



Informe Número

1570785

Original



**LEVANTAMIENTO DE ANTECEDENTES PARA ESTIMAR
BENEFICIOS, MEDIANTE PRECIOS HEDÓNICOS, DE LA
REGULACIÓN DE OLORES DEL RUBRO CENTROS DE CULTIVO Y
PLANTAS PROCESADORAS DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
ID Licitación: 608897-24-LE21**

Estudio solicitado por la Subsecretaría del Medio Ambiente

INFORME FINAL

Santiago, 20 de diciembre de 2021

Título del Proyecto

Levantamiento de Antecedentes para Estimar Beneficios, mediante Precios Hedónicos, de la Regulación de Olores del Rubro Centros de Cultivo y Plantas Procesadoras de Recursos Hidrobiológicos

Autores:

Jefe de proyecto: Oscar Melo

Asesor metodológico: Luis Cifuentes

Ingeniero de proyecto: José Miguel Valdés, Viviana Cerda Gho, María Teresa Alarcón, Alejandro Bañados, Sofía Contardo

Dictuc S.A.

Vicuña Mackenna N° 4860, Macul – Santiago

Datos Mandante

Razón Social: Subsecretaría del Medio Ambiente

RUT: 61.979.930-5

Dirección: San Martín 73, Santiago

Resumen

El objetivo de este proyecto es generar información base para evaluar, mediante precios hedónicos, el impacto de la desamenidad causada por olores provenientes de plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos, en el valor de las viviendas ubicadas en los alrededores de dichas plantas, y que se vean afectadas por dichos olores.

Cuerpo del informe

75 hojas (incluye portada)

Fecha del informe

20/diciembre/2021

Información Contractual

Correlativo Contrato: 3062

OC N°: 608897-167-SE21

Contraparte técnica

Nombre: Felipe Gajardo, Jessica Salas

Cargo: Profesionales del Departamento de Economía Ambiental y del Departamento de Ruido, Lumínica y Olores, respectivamente.

E-mail: FGajardo@mma.gob.cl, JSalas@mma.gob.cl

Sr. Luis Cifuentes

Director GreenLab

Dictuc S.A.

Sr. Felipe Bahamondes

Gerente General

Dictuc S.A.

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos	I
Lista de Tablas.....	IV
Lista de Figuras.....	V
Acrónimos y Abreviaturas.....	VI
Resumen Ejecutivo	1
1. Antecedentes.....	5
2. Objetivos del estudio	7
2.1 Objetivo general.....	7
2.2 Objetivos específicos.....	7
2.3 Alcance de este informe.....	7
3. Revisión de literatura nacional e internacional de precios hedónicos e identificación de características relevantes de las viviendas y los receptores de olores	8
3.1 Análisis de literatura internacional y nacional de evaluación de impactos de olores mediante precios hedónicos.....	8
3.2 Análisis de atributos más utilizados en este tipo de valoración	16
3.3 Propuesta de atributos relevantes para el ejercicio de valoración	18
4. Propuesta y justificación de las fuentes de información	19
4.1 Fuentes de información para olores	19
4.1.1 <i>Estudio de antecedentes para la elaboración de análisis económico de la Norma de Emisión de Olores.....</i>	<i>19</i>
4.1.2 <i>Encuesta estimación DAP mediante valoración contingente</i>	<i>20</i>
4.1.3 <i>Comparación de las fuentes de información identificadas.....</i>	<i>22</i>
4.1.4 <i>Distancia a las fuentes emisoras.....</i>	<i>23</i>
4.2 Fuentes de información para precios de viviendas	24
4.2.1 <i>Ofertas en Portales Inmobiliarios</i>	<i>24</i>
4.2.2 <i>Transacciones registradas en Conservador de Bienes Raíces.....</i>	<i>25</i>
4.2.1 <i>Avalúos del Servicio de Impuestos Internos.....</i>	<i>26</i>
4.2.2 <i>Levantamiento propio en base a encuesta.....</i>	<i>27</i>
4.3 Fuentes de información para variables de control	28

4.3.1	<i>Ofertas en portales inmobiliarios.....</i>	28
4.3.2	<i>Dato Vecino INE</i>	29
4.3.3	<i>Catastro del Servicio de Impuestos Internos.....</i>	30
4.3.4	<i>Censo INE</i>	30
4.4	Resumen fuentes de información propuestas.....	31
4.5	Priorización zonas de estudio.....	32
4.6	Estimación de una cantidad muestral mínima que permita encontrar significancias estadísticas para un ejercicio de valoración mediante precios hedónicos	34
5.	Levantamiento de los antecedentes	36
5.1	Metodología para el procesamiento de la información	36
5.2	Resultado de la sistematización en formato base de datos	37
5.2.1	<i>Caso de precios obtenidos de conservadores de bienes raíces.....</i>	37
5.2.1	<i>Caso de precios obtenidos de ofertas de portales inmobiliarios</i>	38
6.	Evaluación efecto económico	39
6.1	Marco teórico del método de precios hedónicos.....	39
6.1.1	<i>Orígenes del Método de precios hedónicos</i>	39
6.1.2	<i>Modelo de precios hedónicos de Rosen</i>	40
6.1.3	<i>Implementación del método de precios hedónicos y sus limitaciones</i>	44
6.2	Determinación de la función de precio con mejor ajuste.....	46
6.2.1	<i>Función de precio para Iquique.....</i>	47
6.2.2	<i>Función de precio para Coronel</i>	48
6.2.3	<i>Función de precio para Lota.....</i>	49
6.2.4	<i>Función de precio aplicable a otros contextos.....</i>	49
6.2.5	<i>Resumen funciones</i>	51
6.3	Estimación de la pérdida de valor económico	52
7.	Discusión y limitaciones	56
8.	Conclusiones.....	58
9.	Bibliografía	60
10.	Anexos.....	62
10.1	Anexo 1: Clasificación de variables en estudios de precios hedónicos.....	62
10.2	Anexo 2: Diferencia entre precio y avalúo fiscal	64

10.3	Anexo 3: Contactos conservadores de bienes raíces	64
10.4	Anexo 4: Código de calidad SII.....	66
10.5	Anexo 5: Zonas de influencia utilizadas en los modelos	66

Lista de Tablas

Tabla 0-1 Variables propuestas para el ejercicio de valoración	1
Tabla 0-2 Fuentes de información propuestas para el ejercicio de valoración.....	2
Tabla 0-3 Resumen modelos.....	3
Tabla 0-4 Pérdida de valor económico [UF] para Coronel e Iquique, con su intervalo de confianza al 90%.....	4
Tabla 3-1 Estudios identificados con uso de método de PH para evaluar impacto de malos olores en el precio de las viviendas	11
Tabla 3-2 Resumen comparativo de estudios de precios hedónicos relacionados a olores.....	14
Tabla 3-3 Clasificación de variables consideradas en estudios de precios hedónicos	16
Tabla 3-4 Atributos considerados dentro de la clasificación de “Características de la vivienda”	17
Tabla 3-5 Significancia de las variables en los estudios revisados.....	18
Tabla 3-6 Variables propuestas para el ejercicio de valoración	18
Tabla 4-1 Información de terrenos y construcciones no agrícolas.....	30
Tabla 4-2 Variables relevantes del Censo a nivel de manzana censal.....	31
Tabla 4-3 Fuentes de información propuestas para el ejercicio de valoración.....	32
Tabla 4-4 Número de plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos por comuna ...	33
Tabla 4-5 Población afectada según nivel de olor en comunas con plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos, por comuna.....	34
Tabla 6-1 Función de precio para Iquique	47
Tabla 6-2 Función de precio para Coronel.....	48
Tabla 6-3 Función de precio aplicable a otros contexto, calibrada con Lota y Coronel.....	50
Tabla 6-4 Resumen modelos.....	52
Tabla 6-5 Cantidad de viviendas por zona	53
Tabla 6-6 Precio medio viviendas [UF] por comuna	53
Tabla 6-7 Descuento en valor unitario implícito en los modelos estimados [%], con sus intervalo de confianza al 90%	54
Tabla 6-8 Pérdida de valor económico [UF] para Coronel e Iquique, con su intervalo de confianza al 90%.....	55
Tabla 10-1 Clasificaciones de variables levantadas	62
Tabla 10-2 Contactos de conservadores de bienes raíces.....	64
Tabla 10-3 Código de calidad de la línea de construcción (calidad_SII)	66

Lista de Figuras

Figura 4-1 Áreas impactadas por olor en Coronel	20
Figura 4-2 Porcentaje de encuestados que perciben olores Coronel	21
Figura 4-3 Percepción de olor según nivel de olor modelado	23
Figura 4-4 Avalúo bienes raíces no agrícolas Coronel	27
Figura 4-5 Equipamiento y servicios Coronel	29
Figura 5-1 Metodología de procesamiento de la información levantada para su sistematización en bases de datos	37
Figura 6-1 Funciones B_j para dos individuos distintos	42
Figura 6-2 Funciones de oferta de atributos	44
Figura 10-1. Comparación precio de venta y avalúo fiscal 2020 y 2021 comuna de Lota.	64
Figura 10-2 Área de influencia considerada para la función de precio en Iquique.....	66
Figura 10-3 Área de influencia considerada para la función de precio en Coronel	67

Acrónimos y Abreviaturas

Instituciones

INE:	Instituto Nacional de Estadística
MMA:	Ministerio del Medio Ambiente
SII:	Servicio de impuestos internos

Monedas

CLP:	Pesos de Chile
EUR:	Euros
USD:	Dólares de Estados Unidos

Abreviaturas

AGIES:	Análisis General del Impacto Económico y Social
CBR:	Conservador de Bienes Raíces
DAP:	Disposición a Pagar
EEUU:	Estados Unidos de América
MTD:	Mejores técnicas disponibles
PH:	Precios hedónicos
PRAS:	Programa para la Recuperación Ambiental y Social
WTP:	Disposición a Pagar, por sus siglas en inglés "Willingness to Pay"

Prefijos

M:	Mega (10^6)
k:	Kilo (10^3)
m:	Mili (10^{-3})

Unidades

m:	Metro (Longitud)
kg:	Kilogramo (Masa)
s:	Segundo (Tiempo)
°C:	Celsius (Temperatura)
m ² :	Metro cuadrado m ² (Superficie o área)
m ³ :	Metro cúbico (Volumen)
m/s:	Metro por segundo (Velocidad)

Formato

"."	separador decimal
","	separador de miles

Resumen Ejecutivo

El presente estudio tiene como objetivo generar información base para evaluar el impacto de la desamenidad causada por olores provenientes de plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos, en el precio de las viviendas ubicadas en los alrededores de dichas plantas, y que se vean afectadas por dichos olores, mediante la metodología de valoración económica de precios hedónicos.

El presente informe contiene el resultado de la revisión de literatura nacional e internacional de precios hedónicos, la cual se enfocó en estudios asociados al impacto de malos olores en el precio de viviendas, para así identificar características relevantes de las viviendas y los receptores de olores incorporadas en este tipo de análisis. Se identificaron 12 estudios de interés para el presente estudio.

A partir de la revisión realizada, y de un análisis de las variables más utilizadas y que han obtenido resultados significativos en la mayor cantidad de estudios, se realiza una propuesta de las variables a ser utilizadas en este ejercicio de valoración, lo que se resume en la siguiente tabla.

Tabla 0-1 Variables propuestas para el ejercicio de valoración

Tipo de variable en función hedónica	Clasificación	Posibles indicadores
Variable dependiente	Precio vivienda	Precio de oferta publicada, precio registrado en transacción, avalúo fiscal.
Variable independiente	Olor	Nivel de olor para percentil específico, percepción subjetiva de olor, distancia a las plantas emisoras de olores.
Variables de control	Características de la vivienda	Tamaño, antigüedad, materialidad, número de baños, número de piezas.
	Características del barrio	Cercanía a diferentes equipamientos y servicios (establecimientos educacionales, transporte, salud, etc.).
	Características de la población	Edad, sexo, pertenecientes a algún pueblo indígena u originario.

Fuente: Elaboración propia

Junto con lo anterior, se realizó una revisión de las principales fuentes de información disponibles para cada tipo de variable de la función hedónica, encontrándose múltiples fuentes de información para los niveles de olor, los precios de las viviendas y las variables de control. Se propone utilizar distintas fuentes de información según dónde se encuentre la información más completa para cada zona de interés y complementando con otras fuentes en la medida de lo necesario. En la siguiente tabla se sintetizan las fuentes de información propuestas para el ejercicio de valoración. De todas las fuentes disponibles, la única que no se selecciona como

fuente de información principal son los avalúos del SII que no serán utilizados como proxy de precio de vivienda, dadas las limitaciones de esta fuente y la existencia de mejores indicadores.

Tabla 0-2 Fuentes de información propuestas para el ejercicio de valoración

Tipo de variable en función hedónica	Clasificación	Fuentes de información propuestas
Variable dependiente	Precio vivienda	Portales inmobiliarios Inscripciones compra-venta conservadores bienes raíces
Variable independiente	Olor	Estudio modelación de olores Encuesta percepción de olores valoración contingente Distancia a fuentes emisoras
Variables de control	Características de la vivienda	Ofertas portales inmobiliarios Catastro SII Inscripciones compra-venta conservadores bienes raíces
	Características del barrio	Dato Vecino INE
	Características de la población	Censo INE

Fuente: Elaboración propia

Una vez definidas y consensuadas las fuentes de información, se levantaron los antecedentes necesarios para cada comuna. En el caso de Coronel y Lota, se levantaron los antecedentes de precio de las viviendas a partir de las inscripciones de compraventa de propiedades en conservadores de bienes raíces, mientras que para Iquique se obtuvieron los antecedentes de precio a partir de portales inmobiliarios. A la vez, se realizó el levantamiento de información de todas las otras variables a ser incorporadas en la función hedónica.

A partir de la información compilada y sistematizada en bases de datos, se evaluó el efecto económico de la proximidad de las fuentes de olores de plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos en el valor comercial de las viviendas locales ocupando un modelo log-lineal. Se obtuvieron funciones de precio hedónico para las ciudades de Coronel, Iquique y un modelo aplicable a otros contextos.

Tabla 0-3 Resumen modelos

	Iquique	Coronel	General
VARIABLES	Ln(precio)	Ln(precio)	Ln(precio)
Zona con más de 1 ou/m³	-0.0751*		
	(0.0792)		
Zona con más de 3 ou/m³		-0.721***	
		(0.000248)	
Zona a menos de 2 km			-0.354***
			(0.00304)
Ln(superficie)	0.768***		0.165**
	(0)		(0.0132)
Distancia a servicios	-0.000229***		
	(4.41e-09)		
Distancia establecimiento salud	3.72e-05**		
	(0.0444)		
Distancia establecimiento salud	0.000370***		
	(0.000395)		
Densidad poblacional manzana	-0.000209**	-2.44e-05***	
	(0.0199)	(0.00353)	
Dummy venta entre familiares		-0.664***	-0.667***
		(0.00387)	(0)
Año de construcción		0.0147*	
		(0.0981)	
Calidad vivienda según SII		-0.716***	-1.053***
		(0.00390)	(0)
Índice de hacinamiento Censo			-0.0158**
			(0.0201)
Constant	5.058***	-22.22	6.271***
	(0)	(0.214)	(0)
Observations	253	111	382
R-squared	0.842	0.544	0.416

Robust pval in parentheses, *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Elaboración propia

Se propone como función aplicable para otros contextos la función obtenida de la especificación con distancia a planta más cercana con datos de Lota y Coronel, la cual se presenta a continuación:

Ecuación 0-1 Función de precio aplicable a otros contextos

$$\ln(\text{precio}_i) = 6.27 - 0.354 \cdot \text{zona2km}_i + 0.165 \cdot \ln(\text{superficie}_i) - 0.667 \cdot \text{familiar}_i - 1.05 \cdot \text{calidad}_i - 0.0158 \cdot \text{hacinamiento}_i$$

Fuente: Elaboración propia

Donde precio_i es el precio en UF de la vivienda i , zona2km_i es una variable binaria que toma el valor de 1 si la casa i se encuentra en una zona a menos de 2 kilómetros de la fuente y 0 en el caso contrario, superficie_i es el tamaño de la vivienda i en metros cuadrados, familiar_i es una

variable binaria que toma el valor de 1 si la vivienda se está transando entre familiares y 0 en el caso contrario, $calidad_i$ es el índice entero de calidad del SII donde 5 es la peor calidad y 1 la mejor, y por último, $hacinamiento_i$ es el índice de hacinamiento INE para la manzana donde se encuentra la vivienda i .

Ocupando los resultados obtenidos de los modelos de Iquique y Coronel, en conjunto con la cantidad de viviendas para cada zona de influencia según el Censo 2017, se calculó la pérdida de valor económico con su intervalo de confianza, lo cual se muestra a continuación.

Tabla 0-4 Pérdida de valor económico [UF] para Coronel e Iquique, con su intervalo de confianza al 90%

Zona	Coronel			Iquique		
	Inferior	Central	Superior	Inferior	Central	Superior
Zona con P99.5 mayor a 1 ou/m ³	6,390,006	11,913,268	22,453,010	36,278	382,966	782,235
Zona con P99.5 entre 3 ou/m ³ y 5 ou/m ³	1,342,481	2,502,867	4,717,169	149,889	1,582,291	3,231,942
Zona con P99.5 entre 1 ou/m ³ y 3 ou/m ³	-	-	-	696,015	7,347,407	15,007,600
Zona con P99.5 menor a 1 ou/m ³	-	-	-	-	-	-
Total	7,732,487	14,416,136	27,170,179	882,183	9,312,664	19,021,777

Fuente: Elaboración propia

1. Antecedentes

La Estrategia para la Gestión de Olores en Chile, actualización año 2017, contiene dentro de sus pilares, el fortalecimiento regulatorio de olores de cinco sectores prioritarios, dentro de ellos el sector pesquero. Por otro lado, el Programa para la Recuperación Ambiental y Social de Coronel (PRAS de Coronel), aprobado a través de Resolución N°144, de fecha 28 de febrero de 2018, del Ministerio del Medio Ambiente, propone establecer una nueva normativa de olores para el sector Plantas Procesadoras de Productos del Mar, como una medida de solución de corto plazo y alta prioridad que, sin dudas, representa además un desafío a nivel nacional enfocado en disminuir y eliminar la emanación de malos olores y así mejorar la calidad de vida de las personas¹.

En este contexto, a través de Resolución N°1.439 de fecha 27 de diciembre de 2018, del Ministerio del Medio Ambiente, se establece el Programa de Regulación Ambiental 2018 – 2019, el cual indica dentro de sus prioridades programáticas la elaboración de la “Norma de emisión de contaminantes en centros de cultivos y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos que, en función de sus olores, generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población”. De esta forma, a través de la Resolución Exenta N°1165 del día 25 de septiembre de 2019, del Ministerio del Medio Ambiente, inicia el proceso para la elaboración de anteproyecto de la mencionada norma, en adelante “Norma de Emisión de Olores del Sector Pesquero”, publicado en el Diario Oficial el 30 de septiembre de 2019.

En septiembre de 2019, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) inició el estudio “Generación de Antecedentes Técnicos para la Elaboración de la Norma de Emisión de Olores para Centros de Cultivos y Plantas Procesadoras de Recursos Hidrobiológicos”, el cual finalizó en julio de 2021. Actualmente se avanza en la formulación de una norma de emisión focalizada en el sector de producción a partir de recursos hidrobiológicos, considerada una de las actividades priorizadas para la regulación de olores a nivel país.

Para la regulación del sector pesquero, se contemplan el establecimiento de límites de olor, y se considera esencial el uso de las mejores técnicas disponibles (MTD), primeramente, para prevenir y reducir la generación de olores mediante estrategias integradas en el proceso, como son las prácticas operacionales y la aplicación de tecnologías de tratamiento. Estos criterios se han considerado en la elaboración del publicado anteproyecto “Norma de Emisión de Contaminantes en Planteles Porcinos que, en función de sus olores, generan molestia y constituyen un riesgo a la calidad de vida de la población” llevada a cabo por el MMA en el año 2020.

Sin embargo, actualmente no se cuenta con antecedentes de beneficios locales concluyentes para evaluar los beneficios asociados a la norma. Por lo tanto, el presente estudio se justifica debido a que sus resultados servirán como un insumo relevante para elaborar el Análisis General del Impacto Económico y Social del Anteproyecto (AGIES) de Norma de Emisión de Olores del

¹ Ver objetivo A.2, Ficha A.2.4 del PRAS de Coronel, año 2018.

