



Rellenos sanitarios en contextos insulares. Desafíos en el archipiélago de Chiloé, desde una aproximación espacial y normativa

Sanitary landfills in island contexts. challenges in the Chiloé archipelago, from a spatial and normative approach

Historial del Artículo

Recibido:

8 de junio de 2023

Revisado:

21 de noviembre de 2023

Aceptado:

12 de diciembre de 2023

Francisco Almonacid-Vidal^a, Francisco Maturana^b, Fernando Peña-Cortés^c,
Álvaro Román^d

^a Filiación: Universidad Austral de Chile. Correo: f.almonacidvidal@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6065-9327>

^b Filiación: Universidad Austral de Chile. Correo: francisco.maturana@uach.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3963-5807>

^c Filiación: Universidad Católica de Temuco. Correo: fpena@utc.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0489-1555>

^d Filiación: Universidad de Los Lagos. Correo: alvaro.roman@ulagos.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5602-6734>

Palabras clave

archipiélago de Chiloé,
evaluación multicriterio, lógica
difusa, rellenos sanitarios

RESUMEN

El aumento de la población, la producción y el consumo excesivo han llevado a una generación masiva de residuos, lo que satura los sistemas de eliminación. En las islas esta situación es aún más crítica debido a las limitaciones de espacio, economía, recursos naturales y humanos. En el archipiélago de Chiloé se identificaron 74 sitios potenciales para la eliminación de residuos mediante una evaluación multicriterio basada en la lógica difusa y utilizando el Sistema de Información Geográfica ArcMap 10.3. Solo nueve de los sitios presentan el área necesaria para atender la producción de residuos en relación con la población, lo que pone de manifiesto una crisis espacial en la disposición final de residuos en el territorio. La investigación identifica los sitios óptimos para la eliminación de residuos, siguiendo la normativa vigente y las consideraciones de la CEPAL.

Keywords

Chiloé archipelago, fuzzy logic,
multi criteria evaluation, sanitary
landfills

ABSTRACT

The increase in population, production and excessive consumption have led to a massive generation of waste, which has saturated disposal systems. On the islands, this situation is even more critical due to the limitations of space, economy, natural and human resources. In the Chiloé archipelago, 74 potential sites for waste disposal were identified through a multi-criteria evaluation based on fuzzy logic and using the ArcMap 10.3 Geographic Information System. Only 9 of the sites present the necessary area to attend to the production of waste in relation to the population, which reveals a spatial crisis in the final disposal of waste in the territory. The investigation identifies the optimal sites for waste disposal, following current regulations and ECLAC considerations.

Introducción

En la actualidad el alto poblamiento, demanda de recursos y por lo tanto elevados procesos de producción e incremento del consumo han desencadenado un aumento en la explotación de los recursos naturales y procesos que impactan al medio (Castellanos, 2007; Delgado, 2013). En este sentido, el modelo económico con el cual se desarrolla una sociedad determina la forma en que se vinculan los medios humano y ambiente, elementos que se pueden evidenciar a diferentes escalas según lo propuesto por Noel Castree en la noción de “la neoliberalización de la naturaleza” que expresa cómo el modelo rige y transforma las interacciones humanas con esta (Durand, 2014).

La economía global regularmente opera en un modelo lineal siguiendo un esquema de “tomar, hacer y desechar” (Ministerio del Medio Ambiente, 2021), lo que, en complemento con los elevados procesos de producción, aumento poblacional, la creciente demanda de productos y la obsolescencia programada de estos, estarían propiciando un clima que favorece la producción indiscriminada de residuos.

En el escenario mundial se destacan los inconvenientes relacionados con la magnitud de residuos, donde diariamente se generan toneladas de desechos arrojados a las superficies terrestres y acuáticas sin ningún tipo de tratamiento ni manejo previo, produciéndose graves e irreversibles consecuencias al medio (Avendaño, 2015). En efecto, Hoornweg & Bhada-Tata (2012) proyectaban un aumento en la generación de residuos la cual tendería a duplicarse desde 1.300 Millones de Tn/año a 2.200 Millones para el 2025.

Los residuos pueden entenderse como un bien, artefacto o materia la cual después de prestar sus servicios, aún posee características aprovechables (Ministerio del Medio Ambiente, 2021). Dada las distintas actividades que la sociedad realiza, diferentes son los tipos de residuos generados, existen residuos sólidos urbanos, residuos agrarios, clínicos, radioactivos, peligrosos, no peligrosos, entre otros. En tal sentido al referirnos a residuo se percibe una gestión integral, siendo separados, clasificados y almacenados de forma ordenada para ser reaprovechados (Bernache, 2006).

Para el caso chileno, la complejidad en torno a los residuos ha sido similar. Según el informe anual del medio ambiente del 2009 (INE, 2009), en tal año se alcanzó una producción municipal de 6,5 millones de toneladas de residuos de un total de 16,9 de estos. Para el año 2017 la generación de

residuos municipales se eleva a 8,1 millones toneladas de un total de producción de residuos anual cercano a los 23,1 millones de toneladas (SINIA, 2019). De esta manera, entre tal periodo se evidenció un aumento del 24,6% de residuos producidos y recolectados efectivamente por las municipalidades y un 36% los residuos totales producidos a nivel nacional.

Frente a tal escenario de mayor producción, incremento del consumo y necesidades de vivienda, se complejiza la determinación de lugares óptimos para la localización de sitios de disposición final (Ramírez Cáceres, 2015), donde históricamente el problema de los residuos ha sido su eliminación, dado que su proximidad resulta molesta (Benítez Gonzága, 2012), particularmente, al poder generar efectos nocivos para el medio ambiente y la salud de los y las habitantes (Köfalusi & Aguilar, 2006). Las consecuencias y alteraciones que se producen por estos sitios comprenden desde el umbral de lo medioambiental hasta lo social y han sido descrito ampliamente por Bernache (2006), Köfalusi & Aguilar (2006), Bernache (2012), Guerrero (2001), SUBDERE (2018) y MMA (2018).

Los efectos adversos que pueden generar estas instalaciones no deseadas son: flujo o infiltración de lixiviados, emisiones de gases, aumento de fauna nociva, incendios y modificación del paisaje. Los episodios de contaminación y exposición suelen estar asociados a un grupo social en específico que por lo general corresponde al tramo de menores ingresos (Ramírez Guevara, 2015). Debido a esto es que emergen movimientos de oposición a la instalación de este tipo de infraestructura bajo la consigna de justicia ambiental, donde las cargas ambientales deben estar distribuidas de manera justa entre los distintos grupos sociales.

En tal contexto, el país ha realizado esfuerzos en el marco legal, los cuales tienen sus inicios en 1968 con el Código Sanitario, buscando establecer las condiciones óptimas en pro de la salud de la población (González Peñaloza, 2017). Desde entonces se han promulgado nueve insumos políticos más que norman la producción, responsabilidad, transporte, reducción y disposición final de estos (desde el DSN 658 en 1992 a la Ley No. 21.074).

Sin duda, un elemento político con mayor relevancia frente al emplazamiento de rellenos sanitarios dentro de la legislación chilena corresponde al D.S. N° 189 del Ministerio de Salud, el cual regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios entregando lineamientos para su emplazamiento, funcionamiento y cierre. Si bien se ha avanzado en políticas que buscan la reducción en la producción de residuos y el fomento de la

valorización, en lo que respecta a los sitios de disposición final no se ha experimentado mayor evolución. El decreto que norma la localización y funcionamiento de rellenos sanitarios se genera de forma excluyente de los territorios en su arista socioambiental, lo que relativiza las variables de importancia para la localización de rellenos.

Por otro lado, en 2018 se promulgó la Ley N° 21.074 de Fortalecimiento de la regionalización del país, donde en materia de residuos sólidos domiciliarios se integran dentro de los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial. Este instrumento deberá, bajo iniciativa del Gobierno Regional, determinar macrozonificaciones para infraestructura de saneamiento ambiental mediante un proceso vinculante con las comunidades.

Vulnerabilidad y fragilidad en territorios insulares

Los territorios insulares demandan una mirada aún más crítica de la gestión de residuos y su disposición, pues son de una mayor complejidad al momento de ser intervenidos, dado que presentan contextos geográficos muchas veces con posibilidades limitadas en términos de espacio, economía, recursos naturales y humanos (Dhindaw, 2004). En ese sentido, la capacidad de carga resulta fácilmente comprometida cuando no se consideran las interacciones entre funciones ni los impactos que genera la construcción de nueva infraestructura, como ocurre con la intensificación en el tránsito o el aumento de población que ello apareja.

