ciudad – país	Límite	Periodo de evaluación	Uso de suelo
Ville de Boucherville	5 – 10 [ouE/m ³]	Percentil 98	Variable*

*La información sobre la variación de los límites de concentración en inmisión según el uso de suelo no se encuentra disponible.

▪ **Nueva Zelanda**

Nueva Zelanda en su Ley de Gestión de Recursos del año 1991 establece la obligación de las industrias de evitar causar olores molestos que puedan provocar efectos adversos para el medio ambiente, por lo que en el año 1995 se crea la guía para la gestión de olores (Cenma & U. de Chile, 2010), la cual recomienda los valores límites de concentración de olor reflejados en la Tabla A.8.

A.8. Límites de concentración de inmisión de olor – Nueva Zelanda (New Zealand Ministry for the Environment, 2002).

Límite	Tiempo	Periodo de evaluación	Uso de suelo	Observación
1 [OU/m ³]	1 hora	Percentil 99,5	Residencial	Condiciones inestables
2 [OU/m ³]	1 hora	Percentil 99,5	Residencial	Condiciones estables
5 [OU/m ³]	1 hora	Percentil 99,5	Rural – industrial	-

▪ **Reino de los Países Bajos**

Se caracterizó por ser el primer país europeo en preocuparse por la contaminación causada por los olores molestos, por lo que se convierte en el territorio con el marco regulatorio más completo en la actualidad. Los principales lineamientos (ver Tabla A.9.) se encuentran definidos en la Ley de 5 de octubre de 2006 por la que se regulan las molestias por olores por alojamiento de animales pertenecientes a explotaciones ganaderas (Ley olores molestos y ganado), en la cual se establece un límite de concentración máximo de 14 [OU_E/m³] para la zona ganadera y un mínimo de 2 [OU_E/m³] en áreas edificadas sin ganadería evaluado en el percentil 98.

A.9. Límites de concentración de inmisión de olor – Reino de los Países Bajos. (MMA, 2013).

Zona	Concentración [OUE/m ³]	Periodo de evaluación
Áreas edificadas sin ganadería	2	Percentil 98
Áreas edificadas con ganadería	3	Percentil 98
Fuera de áreas edificadas	8	Percentil 98
Zona ganadera	14	Percentil 98

▪ **República Italiana**

Esta norma corresponde a la región de Lombardía y se enfoca en limitar el impacto de olor en los receptores al establecer límites de concentración en inmisión para el percentil 98 evaluado para valores horarios en el periodo de 1 año, de acuerdo al tipo de proyecto (nuevo o existente), el tipo de suelo y la distancia desde el receptor al perímetro de la planta, expuestos en la Tabla A.10. El valor máximo de concentración es 5 [OU_E/m³] y 4 [OU_E/m³] en zonas agrícola e industrial para proyectos existentes y nuevos respectivamente, mientras que el valor mínimo es de 1 [OU_E/m³] para proyectos existentes y 2 [OU_E/m³] para proyectos nuevos.

A.10. Límites de concentración de inmisión de olor – Lombardía. (Del Rosso, 2010).

Tipo de proyecto	Uso de suelo	Límite de concentración ¹	Distancia receptores ² [m]	Percentil
Proyecto existente	Residencial	1 [OU/m ³]	más de 500	98
		2 [OU/m ³]	De 200 a 500	
		3 [OU/m ³]	menos de 200	
	Comercial	2 [OU/m ³]	más de 500	
		3 [OU/m ³]	entre 200 a 500	
		4 [OU/m ³]	menos de 200	
	Agrícola o industrial	3 [OU/m ³]	más de 500	
		4 [OU/m ³]	entre 200 a 500	
		5 [OU/m ³]	menos de 200	
Proyecto nuevo	Residencial	2 [OU/m ³]	En el primer receptor	
	Comercial	3 [OU/m ³]	En el primer receptor o a 500	
	Agrícola o industrial	4 [OU/m ³]		

¹Si se trata de un proyecto nuevo, en el caso de las áreas mixtas, se debe considerar el valor más bajo

²Distancia medida desde el deslinde del predio y el primer receptor.

Por otro lado, para la evaluación de la frecuencia se sugiere la revisión de la normativa de la República Federal de Alemania denominada "Directive on Odour in Ambient AIR- An established System of Odour measurement and odour regulation in Germany" que establece los límites de frecuencia según uso de suelo presentes en la Tabla A.11, la cual relaciona dichos niveles (de frecuencia) con la generación de una molestia significativa en los receptores.