Sector de Procesamiento de Recursos Hidrobiológicos, tal como lo mandata el artículo 15° del Reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, DS N°38/13 de MINSEGPRES. Lo anterior, permitirá fortalecer la elaboración de la regulación de olores y finalmente poder estimar de mejor manera los beneficios ambientales asociados a la elaboración de una regulación de olores del sector, que permitirá mejorar la calidad de vida de las personas, especialmente en aquellas zonas que tienen un gran impacto por olores de este tipo de actividad, como en la zona de Coronel.

Los estudios a utilizar como antecedentes en la presente consultoría son los siguientes:

- a) “Antecedentes para la Regulación de Olores en Chile”, del año 2013, realizado por ECOTEC Ingeniería Ltda., a solicitud de la Subsecretaría de Medio Ambiente.
- b) “Generación de Antecedentes para la Elaboración de una Regulación para el Control y Prevención de Olores en Chile”, del año 2014, realizado por AQUALOGY Medio Ambiente Chile S.A., a solicitud de la Subsecretaría de Medio Ambiente.
- c) Ministerio del Medio Ambiente, 2018. Programa para la Recuperación Ambiental y Social (PRAS) de Coronel. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- d) Antecedentes para la elaboración de análisis económico de la norma de emisión de olores para sector porcino, DICTUC S.A., 2019, a solicitud de la Subsecretaría de Medio Ambiente.
- e) “Análisis General del Impacto Económico y Social Anteproyecto Norma de Emisión de Olores en Planteles Porcinos”, del año 2020, Departamento de Economía Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente.
- f) “Antecedentes para la Elaboración de Análisis Económico de la Norma de Emisión de Olores para el Sector de Procesamiento de Recursos Hidrobiológicos”, desarrollado por el equipo consultor, GreenLab-Dictuc, a solicitud de la Subsecretaría de Medio Ambiente.

Los referidos estudios (a, b, d) se encuentran disponibles en el sitio web del Ministerio del Medio Ambiente (<http://portal.mma.gob.cl/aire/olores/> y en <http://sinia.mma.gob.cl/>); c) información sobre el programa PRAS se encuentra disponible en <https://mma.gob.cl/pras/>; e) disponible en expediente público de la normativa².

²https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2020/proyectos/f51_443_-_486_Informe_Agies_Olores_Porcinos__Foliado_.pdf

2. Objetivos del estudio

2.1 Objetivo general

Generar información base para evaluar, mediante precios hedónicos, el impacto de la desamenidad causada por olores provenientes de plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos, en el valor de las viviendas ubicadas en los alrededores de dichas plantas, y que se vean afectadas por dichos olores.

2.2 Objetivos específicos

- a) **Componente 1:** En base a revisión de literatura nacional e internacional de precios hedónicos, identificar características relevantes de las viviendas y los receptores de olores, para representar las distintas realidades en relación con la interacción entre zonas habitadas y las industrias emisoras de olores. Estas características se deberán consensuar con la contraparte técnica, para representar los atributos que inciden en el valor comercial de las viviendas locales.
- b) **Componente 2:** Proponer y justificar la fuente de información para levantar las características identificadas como relevantes. Además, proponer y justificar el número muestral (n) necesario para obtener significancia estadística. Estos puntos deben ser consensuados con la contraparte técnica.
- c) **Componente 3:** Desde las fuentes de información propuestas en objetivo específico b), levantar las características consideradas en el objetivo específico a). Lo anterior, con el objetivo de sistematizar la información en una base de datos, cuyo formato deberá ser consensuado con la contraparte técnica.
- d) **Componente 4:** Evaluar el efecto económico de la proximidad de las fuentes de olores de plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos, en los valores de las propiedades residenciales.

2.3 Alcance de este informe

Este informe final del presente proyecto, de acuerdo con las bases técnicas de la licitación, contiene la metodología y resultados asociadas al desarrollo de todos los componentes (ver Sección 2.2) del numeral 3.1 de las Bases Técnicas.

3. Revisión de literatura nacional e internacional de precios hedónicos e identificación de características relevantes de las viviendas y los receptores de olores

La técnica de **precios hedónicos** (PH) es un método de valoración económica que se basa en el valor de un bien para estimar de manera indirecta, mediante precios implícitos, el valor o importancia relativa de ciertos atributos sobre el precio de este (Melo, Buzeta, & Marshall, 2005). Cuando los individuos compran un bien transable como una vivienda, también pagan por atributos de su entorno, como la calidad del aire, la cercanía a espacios naturales, el silencio, etc. En este contexto, el método de precios hedónicos permite valorar económicamente atributos ambientales no transables como la calidad del aire sin malos olores.

Para el presente estudio se empleará el método de precios hedónicos en los análisis de valorización del activo ambiental "malos olores" a partir del valor de una propiedad y sus atributos para estimar indirectamente, mediante las herramientas econométricas, el valor de atributos ambientales que influyen sobre su precio.

En la presente sección se documenta la revisión bibliográfica realizada y los principales resultados de esta, que corresponden principalmente a las características relevantes de las viviendas y los receptores de olores, para representar las distintas realidades en relación con la interacción entre zonas habitadas y las industrias emisoras de olores.

3.1 Análisis de literatura internacional y nacional de evaluación de impactos de olores mediante precios hedónicos

Se realizó una búsqueda de estudios relacionados con la materia en el motor de búsqueda Google Scholar, con el objetivo de encontrar literatura relacionada con la estimación de la interacción entre el valor de las viviendas y los malos olores por medio del método de precios hedónicos, incluyendo tanto antecedentes directamente relacionados como estudios con distinto enfoque que mantengan cierta semejanza con esta problemática. En la búsqueda se utilizaron las siguientes palabras claves, en español e inglés, y sus combinaciones, por ejemplo: "*precios hedónicos*", "*impacto de olores*", "*hedonic valuation*", "*hedonic price*", "*price of housing*", entre otros.

Al encontrar un estudio que cumpliera con los requisitos descritos, se revisó la literatura utilizada en este para llegar a más informes relacionados al tema. Junto con lo anterior, se buscaron los documentos que han citado el estudio seleccionado, de esta manera se fue ampliando la cantidad de archivos que utilizan el método de precios hedónicos y que tienen relación con una fuente de olor, es decir, que dentro de las variables analizadas consideran alguna relacionada con el olor de la zona, ya sea como distancia a la fuente, métricas cualitativas, definición de zonas de olores, entre otras.

Con esta metodología se encontraron doce publicaciones relevantes, las que se detallan en la Tabla 3-1:

En los estudios encontrados se buscaron detalles del método de valoración del impacto del olor en los diferentes casos, junto con las variables analizadas y sus respectivas significancias en los resultados. Esta información se sistematizó en una base de datos con los siguientes campos:

- **ID:** identificador de cada estudio.
- **Lugar:** país en el cual se desarrolla el análisis de precio de las viviendas.
- **Fuente de olor:** industria a la cual se le atribuye la responsabilidad de la generación del olor.
- **Cómo se incorpora el olor en el estudio:** descripción de las variables usadas para medir el impacto del olor en el precio de las viviendas. Dentro de los estudios se encuentran variadas maneras de medir este parámetro, algunos usan métricas cuantitativas como la distancia a la fuente de olor o concentraciones de olor medidas en el área de estudio, y otras son cualitativas como la presencia de mal olor o resultados de encuesta de percepciones. Se incorpora también un campo de tipo de métrica, que clasifica las formas de incorporar el olor al análisis, y los niveles y/o unidades utilizados en cada caso. Los detalles de estas para cada artículo se encuentran en la base de datos entregada.
- **Modelos:** describe los modelos utilizados en cada estudio, destacando si se selecciona alguno con mejor ajuste. Se diferencian por forma funcional utilizada y/o variables incluidas
- **Resultados:** describe los principales resultados que relacionan precio de las propiedades con las variables que miden el impacto del olor. Se presentan como elasticidad, porcentaje de disminución del precio, impacto marginal, entre otras.
- **Variables:** describe todas las variables evaluadas en cada estudio.
- **Variables significativas:** variables que, como resultado del análisis econométrico, resultan significativas en la determinación del precio de la vivienda.
- **Desglose de variables:** en la base de datos entregada se disponen las variables más recurrentes entre los estudios como nombres de columnas separadas y se anota cuáles de estas variables incluye cada estudio y si son significativas o no. De esta manera se puede ver con mayor facilidad cuáles son los atributos que suelen tener influencia en el precio de las viviendas y cuáles son los más estudiados en la literatura. Estas variables son: superficie, edad de la vivienda, tipo de vivienda, estacionamiento, ascensor, baños, presencia de servicios en el vecindario, distancia a servicios, indicador económico, indicador de seguridad y métrica de olor.

Un resumen comparativo de los principales campos se muestra en la Tabla 3-2, donde el identificador de los estudios presentado corresponde al indicado en la Tabla 3-1. Esta base de datos se entrega como anexo digital en el documento “HEDOLOR-BD_estudios_PH_olores.xlsx”.

A partir de esta revisión, se proponen los principales atributos para el ejercicio de valoración, lo que se detalla en la Sección 3.2 y la Sección 3.3.

Tabla 3-1 Estudios identificados con uso de método de PH para evaluar impacto de malos olores en el precio de las viviendas

ID	Título	Autor	Año	Resumen	Referencia
1	Impacto de la Percepción de la Calidad del Aire sobre el Precio de las Viviendas en Concepción-Talcahuano, Chile	Cristián Mardones	2006	Evaluación empírica del impacto de la contaminación atmosférica, en particular malos olores producidos por industrias asociadas a la producción de harina de pescado, en el bienestar económico de la población de Concepción-Talcahuano, Chile. Se aplica el método de valoración ambiental indirecta conocido como precios hedónicos. Los resultados muestran que los malos olores tienen un efecto negativo en los precios de viviendas.	(Mardones, 2006)
2	Measuring externalities of waste transfer stations in Israel using hedonic pricing	Tzipi Eshet, Mira G. Baron, Mordechai Shechter, Ofira Ayalon	2007	Este estudio estima el valor económico de externalidades asociadas a estaciones de transferencia de residuos en Israel. La mayoría de las externalidades están relacionadas con las desamenidades experimentadas por los residentes que viven cerca de las estaciones de transferencia, incluyendo ruido, olor, mala disposición de residuos, roedores, impacto visual y cualquier otra molestia percibida. Se mapean todas las estaciones de transferencia activas en Israel, y se identifican sectores residenciales problemáticos en las zonas cercanas a dichas estaciones. Se examinaron cuatro de estos sectores para examinación más detallada. El estudio incluyó la estimación del valor económico de desamenidades utilizando el método de precios hedónicos, el cual examina el impacto de las desamenidades en los valores de las propiedades.	(Eshet, Baron, Shechter, & Ayalon, 2007)
3	Valoración económica de la contaminación por olores en el área de influencia del relleno sanitario El Carrasco: una aplicación de la metodología de precios hedónicos	Isnardo Lopez Oliveros, Rafael Enrique García Estévez	2006	El propósito de esta investigación es demostrar la incidencia de la contaminación por olores en el precio de las viviendas cercanas al relleno sanitario el Carrasco en la ciudad de Bucamaranga. La metodología se basa en la aplicación del método precios hedónicos, el cual plantea que los bienes son heterogéneos y poseen un conjunto de características que determinan su precio. Para el caso de las viviendas, existe una relación entre el precio de las viviendas de uso habitacional y las características físicas del predio y del entorno, como por ejemplo, la calidad ambiental, el estrato, la presencia de parques, los metros construidos, etc.	(López Oliveros & García Estevez, 2006)
4	Evaluating the Effect of Proximity to Hog Farms on Residential Property Values: A GIS-Based Hedonic Price Model Approach	Katherine Milla, Michael H. Thomas and Winsbert Ansine	2005	Los resultados determinan que la contaminación de olores generada por el relleno sanitario el Carrasco reduce en aproximadamente \$7.800.000 de pesos el precio de una vivienda comparada con otra vivienda con iguales características y atributos, pero ubicada en otro sector de la ciudad.	(Milla, Thomas, & Ansine, 2005)
5	Economics of Air Pollution: Hedonic Price Model and Smell Consequences of Sewage Treatment Plants in Urban Areas	Sérgio A. Batalhone, Jorge M. Nogueira, Bernardo P. M. Mueller	2002	En este estudio se aplica el método de precios hedónicos para estimar el costo social de la contaminación atmosférica. Se busca estimar el impacto económico de un fuerte olor originado en la planta de tratamiento de aguas servidas, ubicada al norte de la ciudad de Brasilia. Se muestra que hay una considerable reducción en los valores de mercado debido a la presencia de este mal ambiental.	(Batalhone, Nogueira, & Mueller, 2002)
6	Monetary valuation of odour nuisance as a tool to evaluate	Van Broeck, Bogaert, & De Meyer	2009	En este estudio se utilizan dos métodos para la valoración monetaria de molestias por malos olores, estos métodos son precios hedónicos y valoración contingente. En el método de valoración contingente se intenta obtener, por	(Van Broeck, Bogaert, & De Meyer, 2009)

	cost effectiveness possible odour reduction techniques			<p>medio de encuestas a las zonas cercadas a las fuentes de olor (4 plantas de tratamiento de aguas residuales y 2 plantas de compostaje), la disposición a pagar mensual de los vecinos para reducir la molestia de olor en un 80%. El análisis de los resultados entrega un intervalo de 60-137 euros por familia, al año, calculado de manera conservadora.</p> <p>El método de precios hedónicos se basa en la determinación de la valoración de propiedades, asumiendo que variables del ambiente tales como molestia por olor, tienen influencia sobre los precios de las propiedades. Basado en el análisis de un set de casi 5000 datos en el 2005, no se pudo determinar si la molestia por olor tiene influencia sobre los precios de las propiedades.</p>	
7	Smelly local polluters and residential property values: A hedonic analysis of four Orange County (California) cities	Saphores & Aguilar, Benitez	2005	<p>En este estudio se combina el uso de sistemas de información geográficos (GIS) y el método de regresión hedónica para evaluar el impacto de los malos olores producidos por la industria local en el precio de viviendas en cuatro ciudades del sur de California. Al utilizar GIS se identificaron las viviendas localizadas a diferentes distancias de talleres automotrices y plantas contaminantes. Resultados estadísticamente significativos indican que los precios de las casas se reducen hasta en un 3.4% debido a la contaminación del aire.</p>	(Saphores & Aguilar-Benitez, 2005)
8	Hedonic Valuation of Odor Nuisance Using Field Measurements: A Case Study of an Animal Waste Processing Facility in Flanders	Johan Eyckmans, Simon De Jaeger, and Sandra Rousseau	2013	<p>En el estudio se estima el costo externo causado por el olor de una instalación de procesamiento de desechos animales en Flandes, utilizando nuevas herramientas de medición de olor, basadas en mediciones en terreno. Se comparan cuatro maneras de incorporar la molestia por olor: distancia a la fuente, zonas de distancia, mediciones continuas de olor y zonas de olor. Las zonas de olor parecen ser el acercamiento que mejor permite la estimación del costo externo. Estas especificaciones se testean para 1.400 observaciones de transacciones de ventas de casas entre el 2004 y el 2008. Los resultados muestran que las casas expuestas a molestias de olor moderadas y severas se venden a un precio 5% y 12% menor, respectivamente, en comparación con casas sin esta molestia.</p>	(Eyckmans, De Jaeger, & Rousseau, 2013)
9	Le emissioni odorigene: una valutazione economica	Vinicio Vannucci & Loredana Torsello	2006	<p>En este estudio se implementa el método de precios hedónicos para detectar el beneficio que le atribuyen a las personas a la mejora de la calidad del aire, por la reducción de malos olores asociados a una planta azucarera ubicada en el centro de Italia.</p>	(Vannucci & Torsello, 2006)
10	Disamenity impact of Nala Lai (open sewer) on house rent in Rawalpindi city	Irfan Muhammad	2014	<p>Se establece una escala de valores para determinar el problema de olor, la distancia desde la planta. Los resultados muestran que las viviendas sufren una disminución promedio de un 5% de su valor. El aumento unitario de nivel de olor determina una pérdida de valor de mercado inmobiliario de 197.225 €.</p>	(Muhammad, 2017)
11	A Spatial Hedonic Model with Time-Varying Parameters: A New Method Using Flexible Least Squares	Todd H. Kuethe, Kenneth A. Foster, and Raymond J.G.M. Florax	2008	<p>Si bien no se puede trazar una curva de demanda para una mayor "calidad del aire", el resultado obtenido podría ser un punto de partida para cualquier consideración en términos de costo de oportunidad. La disminución de valor sufrida por las propiedades podría considerarse como el costo incurrido por las personas, o la pérdida de beneficios, debido a la actividad del establecimiento.</p>	(Kuethe, Foster, & Florax, 2008)

12	Pricing landfill externalities: Emissions and disamenity costs in Cape Town, South Africa	Anton Nahaman	2011	El marco regulatorio establecido en relación con determinadas actividades, puede beneficiarse de evaluaciones similares para la definición de zonas de amortiguamiento o distancias mínimas que deben ser respetadas para la construcción de plantas de producción, es decir, definir mecanismos destinados a hacer que el mercado detecte el valor de los activos que afectan a otros.	(Nahman, 2011)
----	---	---------------	------	---	----------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2 Resumen comparativo de estudios de precios hedónicos relacionados a olores

ID	Lugar	Fuente de olor	Métrica de olor	Variables	Variables significativas
1	Concepción Talcahuano, Chile	Industrias harina de pescado	Encuesta a personas percepción de olores: sin efectos, muy leve, leve, moderado, fuerte y muy fuerte	Área exterior, área interior, distancia a Concepción, distancia a Talcahuano, plaza, parque, área verde, mal olor, seguridad	Seguridad, áreas verdes y mal olor son significativas en 4 modelos. Las otras varían según el modelo.
2	Israel	Estaciones de transferencia de residuos	Distancia a la fuente de olor	Distancia a fuente de olor, grupo socioeconómico, tipo de vivienda (departamento o casa), superficie, estacionamiento, ascensor, año de construcción	Son todas significativas. En modelos preliminares usaron algunas no significativas, pero las eliminaron.
3	Bucaramanga, Colombia	Relleno Sanitario	Zona de olor relacionada al área de influencia del relleno sanitario	Puntaje (Resume las características físicas y estructurales de la vivienda), lote, área, tipo de vivienda, estrato socioeconómico y contamc (variable dummy: 1 si la vivienda se encuentra ubicada en el área de influencia del relleno sanitario y 0 si está fuera)	Puntaje y área son significativas en todos los modelos, estrato es significativa en cuatro de los cinco modelos evaluados, contamc presenta un buen nivel de significancia en cuatro modelos, lote es significativa en dos de ellos.
4	Carolina del Norte, EEUU	Granjas de cerdos	Variable D/D=densidad de cerdos/distancia a la granja= número de cerdos en la granja más cercana dividido por la distancia desde el galpón	Acres de tierra, área habitable, antigüedad de la casa, baños, casa móvil (sí o no), distancia al parque más cercano y D/D	No presenta detalle de resultados (no observado).
5	Brasilia, Brasil	Planta de tratamiento de aguas residuales	Variable cualitativa presencia de "mal olor"	Mal olor, Renta per cápita de la población residente, superficie, año, distancia a la planta de tratamiento, n° de piezas, garaje, ascensor, farmacia, panadería, carnicería, y otros servicios	Diferentes resultados para los 4 modelos evaluados. Para el mejor modelo (I) el nivel de significancia de todas las variables es menor al 1%, excepto para las variables garaje y carnicería
6	Bélgica	Planta de tratamiento de desechos de animales	Concentración de olor, expresada en "sniffing units per cubic metre" a la que está expuesta la casa anualmente	Este tiene las siguientes variables: año, baños, superficie, calefacción central, distancia a supermercado y escuela, concentración de olor, región de estudio	No presenta detalle de resultados (no observado).
7	California, EEUU	Múltiples industrias	Se especifica la distancia a la fuente de olor según radios de influencia.	Características físicas de la vivienda (n° dormitorios, baños, superficie, año), variables del vecindario (distancia al mar, distancia a supermercado, índice de seguridad, índice de rendimiento académico ponderado (AP I) para escuelas y otras tres variables binarias para capturar otros atributos específicos), geolocalización de las industrias contaminadoras	Características físicas de las casas son significativas al 1% excepto n° dormitorios. Para variables de vecindario son todas significativas menos la distancia al supermercado. Las variables ambientales son significativas al 1%