Además, normalmente los residuos que se generan en tales territorios no emanan exclusivamente de la población que ahí reside, sino que también de la población flotante (González Peñaloza, 2017). En este sentido, el turismo por ejemplo implica fuertes presiones por los flujos estivales, consumo del suelo, agua y energía, además de la degradación de paisaje por edificación de infraestructura demandante y el aumento en la producción de residuos (Bergamini et al., 2021; Santamarta, 2014).

A diferencia de los sistemas urbanos continentales las limitaciones de espacio implican que las respuestas de gestión de residuos oscilen entre la exportación de residuos y la baja rentabilidad. Las alternativas de generación de energía ofrecen una salida de aprovechamiento de los residuos, pero también suponen una tensión entre su tratamiento y disposición y la emisión de gases contaminantes (Howell & Fielding, 2019). En conjunto, las opciones de gestión de residuos amenazan la base física del territorio, el desempeño ambiental de un territorio que eventualmente no se hará cargo de sus residuos y fragmentan las posiciones

entre las comunidades aledañas y aquellas que se verán beneficiadas por alejar la gestión de residuos.

Es en este sentido que las islas y archipiélagos suelen ser vistos como laboratorios naturales, en los que pueden observarse de manera rápida y directa los resultados de las interacciones entre variables ambientales, económicas, sociales e institucionales (Kelman & Randall, 2018). Es un concepto que genera resistencias, pues supone un tratamiento injusto para estos territorios en dos sentidos. Por una parte, supone una escalabilidad lineal de los problemas que se pretende observar, contrastando con la necesidad de un abordaje pertinente y considerado de las particularidades de áreas que no necesariamente se comportan como el territorio continental (Lois, 2013; McCall, 1994). Por otra parte, refuerza una noción de predominio continental por sobre las islas, en el sentido de poner a estas últimas al servicio de las respuestas que deben ser generadas para el primero.

Bajo este marco, el archipiélago de Chiloé, Chile, se constituye como un escenario particular en tal problemática, al estar enfrentado a fuertes presiones por actividades industriales (pesquera) y turística, en un contexto de alto valor patrimonial y natural. Su población se ha incrementado de 130.389 en 1992 a 168.185 en 2017, a lo que se suma la población flotante, la cual según SERNATUR (2009) indicaba que al año 2009 se registraban 259.879 ingresos al archipiélago, los cuales aumentaron a 1.774.525 en el 2015.

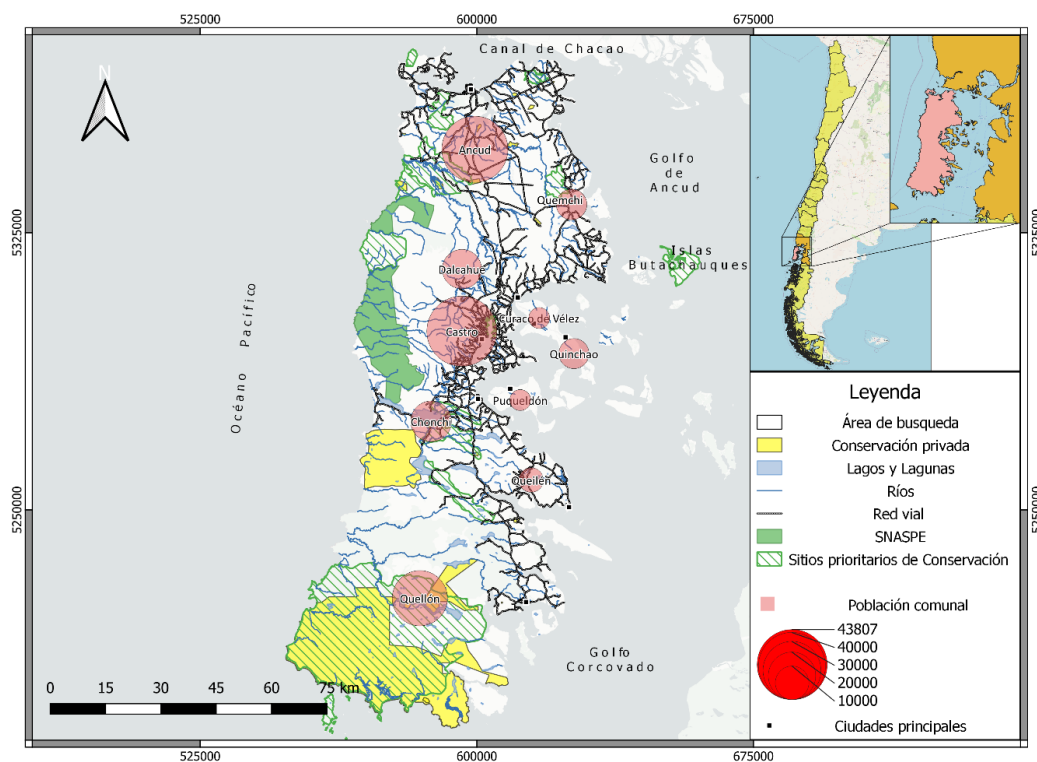
A lo anterior se suman las altas contribuciones de la industria del salmón y la revolución de tal actividad en el área (Bustos et al., 2019; Román, et al., 2015).

Bajo tal contexto, este artículo analiza posibles áreas de disposición final de residuos en el archipiélago de Chiloé basado en los insumos normativos vigentes y en el contexto de los desafíos que emanan de la planificación territorial, esto último circunscrito en la importancia que tendrán los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial establecidos en la Ley N° 21.074, donde la zonificación de estos emplazamientos tendrá un carácter de vinculante.

Área de estudio

El área de estudio está comprendida por la provincia de Chiloé, en la Región de los Lagos, se encuentra separada del continente por el canal de Chacao al Norte y el golfo del Corcovado al sur (Figura 1). El área consta de 10 comunas y presenta un área de 8.394, además la provincia

Figura 1. Cartografía del área de estudio



Fuente: elaboración propia.

cuenta con una población 168.185 habitantes y representa una densidad de 18,3 Hab/Km².

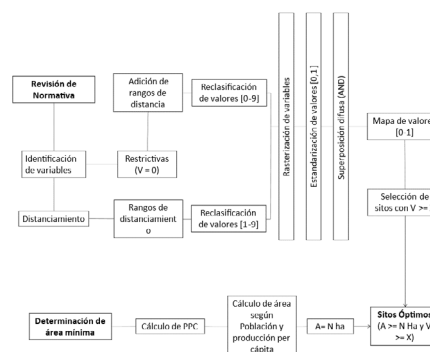
Para efectos del presente artículo el área de estudio es en concreto la totalidad de la provincia, pero se reduce el área de búsqueda a la isla grande de Chiloé.

Materiales y método

Este artículo presenta un método de tipo cuantitativo y tiene un enfoque correlacional. Su objetivo fue identificar alternativas para la localización de un relleno sanitario a través del análisis de múltiples variables. La metodología se dividió en tres grandes etapas apreciable en la Figura 2.

En la primera etapa se identificaron las variables que afectan la localización de un relleno sanitario. Se utilizaron insumos normativos vigentes, principalmente el D.S N° 189, y se complementaron con las recomendaciones de la “Guía general para la gestión de residuos” (Rondón Toro et al, 2016) de impulsada por el Ministerio de Desarrollo Social y la CEPAL en 2015 dada la complejidad del territorio insular.

Figura 2. Síntesis metodológica (A= área, V= valor).



Fuente: elaboración propia.

En la segunda etapa se establecieron criterios para las variables identificadas, considerando si eran restrictivas o de distanciamiento, y se determinaron sus aptitudes intrínsecas y distancia mínima. Se empleó una escala de valores propuesta por Asif et al. (2020) para representar los factores de localización y restricción con valores que fluctúan entre 0 y 9, donde cero identifica las zonas de restricciones y en valores ascendentes una mayor aptitud

de la variable para la localización. Consecuentemente se extrajo la información georreferenciada de repositorios como la Infraestructura de Datos Geospaciales (IDE), Dirección General De Aguas (DGA), Biblioteca Nacional, SERNAGEOMIN.

En la tercera etapa se procesaron las variables en el Sistema de Información Geográfica ArcMap 10.3 y se representaron espacialmente los criterios establecidos. Se estandarizaron los valores de las variables mediante una función lineal _____

Primera etapa

Las variables que determinan o condicionan las posibles localizaciones de rellenos sanitarios se encuentran establecidas en el D.S N° 189 del Ministerio de Salud. En este se explicitan diferentes variables que se deben respetar sobre el sitio de los potenciales emplazamientos, expuestos en el Título II.

Fue posible identificar ocho variables en el D.S N° 189, las cuales buscan evitar daños a la población mediante el resguardo de nociones básicas, cuidando y respetando la existencia de curso y/o cuerpos de aguas, consideraciones físicas del terreno e infraestructura.