A.11. Valores límites de frecuencia en diferentes áreas (Both, s.f.)

Uso de suelo	Frecuencia [%]
Área residencial y mixta	10
Zona comercial e industrial	15

ii. Módulo II – Construcción de escenarios

II.I. Escenario de emisiones

Para crear el escenario de emisiones se contemplan dos actividades secuenciales, comenzando por la estimación de emisiones de olor de las fuentes de emisión considerados en el estudio, luego se procederá a organizar la información en función de lo requerido por el modelo, como se explica a continuación.

A) Estimación de emisiones de olor

Para el cálculo de las emisiones se podrán utilizar dos métodos dependiendo de la disponibilidad de información: (1) a través de emisiones de referencia o (2) factores de referencia. Se dará preferencia a la utilización del primer método, ya que representa de mejor forma el comportamiento esperado de una determinada fuente de emisión (SEIA, 2017).

Las emisiones de referencia se obtendrán de antecedentes de otros proyectos, hayan ingresado al SEIA bajo la misma tipología que los establecimientos a considerar en el estudio. Para calcular las emisiones mediante este método se deberá realizar un ajuste en función de los niveles de actividad con el que fue obtenido el de referencia, como se muestra en la Ecuación A.1.

$$E = \frac{NA}{NA_{ref}} \cdot E_{ref} \quad \text{Ecuación A.1.}$$

Donde:

E, corresponde a la emisión [OU_E/s]

NA, corresponde al nivel de actividad de la fuente estudiada [m²] o [m³]

NA_{ref} corresponde al nivel de actividad de la fuente de referencia [m²] o [m³]

E_{ref}, corresponde a la emisión de la fuente de referencia [OU_E/s]

El método de cálculo de las emisiones a través de factores de emisión será el que se encuentra definido en la Ecuación A.2., donde dichos factores se recopilarán mediante una revisión de la literatura disponible.

$$TEO = FE \cdot NA \quad \text{Ecuación A.2.}$$

Donde:

TEO, corresponde a la tasa de emisión de olor [OU_E/s].

FE, corresponde al factor de emisión [OU_E/m² · s] o [OU_E/m³ · s]

NA, corresponde al área o volumen total de emisión [m²] o [m³]

Cabe destacar que para las fuentes puntuales, el factor de emisión viene dado por la relación entre la velocidad de emisión y concentración, como se indica en la Ecuación A.3. Los datos necesarios serán obtenidos a través de los antecedentes de los establecimientos a identificar o de otros proyectos avícolas.

$$FE = Q \cdot C$$

Ecuación A.3.

Donde:

Q, corresponde al caudal de emisión [m^3/s]

C corresponde a la concentración de olor [OU_E/m^3].

En el caso de que las emisiones anuales obtenidas por fuente no sean constantes a lo largo del año, se desglosarán en un periodo mensual para obtener sus respectivos factores de variación, los cuales serán ingresados posteriormente como dato de entrada al modelo de dispersión. Para esto se requerirá saber los meses en que la fuente emite olores a la atmosfera, los días y horas de emisión.

B) Datos de entrada al modelo

La modelación se llevará a cabo de manera individual para cada proyecto considerado en el estudio, considerando todas las fuentes identificadas y consideradas previamente (Ficha DFE-00-22) bajo el mismo escenario meteorológico, de receptores y geofísicos (explicados más adelante). Para ello se deberá tener en cuenta la información de entrada que requiere CALPUFF, cuyos datos son específicos para cada tipo de fuente que es capaz de reconocer. Entre las opciones que posee el modelo se encuentran: fuentes puntuales, de área, volumen y lineales, sin embargo para el caso de olores se suelen considerar los dos primeros tipos, cuya información requerida por el modelo se muestra en las siguientes tablas.

▪ Parámetros de fuentes puntuales

La información requerida por el modelo para las fuentes de emisión puntuales (Tabla A.12) corresponde a las coordenadas de la ubicación de la chimenea, temperatura a la cual se emite (en grados Kelvin), altura sobre el suelo (elevación base) y de emisión, diámetro interno (de emisión), velocidad y tasa de emisión.

A.12. Datos de entrada de fuentes puntuales requeridos para el modelo CALPUFF y respectivas unidades.