ID	Lugar	Fuente de olor	Métrica de olor	Variables	Variables significativas
8	Flandes, Bélgica	Planta de procesamiento de desechos animales	1) distancia a la fuente del olor 2) cuatro zonas de influencia Para 3 y 4 uso de las mediciones de olores en el campo. 3) valor de corte único para concentración de olor (2 su/m3) 4) cuatro zonas de olor que dependen de concentraciones medidas	Características vivienda: año, superficie, garajes, baños, base de impuesto a la propiedad, calefacción central, jardín y renovación. Características vecindario: distancia a salida de autopista, % de ciudadanos belgas por sector y municipio. Características transacción: fecha de venta y si fue venta pública o privada. Características ambientales: cambia según el modelo usado, como se describe en "Métrica de olor"	Respecto a las variables no ambientales, todos los coeficientes estimados son en su mayoría significativos al nivel del 1%. Las molestias por olores tienen un efecto negativo estadísticamente significativo sobre los precios de las propiedades en cada una de las especificaciones, pero varía el nivel.
9	Italia	Planta azucarera	Nivel de olor expresado según Escala cualitativa (0 a 3): no detectable, detectable, Intenso y muy fuerte	Fecha de venta, superficie, niveles, tipo de vivienda, año construcción, fecha renovación, posibilidad de acceder a servicios (escuela, transporte, supermercado, etc.) y nivel de olor	Todas las variables utilizadas fueron significativas para explicar el fenómeno considerado.
10	Rawalpindi, Pakistán	Alcantarilla abierta "Nala Lai"	1) Presencia de olor ocasional 2) Presencia de olor siempre 3) Alcantarillado abierto cerca de la casa 4) Distancia al alcantarillado abierto más cercano 5) Cuadrado de la distancia al alcantarillado 6) cuatro radios que determinan zonas de influencias: límite cada 200m	Superficie, piezas, baños, sala de estar, garaje, césped, sala de TV, distancia al parque, distancia al hospital, olor ocasional, olor siempre, alcantarillado abierto, distancia al alcantarillado, cuadrado de distancia alcantarillado y anillo de distancia	Todas son significativas
11	Indiana, EEUU	Operaciones de alimentación de animales confinados ("CAFOs")	Distancia a la fuente de olor más cercana	Ubicación para las dos ciudades más grandes del condado y las comunidades rurales restantes, edad de la casa, edad al cuadrado, chimenea, pies cuadrados terminados, número de dormitorios, tamaño del lote y distancia a CAFO	Todas son significativas
12	Cape Town, South África	Vertederos	Distancia al vertedero	Tamaño propiedad, tamaño casa, si la vivienda es formal o informal, edad de la casa, estado de la casa, n° de pisos, piezas, tipo de cubierta del techo, n° de muros comunes (compartidos con otra propiedad), tipo de muro exterior, garajes, presencia de otras características (por ejemplo, piscina, seguridad, segunda vivienda en la propiedad, etc.) y distancia al vertedero	Tamaño propiedad, tamaño casa, edad de la casa, techo, tipo de muro exterior, otras características, garajes, distancia

Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis de atributos más utilizados en este tipo de valoración

De la revisión bibliográfica presentada en la Sección 3.1, se levantaron aproximadamente 121 variables consideradas en los diferentes estudios de precios hedónicos. Estas variables se categorizaron en grupos, según los parámetros que incluían, así se llega a la clasificación presentada en la Tabla 3-3 (ver Anexo 1 en la Sección 10.1 para más detalle en la categorización realizada).

Como se puede apreciar, el tipo de variable más recurrente es características de la vivienda, esto incluye número de dormitorios, número de baños principalmente. Le sigue en importancia la cercanía a diferentes servicios como colegios, hospitales y supermercados. El tamaño de la vivienda en metros cuadrados de superficie resulta más recurrente que el tamaño del terreno. En áreas verdes se incluyen las variables de cercanía a plazas o parques, y la existencia de jardín en la vivienda, en la variable barrio se considera la distancia a ciudades grandes o relevantes y la seguridad en general.

Es relevante notar que el olor y la cercanía a una fuente de olor son también variables recurrentes en los estudios levantados, lo que es esperable debido a los criterios de selección.

Tabla 3-3 Clasificación de variables consideradas en estudios de precios hedónicos

Tipo de variable	Frecuencia de variable identificadas por tipo	
Características de la vivienda	30	25%
Cercanía a diferentes servicios	10	8%
Cercanía a fuente de olor	12	10%
Tamaño vivienda	12	10%
Antigüedad vivienda	10	8%
Olor	9	7%
Área verde	7	6%
Barrio (ubicación y seguridad)	9	7%
Tamaño terreno	5	4%
Características de la población	5	4%
Estacionamiento	5	4%
Renovación	3	2%
Otros	4	3%
TOTAL	121	100%

Fuente: Elaboración propia

De manera adicional, al desglosar los atributos identificados dentro de “Características de la vivienda” se tiene una variedad de alternativas, presentadas en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4 Atributos considerados dentro de la clasificación de “Características de la vivienda”

Atributo	Frecuencia
Número de piezas	5
Baños	5
Tipo de vivienda	5
Características físicas y estructurales de la vivienda	4
Número de pisos	2
Ascensor	2
Calefacción central	2
Otros	5
TOTAL	30

Fuente: Elaboración propia

Los atributos que parecieran ser más relevantes al momento de caracterizar las viviendas en detalle son el número de baños y piezas. En características físicas y estructurales se encuentran casos más específicos pertinentes a cada zona de estudio como, por ejemplo, el que una muralla sea compartida con otra vivienda o la materialidad de murallas y techo.

Al analizar los resultados de la implementación de la metodología de precios hedónicos se encuentran aquellas variables de las viviendas que se encontraron significativas. La Tabla 3-5 a continuación presenta un resumen de los casos en las cuales se encontraron las variables agrupadas significativas y aquellos casos en los cuales no se observó (algunos estudios no presentaron los resultados).

Se ve una clara relevancia de las variables, ya que todas parecieran ser, en su mayoría significativas en los análisis realizados. Se considera importante notar que las características de la población asociada a la zona donde se encuentra una vivienda resultó ser relevante siempre que se consideró como variable. Así también, las variables relacionadas a olores, concentración de olor y cercanía a una fuente de olor, presentan altos niveles de significancia en los estudios.

Tabla 3-5 Significancia de las variables en los estudios revisados

Tipo de variable	Presenta significancia para algún estudio	Porcentaje de veces en que se encontró significativa	No observado (sin detalles)
Características de la vivienda	18	60%	4
Cercanía a diferentes servicios	6	60%	2
Cercanía a fuente de olor	8	67%	1
Tamaño vivienda	9	75%	2
Antigüedad vivienda	8	80%	2
Olor	6	67%	1
Área verde	4	57%	1
Barrio (ubicación y seguridad)	5	56%	1
Tamaño terreno	2	40%	1
Características de la población	5	100%	0
Estacionamiento	4	80%	0
Renovación	2	67%	0
Otros	4	100%	0
TOTAL	82		15

Fuente: Elaboración propia

3.3 Propuesta de atributos relevantes para el ejercicio de valoración

En base a la revisión bibliográfica descrita en la Sección 3.1 y lo indicado previamente en la Sección 3.2, se ha seleccionado la lista de variables que se muestra en la Tabla 3-6. Se puede observar que, en comparación con lo presentado en la Tabla 3-5, se excluyeron variables con bajo porcentaje de estimaciones significativas, especialmente en el caso de las características de la vivienda. Se podrían agregar otros atributos de esta clasificación en la medida de que se cuente con información, a pesar de que no se hayan observado como las principales variables significativas en la literatura.

Tabla 3-6 Variables propuestas para el ejercicio de valoración

Tipo de variable en función hedónica	Clasificación	Posibles indicadores
Variable dependiente	Precio vivienda	Precio de oferta publicada, precio registrado en transacción, avalúo fiscal.
Variable independiente	Olor	Nivel de olor para percentil específico, percepción subjetiva de olor, distancia a las plantas emisoras de olores.
Variables de control	Características de la vivienda	Tamaño, antigüedad, materialidad, número de baños, número de piezas.
	Características del barrio	Cercanía a diferentes equipamientos y servicios (establecimientos educacionales, transporte, salud, etc.).
	Características de la población	Edad, sexo, pertenecientes a algún pueblo indígena u originario.

Fuente: Elaboración propia

4. Propuesta y justificación de las fuentes de información

En esta sección se muestran las distintas fuentes de información identificadas. Estas se presentan clasificadas en tres tipos: fuentes para utilizar como variable de nivel de olor; fuentes para precios de viviendas (variable dependiente en la función hedónica); y fuentes para otros atributos relevantes de las viviendas (variables de control en la función hedónica).

Junto con lo anterior, también se presenta el proceso realizado para la selección de las comunas a ser priorizadas en el levantamiento de antecedentes, en vista de las limitantes de disponibilidad de información, así como de tiempo y recursos de la presente consultoría.

4.1 Fuentes de información para olores

En esta subsección se presentan las fuentes de información identificadas para determinar el nivel de olor de una vivienda determinada. Se proponen dos tipos de fuente: una primera proveniente de una modelación física de olores, y una segunda proveniente de una encuesta de percepción.

4.1.1 Estudio de antecedentes para la elaboración de análisis económico de la Norma de Emisión de Olores

La primera fuente de información identificada para estimar la variable asociada al nivel de olores es el estudio “Antecedentes para la Elaboración de Análisis Económico de la Norma de Emisión de Olores para el Sector de Procesamiento de Recursos Hidrobiológicos” (GreenLab Dictuc S.A., 2021), elaborado por el equipo consultor a solicitud de la Subsecretaría del Medio Ambiente. En este estudio se actualizó la información conocida sobre las plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos y se realizó una modelación de olores para evaluar el cumplimiento de distintas normas.

En la modelación del estudio se simula la concentración horaria de olor (representada en unidades de olor por metro cúbico ou/m^3) para una grilla de ubicaciones cercanas a cada planta operativa. Dada la gran cantidad de datos (8,760 concentraciones para cada punto de la grilla y cada planta) los resultados se pueden representar determinando la concentración percentil 99.5 para cada ubicación de la grilla asociada a cada planta.

Para dar a entender de mejor manera este indicador, en la Figura 4-1 se muestran las regiones afectadas para distintos tramos de percentiles 99.5 en la ciudad de Coronel. En esta ciudad, al igual que en otras, existen múltiples plantas que afectan a los vecinos. Como las concentraciones de olor no pueden sumarse directamente, se decidió utilizar un enfoque conservador, donde si una vivienda es afectada por múltiples plantas, se considera para esa vivienda la concentración P99.5 asociada a la mayor concentración de olor sobre ubicación, para cada punto, aunque se trate de plantas distintas. Es decir, en cada punto se comparan las concentraciones modeladas para todas las plantas que tienen influencia en esa ubicación, y se selecciona la mayor concentración de las plumas comparadas, generándose una nueva pluma que se considera conservadora, por representar el peor de los casos para cada vivienda.

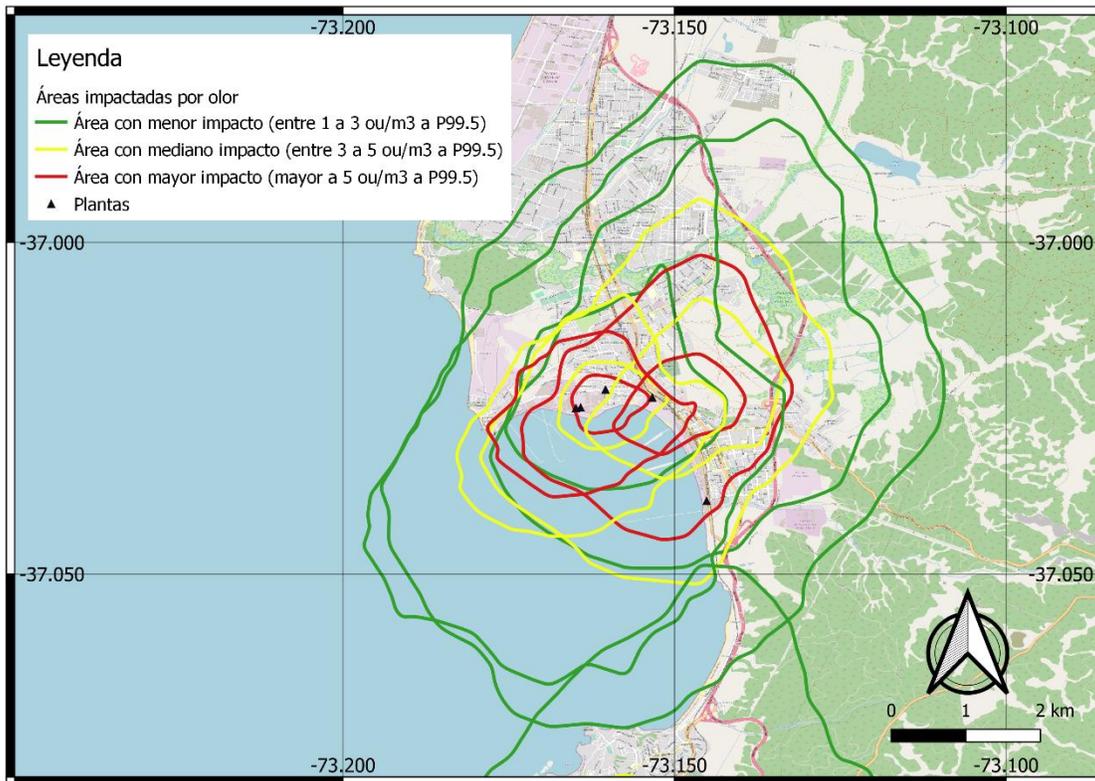


Figura 4-1 Áreas impactadas por olor en Coronel

Fuente: Elaboración propia a partir de (GreenLab Dictuc S.A., 2021)

Existen diferentes limitaciones para esta fuente de información. La primera tiene que ver con que la concentración de olor modelada puede diferir de la percepción de la población afectada, que es lo que finalmente se interioriza en el precio de las viviendas (esta interrogante se aborda nuevamente en la sección 4.1.3). Otro aspecto a considerar es la temporalidad del estudio. En la modelación se analizan las plantas que se encuentran operativas al 2021, por lo tanto, si se llegase a utilizar precios de viviendas anteriores al 2021, estos podrían estar afectados por plantas que operaban en el pasado pero que ya no se encuentran operativas (y por ende, no se cuenta con la modelación de olores para ellas).

4.1.2 Encuesta estimación DAP mediante valoración contingente

Una segunda fuente identificada para estimar el nivel de olor es el estudio “Levantamiento de encuesta para la estimación de beneficios ambientales para regulación de olores del rubro centros de cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos” (ClioDinamica Consulting, 2021), a solicitud de la Subsecretaría del Medio Ambiente. El objetivo de este estudio es estimar beneficios ambientales de una eventual regulación de emisiones de olor mediante el método de valoración contingente. Para ellos se aplicó una encuesta a lo largo de todo el país con preguntas principalmente sobre percepción de olores y disposición a pago o compensación por su reducción. Con los resultados también se generaron modelos de regresión logística que permiten

dilucidar de qué depende la disposición a pago por reducción de olores, la disposición a ser compensado y la negación a ambas.

Una de las preguntas más relevantes es la que pregunta respecto a si el encuestado ha percibido malos olores en el último mes. Las respuestas se encuentran georreferenciadas, lo que permite analizar la distribución geográfica de la percepción de olores para las áreas encuestadas. En la Figura 4-2 se muestra el porcentaje de encuestados que percibe malos olores para una grilla de aproximadamente 500 metros (0.005°) para la ciudad de Coronel. Primero es importante resaltar que esta figura debe ser analizada con precaución ya que no toma en cuenta la cantidad de datos por grilla. Dicho esto, se puede observar que la mayoría de los encuestados percibe olores y se logra distinguir cierta relación con la cercanía a las plantas. Sin embargo, también llama la atención que la ausencia de datos para extensas áreas de la ciudad incluso considerando que la mayoría de las encuestas se realizaron en esta región.

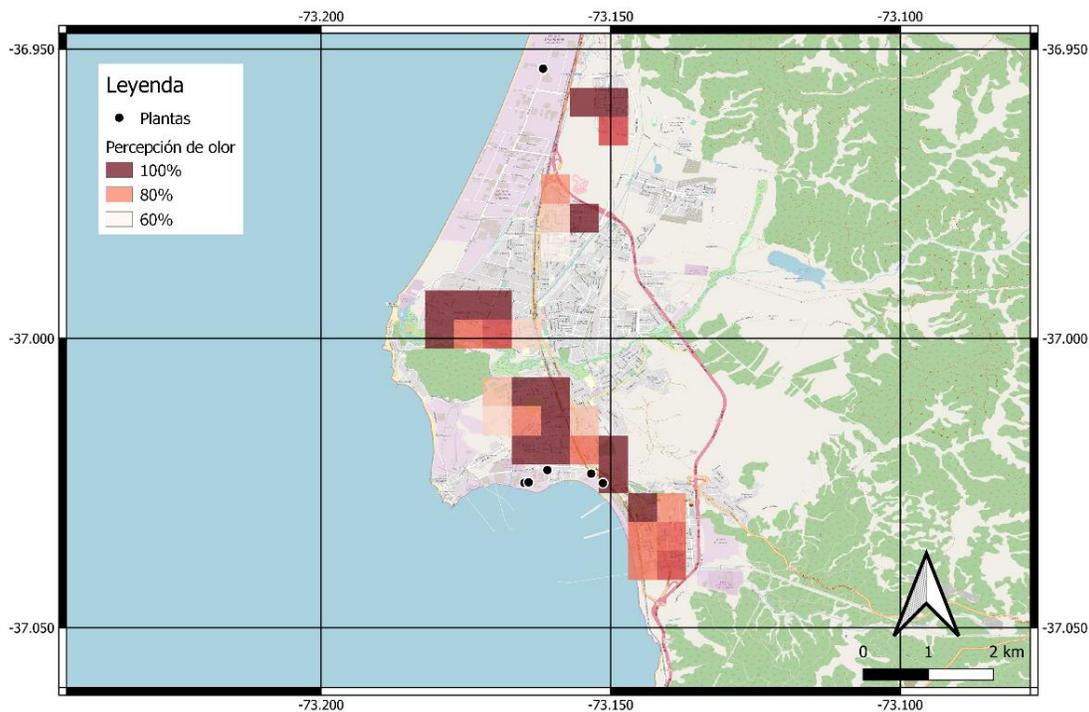


Figura 4-2 Porcentaje de encuestados que perciben olores Coronel

Fuente: Elaboración propia en base a (ClioDinamica Consulting, 2021)

La principal limitación de esta fuente es la baja cantidad de datos. Como se puede ver en la figura anterior, muchas zonas quedan con insuficiente información, limitando las posibilidades de aplicación. Sin embargo, ocupando el algoritmo de k-vecinos cercanos se puede clasificar la percepción de olor de viviendas aledañas a las zonas con información completa obtenida en la encuesta. En simple, este algoritmo determina si una vivienda percibe olor, tomando las observaciones más cercanas a la vivienda y analizando cuántos de esos vecinos perciben olor, y en qué nivel.

A pesar de las limitaciones, esta información se puede utilizar en el ejercicio de valoración económica como suministro para predecir la percepción de olor. Los resultados encontrados con esta variable fueron contrastados con los resultados de otros indicadores de olor.

4.1.3 Comparación de las fuentes de información identificadas

Para validar la coherencia entre la modelación y la encuesta de percepción se realizó un pequeño análisis de sus variables más importantes. Se buscó comprobar si las regiones con mayor nivel de olor según la modelación (GreenLab Dictuc S.A., 2021) efectivamente registran una mayor percepción de olor medida en la encuesta aplicada por Cliodinámica Consulting (2021).

En la Figura 4-3 que se muestra a continuación, se puede observar esta relación. Las barras de error muestran el intervalo de confianza al 95%, explicitando así, cuáles diferencias son significativas. Se puede notar que los resultados de la modelación sí se condicen con la percepción de olor, encontrando diferencias significativas en percepción entre las áreas con P99.5 menores a 1 ou/m^3 y regiones con P99.5 entre 1 ou/m^3 y 3 ou/m^3 . Lo mismo se cumple al pasar de $1\text{-}3 \text{ ou/m}^3$ a $3\text{-}5 \text{ ou/m}^3$. Contrario a lo que se esperaría, la región con P99.5 mayor a 5 ou/m^3 tiene una percepción promedio levemente menor que el nivel de olor inmediatamente menor, sin embargo, las barras de confianza muestran que no se puede rechazar la hipótesis de que tienen igual percepción. Otro elemento a resaltar es que un 35% de las personas que se encuentran fuera del área de influencia determinado en la modelación (P99.5 menor a 1 ou/m^3), sigue percibiendo olores. Estas faltas de coherencias de la modelación con la encuesta, dan luces de que estas fuentes de información se deben tratar con cuidado, procurando validar y comparar los resultados para intentar asegurar su uso correcto.