Las variables se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1
Resumen de variables extraídas del D.S N° 189

Variable	Tipo	Cácter
Curso o masa de agua	Física	Distanciamiento, 60 metros desde la crecida con un periodo de retorno de 100 años
Suelos saturados	Física	Restictivo, no emplazar
Fallas geológicas	Física	Restictivo, no emplazar
Viviendas o áreas pobladas	Antrópica	Distanciamiento, 1000 metros
Hospitales	Antrópica	Distanciamiento, 1000 metros
Cárceles	Antrópica	Distanciamiento, 1000 metros
Recintos educacio- nales	Antrópica	Distanciamiento, 1000 metros
Captación de agua	Antrópica	Distanciamiento, 600 metros

Fuente: elaboración propia a partir de D.S N° 189 del Ministerio de Salud.

Las variables extraídas de la normativa vigente presentan un carácter físico o antrópico dejando de lado la relevancia de la componente biológica del territorio. Dichos criterios están ausentes de características que permitan realizar un ejercicio de análisis territorial acorde a la complejidad insular del área estudiada. Es por este motivo que se considera que los criterios establecidos por el D.S N° 189 son insuficientes para poder identificar posibles sitios para la construcción de rellenos sanitarios en el archipiélago de Chiloé. Así, para generar un análisis conforme a la complejidad territorial, se buscaron recomendaciones o indicaciones que complementaran a las variables ya identificadas y permitan un mayor acercamiento al contexto insular.

Por lo anterior, para complementar el análisis y aproximarse a la complejidad del territorio se extrajeron variables que mencionan respecto a la construcción de rellenos sanitarios según la Guía general para la gestión de residuos domiciliarios del Ministerio de Desarrollo Social y CEPAL del 2016 (Tabla 3).

Segunda etapa

Para poder realizar la evaluación multicriterio mediante la superposición difusa fue necesario determinar los criterios para las variables identificadas en el objetivo anterior. A continuación, se presentan los criterios establecidos. No

Tabla 2
Variables identificadas en la "Guía general para la gestión de residuos domiciliarios"

Variable	Tipo	Criterio
Pendiente pronunciada	Física	Restictivo, no emplazar
Permeabilidad de Suelos Alta	Física	Restictivo, no emplazar
Fallas geológicas	Física	Distanciamiento, 200 metros o más
Sitios patrimoniales histórico, religioso o cultural	Antrópica	Restictivo, no emplazar
Aeródromos	Antrópica	Distanciamiento, 1500 metros
Aeropuertos	Antrópica	Distanciamiento, 3000 metros
Captación de agua	Antrópica	Restictivo, no emplazar
Áreas protegidas	Biológica	Restictivo, no emplazar

Fuente: elaboración propia, de acuerdo con "Guía general para la gestión de residuos domiciliarios".

se presenta un mapa para cada uno de ellos puesto que no era posible por motivos de extensión. Sin embargo, se deja uno a modo de muestra (Figura 4) para el caso del criterio de aeródromos.

Áreas pobladas

Las áreas pobladas son un punto de consideración importante a la hora de localizar un relleno sanitario. Su ubicación deberá tener el objetivo de generar el mínimo impacto sobre las poblaciones que rodean la infraestructura para disminuir los conflictos y problemas que desencadenan los malos olores o posibles casos de contaminación, como por ejemplo las fuentes de agua utilizada por estos centros poblados.

Recintos educacionales

Para el ejercicio de búsqueda de sitios óptimos para rellenos sanitarios se debe considerar infraestructura de servicios. Los recintos como jardines infantiles, párvulos, escuelas y colegios pueden verse afectados por malos olores si existen malas prácticas o regulaciones de la infraestructura, viéndose comprometido el correcto desarrollo de las actividades académicas, por lo cual es prudente que la localización de estas instalaciones no deseadas considere un distanciamiento que proteja a la población sensible de asiste a estos servicios. En este sentido, los establecimientos educacionales, según lo expuesto en el D.S N ° 189, deberán tener un área de restricción de 1000 m donde no se podrán localizar rellenos sanitarios.

Recintos de salud

Los servicios de salud cumplen un rol importante en la población por lo que su funcionamiento tiene que ser asegurado para que su población sensible no se vea afectada. Se generó un área de restricción la cual fue especificada en el D.S N ° 189 y se agregaron rangos de distancias, con valor de aptitudes ascendentes.

Zonas de interés turístico

El Ministerio de Economía, Fomento y Turismo ha establecido las Zonas de Interés Turístico para el desarrollo y planificación de un territorio que reúne características especiales de atracción el cual necesitan de su conservación y planeación para promover el desarrollo e inversiones (SERNATUR, 2022).

Tabla 3

Rangos y reclasificación de distancias para áreas pobladas dentro de los límites de estas

Rango	Reclasificación
0 - 200	1
200 - 500	3
500 - 1000	7
>1000	9

Fuente: elaboración propia a partir de Asif et al. (2020).

Tabla 4

Rangos y reclasificación de distancias para áreas pobladas

Rango	Reclasificación
0 - 200	1
200 - 500	3
500 - 1000	7
>1000	9

Fuente: elaboración propia a partir de Asif et al. (2020).

Tabla 5

Rangos y reclasificación de distancias para centros de salud

Rango	Reclasificación
0 - 200	1
200 - 500	3
500 - 1000	7
>1000	9

Fuente: elaboración propia a partir de Asif et al. (2020).

Tabla 6

Rangos y reclasificación de distancias para la Zona de Interés Turístico

Rango	Reclasificación
0 - 200	1
200 - 500	3
500 - 1000	7
>1000	9

Fuente: elaboración propia a partir de Asif et al. (2020).

En Chiloé se declaró una ZOIT, por lo cual se establece como criterio restrictivo. Además, con el fin de minimizar los posibles efectos adversos y entendiendo que es una zona de desarrollo, por lo cual existe presencia y uso continuo del espacio se establecieron rangos de distancia establecidos para la variable de áreas pobladas.

Aeródromos

Para resguardar el correcto funcionamiento de las estaciones aéreas, se debe considerar una zona de protección para estas instalaciones respecto a la localización de rellenos sanitarios. Los sitios de disposición final crean ambientes en los que se propicia la aparición de aves en el sector y directamente sobre estas infraestructuras, este hecho podría dificultar el funcionamiento de los aeropuertos y aeródromos debido al vuelo de las aves cerca de las estaciones áreas y aumentar la población de aves en el sector.

Áreas de protección de la naturaleza

Las áreas de protección son zonas importantes que están definidas para la conservación de la biodiversidad, procesos biológicos y especies amenazadas. El archipiélago de Chiloé posee diferentes tipos de conservación y son parte importante del territorio representando su valor natural que ha permitido crear parte de la identidad de la zona.

Tabla 7
Rangos y reclasificación de distancias para aeródromos

Rango	Reclasificación
0 - 3000	3
3000 - 13000	7
>13000	9

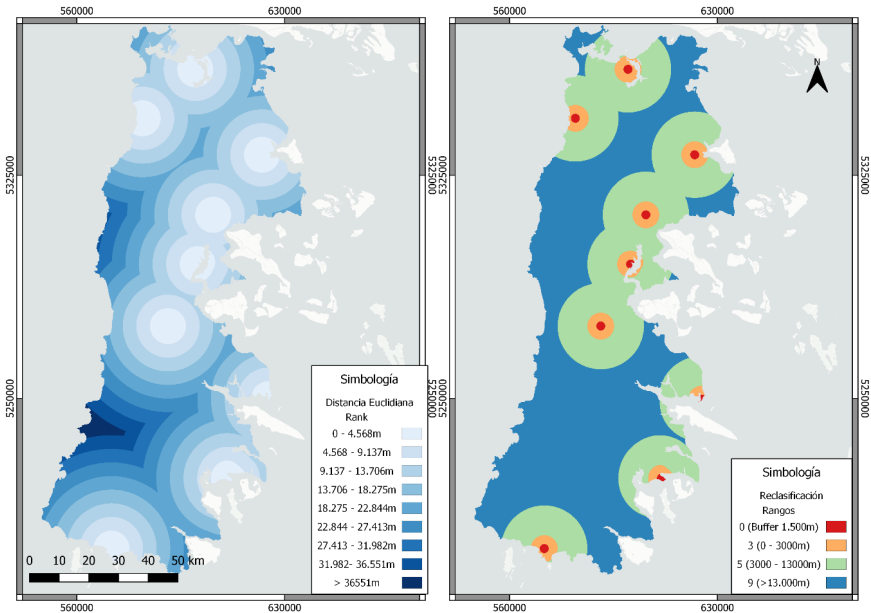
Fuente: elaboración propia a partir de Belalcázar (2019).