Dato de entrada	Coordenadas LCC	Elevación base	Altura de emisión	Diámetro de emisión	Velocidad de emisión	Temperatura de emisión	Tasa de emisión
Unidad	[km]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[K]	[$OU_E / m^2 \cdot s$]

▪ Parámetros fuentes de área

Con respecto a las fuentes de tipo área cabe destacar que el modelo solo reconoce figuras geométricas con un máximo de cuatro vértices, además de sus coordenadas se necesita la altura sobre el suelo y sobre el nivel del mar, sigma z inicial que corresponde al coeficiente de dispersión inicial en el eje vertical de acuerdo a una distribución gaussiana, y su respectiva tasa de emisión, como se presenta en la Tabla A.13.

A.13. Datos de entrada de fuentes de tipo área requeridos para el modelo CALPUFF y respectivas unidades.

Dato de entrada	Coordenadas LCC	Elevación base	Altura sobre el nivel del mar	Sigma z Inicial	Tasa de emisión
Unidad	[km]	[m]	[m]	[m]	[$ou_E / m^2 \cdot s$]

II.II Escenario meteorológico

El escenario meteorológico se debe plantear a partir de información meteorológica de superficie y de los resultados de la aplicación del modelo meteorológico WRF por sus siglas en inglés (Weather Research and Forecasting), el cual entregará los datos de entrada para el modelo CALPUFF.

La meteorología superficial será recopilada de estaciones que se encuentren dentro del dominio de modelación y que cuenten con un porcentaje de datos válidos de las series de tiempo superior al 75% respecto al año evaluado. Los parámetros meteorológicos que conformarán este escenario corresponden a la Temperatura superficial [°C], Humedad Relativa [%], Dirección del Viento [o] y Velocidad del Viento [m/s], dependiendo de la disponibilidad de información.

Se recomienda la búsqueda de estaciones que sean de público acceso como las pertenecientes a la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) del Ministerio de Agricultura de Chile, no condicionando la solicitud de información a estaciones privadas disponibles.

II.III Escenario geofísico

El escenario geofísico se compone de información topográfica e información del uso de suelo del dominio de estudio. Para la elevación del terreno se recomienda utilizar la base de datos de WRF USER PAGES disponible en <https://www2.mmm.ucar.edu/>, y para el uso de suelo la base de datos Land Products of Moderate Resolution Imaging Espectroradiometer (MODIS) disponible en <https://modis.gsfc.nasa.gov/>.

II.IV Escenario de receptores

Para el modelo se tendrá en cuenta un tipo de receptores los cuales serán en común para todas las simulaciones y corresponde a la serie de puntos de cuadrícula cartesianos que su total vendrá dado por el producto entre la extensión y la resolución del dominio. Sin embargo, el dominio de simulación puede ser mayor a la superficie de la comuna por lo que para la evaluación se considerarán solo aquellos que

pertenezcan al área de estudio. Esta información, deberá ser representada geográficamente a través de cartografías realizadas a través de herramientas SIG.

iii. Módulo III – Procesamiento de datos

Este módulo contempla las actividades de reproyección del factor de emisión, conversión de coordenadas UTM a LCC y la ejecución del modelo.

III.I. Preparación de datos

A) Ajuste de factores de emisión

Los factores de emisión para fuentes de tipo área obtenidos en la estimación de emisiones deben ser reproyectados en función del área geolocalizada que será ingresada al modelo, lo que se obtendrá mediante la Ecuación A.4.

$$Fe_{aj} = \frac{NA}{NA_{geolocalizado}} \cdot FE \quad \text{Ecuación A.4.}$$

Donde:

Fe_{aj} , corresponde al factor de emisión reproyectado [OUE/m² · s].

$NA_{geolocalizado}$, corresponde al área geolocalizada ingresada al modelo [m²]

NA, corresponde al área de la fuente de emisión [m²]

Fe, corresponde al factor de emisión de la fuente [OUE/m² · s].

B) Conversión de coordenadas UTM a LCC

Las coordenadas UTM que serán ingresadas al modelo, es decir, de las fuentes emisoras y de los receptores, deberán ser transformadas a proyección Lambert Conformal Conic (LCC) ya que la vía utilizada para la modelación, es decir, la WRF – CALPUFF, así lo requiere. Para ello, se deben configurar dos códigos, obtenidos y modificados de GitHub, los cuales se muestran a continuación.