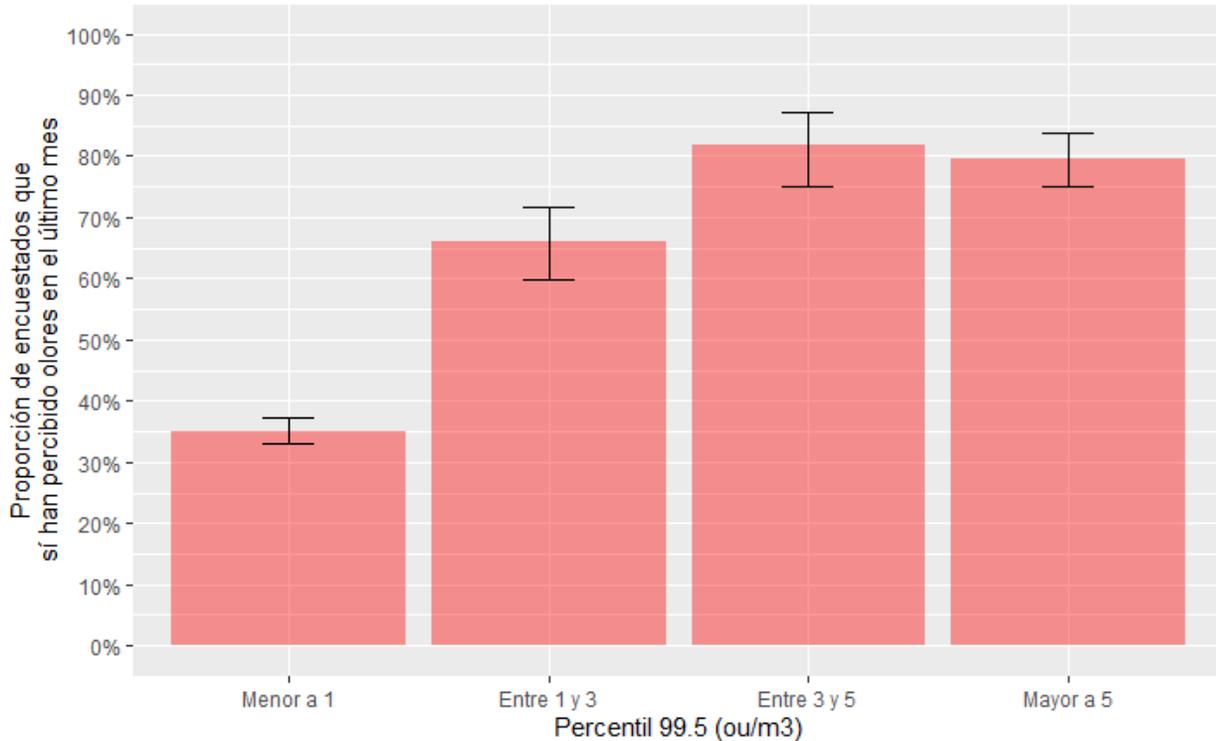


Figura 4-3 Percepción de olor según nivel de olor modelado

Fuente: Elaboración propia en base a (GreenLab Dictuc S.A., 2021) y (ClioDinamica Consulting, 2021)

Para el ejercicio de valoración económica se analizaron los antecedentes de las dos fuentes de información presentadas. Dada las leves faltas de coherencia entre las fuentes, también se propone incorporar una variable de distancia entre vivienda y su planta más cercana.

4.1.4 Distancia a las fuentes emisoras

Adicionalmente, se propuso elaborar una variable asociada directamente a la distancia a las fuentes emisoras. Esta se obtiene a partir de los datos de georreferenciación, como la distancia de cada vivienda a la fuente emisora más cercana.

Se analizan los resultados de dos maneras:

- Distancia simple: variable de distancia a la fuente emisora más cercana (metros).
- Zonas de equi-distancia: definición de zonas según radios de distancia a la fuente³.

Este tipo de variable se ha utilizado en la literatura revisada. Entre sus limitaciones se destaca que el uso de este proxy para los niveles de olores no reconoce el impacto de la meteorología ni

³ En la Sección 6 se obtiene que el mejor corte de distancia es de 2 kilómetros a la fuente, clasificando así las observaciones en dos grupos.

el tamaño de la fuente. Mientras que, entre sus ventajas, correspondientemente, destaca el hecho de que su uso no conlleva la incertidumbre asociada a la modelación de olores.

4.2 Fuentes de información para precios de viviendas

En esta subsección se presentan las fuentes de información identificadas para determinar los precios de las viviendas. Se identificaron tres fuentes de información, además de la posibilidad de levantar información propia. Las tres fuentes identificadas corresponden a: ofertas publicadas en portales inmobiliarios; avalúos fiscales; y transacciones registradas en el Conservador de Bienes Raíces.

4.2.1 Ofertas en Portales Inmobiliarios

Para obtener información acerca de los precios de las viviendas se buscan publicaciones de ofertas de venta y arriendo tanto para casas como departamentos en las comunas priorizadas, de acuerdo con lo presentado en la Sección 4.5.

Para el levantamiento de estos antecedentes se revisan los siguientes portales:

- Portal Inmobiliario: www.portalinmobiliario.com
- Toctoc: www.toctoc.com
- Yapo: www.yapo.cl
- Zoom Inmobiliario: www.zoominmobiliario.com
- Chile Propiedades: chilepropiedades.cl
- Go Place It: www.goplaceit.com/cl/

Cabe destacar que, de las tres fuentes indicadas, el que cuenta con mayor cantidad de publicaciones y por lo general tiene información más completa es el Portal Inmobiliario. Adicionalmente, hay muchas publicaciones que están en más de un portal a la vez. Por lo anterior, para el levantamiento de información de estos antecedentes se revisa en primer lugar el Portal Inmobiliario, luego se completa con las publicaciones que no se repitan en Toctoc, y finalmente se revisa si hay alguna propiedad distinta publicada a través de Yapo.

Esta metodología tiene varias limitaciones. Por una parte, no todas las ofertas poseen la misma cantidad y calidad de información, hay algunas que solamente entregan el detalle de superficie, cantidad de piezas y baños junto con el valor de la propiedad, mientras otras cuentan con todos los campos propuestos y más detalles como la cantidad de pisos del edificio, la orientación del departamento, entre otros. La información entregada en los portales depende completamente de la dedicación del propietario y por esta razón es muy heterogénea. Por otra parte, las direcciones entregadas no siempre son exactas, por temas de seguridad, en ocasiones se publica el barrio donde se encuentra la vivienda sin la calle y número. Otra limitación de esta fuente de información es que no se sabe si hubo diferencias entre el precio publicado y la transacción

realizada, de hecho, si una de las propiedades publicadas se vende o arrienda, se elimina la publicación y no se puede tener acceso a la información que estaba ahí.

Por último, la cantidad de publicaciones que hay en cada comuna es muy diferente, siendo en algunas muy escasa. Por ejemplo, el 4 de octubre 2021 había 13 ofertas en Coronel, mientras que en Iquique había más de 300.

4.2.2 Transacciones registradas en Conservador de Bienes Raíces

Otra fuente de información de utilidad son los registros de compraventa de propiedades que se encuentran en los conservadores de bienes raíces en cada comuna de interés, ya que en estos se presentan los precios de transacción de las viviendas y sus direcciones.

Si bien todo público tiene el derecho de acceder a las escrituras, los conservadores no están obligados a tener la información digitalizada, por lo tanto, en muchos casos la única forma de acceder a estos antecedentes es a través de visitas presenciales.

Los conservadores de bienes raíces registran las escrituras de zonas específicas que se les asignan, las que suelen coincidir con los límites comunales. En la Tabla 10-2 presentada en el Anexo 4 (ver Sección 10.3) se detallan los principales antecedentes de los conservadores de bienes raíces de las comunas de interés para este estudio donde las plantas se encuentran en zonas urbanas.

La limitación principal de esta fuente de información es el tiempo y los recursos necesarios para obtener gran cantidad de datos y sistematizarlos, por el hecho de que estos generalmente no están digitalizados.

El levantamiento de esta información en terreno comenzó el 14 de octubre del 2021 y ya se ha iniciado el contacto con otros conservadores de bienes raíces. Para esto se cuenta con una carta de apoyo del Ministerio del Medio Ambiente, que busca aumentar las probabilidades de tener un buen recibimiento y generar una interacción colaborativa.

Para compilar los antecedentes de las escrituras de compraventa de propiedades se estructuró una base de datos, con los siguientes campos de información:

- Foja (es la manera en que, de acuerdo a la Ley, se singulariza una inscripción determinada en un registro del conservador de bienes raíces).
- Número de inscripción (junto a la foja y año identifica un registro de propiedad)
- Año (identifica una escritura)
- Fecha
- Comuna
- Dirección
- Número de plano

- Precio de la propiedad (valor de la transacción).
- Familiar (registra si las personas involucradas en la transacción son parientes, dato que puede ser utilizado como diferenciador, ya que las transacciones familiares a veces no representan el valor de mercado de la propiedad).

Dada la dificultad de este levantamiento y las restricciones de aforo y de acceso a estos antecedentes, se ha priorizado visitar las ciudades en que se cuenta con menos antecedentes de portales inmobiliarios, de comunas con plantas en zonas urbanas con una mayor población afectada (ver Sección 4.5).

4.2.1 Avalúos del Servicio de Impuestos Internos

Otra fuente información útil para la estimación de precios de viviendas es el Detalle Catastral de Bienes Raíces, generado por el Servicio de Impuesto Internos (SII). En específico, es de interés la Información de Roles No Agrícolas, que posee avalúos y características físicas (más información en Tabla 4-1) a nivel de Rol Predial. Este catastro se actualiza todos los años en base a la inflación, pero se hace un reavalúo solo cada 5 años, siendo el vigente del 2018.

A modo de ejemplo, en la Figura 4-4 se muestra el avalúo dividido por la superficie predial para los bienes raíces no agrícolas de Coronel. En esta se puede observar gran heterogeneidad en los avalúos, pero también una concentración geográfica de los altos y bajos avalúos.

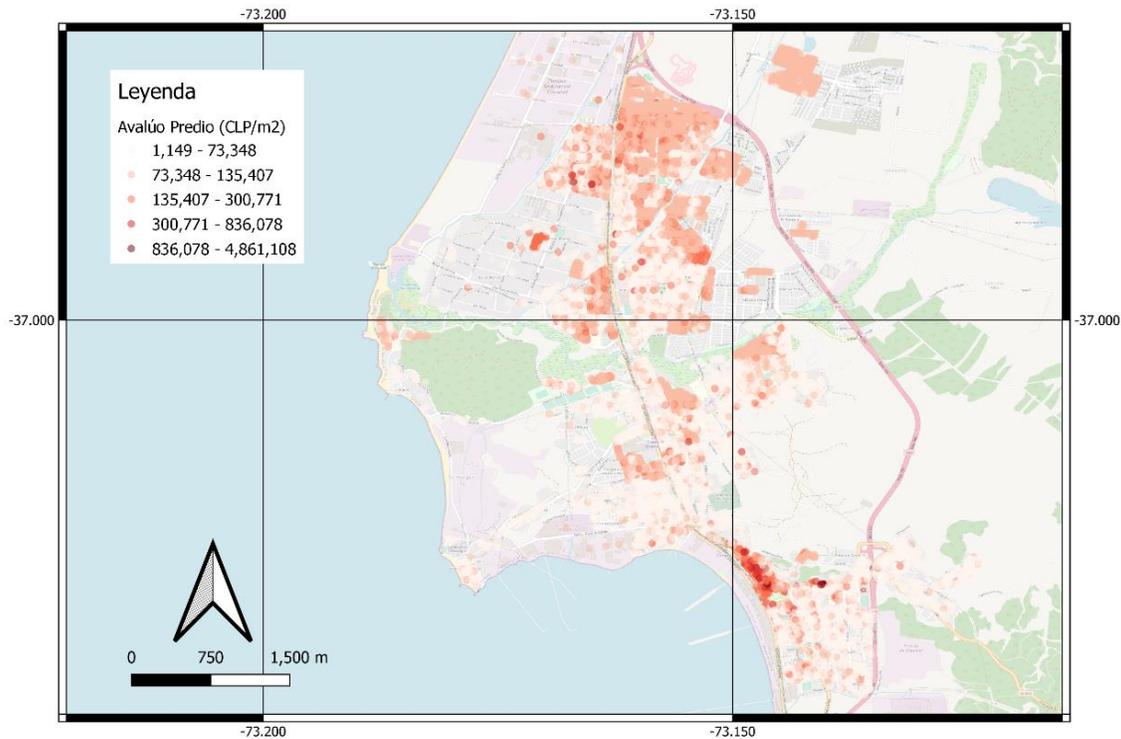


Figura 4-4 Avalúo bienes raíces no agrícolas Coronel

Fuente: Elaboración propia en base a (SII, n.d.)

La primera limitación del uso de estos antecedentes es ampliamente conocida y tiene que ver con la diferencia que existe entre el avalúo fiscal y el precio comercial de una vivienda (ver Anexo 2, en Sección 10.2). La segunda limitación tiene que ver con cómo se calcula el avalúo. Para obtener el avalúo de un Rol Predial en particular, el SII considera el precio del terreno y el precio de la construcción. Este último, se calcula con fórmulas en base a sus materiales y tamaños de construcción, por lo tanto, el precio donde podría interiorizarse una externalidad como el mal olor es solo el precio del terreno. Este precio se evalúa solo a nivel de Áreas Homogéneas, las cuales agrupan varios roles prediales, resultando en menos heterogeneidad de valores.

Dadas las limitaciones de esta fuente y la existencia de mejores indicadores, estos datos solo se utilizarán como antecedentes (o eventualmente como método de imputación) pero no serán utilizados como proxy de valor de vivienda.

4.2.2 Levantamiento propio en base a encuesta

Si bien se han identificado múltiples fuentes de información posibles para el precio de las viviendas, desde el inicio del estudio se planteó la opción de complementar estas fuentes de información con una encuesta para el levantamiento de información en terreno. Los análisis preliminares realizados con los datos levantados mostraban resultados prometedores, a la vez que fue posible conseguir datos de precios de viviendas de las distintas fuentes presentadas, por

lo que se descartó la necesidad de hacer un levantamiento de estos antecedentes por medio de encuesta.

Para los precios de viviendas, se utilizaron como fuentes de información los antecedentes levantados de ofertas de portales inmobiliarios y de los registros de compraventa en conservadores de bienes raíces, de manera complementaria, en la medida de que se seleccione la información más completa, lo que dependerá de cada zona de interés.

4.3 Fuentes de información para variables de control

En esta subsección se presentan las fuentes de información identificadas para variables de control relevantes en la determinación del precio de una vivienda. Las fuentes identificadas corresponden a las ofertas en portales inmobiliarios, los datos del INE sobre ubicación de equipamiento y servicios, y al mismo catastro de bienes raíces explicado en Sección 4.2.1, que además de avalúos posee ciertas características de las viviendas. A continuación, se explican los detalles de estas tres fuentes.

4.3.1 Ofertas en portales inmobiliarios

Como se indicó en la Sección 4.2.1, es posible obtener antecedentes de ofertas de arriendo y venta de viviendas en portales inmobiliarios, los cuales además de los precios contienen información sobre características de estas viviendas.

Si bien esta información es heterogénea entre viviendas, es posible organizarla en una base de datos. Los campos seleccionados para este fin, que se asocian a cada tipo de información disponible, son los siguientes:

- Tipo de oferta (venta o arriendo)
- Tipo de vivienda (casa o departamento)
- Valor, en UF de acuerdo con cómo esté en la publicación
- Valor, en CLP de acuerdo con cómo esté en la publicación
- Dirección
- Gastos comunes
- Superficie total
- Superficie útil
- Cantidad de piezas
- Cantidad de baños
- Número de estacionamientos
- Número de bodegas
- Antigüedad de la vivienda
- Presencia de ascensor
- Presencia de piscina
- Conserjería 24 horas
- Presencia de quincho o sala de eventos
- Otros detalles disponibles

4.3.2 Dato Vecino INE

Una segunda fuente de información para variables de control corresponde a la plataforma georreferenciada Dato Vecino, creada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). En esta plataforma se pueden ver distintas estadísticas a nivel de Unidad Vecinal, además de todo los equipamientos y servicios de interés georreferenciados. Estos últimos incluyen establecimientos educacionales, bibliotecas, consultorios, hospitales, supermercados, bomberos y acceso a transporte público, entre otros.

A modo de ejemplo, en la Figura 4-5 se muestran los equipamientos y servicios agrupados a nivel de Tipo (también existe una desagregación a nivel de Subtipo) para la ciudad de Coronel. En esta se puede observar una gran cantidad de establecimientos educacionales. También se puede notar que los servicios y paradas de transporte público se encuentran cercanos entre sí.



Figura 4-5 Equipamiento y servicios Coronel

Fuente: Elaboración propia en base a Dato Vecino del INE.

Para utilizar esta información en un modelo econométrico se calcula la distancia de cada vivienda al servicio más cercano para cada tipo de servicio. De esta manera, cada vivienda tiene asociada un valor de distancia (en metros) al: establecimiento educacional; centro de salud; servicio

comercial (farmacia, cajero, etc.); servicio básico (bomberos, carabineros, etc.); y parada de transporte público más cercana.

4.3.3 Catastro del Servicio de Impuestos Internos

Como se comentó en Sección 4.2.1, los datos explicados en esa sección también serán útiles para obtener atributos relevantes. En específico, la Tabla 4-1 muestra todas las variables que posee el catastro para cada rol predial, tanto los de identificación del lugar como de características de la propiedad.

Tabla 4-1 Información de terrenos y construcciones no agrícolas

Campos de información relevantes
Comuna
Número de manzana/número predial
Material de la construcción
Calidad de la construcción
Año de la construcción
Superficie de la construcción
Destino
Condición especial

Fuente: Elaboración propia en base a (SII, n.d.)

Para utilizar esta información en un modelo econométrico se debe unir al precio de inscripción mediante su rol predial. Luego, las variables de año de la construcción y superficie de esta se utilizan como variables continuas, y las otras como variables categóricas.

4.3.4 Censo INE

Una última fuente de información identificada para determinar variables de control es el Censo 2017 realizado por el INE. En esta fuente se pueden encontrar distintos indicadores georreferenciados a nivel de manzana censal. En la Tabla 4-2 se muestran algunas variables de interés para este estudio.

Tabla 4-2 Variables relevantes del Censo a nivel de manzana censal

Campos de información relevantes
Número total de personas
Total de hombres
Total de mujeres
Total de personas de 0 a 5 años
Total de personas de 6 a 14 años
Total de personas de 15 a 64 años
Total de personas de 65 y más años
Total de viviendas particulares
Cantidad de viviendas tipo casa
Cantidad de viviendas por tipo de materialidad
Cantidad de viviendas con origen del agua por red pública
Total personas que se consideran pertenecientes a algún pueblo indígena u originario
Área manzana

Fuente: INE (2017)

Para utilizar esta información en un modelo econométrico se debe determinar geográficamente la manzana en la cual se encuentra una vivienda para así agregar toda la información asociada a esa manzana. Dado que las manzanas son de distintos tamaños, algunas variables son ajustadas por superficie, por ejemplo, en vez de ocupar total de personas se ocupa densidad poblacional.

4.4 Resumen fuentes de información propuestas

En la siguiente Tabla 4-3 se sintetiza la propuesta de fuentes de información a utilizar para cada variable del ejercicio de valoración.

Tabla 4-3 Fuentes de información propuestas para el ejercicio de valoración

Tipo de variable en función hedónica	Clasificación	Fuentes de información propuestas
Variable dependiente	Precio vivienda	Portales inmobiliarios Inscripciones compra-venta conservadores bienes raíces
Variable independiente	Olor	Estudio modelación de olores Encuesta percepción de olores valoración contingente Distancia a fuentes emisoras
Variables de control	Características de la vivienda	Ofertas portales inmobiliarios Catastro SII Inscripciones compra-venta conservadores bienes raíces
	Características del barrio	Dato Vecino INE
	Características de la población	Censo INE

Fuente: Elaboración propia

4.5 Priorización zonas de estudio

A continuación se detalla el procedimiento seguido para la priorización de zonas de estudio para el desarrollo de la presente consultoría y, por consiguiente, en levantamiento de antecedentes descrito en la presente Sección 4.