Tabla 8
Rangos y reclasificación de distancias para áreas protegidas

Rango	Reclasificación
0 - 500	1
500 - 1000	3
1000 - 2000	5
2000 - 5000	7
>5000	9

Fuente: elaboración propia a partir de Vidal et al. (2021).

Figura 4. Ejemplo en el procesamiento y reclasificación de distancias, variable aeródromos



Fuente: elaboración propia.

Tabla 9
Reclasificación de estructura vegetacional

Uso	Razón	Reclasificación
Minería industrial	Las zonas de minería se restringen en el DS N° 189.	0
Otros terrenos húmedos	Las zonas saturadas se restringen en el DS N° 189.	0
Ríos	Los cursos de agua se encuentran protegidos y restringido.	0
Turbales	Las turbas son suelos orgánicos saturados por lo que se restringen bajo lo establecido en el D.S N ° 189.	0
Vegas	Las vegas son terrenos cercanos a los cursos de agua por lo que podría generar episodios de contaminación por las crecidas.	0
Lago-laguna-embalse-tranque	Las masas de agua están restringidas en el D.S N ° 189 y se establecieron los criterios de protección con anterioridad.	0
Marismas herbáceas	Los humedales costeros son terrenos que no permiten el emplazamiento de rellenos sanitarios.	0
Cajas de ríos	Infraestructura fluvial, se restringe.	0
Ciudades-pueblos-zonas industriales	Las áreas pobladas y zonas industriales se encuentran restringidas bajo el D.S N ° 189.	0
Derrumbes sin vegetación	Los derrumbes son evidencia de los deslizamientos y por ende presentan una zona de riesgo para la instalación.	0
Playas y dunas	No es factible la localización en este tipo de suelo, por sus limitaciones y riesgo que suponen.	0
Bosque nativo	El bosque nativo supone un gran valor de conservación para la zona, además requieren una alta inversión para la habilitación del sitio.	1
Vegetación herbácea en orilla	La vegetación herbácea es de fácil remoción, pero su condición de orilla complejiza su aptitud.	3
Bosque mixto	La existencia de especies exóticas y nativas disminuyen la relevancia del uso, pero contiene un alto valor de inversión para la habilitación.	3
Matorral arborescente	Es una estructura vegetacional.	5
Ñadis herbáceos y arbustivos	Si bien esta presenta vegetación de fácil remoción, es posible encontrar alta saturación por lo que disminuye la factibilidad de localización.	5
Otros terrenos sin vegetación	Los terrenos desprovistos de vegetación disminuyen los gastos de construcción, pero dependen de sus características físicas.	5
Plantaciones	Las plantaciones de especies exóticas no presentan una gran relevancia de conservación para la zona, pero significan un alza en el costo de construcción.	5
Terrenos de uso agrícola	Suelos que en general presentan buenas aptitudes para la localización, pero debido al uso agrícola y su importancia en la zona se complica su utilización.	5
Matorral	Predominancia de vegetación de matas y arbustos, por lo que su remoción y habilitación del sitio es de bajo costo.	7
Matorral-pradera	Una pradera que considera la presencia de especies arbustivas se convierte en una buena opción para la localización.	9
Praderas	Las praderas desprovistas de vegetación arbustiva y arbórea son una buena opción ya que disminuyen los costos de habilitación del sitio para la operación y construcción.	9
Afloramientos rocosos	Los afloramientos son un suelo impermeable que sería una buena opción.	9

Fuente: elaboración propia.

Con el fin de resguardar estas áreas de protección se restringió el emplazamiento sobre estas y se establecieron rangos de distancias con aptitud ascendente.

Una de las medidas de protección existente son las áreas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado, para el caso de Chiloé se pueden encontrar con dos tipos, el Parque Nacional y Monumento Natural.

Por otro lado, existen otros sitios de importancia natural, como los son los sitios prioritarios para la conservación pertenecientes a la estrategia nacional y regional de biodiversidad.

Además, las iniciativas de conservación privada se presentan de manera considerable y permiten el resguardo de características naturales fuera de la protección pública. Por esta razón, deben ser consideradas en el análisis.

Cobertura de suelo

Uno de los puntos al momento de seleccionar sitios para el emplazamiento de esta infraestructura es la reducción en los gastos de construcción y operacionales, es por esto por lo que se realiza la siguiente clasificación del uso del suelo entregado por el Catastro de vegetación realizado por la CONAF en el 2012 para la Región de Los Lagos.

Cursos de agua

El territorio insular presenta una alta cantidad de cursos de agua y son de alta relevancia para el abastecimiento de los habitantes del archipiélago. En tal sentido, la localización de rellenos sanitarios debería resguardar la calidad de estos cursos y evitar episodios de contaminación la cual podría significar problemas tanto a la población como a la flora y fauna del territorio.

Así, el D.S ° 189 establece que los rellenos sanitarios deberán ubicarse a 60 metros desde el punto máximo de crecida con un periodo de retorno de 100 años. Para este punto resulta difícil el procesamiento y simulación de máximos de crecida para la totalidad de los cursos de agua, para subsanar la complejidad del cálculo e incluir estos en el análisis se decidió establecer una zona de protección que equivale a 600 metros en ambos sentidos del curso, ya que esta es una medida reiterada en la evaluación localizaciones de otros autores como González Peñaloza (2017) y Vidal et al. (2021).

Posteriormente se clasificaron las distancias a partir de esta zona de protección, tomando de referencia los

rangos utilizados por Asif et al. (2020) mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 10
Rangos y reclasificación de distancias para áreas protegidas

Rango	Reclasificación
0 - 300	1
300 - 700	3
700 - 1500	7
>1500	9

Fuente: elaboración propia a partir de Vidal et al. (2021).

Tabla 11
Rangos y reclasificación de distancias a la red vial

Rango	Reclasificación
0 - 500	1
500 - 1000	3
1000 - 1500	7
1500 - 2000	9
2000 - 2500	7
2500 - 3000	3
>1500	1

Fuente: elaboración propia basada en Asif et al. (2020).

Masas de agua

Las masas de agua, al igual que los cursos de agua, poseen un rol importante dentro del territorio y un episodio de contaminación podría generar grandes daños a nivel ambiental, social y económico, por lo que se determina que se deben efectuar los criterios utilizados a los cursos de agua.

Distancia a la red vial

La accesibilidad y distancia a una red vial operativa es importante ya que determinará los costos de habilitación de la infraestructura para la conexión a dicha red.

Los rangos que se establecieron resultan de la búsqueda de bibliografía en base y modificación de las distancias

propuestas por Asif et al. (2020), esto ya que el autor presentaba rangos ascendentes en distancias que aumentaban la factibilidad para la localización de forma lineal.

Fallas geológicas

Los criterios establecidos para la prevención de este riesgo se extrajeron del D.S N° 189 en el cual se especifica que se restringe el emplazamiento sobre fallas geológicas activas. En adición, la CEPAL (Rondón et al., 2016) cree pertinente distanciar los sitios de disposición final de estas zonas de riesgo tectónico, pero no precisa en mayor profundidad. En consideración de esto y teniendo en cuenta la actividad sísmica dado el contexto nacional, es un *buffer* de 500 metros para la restricción del emplazamiento y además una serie de rangos de distancias (Figura 3) que definen su aptitud los cuales se extrajeron de Vidal et al. (2021).

Pendiente

La pendiente es una variable que influye en la localización de los rellenos sanitarios, puesto que la inclinación de un terreno determinará las facilidades de construcción, operación y funcionamiento de las instalaciones (Gascón et al., 2015). Por otro lado, González Peñaloza (2017) agrega que las pendientes altas significan un riesgo dada la erosión existente y propician eventos de remociones en masa.

Textura del suelo

Es necesario considerar las características propias del suelo sobre el cual se podría emplazar un relleno sanitario, ya que un suelo no apto para el funcionamiento del sitio podría generar repercusiones negativas en el ambiente. Para reducir los posibles efectos se debe entender que la permeabilidad es un punto importante al momento ya que esta característica determinará la velocidad de infiltración de los líquidos lixiviados que se podrían generar en el relleno sanitario, contaminando las aguas subterráneas

Capacidad de uso del suelo

Otra de las características físicas que permiten desarrollar el análisis para la localización es la clase de uso de suelo, ya que entrega información respecto a sus condiciones físicas. Si bien las clasificaciones que establece CIREN son relacionadas e informadas con el fin de estudiar la capacidad productiva de los suelos, los criterios utilizados en este ejercicio se basan en los aspectos críticos de cada clase relacionados a la saturación y pendiente. Lo anterior con el fin de complementar la información de aquellas

Tabla 12

Rangos y reclasificación de distancias para fallas geológicas

Rango (m)	Reclasificación
0 - 500	1
500 - 1500	3
1500 - 3500	7
>3500	9

Fuente: elaboración propia basada en Asif et al. (2020).