#Código 1.

```
from pyproj import transform
proj_daymet = "+proj=lcc +lat_0= +lon_0= +lat_1= +lat_2= +x_0= +y_0= +datum=WGS84 +units=m +no_defs" #my custom CRS
transformer = transform("EPSG:4326", proj_daymet)
lat =
lon =
transformer.transform(lat, lon)
```

#Código 2.

```
import pandas as pd
import json
from lib_lambert import Lambert
```

```
with open('./projection_constants.json', 'r') as f: const = json.load(f)

lamb = Lambert(
    standard_parallels=(const['phi_1'], const['phi_2']),
    central_latitude=const['phi_F'], central_longitude=const['lambda_F'],
    false_easting=const['E_F'], false_northing=const['N_F'],
    semimajor_axis = const['a'], inverse_flattening = const['f_inv']
)

LCC_x, LCC_y = lamb.geographic2cartesian(,)
print("LCC = " , LCC_x, LCC_y, sep="; ")

UTM_X, UTM_Y = lamb.cartesian2geographic(LCC_x,LCC_y)
print("UTM = " , UTM_X, UTM_Y, sep="; ")
```

III.II. Ejecución del modelo

Una vez ingresados los datos recopilados en la construcción de escenarios, se debe ejecutar el modelo CALPUFF, para lo cual se espera como salida dos archivos, uno con extensión .CON y otro con extensión .LST. El primero corresponde a un fichero binario que contiene la información de las concentraciones en inmisión el cual deberá ser post procesado según lo dispuesto en el siguiente módulo, y el segundo, posee los errores que pudiese presentar el modelo. Para su correcta configuración se recomienda la revisión de la Guía del usuario del CALPUFF Modelo de Dispersión, Versión 7 (Air Quality Dispersion Modeling, 2021). Importante señalar que se debe ejecutar una modelación por cada proyecto identificado previamente incluyendo todas las fuentes de emisión asociadas como se ilustra en la Figura A.3.

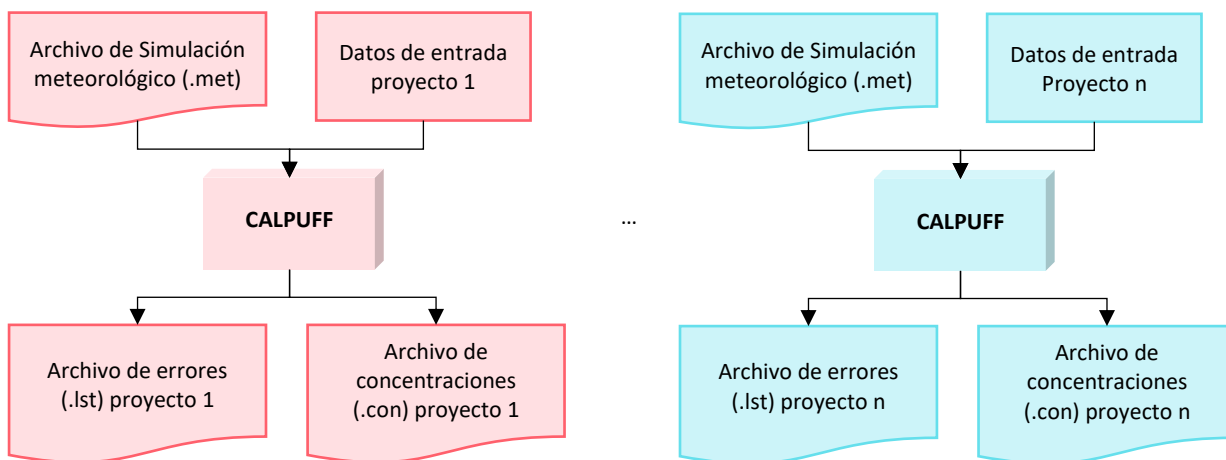


Figura A.3. Metodología modelación CALPUFF.

Un aspecto importante para tener en cuenta es que todas las coordenadas geográficas deben estar en proyección geográfica LCC y los valores decimales deben ser ingresados con puntos (.) y no comas (,). Además, CALPUFF lee los campos de la siguiente manera: cuando se tienen asteriscos en la línea (*) es porque el campo se encuentra inactivo, y si se ingresan signos de exclamación, lo tomará en consideración cuando sea ejecutado. Asimismo, al ingresar algún fichero, estos deben estar sin comillas (""), como se muestra en el siguiente ejemplo.

- *LÍNEA DE CÓDIGO DEL MODELO CALPUFF * → INACTIVO
- ! LÍNEA DE CÓDIGO DEL MODELO CALPUFF ! → ACTIVO
- ! 0.2 , 0.3 !
- ! VARIABLE = "UBICACIÓN_FICHERO\NOMBRE_FICHERO.MET"!
↓
- ! VARIABLE = UBICACIÓN_FICHERO\NOMBRE_FICHERO.MET !

iv. Módulo IV – Análisis de la implementación del modelo

El análisis del comportamiento del modelo se realiza única y exclusivamente a las variables meteorológicas y no al contaminante evaluado (olor), ya que no existen estaciones que monitoreen las concentraciones de este que permitan contrastar los resultados modelados con los observados.