Selección de comunas con plantas en zonas urbanas

En la siguiente Tabla 4-4 se presenta el número de plantas de procesamiento de productos hidrobiológicos en cada una de las comunas que cuenta con ellas. Como se puede observar, se cuenta con 14 plantas en zonas rurales y 21 en zonas urbanas. Dado la metodología a ser utilizada en la presente evaluación, en que se requieren antecedentes de viviendas cercanas a la planta, se priorizan para el levantamiento de antecedentes en las zonas urbanas. Lo anterior porque las zonas urbanas cuentan con más viviendas y, por lo tanto, se espera poder obtener más antecedentes de compraventa inscritas en los CBR de ofertas en portales inmobiliarios. Este criterio tiene como resultado una selección de once comunas.

Tabla 4-4 Número de plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos por comuna

Región	Comuna	Zona rural	Zona urbana	Total plantas
Arica y Parinacota	Arica		1	1
Tarapacá	Iquique		3	3
Antofagasta	Mejillones	1		1
Atacama	Caldera		1	1
Coquimbo	Coquimbo		1	1
Valparaíso	San Antonio		1	1
Biobío	Coronel		7	7
	Lota		2	2
	Talcahuano		2	2
	Los Ángeles	1		1
Los Ríos	Corral		1	1
Los Lagos	Castro	2		2
	Calbuco	5		5
	Osorno		1	1
	Puerto Montt	2		2
Aysén del General Carlos Ibañez del Campo	Aysén		1	1
Magallanes y de la Antártica Chilena	Porvenir	1		1
Total plantas		12	21	33

Fuente: GreenLab Dictuc S.A. (2021)

Selección de ciudades con una mayor cantidad de población afectada

Dado que el objetivo final de esta consultoría es generar antecedentes para la evaluación de la normativa en elaboración, en la decisión de priorizar esfuerzos, es preferible contar con antecedentes específicos de las zonas con mayor población potencialmente beneficiada por la normativa. Lo anterior en el sentido de que, si en el cálculo del impacto total de la regulación una zona tiene una mayor cantidad de población potencialmente beneficiada, es preferible que el modelo se ajuste mejor a esa zona, en comparación con la opción de hacer un modelo ajustado con datos de una zona en la que el impacto de la normativa sería sobre una menor población. Por este motivo, en la priorización, también se considera la cantidad de población potencialmente beneficiada.

Para determinar la población potencialmente beneficiada en cada comuna se utilizan los valores estimados en la consultoría “Antecedentes para la Elaboración de Análisis Económico de la Norma de Emisión de Olores para el Sector de Procesamiento de Recursos Hidrobiológicos” (GreenLab Dictuc S.A., 2021), desarrollada por el equipo consultor. En este caso, se utiliza como fuente de información el Mapa de Densidad de Población en Alta Resolución del año 2020, elaborado por Facebook y la Universidad de Columbia (Humanitarian Data Exchange, n.d.). Este mapa contiene celdas de aproximadamente 30 metros, con su población estimada correspondiente. Se considera que esta fuente de información para la obtención de la población en cada zona geográfica es la mejor información disponible ya que cuenta con un alto nivel de resolución, es más actualizado (2020, comparado con el Censo de 2017) y considera

construcciones donde no hay habitantes fijos, pero sí hay trabajadores que se ven afectados⁴. Utilizando las isolíneas del percentil 99.5 provenientes de los resultados de la modelación, se determina la población en cada área según los distintos niveles de afectación por olor en el percentil 99.5: entre 1 ou/m³ (inclusive) y 3 ou/m³; entre 3 ou/m³ (inclusive) y 5 ou/m³; y mayor a 5 ou/m³ (inclusive).

En la Tabla 4-5 se puede observar la población afectada para las comunas a distintos niveles de olores. Dado que los valores presentados entre las columnas están asociados a intervalos excluyentes entre sí, el total de población potencialmente beneficiada corresponde a la suma de las tres columnas.

Tabla 4-5 Población afectada según nivel de olor en comunas con plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos, por comuna

Región	Comuna	P99,5 1-3 ou/m ³	P99,5 3-5 ou/m ³	P99,5 >5 ou/m ³	Total
Arica y Parinacota	Arica	3.390	267	202	3.860
Tarapacá	Iquique	31.926	7.405	4.761	44.093
Antofagasta	Mejillones	504	23	95	622
Atacama	Caldera	866	70	100	1.036
Coquimbo	Coquimbo	7.592	910	494	8.996
Biobío	Coronel	34.287	12.211	23.008	69.506
	Lota	13.108	10.314	19.430	42.853
	Talcahuano	11.786	1.525	1.236	14.547
Los Ríos	Corral	258	262	790	1.310
Magallanes y de la Antártica Chilena	Porvenir	1.210	185	0	1.395
Total		104.927	33.172	50.117	188.217

Fuente: GreenLab Dictuc S.A. (2021)

Resultado de priorización

En base a los dos criterios descritos se ha priorizado el estudio para las comunas de Iquique, Coronel y Lota. Esto porque poseen plantas ubicadas en zonas urbanas y porque juntas concentran el 83.1% de la población afectada total.

4.6 Estimación de una cantidad muestral mínima que permita encontrar significancias estadísticas para un ejercicio de valoración mediante precios hedónicos

Como se indicó en la propuesta técnica, y según lo acordado en la reunión de inicio, no es posible determinar a priori un valor mínimo de datos necesarios para encontrar resultados con significancia estadística, dado que ni siquiera es seguro que los malos olores afecten el precio de

⁴ Como se indica en (GreenLab Dictuc S.A., 2021), una desventaja del uso de esta fuente es que no discrimina entre hogares habitados y techos vacíos; eventualmente se podría cruzar con información censal para diferenciar entre hogares habitados y deshabitados.

las viviendas. Por este motivo no se indica un valor de muestra mínima para el desarrollo de este ejercicio.

5. Levantamiento de los antecedentes

Una vez identificadas las fuentes de información a ser utilizadas, se da inicio al levantamiento y sistematización de los antecedentes requeridos, lo que se describe en la presente sección.

5.1 Metodología para el procesamiento de la información

Dada la definición de las fuentes de información a ser utilizada, se levantaron todos los antecedentes para las comunas de interés.

Como se detalló en la Sección 4, y según los tipos de atributos presentados en la Sección 3.3, se requirió obtener antecedentes a partir de distintas fuentes de información según el tipo de atributo, y en algunos casos se utilizó más de una fuente para una misma variable. En particular, para obtener los precios de las viviendas, cuando la disponibilidad de antecedentes de ofertas en portales inmobiliarios era muy reducida (ej. menor a 50 observaciones), para algunas comunas fue necesario realizar un levantamiento directamente en los conservadores de bienes raíces. Este es el caso de las comunas Coronel y Lota. Mientras que, para otras comunas como Iquique, se encontró una buena cantidad de ofertas en portales inmobiliarios, por lo que se priorizó esta fuente, por sobre el levantamiento en los CBR.

Tal como se indicó, se recurrió a diversas fuentes de información para obtener los antecedentes requeridos. Por lo que, posterior al levantamiento, fue necesario procesar los datos para unificarlos en una base de datos apta para el análisis. En este caso, el cruce de fuentes de información se realizó a partir de las **direcciones**, o equivalente, de la **georreferenciación**. A continuación en la Figura 5-1 se describe el procedimiento realizado.

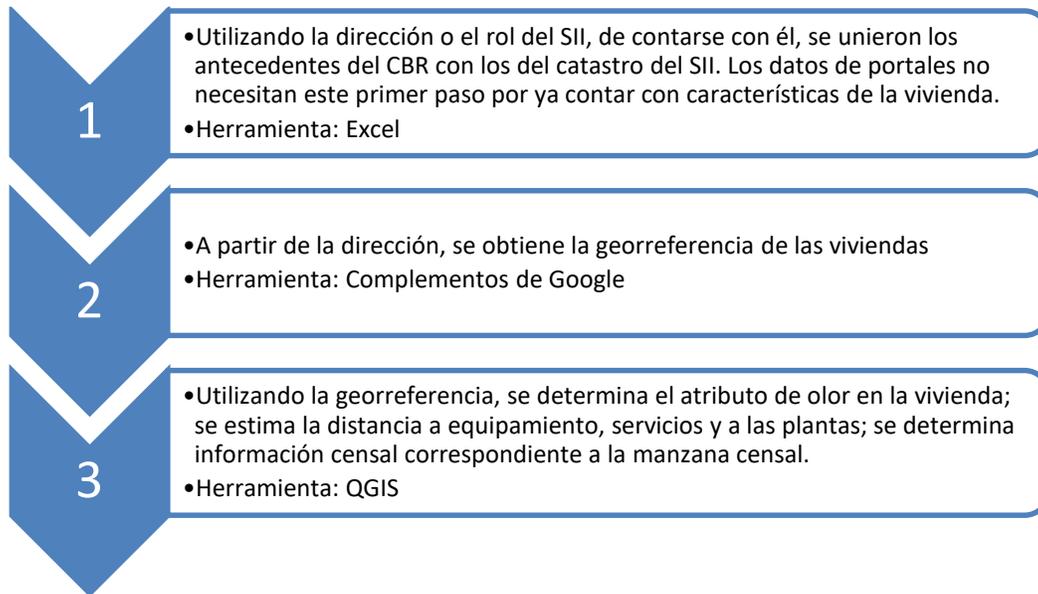


Figura 5-1 Metodología de procesamiento de la información levantada para su sistematización en bases de datos

Fuente: Elaboración propia

En el desarrollo de cada paso presentado en la Figura 5-1 se logra obtener una base de datos con todos los tipos de variables identificados para la realización del presente ejercicio de valoración. En la siguiente sección se presentan los resultados de esta sistematización.

5.2 Resultado de la sistematización en formato base de datos

En la presente sección se describe el resultado del levantamiento y procesamiento de las bases de datos compiladas para cada ciudad de interés.

5.2.1 Caso de precios obtenidos de conservadores de bienes raíces

Como se indicó previamente, en el caso de Coronel y Lota no se contaba con suficientes antecedentes de ofertas de portales inmobiliarios, por lo que se decide levantar los precios de compraventa inscritos en los conservadores de bienes raíces. A continuación, se indica la cantidad de datos levantados en cada una de estas ciudades:

- Coronel: Se levantaron 205 inscripciones, pero sin rol predial del SII, por lo que en el cruce con las otras fuentes de información la cantidad de datos completos se redujo a 119.
- Lota: Se levantaron 323 antecedentes con su rol predial del SII. Luego del procesamiento, fue posible completar con las otras fuentes de información un total de 300 observaciones.

Las bases de datos resultantes para Coronel y Lota se envían adjuntas en anexo digital, en los archivos "HEDOLOR-BD_Coronel.xlsx" y "HEDOLOR-BD_Lota.xlsx", respectivamente.

5.2.1 Caso de precios obtenidos de ofertas de portales inmobiliarios

En el caso de Iquique, dado que se contaba con suficientes antecedentes de ofertas de portales inmobiliarios, se decide levantar los precios de dichas ofertas —en vez de hacer el levantamiento de los precios de compraventa inscritos en los conservadores de bienes raíces.

En el levantamiento de antecedentes para Iquique se obtienen los antecedentes para 411 ofertas. Luego del procesamiento, fue posible completar con las otras fuentes de información un total de 259 observaciones. El principal motivo en esta gran reducción es la gran cantidad de ofertas en que no se indica su dirección exacta.

La base de datos resultante para Iquique se envía adjuntas en anexo digital, en el archivo “HEDOLOR-BD_Iquique.xlsx”.

6. Evaluación efecto económico

En la presente sección se presenta el marco teórico de la metodología de precios hedónicos, y la determinación de la función con mejor ajuste. A partir de lo anterior, se propone una función de regresión aplicable a otros contextos, para posteriormente presentar la estimación de la pérdida de valor económico.

6.1 Marco teórico del método de precios hedónicos

A continuación, se presenta brevemente el marco teórico de la metodología de precios hedónicos para la valoración económica ambiental.

6.1.1 Orígenes del Método de precios hedónicos

El enfoque hedónico considera que el precio observado de un bien o servicio heterogéneo es una función de sus características o atributos (por ejemplo, los olores percibidos por los habitantes de una vivienda) y se utilizan técnicas econométricas para estimar una función hedónica que proporciona los precios implícitos de las características o atributos del bien o servicio en cuestión. La utilización del método de precios hedónicos tiene fundamentos económicos claros. La relación teórica entre la función hedónica y las funciones de utilidad y de producción fue establecida por Rosen (1974). Esta teoría propone que no existirían funciones de oferta o demanda por bienes heterogéneos en sí, sino que existirían funciones de oferta y demanda por las características o atributos que componen los bienes. Poniendo como ejemplo el caso de viviendas, esto es similar a decir que más que demandas y ofertas de viviendas, existen ofertas y demandas por metros cuadrados, por características de contaminación, de accesibilidad, del barrio, entre otras (Palmquist, 1984).

En equilibrio, la función de precios hedónicos refleja la distribución de las tasas marginales de sustitución de los consumidores y de transformación de las empresas. Ahora, esto no quiere decir que las funciones hedónicas de precios permitan identificar la demanda y la oferta de características o alternativamente que se pueda recuperar la estructura de preferencias de los consumidores ni la tecnología de producción que las generan. Lo que sí se puede obtener es la valoración de cada característica porque, entre otras cosas, las funciones de precios hedónicas dan información sobre la restricción presupuestaria a la que se enfrentan los consumidores en términos de características. Vale decir, sobre la cantidad de la característica j -ésima que debe sacrificar el consumidor para obtener una cantidad mayor de la característica k -ésima, manteniendo constante el precio del producto. Esta restricción será a menudo no-lineal, ya que para muchas formas funcionales de la ecuación hedónica los precios implícitos de las características dependerán del nivel de dichas características.

6.1.2 Modelo de precios hedónicos de Rosen

Rosen (1974) plantea un modelo económico —modelo de precios hedónicos— en el que se pueden obtener las funciones de precios hedónicos, según se detalla a continuación.

Suponga un consumidor que obtiene utilidad a partir de dos bienes X e Y. El bien Y entrega utilidad debido a que está compuesto por un vector de atributos Z_1, Z_2, \dots, Z_n . Sea la función de utilidad:

Ecuación 6-1 Función de utilidad de un consumidor

$$U = U(X, Y(Z_1, Z_2, \dots, Z_n))$$

donde U es creciente y cóncava tanto en X como en Y, lo que asegura funciones de demandas bien comportadas. El consumidor desea maximizar el nivel de utilidad, es decir la Ecuación 6-1, pero enfrenta una restricción de presupuesto como la siguiente:

Ecuación 6-2 Restricción presupuestaria de un consumidor

$$X + P(Y) = M$$

donde M es el ingreso del consumidor y P(Y) es el gasto en el bien Y. En esta ecuación, el precio del bien X es numerario, es decir, se supone igual a uno, mientras que P(Y) representa una función. Esto es así porque el gasto en el bien Y depende de cuánto se gaste en cada uno de los atributos Z_j antes indicados. El problema de maximización de utilidad se puede escribir como se indica en la Ecuación 6-3, donde L es el lagrangeano por maximizar:

Ecuación 6-3 Problema de maximización del consumidor

$$L = U(X, Y(Z_1, Z_2, \dots, Z_n)) + \lambda [M - P(Y) - X]$$

Las condiciones de optimalidad asociadas son:

Ecuación 6-4 Condiciones de optimalidad

$$U_X = \lambda$$

$$U_{Z_1} = \lambda \frac{\partial P(Y)}{\partial Z_1}$$

...

$$U_{Z_N} = \lambda \frac{\partial P(Y)}{\partial Z_N}$$

o alternativamente,

Ecuación 6-5 Planteamiento alternativo de las condiciones de optimalidad

$$\frac{U_x}{U_{z_j}} = \frac{1}{\frac{\partial P(Y)}{\partial Z_j}}, \quad \forall j$$

La Ecuación 6-5 representa la igualdad entre tasa marginal de sustitución del bien X y atributo Z_j con el precio relativo de estos bienes. Nótese que este precio relativo es $\frac{1}{\frac{\partial P(Y)}{\partial Z_j}}$, lo que indica

que el precio de Z_j está relacionado con el aumento en gasto en Y cuando aumenta la demanda por Z_j .

Una forma alternativa de ver la Ecuación 6-5 es pensar en la disposición marginal a pagar por Z_j , la que debería ser igual al costo marginal de adquirir más de Z_j , todo lo demás constante. Esto es similar a pensar en una demanda compensada por el bien Z_j . Lo anterior se puede obtener invirtiendo la Ecuación 6-5 y manteniendo todas las características j constantes; se obtiene una curva de indiferencia que da la máxima cantidad que el individuo pagaría por Z_j , es decir, $\frac{\partial P(Y)}{\partial Z_j}$.

Esta función se anotará como:

Ecuación 6-6 Curva de indiferencia de la disposición máxima a pagar del consumidor por cada atributo

$$B_j = B_j(u^*, Z^*, Z_j)$$

donde u^* indica nivel de utilidad constante y Z^* indica todo el resto de las características constantes, y esta función B_j es una forma de obtener la disposición máxima a pagar (demanda) por el bien (atributo) Z_j .

Las personas pueden tener distintas funciones de utilidad, debido a que tienen distintas preferencias; así por ejemplo a algunos individuos les puede gustar más el bien X que a otros. Esto significa que las funciones B_j difieren entre individuos. En la Figura 6-1 se presentan estas funciones para dos individuos hipotéticos a y b .

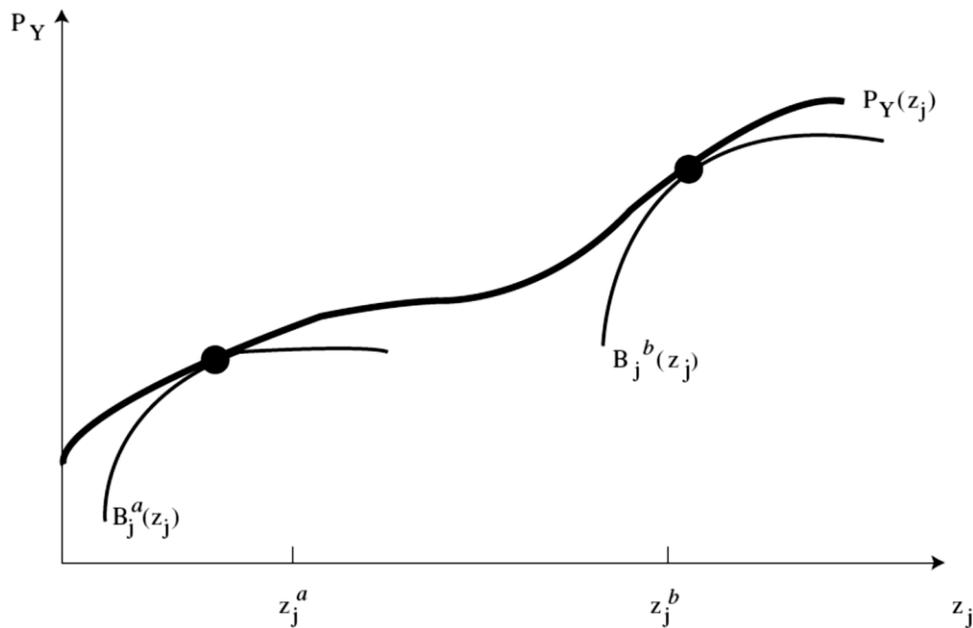


Figura 6-1 Funciones B_j para dos individuos distintos

Fuente: (Mardones, 2006)

Piénsese ahora por el lado de la oferta de mercado de atributos, Z_j . En este caso existirán empresas produciendo estos atributos, por medio de una cierta tecnología que se denomina función de producción y que es del tipo siguiente:

Ecuación 6-7 Función de producción

$$Z_j = H(X, L, K)$$

donde lo que indica esta función de producción es que se produce utilizando como insumos de producción los bienes X , L y K , siendo estos últimos empleo y capital, respectivamente. Esta función de producción es creciente y cóncava en insumo, lo que asegura demanda por factores (insumos de producción) bien comportadas.