Tabla 13

Rangos y reclasificación de pendiente

Rango	Reclasificación
0,1 - 3°	9
3 - 7°	7
7 - 12°	5
12 - 25°	3
>25°	0

Fuente: elaboración propia a partir de Gascón et al. (2015).

Tabla 14

Reclasificación de texturas

Rango	Reclasificación
Fina	9
Mediana	3
Gruesa	1

Fuente: elaboración propia.

zonas en las que se dificultan los emplazamientos.

El CIREN ha establecido ocho clases de suelos, los cuales para efectos de esta investigación tendrán una aptitud decreciente explicados en la siguiente tabla.

Tercera etapa

En concreto, el método aplica una función sobre los valores de las variables según los mínimos y máximos establecidos, en este caso los valores varían entre 0 y 9 respectivamente. De esta manera se hace alusión que mientras más cerca del máximo, mayor es la aptitud del criterio para el establecimiento.

Posteriormente, se utilizó la evaluación multicriterio como herramienta para determinar áreas óptimas para infraestructuras de eliminación. Así, para detectar las áreas de análisis es la superposición, se efectuó con el complemento “fuzzy overlay” mediante la opción “AND”, constituyéndose como la forma más idónea de superposición de información para los ejercicios de adecuación de infraestructuras (ArcGIS, 2022).

De este modo, el método de evaluación responde al principio del pesimismo del observador, donde se busca obtener el valor mínimo en la interpolación de los ráster, es decir, que para que exista una unidad espacial con un índice cercano a 1, la mayoría de los criterios deben cumplir con la pertenencia.

Continuando con el proceso, se calculó el área que debería poseer un relleno sanitario para atender a la población del archipiélago. En primer lugar, se calculó la producción per cápita de residuos, la cual es posible de estimar según la “Guía para la formulación y evaluación socioeconómica de proyectos del fondo para el reciclaje 2020” (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2020):

$$PPC = \frac{\text{Toneladas} \times 1000 \text{ Kg/Año}}{\text{Población atendida} \times 365 \text{ Días/Año}} \quad (1)$$

Posteriormente, mediante la ecuación 2, se calculó el área mínima para la construcción de un relleno sanitario, según lo expuesto en la metodología de preparación y evaluación de proyectos de residuos sólidos domiciliarios y asimilables (Ministerio de Desarrollo Social, 2013):

$$\text{Área (Ha)} = \frac{PPC \times \text{población atendida} \times \text{material de cobertura} \times}{\text{densidad de comparación} \times \text{profundidad de la zanja} \times 10.000 \text{ m}} \quad (2)$$

Por último, se visitó en terreno los sitios óptimos obtenidos. En tal terreno se solicitó la autorización pertinente para el acceso al recinto, en el caso de respuesta negativa, la evaluación se realizó mediante la observación remota. Para el caso que, si fue posible acceder, se realizó con resultado de toma de notas de campos para la validación del sitio respecto a aptitud real.

Los datos que se registraban consistían en la observación de viviendas al interior de los límites o alrededores, distancia a la red vial más próxima y a la Ruta 5. Además, también se intentó identificar la presencia de pequeños cursos de agua, saturación o indicios de presencia de recursos hídricos. Por otro lado, también se constataron aspectos descriptivos de la topografía y vegetación del sector.

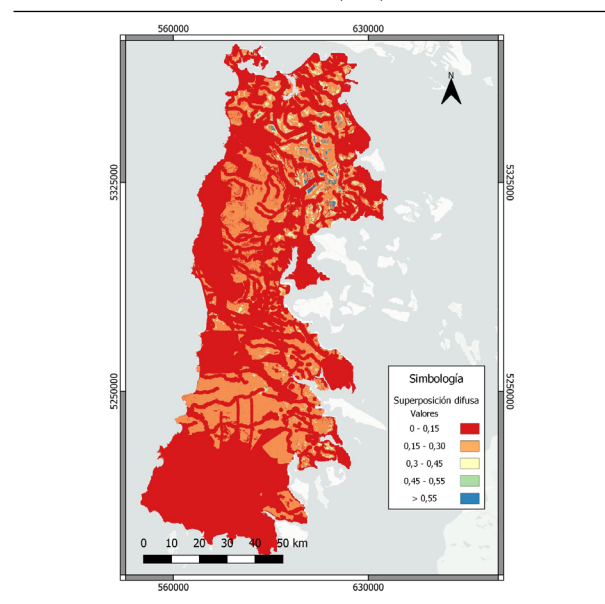
Resultados

Selección de sitios con mayores aptitudes para la operación de rellenos sanitarios

Al momento de seleccionar los sitios para la construcción de rellenos sanitarios, se necesita considerar el área que estos deberán ocupar para satisfacer la demanda de la producción de residuos. Para aquello se debe tener en cuenta cuántos residuos está produciendo la población por individuo y por cuánto tiempo se necesita las operaciones del relleno.

El resultado de la interpolación difusa mediante el método de intersección arrojó valores entre 0 y 0,77 (Figura 5).

Figura 5. Mapa de valores de interpolación difusa, método de Intersección (AND)



Fuente: elaboración propia.

Para la determinación de los sitios óptimos se fijó en aquellos valores de interpolación que sean iguales o mayores a 0,55 para un cumplimiento aceptable de los criterios. En un primer acercamiento se pudieron constatar 74 unidades espaciales que cumplieran con el requerimiento con la siguiente distribución: 37 sitios en la comuna de Ancud, 31 sitios ubicados en la comuna de Dalcahue, otros cuatro en la comuna de Quemchi y uno en las comunas de Chonchi y Quellón.

Si bien se logró en una primera instancia constatar un gran número de unidades espaciales que cumplieran con el valor, las unidades espaciales en su mayoría carecen

de superficie relevante. De este modo, las comunas de Quemchi, Quellón y Chonchi fueron descartadas del análisis, por lo que se redujo los sitios. Es por este motivo que se decidió establecer que los sitios cumplan con la superficie necesaria para poder albergar la producción de residuos de la población provincial.

Para poder realizar este cálculo se debe tener en cuenta la producción per cápita obtenida a partir de la población del archipiélago y las toneladas de residuos ingresados a sitios de disposición final del archipiélago.

De esta manera se obtiene que:

$$\frac{87.778 \text{ ton/año} \times 1000 \text{ Kg/ton}}{168.165 \text{ personas} \times 365 \text{ días/año}} = 1,43 \text{ Kg/ Día (persona)}$$

Una vez obtenido la producción per cápita, se calcula el área mínima que debería tener un relleno sanitario para atender a la población actual de este, con los siguientes parámetros:

Producción per cápita = 1,43 Kg/día

Años de operación = 10

Relación de material de cobertura = 1,25 m³

Densidad de compactación = 350 Kg/m³

Profundidad de zanja = 4

$$\text{Área (Ha)} = \frac{1,43 \text{ Kg/día} \times 168.185 \times 1,25 \text{ m}^3 \times 365 \text{ días}}{350 \text{ kg/m}^3 \times 4 \text{ m} \times 10000 \text{ m}}$$

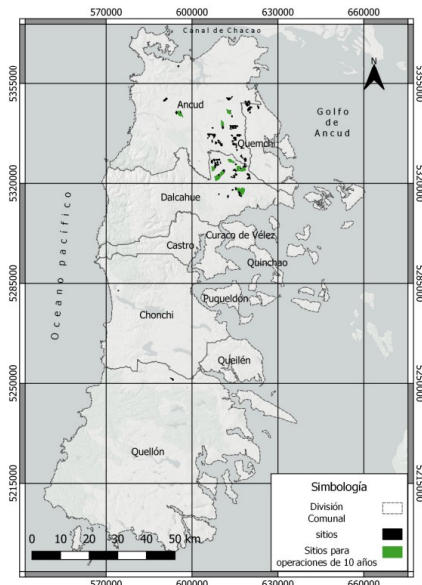
$$\text{Área (Ha)} = 78,4 \text{ Ha}$$

Dado el resultado del cálculo del área necesaria para satisfacer la producción de residuos para la totalidad de la población del archipiélago, se determina que todo sitio seleccionado para la construcción de un relleno sanitario y un tiempo de operación de 10 años deberá presentar una superficie igual o mayor a 78,4 hectáreas.

Con las variables definidas bajo sus criterios correspondientes y la estandarización de los valores mediante la función lineal, se realizó el cruce de variables seleccionando los sitios que representaban una mejor aptitud con los valores mayores a 0,55. Por otro lado, también se especificaron aquellos que son identificados con la superficie necesaria para la operación de 10 años.