IV.I Análisis meteorológico de datos observados y modelados

El análisis meteorológico se llevará a cabo para comparar el comportamiento de los datos modelados WRF con respecto a los datos observados de las estaciones meteorológicas y así tener en consideración las variaciones que presente a la hora de analizar las concentraciones de inmisión. Se analizará por un lado, la frecuencia y dirección del viento, y por otro, los ciclos diarios, estacionales y anuales de los parámetros considerados.

Para el análisis de la dirección y velocidad del viento, se deben realizar rosas de viento mediante el empleo de WRPLOT View donde se deben ingresar los valores en formato .csv. En el caso de los ciclos anuales se realizarán a través de series de tiempo. Sin embargo, se recomienda automatizar el proceso con códigos.

IV.II Análisis de incertidumbre del archivo de pronóstico WRF

El análisis de la incertidumbre permite determinar la correlación de la modelación con respecto a los datos observados. Se recomienda determinar los índices estadísticos cuantitativos error cuadrático medio

(RMSE), error absoluto medio (MAE), sesgo estadístico (BIAS) e índice de ajuste (IOA), entre los datos observados en la estaciones meteorológicas y los datos modelados.

El RMSE entrega una medida promedio de la magnitud al cuadrado de los errores, se calcula mediante la Ecuación A.5. Mientras más pequeño sea el valor RMSE, mejor es el ajuste de los datos modelados con los observados.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{IJ} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I (P_j^i - O_j^i)^2}$$

Ecuación A.5.

Donde,

I, corresponde al número total de lugares de observación.

J, corresponde al número total de observaciones temporales.

j, corresponde al tiempo.

i, corresponde al lugar de observación.

P, corresponde a la variable predicha por el modelo.

O, corresponde a la variables observada/medida.

El MAE entrega la diferencia absoluta entre los datos observados y modelados, se determina a partir de la Ecuación A.6. y el valor optimo del indicador es cero.

$$MAE = \frac{1}{IJ} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I |P_j^i - O_j^i|$$

Ecuación A.6.

A partir del BIAS, determinado según la Ecuación A.7 se puede analizar si el modelo sobreestima (sesgo positivo) o subestima la variable en cuestión (sesgo negativo), mientras más cercano a cero sea el valor, mejor es la estimación.

$$BIAS = \frac{1}{IJ} \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I (P_j^i - O_j^i)$$

Ecuación A.7.

Por último, se calcula el IOA (Ecuación A.8) para evaluar el ajuste del modelo. Su valor varía entre 0 a 1 y mientras más cercano sea al límite máximo, mejor será el pronóstico del modelo.

$$IOA = 1 - \frac{IJ \cdot RMSE^2}{\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I (|P_j^i - M_0| + |O_j^i - M_0|)^2}$$

Ecuación A.8

Donde,

M_0 , corresponde al valor promedio de las observaciones.

v. Módulo V – Post procesamiento de los datos

En el presente módulo se presentará la metodología para las actividades relacionadas al post procesamiento CALPOST, la determinación de la concentración final en receptores, la frecuencia y el análisis geoespacial.