Las empresas, que desean obtener utilidades, resuelven un problema de maximización como el siguiente:

Ecuación 6-8 Problema de maximización de las empresas

$$\max_{X, L, K} H(X, L, K) - X - wL - rK$$

donde “w” es el salario y “r” el precio del capital. Las condiciones de optimalidad de la empresa son en este caso:

Ecuación 6-9 Condiciones de optimalidad para la empresa

$$H_X = 1$$

$$H_L = w$$

$$H_K = r$$

Estas condiciones indican que el valor del producto marginal de un insumo para la empresa es igual a su costo marginal, esto es, el precio relativo de este insumo. De estas condiciones de optimalidad se obtienen soluciones X^* , L^* , K^* . Reemplazando estas soluciones en el problema de maximización de las empresas, se obtiene por un lado las utilidades de la empresa π^* , así como la función de oferta del atributo por la empresa Z_j .

Supóngase además que los oferentes —empresas— que producen los bienes son distintos. Invertiendo las condiciones de optimalidad de la firma se produce una curva de oferta para las características Z_j :

Ecuación 6-10 Curvas de oferta

$$C_j = C_j(Z_j)$$

Las curvas de oferta y las cantidades óptimas de Z_j ofrecidas por las firmas “a” y “b” se muestran en la Figura 6-2.

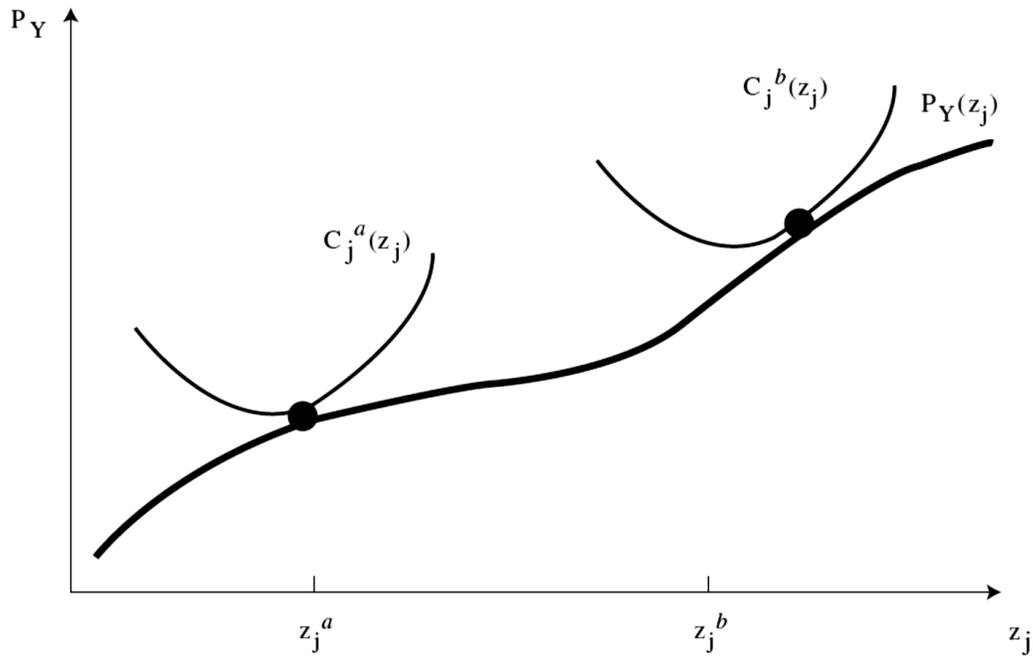


Figura 6-2 Funciones de oferta de atributos

Fuente: (Mardones, 2006)

Por lo tanto la función de precios hedónicos depende tanto de la preferencias de los consumidores como de las características de la oferta, y en el punto de equilibrio se puede obtener el precio marginal del atributo al diferencias esta función (Rosen, 1974).

6.1.3 Implementación del método de precios hedónicos y sus limitaciones

La implementación del método implica determinar el incremento del gasto en Y que es requerido para obtener un bien con una unidad adicional de Z_j , dado todo lo demás constante. Si esta relación es no lineal, entonces el precio implícito de una unidad adicional de una característica depende de la cantidad de la característica adquirida.

El método parte de la idea de que el conjunto de características que componen un bien heterogéneo tienen un reflejo en su precio de mercado. Por ello, se supone que el precio de dicho bien puede ser descompuesto en función de sus diferentes atributos y, por tanto, se puede asignar un precio implícito a cada uno de dichos atributos una vez estimada la ecuación de precios hedónicos.

Por ejemplo, en el caso de una vivienda, el precio de esta dependerá de sus características estructurales (superficie, número de habitaciones, si tiene garaje o no), de su antigüedad, de su localización (distancia al centro de la ciudad, al colegio más cercano, a supermercados, etc.) y de

las características ambientales del entorno (distancia a un parque, vistas a un parque o al mar, niveles de ruido, etc.).

La idea es, por lo tanto, estimar una regresión como la siguiente:

Ecuación 6-11 Precio de un bien como función de sus atributos

$$P_i = f(Z_1, Z_2, \dots, Z_N)$$

donde (Z_1, Z_2, \dots, Z_N) es un conjunto de atributos. La derivada parcial del precio con respecto a un atributo concreto entregará la disposición a pagar por un incremento marginal en dicho atributo.

Imagínese que Z_1 es la distancia del terreno a un río, entonces $\frac{\partial P_i}{\partial Z_1} = P_{Z_1}$, indica cuánto se estaría dispuesto a pagar por tener el terreno un metro más cerca del río. Si esta derivada es negativa, indicaría disposición a pagar por alejarse del río.

Este planteamiento tan razonable y coherente presenta dos debilidades en su implementación que es preciso destacar para tener en consideración al momento de aplicarlo. La existencia de restricciones lineales o no lineales, podría volver algo complejo el problema. En el caso de una función lineal, los precios implícitos de los diferentes atributos permanecerán constantes cualquiera que fuese el nivel de partida de las variables, en tanto que en el caso que las restricciones son no lineales, el precio implícito cambiará en tanto cambien las características con relación a la cantidad consumida. Esto significa que la importancia marginal del atributo cambiará de acuerdo con el tipo de especificación.

Otros problemas presentes en los métodos hedónicos son aquellos relacionados con la estimación econométrica. Producto de la gran cantidad de variables que son incluidas en las ecuaciones es probable encontrar problemas de multicolinealidad, los cuales pueden ser agravados cuando existen relaciones directas entre la variable ambiental y las características de los inmuebles o de los barrios. Al respecto algunos estudios sugieren que, si bien se deben incluir todas las variables relevantes, a veces puede ser conveniente excluir aquellas que no hacen un aporte significativo.

La especificación de la forma funcional ha sido otro problema; si bien la teoría indica qué variables se deben incluir, no especifica en qué forma hacerlo, por lo que esto se debe tratar desde un punto de vista empírico. Como no se conoce la forma funcional correcta y si a ello se agrega que algunos atributos no son incluidos, se tiene un problema de identificación que genera estimadores inconsistentes de los parámetros (sesgados). Algunos estudios realizados para determinar el efecto del uso de diferentes especificaciones han llegado a la conclusión de que esto puede conducir a significativas diferencias en las estimaciones de los beneficios (Bu, Zhang,

& Wen, 2013; Cropper, Deck, & Mc Connell, 2019; Rasmussen & Zuehlke, 1990). En un estudio de diversas formas funcionales, se propuso una forma funcional muy general y flexible llamada Quadratic Box-Cox (Bender, Gonberg, & Hwang, 1980). Sin embargo, en un experimento de Monte Carlo con diversas formas funcionales se concluyó que las formas más simples de la especificación cuadrática Box-Cox, es decir las lineales, pueden ser las más adecuadas. Estas entregan mejores resultados cuando la especificación no es la correcta, como en los casos en que hay variables no observadas.

Decidir cuáles son los límites del mercado del bien a considerar es otra dificultad de esta metodología. Como regla general se suele considerar a una ciudad que está considerablemente aislada de otras como la unidad básica (Rosen, 1974). Sin embargo, dentro de una misma ciudad se pueden encontrar diferencias que lleven a pensar en distintos mercados. De esta forma si el investigador asume que la ciudad es un solo mercado cuando en la realidad este está segmentado, los coeficientes que estime estarán sesgados. Si asume que existen varios segmentos y en realidad es un solo mercado, sus estimaciones serán imprecisas y probablemente no tenga suficientes datos de cada segmento. Los mercados se pueden considerar segmentados cuando existen barreras entre cada segmento, siendo estas de tipo geográficas, por falta de información o de discriminación étnica. Esto último, sin embargo, no ha sido importante en estudios hedónicos. Otra forma de resolver este dilema es en forma empírica; usando el test F. No obstante, se ha demostrado que este puede presentar severas limitaciones para probar la existencia de distintos segmentos.

Este método solo puede aplicarse cuando los consumidores están conscientes de los beneficios o costos ambientales y pueden ubicar libremente su lugar de residencia eligiendo así la combinación de atributos preferida. Finalmente, otro aspecto que se debe considerar al realizar una investigación de este tipo es qué información de precios se usará, si los valores de arriendo o los precios de venta de las propiedades. Los precios de arriendo son teóricamente mejores, pero en algunos países este mercado puede tener graves imperfecciones. Para este estudio, dada la baja cantidad de precios de arriendo encontrados, se optó por utilizar precios de venta.

6.2 Determinación de la función de precio con mejor ajuste

A continuación, se muestran los modelos de mejor ajuste obtenidos de probar distintas especificaciones. A nivel general los mejores resultado se obtuvieron aplicando un modelo multiplicativo ($\ln(y) = \sum \beta_i x_i$) con diferentes variables. Primero, con los datos de cada ciudad por separado, se determinó el mejor modelo ocupando como indicador de olor los resultados de la modelación del estudio “Antecedentes para la Elaboración de Análisis Económico de la Norma de Emisión de Olores para el Sector de Procesamiento de Recursos Hidrobiológicos” (GreenLab Dictuc S.A., 2021), descrita en la subsección 4.1.1. Luego, se ajustó un modelo generalizable ocupando como indicador de olor la distancia a la fuente emisora. La totalidad de modelos evaluados y los datos asociados se pueden encontrar en los siguientes anexos digitales:

- "211213_HEDOLOR_iquique.dta"
- "211213_HEDOLOR_iquique.do"
- "211213_HEDOLOR_coronel.dta"
- "211213_HEDOLOR_coronel.do"
- "211213_HEDOLOR_lotacoronel.dta"
- "211213_HEDOLOR_lotacoronel.do"

6.2.1 Función de precio para Iquique

La Tabla 6-1 muestra los coeficientes estimados para el modelo de mejor ajuste para los datos de la ciudad de Iquique. La estimación de coeficientes se hizo ocupando mínimos cuadrados ordinarios con errores robustos. Dada la baja cantidad de observaciones en zonas de alto nivel de olor, se agruparon todas las zonas con más de 1 ou/m³ para calcular un solo efecto fijo por pertenecer a esa zona, es decir, se agruparon las zonas 1-3 ou/m³, 3-5 ou/m³ y mayor a 5 ou/m³ (ver Anexo 5 en la Sección 10.5). En la tabla se puede ver que todos los coeficientes son significativos al menos con un 90% de confianza. El coeficiente de olor obtenido indica que estar ubicado en una zona con P99.5 mayor a 1 ou/m³ está asociado a una disminución de 7.23%⁵ en el precio de la vivienda.

Tabla 6-1 Función de precio para Iquique

	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Efecto fijo zona con más de 1 ou/m³	-0.07508	0.042598	-1.76	0.079	-0.15898	0.008826
Ln(superficie)	0.767823	0.025571	30.03	0.000	0.717458	0.818189
Distancia a servicios	-0.00023	3.77E-05	-6.09	0.000	-0.0003	-0.00016
Distancia establecimiento salud	3.72E-05	1.84E-05	2.02	0.044	9.46E-07	7.34E-05
Distancia transporte público	0.00037	0.000103	3.59	0.000	0.000167	0.000573
Densidad poblacional manzana	-0.00021	0.000089	-2.34	0.020	-0.00038	-3.3E-05
Constante	5.057898	0.132863	38.07	0.000	4.796203	5.319592
Number of obs	253					
F(6, 246)	264.18					
Prob > F	0					
R-squared	0.8421					
Root MSE	0.22763					

Fuente: Elaboración propia

La Ecuación 6-12 muestra la función de precios que se concluye con los coeficientes estimados. Donde $precio_i$ es el precio en UF de la vivienda i (en este caso obtenidos desde portales inmobiliarios), $zona1_i$ es una variable binaria que toma el valor de 1 si la casa i se encuentra en una zona con percentil 99.5 mayor a 1 ou/m³ y 0 en el caso contrario, $superficie_i$ es el tamaño de la vivienda i en metros cuadrados, $Servicios_i$, $Salud_i$ y $Transporte_i$ sirven para caracterizar el barrio y corresponden a la distancia en metros a la que se encuentra la vivienda i de cada uno

⁵ $\exp(-0.07508) - 1$

de esos equipamientos (obtenidos de Dato Vecino del INE), y por último, $densidad_i$ es la densidad poblacional de la manzana en la que se encuentra la vivienda i (dividiendo la cantidad total de personas según el Censo, por área).

Ecuación 6-12 Función de precio para Iquique

$$\ln(\text{precio}_i) = 5.07 - 0.0751 \cdot \text{zona1}_i + 0.768 \cdot \ln(\text{superficie}_i) - 2.3 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Servicios}_i + 3.7 \cdot 10^{-5} \cdot \text{Salud}_i + 3.7 \cdot 10^{-4} \cdot \text{Transporte}_i - 2.1 \cdot 10^{-4} \cdot \text{densidad}_i$$

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Función de precio para Coronel

La Tabla 6-2 muestra los coeficientes estimados para el modelo de mejor ajuste para los datos de la ciudad de Coronel. La estimación de coeficientes se hizo ocupando mínimos cuadrados ordinarios con errores robustos. En este caso la distribución de observaciones por zona de olor se hizo agrupando todas las zonas con más de 3 ou/m³, es decir, agrupando las zonas 3-5 ou/m³ y mayor a 5 ou/m³ (ver Anexo 5 en la Sección 10.5). En la tabla se puede ver que la mayoría de los coeficientes son significativos con un 95% de confianza. El coeficiente de olor estimado indica que estar ubicado en una zona con P99.5 mayor a 3 ou/m³ está asociado a una disminución de 51.38%⁶ en el precio de la vivienda. Es importante resaltar que este valor no es directamente comparable con el de Iquique, ya que se refiere a un descuento para una zona de mayor impacto de olor —P99.5 mayor a 3 ou/m³ en este caso, comparado con P99.5 mayor a 1 ou/m³ en el caso de la función de mejor ajusta para Iquique—.

Tabla 6-2 Función de precio para Coronel

	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Efecto fijo zona con más de 3 ou/m3	-0.7210408	0.1900307	-3.79	0.000	-1.097837	-0.344245
Dummy venta entre familiares	-0.6644035	0.2248845	-2.95	0.004	-1.110308	-0.218499
Densidad poblacional manzana	-0.0000244	8.18E-06	-2.99	0.004	-0.000040	-8.20E-06
Año de construcción	0.0147039	0.0088101	1.67	0.098	-0.002764	0.032172
Calidad vivienda según SII ⁷	-0.7160161	0.2425589	-2.95	0.004	-1.196966	-0.235066
Constante	-22.21511	17.77318	-1.25	0.214	-57.45604	13.02582
Number of obs	111					
F(6, 246)	24.63					
Prob > F	0					
R-squared	0.5444					
Root MSE	0.68202					

Fuente: Elaboración propia

⁶ $\exp(-0.7210408) - 1$

⁷ Valores discretos entre 1 y 5, con 5 como la peor calidad. Ver Anexo 4.

La Ecuación 6-13 muestra la función de precios que se concluye con los coeficientes estimados. Donde $precio_i$ es el precio en UF de la vivienda i (en este caso, obtenido del Conservador de Bienes Raíces), $zona3_i$ es una variable binaria que toma el valor de 1 si la casa i se encuentra en una zona con percentil 99.5 mayor a 3 ou/m³ y 0 en el caso contrario, $familiar_i$ es una variable binaria que toma el valor de 1 si la vivienda se está transando entre familiares y 0 en el caso contrario⁸, $densidad_i$ es la densidad poblacional de la manzana en la que se encuentra la vivienda i , $año_i$ es el año de construcción de la vivienda según el SII, y por último, $calidad_i$ es el índice entero de calidad del SII donde 5 es la peor calidad y 1 la mejor.

Ecuación 6-13 Función de precio para Coronel

$$\ln(\text{precio}_i) = -22.26 - 0.721 \cdot \text{zona3}_i - 0.664 \cdot \text{familiar}_i - 2.4 \cdot 10^{-5} \cdot \text{densidad}_i - 0.0147 \cdot \text{año}_i - 0.716 \cdot \text{calidad}_i$$

Fuente: Elaboración propia

6.2.3 Función de precio para Lota

A pesar de que Lota es la ciudad en la que se cuenta con la mayor cantidad de información (300 observaciones completas), no se encontró evidencia robusta de un impacto significativo del olor en los precios de las viviendas para ninguno de sus indicadores. Con esto no se puede concluir que no exista aquel impacto, sino que no se pudo descartar fehacientemente la hipótesis de la inexistencia de este impacto. Las posibles razones de este resultado se discuten en la Sección 7.

6.2.4 Función de precio aplicable a otros contextos

Los modelos anteriores han ocupado como indicador de olor los resultados de una modelación que permite definir áreas homogéneas de percepción. Dado que no siempre se cuenta con tal información puede ser de utilidad contar con un modelo que ocupe un indicador que no requiera la existencia de una modelación de este tipo. Es por esto que también se estimó un modelo que ocupa distancia entre vivienda y fuente como indicador de olor.

La Tabla 6-3 muestra los coeficientes estimados para el modelo aplicable a otros contextos. La estimación de coeficientes se hizo ocupando mínimos cuadrados ordinarios con errores robustos con los datos de Lota y Coronel. La selección de estas dos ciudades se debe a una similar distribución de distancias a fuente, que permite ocupar el mismo corte de distancia y una mejor compatibilidad de variables⁹. Adicionalmente, si bien la información obtenida de la muestra de propiedades de Lota no permitió una estimación independiente el aumentar el tamaño de la muestra con ambas ciudades permite estimaciones más robustas ya que adicionalmente aporta

⁸ Se identificaron las transacciones que se realizaban entre personas con al menos un apellido en común, observándose una disminución significativa en el valor declarado. Como es de esperar, las viviendas transadas entre familiares se compran a menor precio.

⁹ Como ambas provienen de datos de Conservador de Bienes Raíces tienen algunas variables comunes que no poseen los datos de Iquique.

en la caracterización de las viviendas. Basándose en la literatura y en los resultados de la modelación de olores se evaluaron estadísticamente distintas posibles distancias. Como indicador de olor se utilizó la zona comprendida a menos de 2 kilómetros de la fuente. Se probaron otros umbrales de distancia, pero el de 2 km obtuvo los resultados más coherentes y robustos. En la tabla se puede ver que todos los coeficientes son significativos con un 95% de confianza. El coeficiente de olor estimado indica que estar ubicado a menos de 2 kilómetros de una planta está asociado a una disminución de 29.81%¹⁰ en el precio de la vivienda. Nuevamente es importante resaltar que este valor no es directamente comparable con los anteriores ya que utiliza un indicador de olor distinto. Al utilizar estos resultados se debe tener en cuenta que si bien este es un modelo que consideró las características de viviendas y plantas de dos ciudades distintas, no es una muestra representativa de todas las que tiene este tipo de problemas en el país. Por esta razón su uso debe ser considerando posibles diferencias en los valores promedio de las viviendas, así como las características de las emisiones y su área de influencia. Por ejemplo, una planta en otra ciudad podría afectar una zona mayor o menor a los 2 km identificados en este ejercicio.

Tabla 6-3 Función de precio aplicable a otros contexto, calibrada con Lota y Coronel

	Coefficient	Robust std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
Efecto fijo zona a menos de 2 km	-0.3540213	0.1186645	-2.98	0.003	-0.5873506	-0.120692
Ln(superficie)	0.1647226	0.0661552	2.49	0.013	0.0346421	0.2948031
Dummy venta entre familiares	-0.667276	0.0969206	-6.88	0.000	-0.8578502	-0.4767018
Calidad vivienda según SII¹¹	-1.052621	0.095857	-10.98	0.000	-1.241104	-0.8641378
Hacinamiento medio Censo	-0.0158007	0.0067692	-2.33	0.020	-0.0291109	-0.0024904
Constante	6.271113	0.3436693	18.25	0.000	5.595359	6.946868
Number of obs	382					
F(6, 246)	77.25					
Prob > F	0					
R-squared	0.4157					
Root MSE	0.84074					

Fuente: Elaboración propia

La Ecuación 6-14 muestra la función de precios que se concluye con los coeficientes estimados. Donde $precio_i$ es el precio en UF de la vivienda i , $zona2km_i$ es una variable binaria que toma el valor de 1 si la casa i se encuentra en una zona a menos de 2 kilómetros de la fuente y 0 en el caso contrario, $superficie_i$ es el tamaño de la vivienda i en metros cuadrados, $familiar_i$ es una variable binaria que toma el valor de 1 si la vivienda se está transando entre familiares y 0 en el caso contrario, $calidad_i$ es el índice entero de calidad del SII donde 5 es la peor calidad y 1 la mejor, y por último, $hacinamiento_i$ es el porcentaje de viviendas con hacinamiento medio¹² para la manzana donde se encuentra la vivienda i .