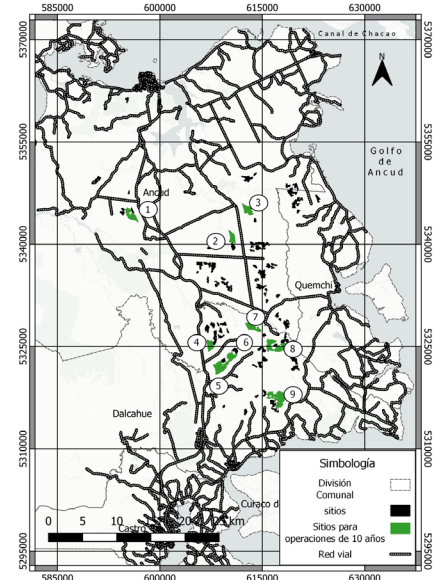
Es evidente que la concentración de sitios óptimos que cumplen con el análisis realizado se encuentra localizada al norte de la isla. En relación con el cumplimiento del

Figura 6. Mapa de distribución de sitios óptimos



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Sitios que cumplen con el área para la operación en un tiempo de 10 años



Fuente: elaboración propia.

área necesaria para atender a la población del archipiélago, solo nueve sitios poseen la superficie requerida por la demanda de producción de residuos y tres se encuentran en la comuna de Ancud y seis en la comuna de Dalcahue.

Se evidencia que los sitios óptimos para la construcción de rellenos sanitarios para el archipiélago de Chiloé se

presentan de manera reducida y concentrada en el norte de la isla en las comunas de Ancud y Dalcahue. Si se considera solo los sitios que cumplen con el área para el funcionamiento por 10 años, su distribución al norte de la isla y la complicación que algunos presentan debido a la presencia de población rural, podría denotar una crisis espacial en relación con la disposición final de residuos.

La principal limitación de los sitios es que se encuentran condicionados por la existencia de viviendas, las cuales no pudieron ser consideradas en el análisis ya que no fue posible acceder a información georreferenciada de ellas. Además, la identificación de proyectos de loteos como “reserva nativa” significarían un problema, ya que un crecimiento en estos tipos de proyectos con fines habitacionales disminuiría las zonas óptimas para la construcción de rellenos sanitarios dada la llegada de nueva población.

Discusión

El archipiélago está sometido a fuertes presiones por el aumento de población y flujos estivales, lo que en consecuencia propicia un escenario de producción de residuos ascendente y por ende una mayor carga para el medio ambiente y el sistema de recolección de residuos.

El efecto anterior se podría ver incrementado dado la habilitación de la obra vial (puente) sobre el canal de Chacao, lo que consolidaría una mayor conectividad fomentando los ingresos a la isla y por ende un problema para los sistemas de recolección, reducción y eliminación de residuos.

La realidad de Chiloé es que su condición insular lo vuelve vulnerable y podría colapsar los sitios de disposición final, por lo que se hace esencial la búsqueda de sitios óptimos para la construcción de nuevas infraestructuras o buscar otro tipo de soluciones alternativas a las tradicionales, que pase por ejemplo con altos niveles de reciclaje, traslado de residuos al exterior de la isla, limitantes a la construcción de nuevas viviendas, entre otros.

En la actualidad la normativa que brinda parámetros para la localización de rellenos sanitarios es el D.S N° 189, constituyéndose el único instrumento legal que entrega información sobre las condiciones para el emplazamiento de estos sitios de disposición final. Las variables que se pudieron extraer de este decreto son restricciones que velan por la protección en gran medida de la población para evitar episodios de contaminación con los que podrían verse afectados por malos olores y contaminación de las aguas.

Tabla 16
Descripción de sitios

Sitio	Comuna	Área (Ha)	Observaciones	Viabilidad
1	Ancud	120	-Plantaciones de eucaliptos, -Vegetación herbácea -Suelos saturados y pequeños cursos de agua -Presencia de viviendas al interior y exterior	Poco viable: dado a la presencia de habitantes y presencia de cursos de agua
2	Ancud	87	-Plantaciones de eucaliptos -Vegetación arbustiva -Sin presencia de viviendas	Viable: buenas condiciones en general sin limitantes visibles
3	Ancud	109	-Vegetación arbustiva, matorral y pradera -Viviendas alejadas - Presencia de loteos “Reserva Nativa Chiloé”	Poco viable: buenas condiciones en general, pero existen factores de riesgo con la aparición de los loteos
4	Dalcahue	100	-Matorrales y praderas -Viviendas cercanas en un camino paralelo	Poco viable: buenas condiciones en general, pero el área se encuentra habitada
5	Dalcahue	137	-Predominan praderas y matorrales -Presencia de viviendas	Poco viable: buenas condiciones en general, pero el área se encuentra habitada
6	Dalcahue	142	Predominan praderas y matorrales -Presencia de viviendas	Poco viable: buenas condiciones en general, pero el área se encuentra habitada
7	Dalcahue	121	-Matorrales y praderas -No existe presencia de viviendas alrededor	Viable: buenas condiciones en general sin limitantes visibles
8	Dalcahue	222	-Mayormente praderas -Sin mayor presencia de viviendas	Viable: buenas condiciones en general sin limitantes visibles
9	Dalcahue	233	-Mayormente praderas -Presencia de viviendas al interior y exterior del polígono	Poco viable: buenas condiciones en general, pero el área se encuentra habitada

Fuente: elaboración propia.

Para González Peñaloza (2017), la norma ambiental y en específico el decreto que establece las condiciones para la localización de rellenos sanitarios son deficientes, por lo que se necesita complementar las variables a través de estudio del territorio de manera previa.

En el caso del archipiélago de Chiloé, el D. S N ° 189 es un instrumento que no refleja la realidad del territorio, ya que este no permite rescatar los valores naturales y culturales. Si bien la “Guía de manejo integral de residuos domiciliarios” de la CEPAL (Rondon et al., 2016) permite complementar la deficiencia normativa, es solo un documento indicativo que carece de peso legal al momento de ejecutar la búsqueda de posibles emplazamientos de rellenos sanitarios.

Las variables que se determinaron a partir de los dos documentos requieren de una mayor profundidad en su comprensión, por ejemplo, para el caso del área de estudio un punto importante es la valorización de los recursos hídricos, ya que el territorio no presenta reservas de agua en forma de nieve o glaciares. En consecuencia, esto debería recaer en una protección de todo tipo de reservorio de agua, así como como las turberas (Díaz, 2005). Si bien los documentos restringen su localización sobre estas, una buena opción sería generar zonas de protección y amortiguación para impedir que sean afectadas.

Para reconocer las variables que influyen en la localización de un relleno sanitario es necesario establecer que las variables dependen de la realidad del contexto territorial de cada caso de estudio. En la actual propuesta se determinaron las variables a través de las documentaciones y normativas vigentes para permitir un acercamiento institucional del problema. Estas variables responden a una estandarización de las características que debiese presentar un territorio y transforman la realidad a un plano único, distando de un acercamiento objetivo al problema. Entonces, ¿cómo se determinan dichas variables? La selección de las características necesarias para los emplazamientos se debe realizar acorde a las necesidades de protección de cada territorio, ya que las posibles alteraciones de un relleno sanitario van desde lo espacial, ambiental, a lo socialcultural (Bergamini et al., 2021; Bernache, 2006). En el caso del archipiélago de Chiloé se debería iniciar por eliminar las posibles localizaciones en todas islas menores, es decir, restringir la búsqueda al área representada por la Isla Grande. Posteriormente se debe evaluar cuáles son los elementos sensibles del territorio. En este sentido, se deben considerar aquellas actividades relevantes que se realizan en el área de estudio. Por ejemplo, una de las actividades culturales que es representativa y que no está protegida

por la normativa actual es la importancia de la agricultura, una práctica que es parte de la construcción cultural del archipiélago que se ha convertido en un patrimonio importante a nivel global (Venegas, 2009). Así, se debe proteger desde la condición de actividades económicas, pero al mismo tiempo valorar el peso patrimonial de la misma.

Entonces el proceso debe ejecutarse bajo un marco de análisis de los aspectos críticos y relevantes del territorio donde se busque armonizar la conservación íntegra de los aspectos sociales, naturales y físicos con la gestión de los sitios de disposición final de residuos.

En concreto las variables seleccionadas buscaron la mayor representatividad del territorio en relación con la normativa actual y las sugerencias de la CEPAL. Aun así, se dejan elementos sin representación, ya que para la correcta selección de variables se debe analizar el territorio a profundidad.