V.I Post procesado CALPOST

Puesto que el archivo de concentraciones binario debe ser postprocesado en CALPOST, el cual entre sus opciones permite entregar un archivo csv con las concentraciones horarias en cada receptor de cuadrícula del dominio de simulación y dado que se requieren 8760 ejecuciones por cada modelación, se recomienda utilizar el siguiente código Python elaborado por Gautier (2022) disponible en GitHub (https://github.com/begandroide/calpost_automation) llamado `calpost_automation` el cual permite automatizar dichas ejecuciones.

```
'''
Automation of execute calpost changing parameters of calpost.template file
RUTA_CALPOST: Absolute path of directory that contains calpost exec file
'''
from datetime import datetime, timedelta
import os
import subprocess

RUTA_CALPOST_EXE = ''
RUTA_CALPOST_INP = ''
RUTA_CALPOST_OUT = ''
MODDATA = ''
PSTLST = ''
PLPATH = ''

'''
Read config from config.xml
'''
def read_config():
    # read config.xml
    config_xml = open('./config.xml', 'r')
    config_str = config_xml.read()

    RUTA_CALPOST_EXE = config_str.split('RUTA_CALPOST_EXE>')[1][:-2]
    RUTA_CALPOST_INP = config_str.split('RUTA_CALPOST_INP>')[1][:-2]
    RUTA_CALPOST_OUT = config_str.split('RUTA_CALPOST_OUT>')[1][:-2]
    MODDATA = config_str.split('MODDATA>')[1][:-2]
    PSTLST = config_str.split('PSTLST>')[1][:-2]
    PLPATH = config_str.split('PLPATH>')[1][:-2]
    print(
        'Config file',
        'RUTA_CALPOST_EXE: ' + RUTA_CALPOST_EXE,
```

```
        'RUTA_CALPOST_INP: ' + RUTA_CALPOST_INP,
        'RUTA_CALPOST_OUT: ' + RUTA_CALPOST_OUT,
        'MODDATA: ' + MODDATA,
        'PSTLST: ' + PSTLST,
        'PLPATH: ' + PLPATH,
        sep= ' '
    )
    ...
Open template file and replace magic strings
'''
def get_replaced_template(template_objects = dict()):
    # open calpost.template
    template = open('./calpost.template', mode='r')
    template_tmp = template.read()
    template.close()
    for key,val in template_objects.items():
        template_tmp = template_tmp.replace(key, val)
    return template_tmp
'''
Write on disk the new inp file for processing
'''
def write_new_inp_file(template_tmp):
    dir_name = RUTA_CALPOST_OUT + dir_name
    os.mkdir(dir_name)
    new_file = open(RUTA_CALPOST_INP, 'w')
    new_file.write(template_tmp)
    new_file.close()
'''
Tunning variables of calpost.template file and execute processing
'''
def process_day(day, moddata, pstlst, plpath):
    tunam = day.strftime('%m%d%H')

    start_year = day.strftime('%Y') # ISYR
    start_month = day.strftime('%m') # ISMO
    start_day = day.strftime('%d') # ISDY
    start_hour = day.strftime('%H') # ISHR

    added_day = day + timedelta(hours=1)

    end_year = added_day.strftime('%Y') # IEYR
    end_month = added_day.strftime('%m') # IEMO
    end_day = added_day.strftime('%d') # IEDY
    end_hour = added_day.strftime('%H') # IEHR
    dir_name = day.strftime('%Y%m%d%H')
    template_objects = {
        '%(MODDATA)s': moddata,
        '%(PSTLST)s': pstlst,
        '%(PLPATH)s': plpath,
        '%(DIR_NAME)s': dir_name,
        '%(TUNAM)s': tunam,
        '%(ISYR)s': start_year,
```

```

        '%(ISMO)s': start_month,
        '%(ISDY)s': start_day,
        '%(ISHR)s': start_hour,
        '%(IEYR)s': end_year,
        '%(IEMO)s': end_month,
        '%(IEDY)s': end_day,
        '%(IEHR)s': end_hour
    }

    print(template_objects, sep=' - ')
    template_tmp = get_replaced_template(template_objects)
    write_new_inp_file(template_tmp)
    # exec command
    res_exec = subprocess.run([RUTA_CALPOST_EXE, RUTA_CALPOST_INP], capture_output=True)
    print(res_exec)

if __name__ == '__main__':
    try
        read_config()

        d1 = datetime(2021, 1, 1, 0, 0)
        d2 = datetime(2021, 12, 31, 0, 0)

        # days contains every hour in datetime format from 2021 to 2022 (8761 hours)
        days = [ d1 + timedelta(days=x, hours=h) for x in range((d2 - d1).days + 1) for h in
range(0,24) ]
        for day in days:
            process_day(day)
    except Exception as e:
        print ('ERROR: ' + str(e))
        exit()

```

La idea del funcionamiento del código que post procesa los resultados de CALPUFF mediante CALPOST se presenta en la Figura A.4. Cabe destacar que el código anterior realiza las acciones para el año 2021, por lo que de requerirse su uso para años distintos, se deben actualizar las líneas donde corresponda (las variables d1 y d2 disponibles al final del código).