¹⁰ $\exp(-0.3540213) - 1$

¹¹ Valores entre 1 y 5, con 5 como la peor calidad. Más información en Metadatos de Excel anexo.

¹² Hacinamiento medio se considera entre 2.5 y 5 personas por dormitorio.

Ecuación 6-14 Función de precio aplicable a otros contextos

$$\ln(\text{precio}_i) = 6.27 - 0.354 \cdot \text{zona2km}_i + 0.165 \cdot \ln(\text{superficie}_i) - 0.667 \\ \cdot \text{familiar}_i - 1.05 \cdot \text{calidad}_i - 0.0158 \cdot \text{hacinamiento}_i$$

Fuente: Elaboración propia

6.2.5 Resumen funciones

En la Tabla 6-4 se muestra un resumen de los resultados para los distintos modelos. Es importante resaltar que cada modelo fue estimado con diferentes fuentes de datos. El modelo de Iquique y de Coronel únicamente con los datos de sus respectivas ciudades, en cambio, el general se estimó con datos de Coronel y Lota en conjunto.

Tabla 6-4 Resumen modelos

	Iquique	Coronel	General
VARIABLES	Ln(precio)	Ln(precio)	Ln(precio)
Zona con más de 1 ou/m³	-0.0751*		
	(0.0792)		
Zona con más de 3 ou/m³		-0.721***	
		(0.000248)	
Zona a menos de 2 km			-0.354***
			(0.00304)
Ln(superficie)	0.768***		0.165**
	(0)		(0.0132)
Distancia a servicios	-0.000229***		
	(4.41e-09)		
Distancia establecimiento salud	3.72e-05**		
	(0.0444)		
Distancia establecimiento salud	0.000370***		
	(0.000395)		
Densidad poblacional manzana	-0.000209**	-2.44e-05***	
	(0.0199)	(0.00353)	
Dummy venta entre familiares		-0.664***	-0.667***
		(0.00387)	(0)
Año de construcción		0.0147*	
		(0.0981)	
Calidad vivienda según SII		-0.716***	-1.053***
		(0.00390)	(0)
Índice de hacinamiento Censo			-0.0158**
			(0.0201)
Constant	5.058***	-22.22	6.271***
	(0)	(0.214)	(0)
Observations	253	111	382
R-squared	0.842	0.544	0.416

Nota 1: El modelo de Iquique y de Coronel únicamente con los datos de sus respectivas ciudades, en cambio, el general se estimó con datos de Coronel y Lota en conjunto.

Nota 2: P-value robusto en paréntesis, *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fuente: Elaboración propia

6.3 Estimación de la pérdida de valor económico

En la Sección 6.2 se evaluaron distintos modelos que determinan la pérdida de valor proporcional al valor de una vivienda —unitaria— asociada a estar en cierta zona de influencia —definida según modelación de olor o según distancia a fuente para el caso generalizable—. Para calcular la pérdida de valor total se debe estimar la cantidad de viviendas existentes en dicha zona, y dado que el impacto de olor es proporcional, también se debe estimar el precio medio de una vivienda en esa misma zona.

Para estimar la cantidad de viviendas en las distintas zonas se utilizó el Censo 2017 a nivel de manzana (Instituto Nacional de Estadísticas, 2017). Por su parte, para estimar el precio medio de las viviendas en cada zona, se utilizaron las mismas observaciones levantadas por el equipo consultor y utilizadas para estimar los modelos. Dado que solo se encontraron resultados concluyentes para Iquique y Coronel, en esta sección se calculan las pérdidas totales asociadas a esas ciudades.

En la Tabla 6-5 se presentan la cantidad de viviendas en cada zona de influencia. Se puede observar que en Coronel la mayor parte de las viviendas de la comuna se encuentran impactadas por distintos niveles de olor, a diferencia de Iquique donde 49,688 viviendas quedan fuera de la zona de influencia según la modelación.

Tabla 6-5 Cantidad de viviendas por zona

Zona	Coronel	Iquique
Zona con P99.5 mayor a 5 ou/m ³	10,321	1,331
Zona con P99.5 entre 3 ou/m ³ y 5 ou/m ³	5,411	2,442
Zona con P99.5 entre 1 ou/m ³ y 3 ou/m ³	15,322	14,869
Zona con P99.5 menor a 1 ou/m ³	10,453	49,688

Fuente: Elaboración propia con información del Censo 2017 (Instituto Nacional de Estadísticas, 2017) y modelación de (GreenLab Dictuc S.A., 2021).

En la Tabla 6-6 se presenta el precio medio de las viviendas en cada zona para ambas comunas. En el caso de Coronel es el promedio de los datos levantados del Conservador de Bienes Raíces y en el caso de Iquique con datos de portales inmobiliarios. Entre paréntesis se muestra la cantidad de observaciones asociada a ese promedio, donde se observa que se cuenta con pocos datos en algunas zonas, lo explicaría algunas variaciones poco coherentes¹³ como la diferencia en precio para las viviendas observadas en la zona 3-5 ou/m³.

Tabla 6-6 Precio medio viviendas [UF] por comuna

Zona	Coronel	Iquique
Zona con P99.5 mayor a 5 ou/m ³	\$1,092 (23)	\$3,692 (6)
Zona con P99.5 entre 3 ou/m ³ y 5 ou/m ³	\$438 (13)	\$8,314 (5)
Zona con P99.5 entre 1 ou/m ³ y 3 ou/m ³	\$1,000 (35)	\$6,340 (40)
Zona con P99.5 menor a 1 ou/m ³	\$1,690 (51)	\$6,948 (208)

Nota: Entre paréntesis se indica cantidad de observaciones asociada a ese promedio.

Fuente: Elaboración propia con modelación de (GreenLab Dictuc S.A., 2021).

Para facilitar la comprensión de los coeficientes presentados en la Sección 6.2, utilizados en la estimación de la pérdida de valor económico total, en la Tabla 6-7 se muestra el descuento en

¹³ Esto refuerza uno de los criterios utilizados para tomar la decisión de utilizar efectos fijos para zonas agregadas en vez de ocupar los 4 niveles de olor.

valor¹⁴ asociado a la pertenencia a una zona de olor específica. También se agrega su intervalo de confianza al 90%.

Tabla 6-7 Descuento en valor unitario implícito en los modelos estimados [%], con sus intervalo de confianza al 90%

Zonas	Coronel			Iquique		
	Inf	Central	Sup	Inf	Central	Sup
Zona con P99.5 mayor a 5 ou/m ³	36.18%	58.38%	66.57%	0.73%	7.23%	13.73%
Zona con P99.5 entre 3 ou/m ³ y 5 ou/m ³	36.18%	58.38%	66.57%	0.73%	7.23%	13.73%
Zona con P99.5 entre 1 ou/m ³ y 3 ou/m ³	0	0	0	0.73%	7.23%	13.73%
Zona con P99.5 menor a 1 ou/m ³	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Utilizando la información de las tablas anteriores se puede ocupar la Ecuación 6-15 para calcular la pérdida de valor total para una ciudad i . Donde r_z es el descuento asociado a la zona z , el cual se calcula como $\exp(\beta) - 1$, donde β es el coeficiente estimado en las regresiones¹⁵, $N_{viviendas_z}$ es la cantidad de viviendas en la zona z , y $Precio_{medio}_z$ es el precio promedio de las viviendas que se encuentran en la zona z . La sumatoria recorre todas las zonas desde la con P99.5 menor a 1 ou/m³ ($zona_{0-1}$) hasta la con más de 5 ou/m³ ($zona_{5+}$).

Ecuación 6-15 Cálculo pérdida total

$$Pérdida\ total_i = \sum_{z=zona_{0-1}}^{zona_{5+}} \frac{1}{1 - r_z} \cdot N_{viviendas_z} \cdot Precio_{medio}_z$$

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6-8 se presenta la pérdida para cada ciudad con su intervalo de confianza, asumiendo un total de 15,732 viviendas afectadas en Coronel y 18,642 en Iquique (viviendas en zonas afectadas Tabla 6-5). Se puede observar que la pérdida de valor es considerable. Si se presenta como porcentaje del PIB regional, la pérdida en Coronel equivaldría a 2.82% del PIB 2020 de Biobío y la pérdida de Iquique equivaldría a 5.04% del PIB de Tarapacá¹⁶. También se puede observar gran diferencia dentro del intervalo de confianza, lo que da cuenta de una baja precisión del coeficiente estimado.

¹⁴ Calculado como: $\exp(\beta) - 1$

¹⁵ Este es el único coeficiente que se utiliza de los modelos de la Sección 6.2

¹⁶ Ocupando UF 2020 de 28,678 pesos (SII, 2021), PIB Biobío 2020 de 14,650 miles de millones de pesos nominales y PIB Tarapacá 2020 de 5,300 miles de millones de pesos nominales (Banco Central, 2021).

Tabla 6-8 Pérdida de valor económico [UF] para Coronel e Iquique, con su intervalo de confianza al 90%

Zona	Coronel			Iquique		
	Inferior	Central	Superior	Inferior	Central	Superior
Zona con P99.5 mayor a 5 ou/m3	6,390,006	11,913,268	22,453,010	36,278	382,966	782,235
Zona con P99.5 entre 3 ou/m3 y 5 ou/m3	1,342,481	2,502,867	4,717,169	149,889	1,582,291	3,231,942
Zona con P99.5 entre 1 ou/m3 y 3 ou/m3	-	-	-	696,015	7,347,407	15,007,600
Zona con P99.5 menor a 1 ou/m3						
Total	7,732,487	14,416,136	27,170,179	882,183	9,312,664	19,021,777

Fuente: Elaboración propia

7. Discusión y limitaciones

Comparación con otros estudios

Si bien es complejo comparar efectos encontrados en diferentes estudios dada la utilización de distintos indicadores de olor y distintos tipos de emisores, los coeficientes encontrados en este estudio se encuentran dentro de lo esperable según la literatura. En el estudio de Van Broeck et al. (2009), se encuentra una pérdida de entre 4% y 8% para la zona con P98 mayor a 1 ou/m³ generado por una planta de desechos de animales, en línea con lo encontrado en Iquique en el presente estudio (ver Sección 6.2.1). Mardones (2006), con un modelo semi-log, encuentra una reducción de 48.96% en el precio para la zona de mayor impacto, en línea con el resultado encontrado para Coronel (Sección 6.2.2). Por último, Nahman (2011) encuentra que por cada kilómetro de distancia al vertedero de Coastal Park, el precio de la vivienda aumenta en 12%, lo que equivale a un aumento de 25.4% en 2 kilómetros, en línea con lo obtenido en el modelo desarrollado para ser aplicado a otros contextos (ver Sección 6.2.4).

Discusión resultados Lota

Respecto de Lota, llama la atención no haber podido desmentir la hipótesis nula de la inexistencia de impacto del olor en el precio de las viviendas, en especial considerando que era la ciudad con la que se contaba con más datos. Existen distintas razones para explicar lo anterior. Primero, gran parte de la ciudad está influenciada por el olor, lo que limita la capacidad de identificar viviendas de control de la muestra. Segundo, las plantas se encuentran cerca del centro histórico de la ciudad, por lo que, los efectos con indicador de distancia pueden estar sesgados por inobservables positivos difíciles de controlar, asociados a la distancia al centro. Por último, Lota es una localidad más pequeña, con un mercado menos formal de viviendas (algo que se ve reflejado en que un 26% de las transacciones levantadas son entre personas con apellidos comunes, frente a un 16% para Coronel). Por esto hay razones para creer que hay más transacciones entre personas con relaciones de parentesco o amigos que no fueron detectadas solo con apellidos.

Olor según modelación versus distancia

Se observó que los modelos que ocupan los resultados de la modelación como indicador de olor tuvieron mejor ajuste que el modelo general que utiliza distancia. Esto está en línea con lo observado en Eyckmans et al. (2013) donde el indicador de distancia tuvo peor desempeño. De esto se desprende que si se posee información modelada esta es preferible, pero que ante la ausencia de estos datos podría ser útil el modelo de distancia. A la hora de extrapolar estos resultados a otros contextos es importante tener en cuenta que los valores estimados corresponden a la asociación existente en estas ciudades y plantas específicas. La modelación incorpora aspectos de relieve, meteorología y tasa de emisión de la fuente, pero si se desea aproximar todo ello con la distancia es importante tener en cuenta la incertidumbre que eso agrega.

Causalidad

Respecto de las limitaciones del modelo, hay que resaltar que los resultados fueron estimados con un modelo asociativo, sin una estrategia de identificación causal. Estos modelos no nos permiten directamente afirmar que la reducción en el precio es causada por el olor, sino solo que se observa una reducción de precio en conjunto con el aumento del olor. Esta observación es especialmente importante a la hora de analizar la estimación de pérdida de valor, ya que una eventual reducción de olor futura no causaría necesariamente una reducción en la pérdida en la misma magnitud estimada. Esta última limitación también se explica porque el olor puede haber generado otra serie de desamenidades del barrio que no mejorarían en el mediano plazo posterior a una reducción de olor.

Dificultades presentadas

El estudio tuvo varias dificultades, partiendo por la elección entre la multiplicidad de indicadores de olor existente. También fue complejo encontrar datos de transacciones para localidades menos dinámicas. Por otro lado, fue difícil determinar cuáles variables geográficas incorporar al modelo, tomando en cuenta la gran correlación entre ellas, complejidad que se abordó con pruebas de multicolinealidad. El riesgo de un sesgo omisión de variables se evaluó con un test de variables omitidas. Pero también puede existir la posibilidad de que las variables de control asociadas a características del barrio presenten causalidad reversa.

Aplicación de función para otros contextos

Es importante tomar en cuenta varios aspectos a la hora de aplicar a otros contextos los coeficientes calculados. Primero, el método aplicado en este estudio ha buscado valorizar la totalidad de la externalidad negativa capitalizada en los valores de las viviendas. Sin importar si se evalúa una norma de calidad del aire o una norma de emisión, la zona de afectación debe reducirse a cero para atribuirle como beneficio la totalidad de la pérdida estimada. La complejidad radica en determinar cuánto se reduce el área de afectación para los modelos con modelación o qué fracción de la pérdida total se recupera para los modelos con distancia. Segundo, en comparación a la modelación, el indicador de distancia no considera la meteorología ni el tamaño de la fuente. Por lo tanto, el valor estimado es el asociado al tamaño de fuente y meteorología promedio de Lota y Coronel. Si se desea ocupar este valor en otra localidad los dos factores más relevantes a comparar son las tasas de emisión de la planta y la meteorología del lugar. Tercero, para lugares que cuenten con modelaciones es preferible ocupar los modelos para ese indicador. En estos casos sería una buena práctica evaluar la pérdida ocupando los coeficientes de los tres modelos para sensibilizar los resultados generando un intervalo de confianza a partir de las estimaciones existentes. Finalmente, un ejercicio de transferencia de beneficios debiera incorporar cambios en los precios promedio de las viviendas, así como también en el tipo de contaminante y área de influencia.

8. Conclusiones

El presente estudio tiene como objetivo generar información base para evaluar el impacto de la desamenidad causada por olores provenientes de plantas de procesamientos de productos hidrobiológicos, en el precio de las viviendas ubicadas en los alrededores de dichas plantas, y que se vean afectadas por dichos olores, mediante la metodología de valoración económica de precios hedónicos.

El presente informe contiene el resultado de la revisión de literatura nacional e internacional de precios hedónicos, la cual se enfocó en estudios asociados al impacto de malos olores en el precio de viviendas, para así identificar características relevantes de las viviendas y los receptores de olores incorporadas en este tipo de análisis. A partir de la revisión realizada, y de un análisis de las variables más utilizadas y que han obtenido resultados significativos en la mayor cantidad de estudios, se realiza una propuesta de las variables a ser utilizadas en este ejercicio de valoración.

Junto con lo anterior, se realizó una revisión de las principales fuentes de información disponibles para cada tipo de variable de la función hedónica, encontrándose múltiples fuentes de información para los niveles de olor, los precios de las viviendas y las variables de control. Se propone utilizar todas las fuentes de información identificadas, según dónde se encuentre la información más completa para cada zona de interés y complementando con otras fuentes en la medida de lo necesario. La excepción a esto es el uso de los avalúos del SII como fuente de información para el precio de las viviendas, la cual se decide no utilizar por sus limitaciones y por la posibilidad de obtener estos antecedentes a partir de las ofertas de portales inmobiliarios y de las inscripciones de compraventa de los conservadores de bienes raíces.

Una vez definidas y consensuadas las fuentes de información, se procedió al levantamiento de los antecedentes necesarios para cada comuna. Se realizó una priorización de las ciudades con plantas procesadoras de productos hidrobiológicos en zonas urbanas donde la implementación de la regulación en elaboración tenga una mayor población potencialmente beneficiada. En el caso de Coronel y Lota, se levantaron los antecedentes de precio de las viviendas a partir de las inscripciones de compraventa de propiedades en conservadores de bienes raíces, mientras que para Iquique se obtuvieron los antecedentes de precio a partir de portales inmobiliarios. A la vez, se realizó el levantamiento de información de todas las otras variables a ser incorporadas en la función hedónica.

Con modelos log-lineal se encontró el descuento implícito en precio de una vivienda asociado a estar ubicada en una zona de impacto. En Iquique se encontró que estar ubicado en una zona con P99.5 mayor a 1 ou/m^3 está asociado a una disminución de 7.23% en el precio de la vivienda. En Coronel por su parte, estar ubicado en una zona con P99.5 mayor a 3 ou/m^3 está asociado a una disminución de 51.38% en el precio de la vivienda. También se encontró una función general ocupando como indicador de olor distancia a la fuente emisora en las ciudades de Lota y Coronel, se observó que estar ubicado a menos de 2 kilómetros de una planta está asociado a una

disminución de 29.81% en el precio de la vivienda. Por último, ocupando los resultados obtenidos de los modelos de Iquique y Coronel, y la cantidad de viviendas para cada zona de influencia según el Censo 2017, se estimó una pérdida de valor económico asociada al olor de 14,416,136 UF en Coronel y 9,312,664 UF en Iquique.

Los resultados se asemejan a valores encontrados en la literatura, sin embargo, este tópico no está del todo desarrollado por lo que todavía se encuentran resultados muy disímiles. Las pérdidas encontradas son considerables, pero también presentan intervalos de confianza amplios. Esto refuerza la idea de que una eventual regulación podría traer grandes beneficios, pero que se necesita más investigación para cuantificarlos de manera robusta.

Por una parte, se debe levantar información sistemática y con un criterio de diseño experimental respecto de la percepción actual y pasada de olores de los habitantes. Esto permitirá mejorar la modelación y definir las áreas de influencias. Por otra parte, se podría definir un levantamiento sistemático y de mayor duración del valor de las propiedades en todas las zonas expuestas, que ayudara a generalizar los resultados obtenidos en este estudio.

Los resultados de este estudio son de utilidad para la futura realización del AGIES de una posible regulación de olores del rubro centros de cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos, tanto si se trata de una norma de calidad del aire o una norma de emisión. En el caso de que se trate de una norma de emisión, se dificulta la evaluación del impacto que esta tendría sobre la concentración de olor. De todos modos, en ambos casos, cabe recordar que para la estimación del beneficio que se debe estimar cómo la normativa afectaría la percepción de las personas sobre el nivel de olor, lo que dependiendo de la definición de la norma a ser evaluada puede conllevar cierta dificultad.