Al momento de seleccionar las variables es preciso también entender cuáles son los criterios para las variables que determinan la ubicación de un relleno sanitario. Los insumos consultados solo entregan elementos restrictivos, lo que en consecuencia limitará el territorio a un escenario binario donde se interpretarían zonas de localización y zonas de prohibición.

Los criterios que se establecen para las variables se generan con base en las características entregadas por la documentación existente y estos se basaron en la restricción, distanciamiento y aptitud de localización. Dichos criterios permitieron comprender el de manera más compleja que un modelo binario. Sobre lo anterior, puesto que la evaluación multicriterio permite la evaluación estratégica para la selección de sitios de disposición final (Duque Cano et al., 2020).

Aun así, la investigación se limitó al acercamiento normativo, de tal forma en la que no se determinaron pesos para las variables como los distintos autores consultados (Asif, 2020; González Peñaloza, 2017, entre otros). Además, es preciso destacar que los pesos se agregan para una mayor complejidad de análisis, en este caso la adición de estos debería darse como resultado entre diálogos vinculantes entre expertos y actores geográficos a través de un proceso participativo de planificación territorial. De este modo, la identificación de sitios óptimos para la disposición final de residuos se crearía desde la base de la participación, donde los actores determinen sus necesidades de protección, añadiendo el peso consensuado a cada variable.

El conjunto de variables y criterios aplicados permitieron responder cuáles son las áreas óptimas para la localización de rellenos sanitarios bajo la normativa actual. Se encontraron en total 74 sitios que cumplían con las características necesarias para su emplazamiento, pero solo nueve presentaban el área permitida para su funcionamiento establecido en 10 años.

De estos nueve sitios, solo los sitios 4, 7 y 8 no presentaron observaciones en la visita a terreno. Los sitios restantes están limitados por la presencia de población alrededor o al interior del área determinada, lo que supone un problema para su emplazamiento.

En relación con las áreas pobladas rurales emergen dos problemas. En primer lugar, la dispersión de las viviendas dada la condición de alta ruralidad modificando el escenario de sitios óptimos y, por otro lado, la identificación de proyectos de loteos con fines habitacionales los cuales significan un nuevo desafío para la zonificación de sitios de disposición final. De este modo se advierte que la proliferación de estas formas de habitar el espacio rural trae consigo pérdidas en la biodiversidad, aumento en la demanda de recursos y servicios sanitarios lo que llevaría a una inadecuada gestión de los residuos (Allard & Sánchez, 2022).

Este efecto de residencialización del espacio rural acompañado del aumento de población crean un nuevo espectro rural, en el cual se conforman nuevos centros densificados y dispersos de habitantes, lo que en consecuencia disminuye las posibilidades de zonificar adecuadamente, como lo ocurrido con los sitios 1 y 3.

La concentración de los sitios al norte de la isla en las comunas de Ancud y Dalcahue, principalmente, podrían reforzar que la hipótesis planteada es correcta. Esto se debe principalmente a que la presencia de la red vial decrece hacia la zona sur de la isla grande y por otro lado las zonas de restricción, como zonas naturales y masas de agua, presentaron una distribución mayor hacia el sur.

Por otro lado, la densidad de estos sitios en estos sectores de la isla representa un problema para la distribución de la carga ambiental del archipiélago. El principio de la justicia ambiental respecto a la localización de instalaciones no deseadas, como rellenos sanitarios, hace referencia a la distribución espacial y en la población de los riesgos y/o molestias que representan este tipo de infraestructura (Erkut & Neuman, 1989; Ramírez Guevara, 2015). En este sentido existe una alta complejidad al respecto, ya que se estaría exponiendo solo a las comunas de Ancud

y Dalcahue a los posibles casos de afectación por mala gestión de las instalaciones, pero al mismo tiempo no existen otros sitios con características óptimas para su construcción.

Las cargas ambientales concentradas en las comunas de Ancud y Dalcahue podrían crear escenarios de contaminación y/o movimientos de resistencia a posibles proyectos, por lo que en conjunto de la identificación de estos sitios se deben crear planes de acción que apunten a la descongestión de los sistemas de disposición final. De este modo se deberían ejecutar programas de economía circular con el fin disminuir los volúmenes de residuos orgánicos y no orgánicos reciclables, planes de compostaje municipal para disminuir la materia orgánica en los sitios y reducir la emisión de gases. La problemática de los rellenos sanitarios debe ser abordada desde la identificación de sitios y la prevención de generación de RSD.

Tanto la condición archipelágica involucra vulnerabilidades ligadas a la importación de residuos (por la vía de población flotante) y de escasez de suelo (por las limitaciones dadas por las fronteras naturales señaladas por la línea de costa) que demandan una aproximación pertinente (Kelman & Randall, 2018; McCall, 1994), cuestión en la que las normas están en deuda.

Sin embargo, los instrumentos de planificación vigentes tampoco resultan pertinentes para ser aplicados directamente en las áreas rurales, por lo que se produce un vacío normativo para este tipo de territorio. Precht & Salamanca (2016) evidenciaban en ese entonces una falta de sistemas integrados de instrumentos que incluya de manera efectiva las áreas rurales, haciendo énfasis en la tradición legislativa urbana en descuido de los espacios rurales. Si bien actualmente la Ley N° 21.074 establece zonificaciones en las áreas rurales, aún no se desarrolla en encuentra vigente por lo que la ruralidad no se rige estrictamente por un instrumento normativo. Ahí la importancia que la totalidad de los posibles sitios se encuentran fuera de las áreas urbanas en los sectores los cuales los planos regulares no cuentan con representación.

Por otro lado, la creación del Plan Regional de Ordenamiento Territorial supone la inclusión de las áreas que no están contempladas en la planificación urbanística y determinará la macrozonificación para disposición de residuos de manera vinculante a través de la participación, identificando áreas preferentes de localización. Este hecho permitiría acercar la planificación al problema del presente trabajo.

Conclusión

Los sistemas de información geográfica y la evaluación multicriterio permiten llevar a cabo estudios de mayor complejidad acorde a la realidad de los territorios. La aplicación de estos instrumentos y métodos facilitan la identificación de las problemáticas y por ende un acercamiento a las soluciones.

En relación con el área de investigación se puede concluir que los territorios insulares son espacios complejos con limitaciones, sometidos a altas cargas tanto por elementos internos como externos, lo que reduce la posibilidad de identificar localizaciones óptimas para la construcción de rellenos sanitarios.

Respecto a la investigación que se realizó, esta puede significar un aporte para el desarrollo del entendimiento de la crisis sanitaria en el archipiélago respecto a la disponibilidad de áreas para la disposición final de residuos y repensar el campo de acción ante esta problemática. Por otro lado, puede también funcionar como punto comparativo entre el resultado de un ejercicio analítico con un acercamiento desde la mirada institucional normativa y uno de procesos vinculantes con participación entre los actores geográficos.

Por otro lado, en relación con la normativa que rige la localización de rellenos sanitarios, se aprecia que carece de un carácter vinculante con el territorio. La falta de consideraciones sociales, culturales y biológicas para la determinación de variables hace que el D.S N° 189 sea un instrumento que no permite la correcta interpretación de los elementos críticos de cada territorio. Además, dado que la planificación se limita a efectos del carácter urbano de los territorios, se produce una desconexión del área rural, lo que en un contexto como el archipiélago de Chiloé deja exenta a una importante parte de la población; adicionalmente, las particularidades insulares tampoco son abarcadas por estas herramientas.

Considerando los resultados de la investigación y en relación con la distribución de los sitios óptimos en las comunas de Ancud y Dalcahue se apoya que la hipótesis que afirmaba que los sitios óptimos para la construcción de los rellenos sanitarios se encontrarían al norte de la isla, con las salvedades descritas. Esta situación se debe en mayor medida porque la densidad de la red vial utilizada en el análisis, se concentra y abarca mayor territorio en la zona norte de la isla grande. Además, la presencia de mayor cantidad de praderas es un factor que condicionó esta distribución.

Por último, el contexto general según el acercamiento normativo de la investigación dicta que los espacios para la disposición final de residuos son reducidos. Las dinámicas del territorio insular prevén un alza en los factores de producción de estos por lo que no solo se debe avanzar en la identificación de estas zonas, sino que también en la planificación en base a un modelo de gestión integral de residuos.