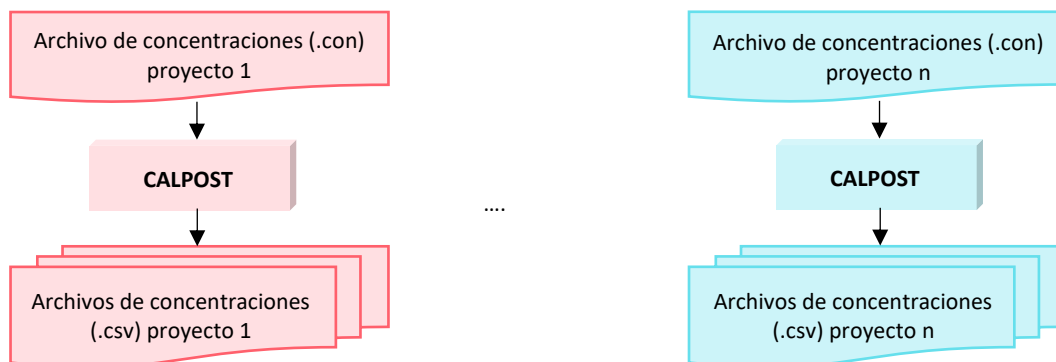


Figura A.4. Funcionamiento del postprocesado código – CALPOST.

V.II. Concentración final en receptores

Para la determinación de la concentración final en receptores se deberá realizar la sumatoria de las concentraciones de inmisión obtenida por cada proyecto en cada uno de los receptores de la cuadrícula, puesto que se obtienen 8760 archivos csv por modelación se recomienda utilizar el siguiente código Python elaborado por Gautier (2022) disponible en GitHub (https://github.com/begandroide/calpost_automation) llamado concentración_receptores.

El código calcula mediante la Ecuación A.9. la concentración final en dicho receptor (Re) a lo largo del año, esto en base a que poseen un punto definido en el espacio y que la inmisión de la concentración de olor ocurre en un tiempo determinado. Cabe destacar, que en este código también se debe modificar las variables d1 y d2 (al inicio del código) en el caso de que los cálculos sean para un año distinto al 2021.

$$C(x, y, z, t) = \sum_{i=1}^N C_i(x, y, z, t)$$

Ecuación A.9.

Donde:

$C(x, y, z, t)$, corresponde a la concentración en inmisión en el Re en un punto y tiempo determinado

i , corresponde a la fuente de emisión que contribuye en la concentración en inmisión de un Re determinado

$C_i(x, y, z, t)$, corresponde a la concentración en inmisión de la fuente i en el Re en un punto y tiempo determinado

```
import sys
from unicodedata import decimal
import pandas as pd
import numpy as np
from datetime import datetime, timedelta

d1 = datetime(2021, 1, 1, 0, 0)
d2 = datetime(2021, 12, 31, 0, 0)

days = [ d1 + timedelta(days=x, hours=h) for x in range((d2 - d1).days + 1) for h in range(0,24) ]

excel_roots_folder = [ "", "", "", "" ]

spread_accumulative = []
# cargar cada csv
for day in days:
    directory_name = day.strftime('%Y%m%d%H')
    spreadsheets = []
    for excel_folder in excel_roots_folder:
        print("vamos en {0} ".format(excel_folder))
        odor_1hr_csv = './{0}/{1}/rank(all)_odor_1hr_conc.csv'.format(excel_folder, directory_name)
        spreadsheets.append(pd.read_csv(odor_1hr_csv, delimiter=',', skiprows=6, header=None))
    res = np.zeros(3600)
```

```
for spread in spreadsheets:
    res += spread.iloc[:,2]
    spread_accumulative.append(res)
# len(days) 8760
spread_accumulative = np.vstack(spread_accumulative)

temporal_spreads = spread_accumulative
np.savetxt("", temporal_spreads, delimiter=";")
sys.exit()
# ordenar primera columnas de la matriz (receptor cero)

for receptor in range(0,3600):
    temporal_spreads[:,receptor] = temporal_spreads[temporal_spreads[:, receptor].argsort()][:,receptor]

# por cada receptor sacar estadísticos:
salida = pd.DataFrame columns= 'receptor','min','max','mean','p95','p98','p99']
for receptor in range(0,3600):
    min = temporal_spreads[:, receptor].min()
    max = temporal_spreads[:, receptor].max()
    mean = temporal_spreads[:, receptor].mean()
    p98 = temporal_spreads[round( 8760 * 0.98 ), receptor]
    p99 = temporal_spreads[round( 8760 * 0.99 ), receptor]
    p95 = temporal_spreads[round( 8760 * 0.95 ), receptor]
    salida = salida.append({
        'receptor': receptor + 1,
        'min': min,
        'max': max,
        'mean': mean,
        'p95': p95,
        'p98': p98,
        'p99': p99
    }, ignore_index=True)

salida.to_csv('./salida.csv',index=False)
```

La idea del funcionamiento del código que permite obtener las concentraciones finales en los receptores y los estadísticos es como se expone en la Figura A.5.