9. Bibliografía

- Batalhone, S., Nogueira, J., & Mueller, B. (2002). Economics of Air Pollution : Hedonic Price Model and Smell Consequences of Sewage Treatment Plants in Urban Areas. *Série Textos Para Discussão*, (234), 30. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.197.6619&rep=rep1&type=pdf>
- Bender, B., Gonberg, T. J., & Hwang, H.-S. (1980). Choice of Functional Form and the Demand for Air Quality. *The Review of Economics and Statistics*, 62(4), 638–643.
- Bu, X. Q., Zhang, L., & Wen, H. Z. (2013). The Application of Box-Cox Transformation in Selecting Functional Form for Hedonic Price Models. *Applied Mechanics and Materials*. Retrieved from <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.357-360.2869>
- ClioDinamica Consulting. (2021). *Levantamiento de encuesta para la estimación de beneficios ambientales para regulación de olores del rubro centros de cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos*.
- Cropper, M. L., Deck, L. B., & Mc Connell, K. E. (2019). On the choice of functional form for hedonic price functions. *Revealed Preference Approaches to Environmental Valuation, I and II*, 151–158. Retrieved from <https://doi.org/10.2307/1935831>
- Eshet, T., Baron, M. G., Shechter, M., & Ayalon, O. (2007). Measuring externalities of waste transfer stations in Israel using hedonic pricing. *Waste Management*, 27(5), 614–625. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.03.021>
- Eyckmans, J., De Jaeger, S., & Rousseau, S. (2013). Hedonic Valuation of Odor Nuisance Using Field Measurements: A Case Study of an Animal Waste Processing Facility in Flanders. *Land Economics*, 89(1), 53–75. <https://doi.org/10.3368/le.89.1.53>
- GreenLab Dictuc S.A. (2021). *Antecedentes para la Elaboración de Análisis Económico de la Norma de Emisión de Olores para el Sector de Procesamiento de Recursos Hidrobiológicos*.
- Humanitarian Data Exchange. (n.d.). Chile: High Resolution Population Density Maps + Demographic Estimates. Retrieved October 10, 2021, from <https://data.humdata.org/dataset/chile-high-resolution-population-density-maps-demographic-estimates>
- Instituto Nacional de Estadísticas. (2017). Censo 2017. Retrieved from <http://www.censo2017.cl/>
- Kueth, T. H., Foster, K. A., & Florax, R. J. G. M. (2008). *A Spatial Hedonic Model with Time-Varying Parameters: A New Method Using Flexible Least Squares*. Retrieved from <https://ageconsearch.umn.edu/record/6306/files/467673.pdf>
- López Oliveros, I., & Garcia Estevez, R. E. (2006). *VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CONTAMINACIÓN POR OLORES EN EL AREA DE INFLUENCIA DEL RELLENO SANITARIO EL CARRASCO: UNA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS*. Retrieved from <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2006/121827.pdf>
- Mardones, C. (2006). Impacto de la percepción de la calidad del aire (percepción de malos olores) sobre el precio de las viviendas en Concepción-Talcahuano, Chile, 43. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/5128547_Impacto_de_la_Percepcion_de_la_Calidad_del_Aire_sobre_el_Precio_de_las_Viviendas_en_Concepcion-Talcahuano_Chile
- Melo, O., Buzeta, J. E., & Marshall, M. B. (2005). Determinantes del Precio del Vino en el Mercado

- Chileno: Un Estudio de Precios Hedónicos. *Economía Agraria*, 44(1), 24–31.
<https://doi.org/10.2320/materia.44.24>
- Milla, K., Thomas, M. H., & Ansine, W. (2005). Evaluating the effect of proximity to hog farms on residential property values: A GIS-based hedonic price model approach. *URISA Journal*, 17(1), 27–32. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/298343292_Evaluating_the_effect_of_proximity_to_hog_farms_on_residential_property_values_A_GIS-based_hedonic_price_model_approach
- Muhammad, I. (2017). Disamenity impact of Nala Lai (open sewer) on house rent in Rawalpindi city. *Environmental Economics and Policy Studies*, 19(1), 77–97.
<https://doi.org/10.1007/s10018-015-0136-z>
- Nahman, A. (2011). Pricing landfill externalities: Emissions and disamenity costs in Cape Town, South Africa. *Waste Management*, 31(9–10), 2046–2056.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2011.05.015>
- Palmquist, R. B. (1984). Estimating the Demand for the Characteristics of Housing. *The Review of Economics and Statistics*, 66(August), 394–404.
- Rasmussen, D., & Zuehlke, T. (1990). On the choice of functional form for hedonic price functions. *Applied Economics*, (22), 431–438. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/000368490000000002>
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82, 34–55.
- Saphores, J.-D., & Aguilar-Benitez, I. (2005). Smelly local polluters and residential property values: A Hedonic analysis of four orange county (California) Cities.
- SII. (n.d.). Cartografía Digital SII Mapas. Retrieved from <https://www4.sii.cl/mapasui/internet/#/contenido/index.html>
- Van Broeck, G., Bogaert, S., & De Meyer, L. (2009). Monetary valuation of odour nuisance as a tool to evaluate cost effectiveness of possible odour reduction techniques. *Odours and VOCs: Measurement, Regulation and Control Techniques*, 31, 42.
- Vannucci, V., & Torsello, L. (2006). Le emissioni odorigene: una valutazione economica.

10. Anexos

10.1 Anexo 1: Clasificación de variables en estudios de precios hedónicos

De los 12 estudios de precios hedónicos levantados, se identificaron 121 variables diferentes evaluadas en diferentes modelos. A partir de estas variables se generaron 12 clasificaciones para agrupar variables y se dejó una clasificación de “Otros” para aquellas que no calzaban con ninguna de las otras. La Tabla 10-1 muestra el detalle de las clasificaciones realizadas.

Tabla 10-1 Clasificaciones de variables levantadas

Clasificación	Variable específica		
Antigüedad vivienda	Antigüedad de la casa		
	Año		
	Año de construcción		
	Edad al cuadrado		
	Edad de la casa		
Área verde	Área verde		
	Césped		
	Distancia al parque más cercano		
	Jardín		
	Parque		
	Plaza		
Barrio	Delitos violentos y contra la propiedad por cada 1,000 residentes		
	Distancia a salida de autopista		
	Distancia a Concepción		
	Distancia a Talcahuano		
	Región de estudio		
	Seguridad		
	Ubicación con respecto a las comunidades rurales restantes		
	Ubicación con respecto a las dos ciudades más grandes del condado		
Características de la población	Porcentaje de ciudadanos belgas por sector y municipio.		
	Estrato/grupo socioeconómico		
	Índice de rendimiento académico ponderado (AP I) para escuelas		
	Renta per cápita de la población residente en el área de estudio		
Características de la vivienda	Número de piezas	Piezas	
		Número de piezas	
		Número de dormitorios	
	Ascensor	Ascensor	
	Número de pisos	Cantidad de pisos	
		Niveles	
	Calefacción central	Calefacción central	
	Baños	Baños	
	Tipo de vivienda	Casa móvil (sí o no)	
		Tipo (departamento o casa)	
		Vivienda formal o informal	
	Características físicas y estructurales de la vivienda	Características físicas y estructurales de la vivienda	
		Chimenea	
		Número de muros comunes (compartidos con otra propiedad)	
		Tipo de cubierta del techo	
	Tipo de muro exterior		
Otros	Piscina		

Clasificación	Variable específica
	Sala de estar
	Sala de TV
	Segunda vivienda en la propiedad
Cercanía a diferentes servicios	Carnicería
	Distancia a hospital
	Distancia a escuela
	Distancia a supermercado
	Distancia al mar
	Farmacia
	Otros servicios
	Panadería
	Posibilidad de acceder a servicios (escuela, transporte, supermercado, etc.)
Cercanía a fuente de olor	Índice Cerdos en granja/Distancia a granja
	Distancia al alcantarillado
	Anillo de distancia al alcantarillado
	Cuadrado de distancia alcantarillado
	Datos de los contaminadores (geolocalización de la lista de industrias contaminadoras)
	Distancia a fuente de olor
	Distancia a la planta de tratamiento
	Distancia a operaciones de alimentación de animales confinados ("CAFOs")
	Distancia desde el vertedero
	Distancia entre la casa y la fuente del olor
	Se ubica en el área de influencia del relleno sanitario el Carrasco
Zona de distancia a fuente de olor	
Estacionamiento	Estacionamiento
	Garajes
Olor	Alcantarillado abierto
	Concentración de olor
	Concentración de olor: zonas cualitativas
	Mal olor
	Nivel de olor
Otros	Base de impuesto a la propiedad (estimado)
	Fecha de venta
	Venta pública o privada
Renovación	Estado de la casa
	Fecha de renovación
	Renovación
Tamaño terreno	Acres de tierra
	Área exterior
	Lote
	Tamaño del lote
	Tamaño propiedad
Tamaño vivienda	Área
	Área habitable
	Área interior
	Pies cuadrados terminados
	Superficie (m ²)
	Tamaño casa

Fuente: Elaboración propia

10.2 Anexo 2: Diferencia entre precio y avalúo fiscal

Ocupando los datos levantados en el Conservador de Bienes Raíces de Lota se comparó el valor de transacción de una vivienda y su avalúo fiscal. En la Figura 10-1 se puede observar que, si bien una buena parte de los precios se encuentran cercanos a su avalúo, existe una heterogénea dispersión con más registros por sobre el avalúo que por debajo.

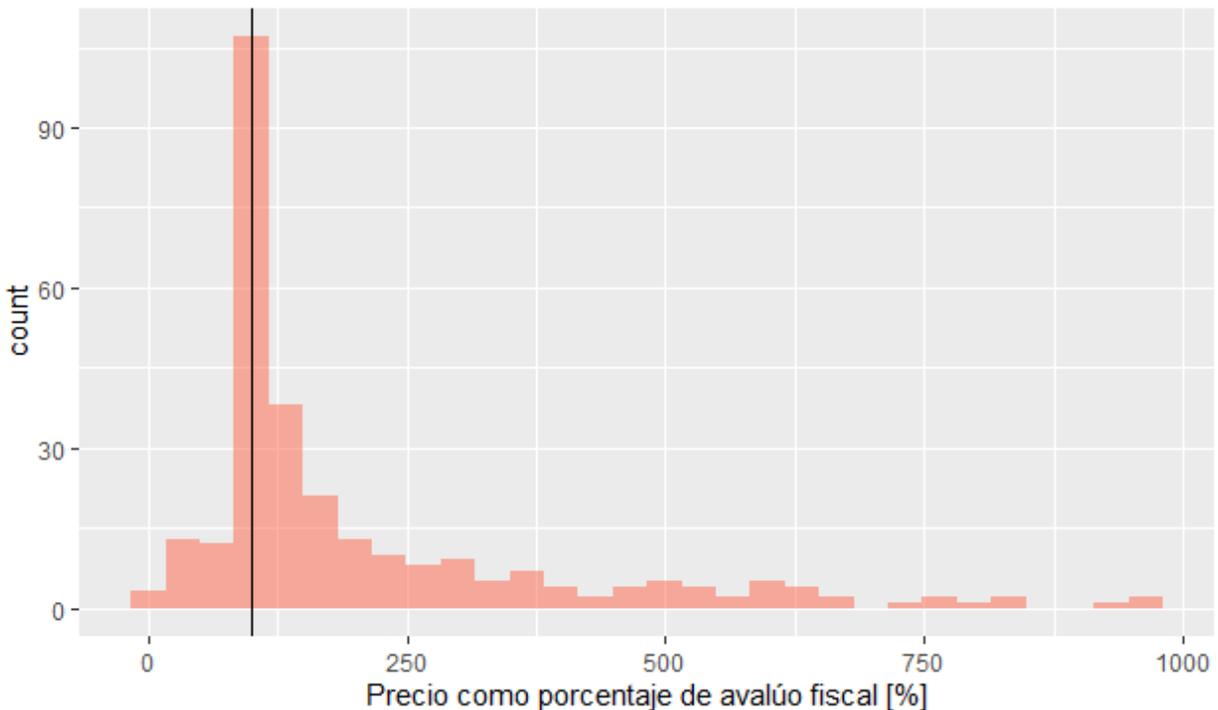


Figura 10-1. Comparación precio de venta y avalúo fiscal 2020 y 2021 comuna de Lota.

Fuente: Elaboración propia en base a Conservador Lota y SII (2021).

10.3 Anexo 3: Contactos conservadores de bienes raíces

En la Tabla 10-2 presentada a continuación se detallan los principales antecedentes de los conservadores de bienes raíces de las comunas de interés para este estudio donde las plantas se encuentran en zonas urbanas.

Tabla 10-2 Contactos de conservadores de bienes raíces

Comuna	Nombre Conservador	Mail	Teléfono	Dirección
Arica	Fernando Manterola Salas	secretaria@conservadorarica.cl	58 2 232704 58 2 231789 58 2 251463	Bolognesi 306, Arica
Iquique	Mariangela Petrillo Salinas	contacto@conservadoriquique.cl	57 2 416317 57 2 421416	Eleuterio Ramírez Nro. 1597, Iquique

Caldera	Carolina Moreno Jashes	notariayconservadorcaldera@gmail.com	52 231 6481	Edwards N°450, Caldera
Coquimbo	Cecira Figari Rojas	secretaria@conservadorcoquimbo.cl	51 2 325537 51 2 325368 51 2 324783	Alcalde 430, Coquimbo
San Antonio	Boris Osnovikoff	info@cbrsanantonio.cl	35 2 287261 35 2 292842	I. Concepción 436, Lolleo, San Antonio
Coronel	Nelson Gutiérrez González	info@conservadorcoronel.cl	41 2 711126	Los Carreras 284, Coronel
Lota	Ximena Andrea Ulsen Rivas	fabiola@notarialota.cl	41 2 876277 41 2 877517	Arturo Prat 112, Segundo Piso, OF.6 y 7, Lota
Talcahuano	Valentina Salvo Oviedo	cbrt.consultas@gmail.com	41 2 589383	Avenida Cristóbal Colón N° 3140, Talcahuano
Corral (Valdivia)	Teodoro Croquevielle Brand	cbr@cbrvaldivia.cl	63 2 213723 63 2 213219	Arauco #440, Valdivia
Osorno	Oscar Aníbal Henríquez Marino	cbr@conservadorosorno.cl	64 2211000 64 2211020	Francisco Bilbao 939, Osorno
Aysén	Lorgio O ate Herrera	notariaysen@gmail.com	67 2 335639 67 2 332146	Sargento Aldea N 1197 Puerto Aysén

Fuente: Elaboración propia

10.4 Anexo 4: Código de calidad SII

En la Tabla 10-3 se muestran los códigos de calidad ocupados en el Catastro de Bienes Raíces del Servicio de Impuestos Interno.

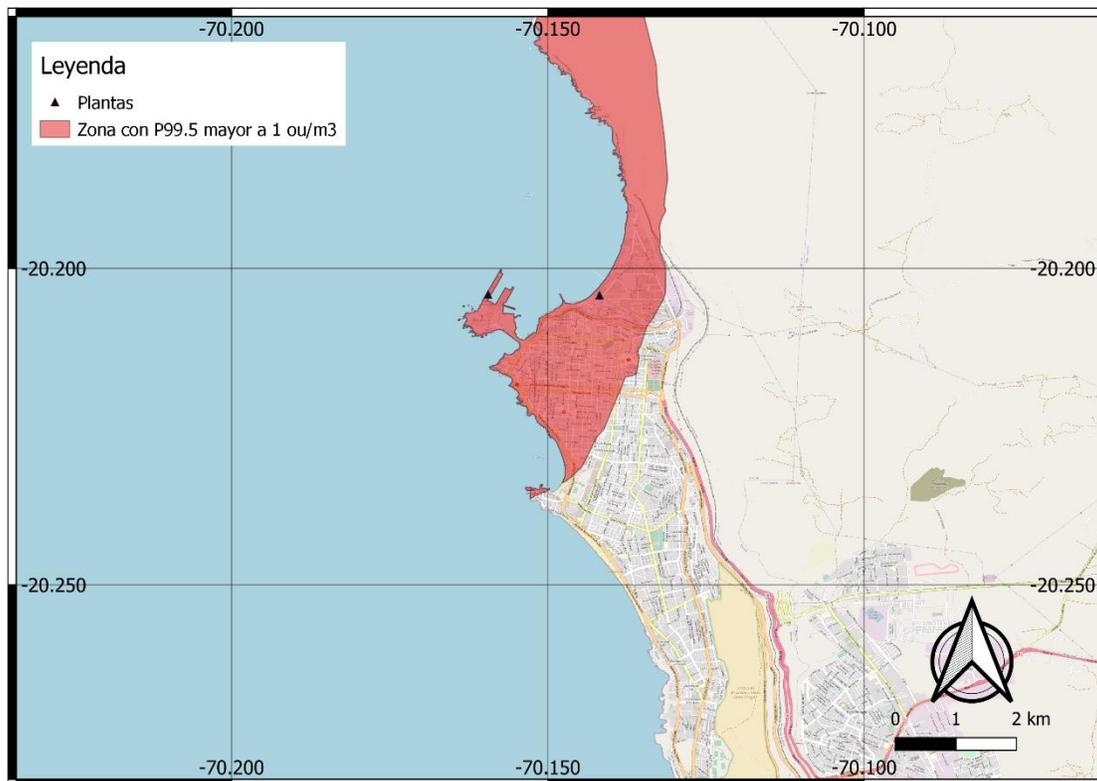
Tabla 10-3 Código de calidad de la línea de construcción (calidad_SII)

1	Superior
2	Media Superior
3	Media
4	Media Inferior
5	Inferior

Fuente: SII

10.5 Anexo 5: Zonas de influencia utilizadas en los modelos

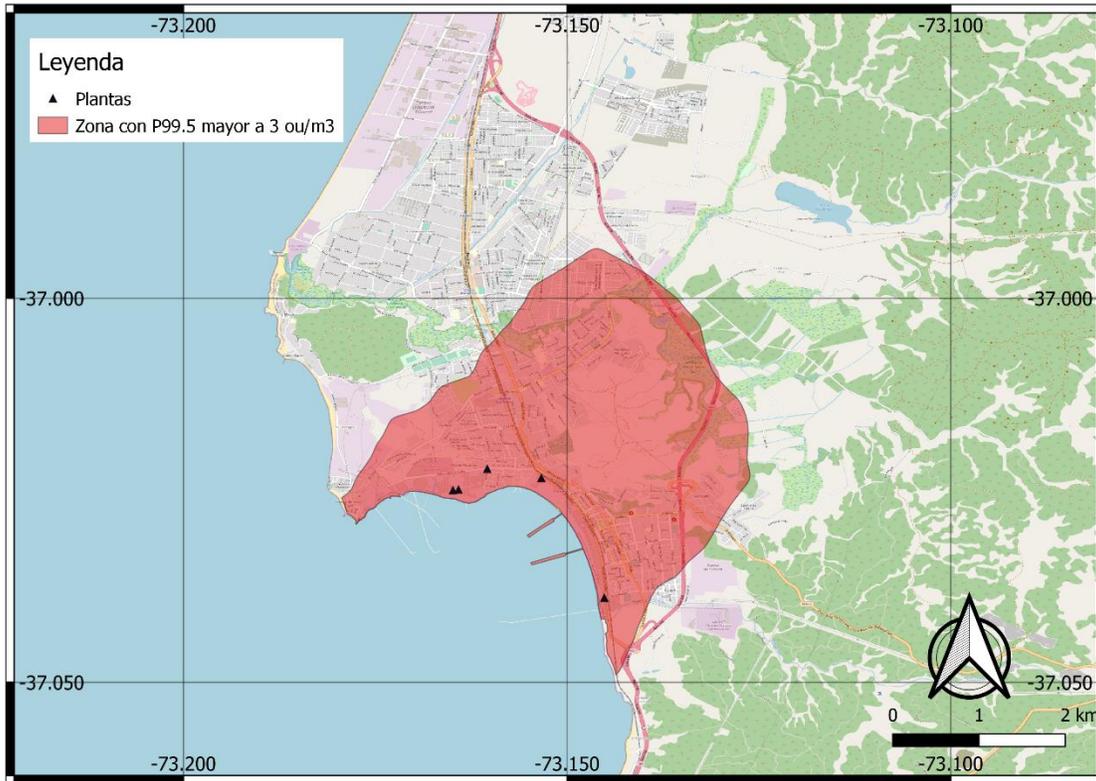
En las siguientes Figura 10-2 y Figura 10-3 se presenta el área de influencia considerada en las funciones desarrolladas para Iquique y Coronel, respectivamente.



Nota: Utilizando manzanas del Censo el área considerada sumaría un total de 18,642 viviendas

Figura 10-2 Área de influencia considerada para la función de precio en Iquique

Fuente: Elaboración propia a partir de (GreenLab Dictuc S.A., 2021)



Nota: Utilizando manzanas del Censo el área considerada sumaría un total de 15,732 viviendas

Figura 10-3 Área de influencia considerada para la función de precio en Coronel
Fuente: Elaboración propia a partir de (GreenLab Dictuc S.A., 2021)