Referencias bibliográficas

- Allard, P., Correa, J. I., & Sánchez, J. F. (2022). Parcelaciones rurales: Propuestas para el desarrollo de las subdivisiones rústicas en Chile. *Centro de Estudios Públicos*, (623). https://www.cepchile.cl/wp-content/uploads/2022/10/pder623_PAllard-JICorrea-JFSanchez.pdf
- ArcGIS. (2022). *Aplicar lógica difusa a rásteres de superposición*. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/applying-fuzzy-logic-to-overlay-rasters.htm>
- Asif, K., Chaudhry, M. N., Ashraf, U., Ali, I., & Ali, M. (2020). A GIS-based multi-criteria evaluation of landfill site selection in Lahore, Pakistan. *Pol J Environ Stud*, 29(2), 1511-1521. <https://doi.org/10.15244/pjoes/95181>
- Avendaño Acosta, E. F. (2015). *Panorama actual de la situación mundial, nacional y distrital de los residuos sólidos: Cero análisis del caso Bogotá DC Programa Basura* <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/3417>
- Belalcázar Urbano, I. A. (2019). Identificación de áreas óptimas para la localización de un relleno sanitario en las subregiones Norte y Oriente del Valle del Cauca. *Entorno Geográfico*, (18). <https://doi.org/10.25100/eg.v0i18.8626>
- Benítez Gonzága, J. J. (2012). *Estudio de factibilidad técnica de ubicación de un relleno sanitario regional para los cantones de Santo Domingo de Los Tsáchillas, El Carmen y La Concordia* [Tesis]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/7090>
- Bergamini, K., Moris, R., Ángel, P., Zaviezo, D., & Gilabert, H. (2021). Demographic carrying capacity model: A tool for decision-making in Rapa Nui. *Island Studies Journal*, 16(2), 178-197. <https://doi.org/10.24043/isj.156>

- Bernache, G. (2006). *Cuando la basura nos alcance: el impacto de la degradación ambiental*. Ciesas.
- Bustos, B., Délano, J., & Prieto, M. (2019). "Chilote tipo salmón". Relaciones entre comodificación de la naturaleza y procesos de producción identitaria. El caso de la región de Los Lagos y la industria salmonera. *Estudios atacameños*, (63), 383-402. <https://doi.org/10.22199/issn.0718-1043-2019-0026>
- Castellanos, P. R. (2007). *Uso eficiente y sostenible de los recursos naturales* (Vol. 110). Universidad de Salamanca.
- Comisión Nacional del medio Ambiente [CONAMA]. (2010). Primer Reporte del Manejo de Residuos Sólidos en Chile.
- Cordero Quinzacara, E. (2011). Ordenamiento territorial, justicia ambiental y zonas costeras. *Revista de derecho (Valparaíso)*, (36), 209-249. <https://doi.org/10.4067/s0718-68512011000100006>
- Delgado, C. C. (2013). Del consumismo al consumo sostenible. *Punto de vista*, 4(6). <https://doi.org/10.15765/pdv.v4i6.405>
- Dhindaw, J. (2004). *Developing a framework of best practices for sustainable solid waste management in small tourist islands* [Doctoral dissertation]. University of Cincinnati.
- Díaz, M. F., Zegers, G., & Larraín, J. (2005). *Antecedentes sobre la importancia de las turberas y el pompoñ en la Isla de Chiloé*. Fundación Senda Darwin, CASEB, Chile. <http://www.sendadarwin.cl/materialdedescarga/Turberas>
- Duque Cano, M. I., Durango Vanegas, C. E., & Carvajal Hurtado, V. (2020). *Propuesta de un método de evaluación multicriterio como herramienta para determinar zonas óptimas de ubicación de rellenos sanitarios utilizando sistemas de información geográfica*. Sello Editorial Tecnológico de Antioquia.
- Durand, Leticia. (2014). ¿Todos ganan? Neoliberalismo, naturaleza y conservación en México. *Sociológica (México)*, 29(82), 183-223. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732014000200006&lng=es&tlng=es
- Erkut, E., & Neuman, S. (1989). Analytical models for locating undesirable facilities. *European Journal of Operational Research*, 40(3), 275-291. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(89\)90420-7](https://doi.org/10.1016/0377-2217(89)90420-7)
- Gascón, S. M., Jiménez, L. M., & Pérez, H. (2015). Óptima ubicación de un relleno sanitario para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá empleando sistemas de información geográfica. *Ingenierías USBMed*, 6(1), 38-45. <https://doi.org/10.21500/20275846.1722>
- González Peñaloza, C. (2017). *Análisis medioambiental para la localización de un relleno sanitario en la Región Metropolitana de Santiago, Chile* [Tesis doctoral]. Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
- Guerrero, L. A. (2001). Desechos en el botadero de Cartago: calidad y cantidad. *Tecnología en Marcha*, 14(3), 27-33. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7432221>
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: a global review of solid waste management*. Urban development series, knowledge papers n° 15. <http://hdl.handle.net/10986/17388>
- Howell, K. & Fielding, R. (2019). Motivating sustainable behavior: waste management and freshwater production on the Caribbean island of Saint Barthélemy. *Island Studies Journal*, 14(1), 9-20. <https://doi.org/10.24043/isj.74>
- Instituto Nacional de Estadísticas [INE]. (2009). Informe anual del medio ambiente. <http://biblioteca.cehum.org/handle/123456789/105>
- Kelman, I., & Randall, J. E. (2018). Resilience and sustainability. En G. Baldacchino (Ed.), *The Routledge International Handbook of Island Studies: A World of Islands* (pp. 353-367). Routledge.
- Köfalusi, G. K., & Aguilar, G. E. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final. *Gaceta ecológica*, (79), 39-51. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907903>
- Lois, C. (2013). Isla vs. Continente. Un ensayo de historia conceptual. *Revista de Geografía Norte Grande*, (54), 85-107. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022013000100006>

- McCall, G. (1994). Nissology: A proposal for consideration. *Journal of The Pacific Society*, 17(2-3), 1-14.
- Ministerio de Desarrollo Social. (2013). *Metodología de preparación y evaluación de proyectos de residuos sólidos domiciliarios y asimilables*. <http://sni.gob.cl/storage/docs/Residuos-Solidos-2013.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2020). *Guía para la formulación y evaluación socioeconómica de proyectos del fondo para el reciclaje 2020*. https://fondos.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/Guia-Formulacion-y-Evaluación-para-Proyectos-del-FPR-Enero-__2020.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (2017). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030*. Gobierno de Chile.
- Ministerio Medio Ambiente. (2018). *Cuarto Reporte del Estado del Medio Ambiente*. Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). *Estrategia Territorial para la prevención y gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios en la Provincia de Chiloé*. Gobierno de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2021). Capítulo 10 "Residuos". *Informe del Estado del Medio Ambiente*. Gobierno de Chile.
- Precht, A., Reyes, S., & Salamanca, C. (2016). *El ordenamiento territorial de Chile*. Ediciones UC.
- Ramírez Cáceres, R. (2015). *Gestión integral de los residuos sólidos de la ciudad de Juli destinado para un relleno sanitario* [Tesis]. Universidad Nacional del Altiplano. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/2696>
- Ramírez Guevara, S. J. (2015). El manejo de los residuos sólidos urbanos, un asunto de justicia ambiental. Estudio de caso Zona Metropolitana de San Luis Potosí. *Repositorio Nacional CONACYT*. [Tesis]. <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3947>
- Román, A., Barton, J., Bustos, B. & Salazar (Eds.). (2015) *Revolución salmonera: paradojas y transformaciones territoriales en Chiloé*. RIL Editores - Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales UC.
- Santamarta, J. C., Rodríguez-Martín, J., Arraiza, M. P., & López, J. V. (2014). Waste problem and management in insular and isolated systems. Case study in the Canary Islands (Spain). *Ieri Procedia*, 9, 162-167. <https://doi.org/10.1016/j.ieri.2014.09.057>
- Servicio Nacional De Turismo [SERNATUR]. (2009). *Informe anual del turismo*. <https://www.sernatur.cl/>
- Servicio Nacional de Turismo [SERNATUR]. (2022). *¿Qué es una ZOIT?* <https://www.subturismo.gob.cl/zoit/>
- Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA]. (2019) *Quinto reporte del estado del Medio Ambiente*. <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2019/12/REMA-2019-comprimido.pdf>
- Subsecretaría de Desarrollo Regional [SUBDERE]. (2019). *Actualización de la situación por comuna y región en materia de RSD y Asimilables*. <http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/Catastro%20de%20sitios%20septiembre%202019.pdf>
- Venegas, C. (2009). *Territorios agroecológicos con identidad cultural: la experiencia de Chiloé*. Proyecto Desarrollo Territorial Rural con Identidad Cultural (DTR-IC). Rimisp, Santiago, Chile
- Vidal, J. M. E., Gómez, O. R. T., Tafur, J. D., & Torres, R. K. M. (2021). Sistemas de Información Geográfica y Localización de un Relleno Sanitario en Cerro de Pasco. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 24(48), 217-227. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i48.21774>