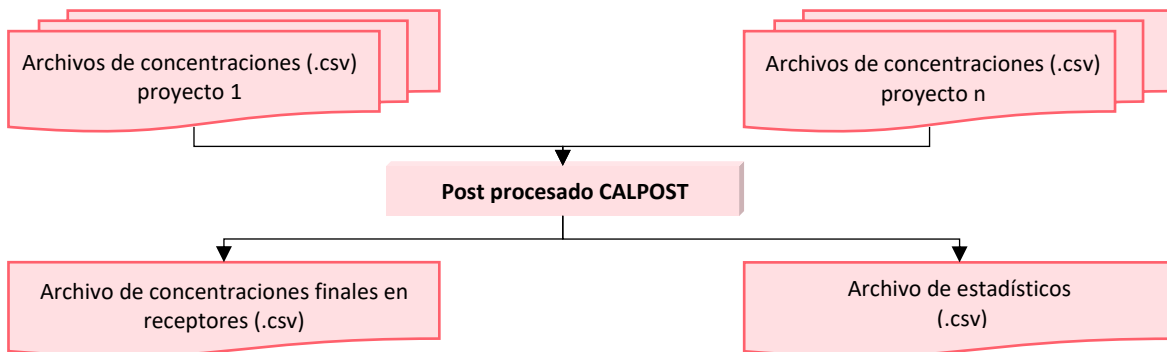


Figura A.5. Funcionamiento postprocesado estadísticos – CALPOST.

V.III Frecuencia de superación de norma

La frecuencia de superación de la normativa se calculará utilizando software Microsoft Excel, estructurando la plantilla como se expone en la Tabla A.14. Cabe destacar que se recomienda la revisión o elaboración de un código que permita automatizar este proceso.

A.14. Formato plantilla Excel para el cálculo de frecuencia de superación de norma.

	A	B	C	D	E	F
1	R _i	Limite	Cumplimiento	R _n	Limite	Cumplimiento
2	CO _i	Valor norma	=SI((A2>=B2);1;0)	CO _i	Valor norma	=SI((E2>=F2);1;0)
:	:	:	:	:	:	:
n	CO _n	=B _{i-1}	=SI((An>=Bn);1;0)	CO _n	=E _{i-1}	=SI((En>=Fn);1;0)

n+2	R _i	Horas	Frecuencia	R _n	Horas	Frecuencia
n+3	Valor	Suma(C2:Cn)	Suma(C2:Cn)/8.760	Valor	Suma(F2:F _n)	Suma(F2:F _n)/8.760

Nota:

1. R_i, corresponde a los receptores considerados en la evaluación.
2. CO_i, corresponde a las concentraciones de olor en inmisión horarias de los receptores.
3. SI, corresponde a una función en Excel que permite realizar comparaciones lógicas entre un valor y un resultado que espera. Por esto, el primer resultado es si la comparación es Verdadera (1) y el segundo si la comparación es Falsa (0).

vi. Módulo VI – Análisis de resultados

Este último módulo comprende las actividades correspondientes al análisis de la planificación territorial de la comuna en la actualidad y la elaboración de recomendaciones orientadas a la mejora en dicha planificación considerando al aspecto olor.

VI.I. Análisis de la planificación territorial comunal actual


Una vez obtenida la frecuencia, se deberá representar geográficamente su distribución utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permita categorizar los valores en función de lo que se requiera analizar, esto permitirá el análisis de la planificación territorial comunal actual con base a los usos permitidos y prohibidos según corresponda.

Con esta actividad se espera establecer un diagnóstico temprano de la situación y se deberá realizar mediante fichas (véase Tabla A.15), incluyendo aquellos suelos que cuentan con un uso de suelo planificado y a aquellos que no.

VI.II. Formulación de Recomendaciones

Realizado el análisis de la situación actual de la planificación territorial comunal, se deberán realizar las recomendaciones para la planificación futura, lo que requiere de la definición de un enfoque específico, es decir, si se realizarán recomendaciones a un determinado uso de suelo, si serán enfocadas hacia los suelos que en el periodo de evaluación se encuentren sin zonificación impuesta por algún Instrumento de Planificación Territorial (IPT) o si se realizarán sobre todas las zonificaciones existentes sin establecer criterios de discriminación.

A.15. Formato ficha análisis de la planificación territorial actual según uso de suelo.

	Mapa de olor Distrito <i>[ingrese nombre]</i>	Código	MFO – 11 – 22
		Fecha	dd – mm – aa
<i>[Insertar cartografía]</i>		Análisis	