



Universidad de Concepción
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía
Departamento de Geografía

**DESARROLLO DE UN GEOPORTAL PARA VISUALIZAR LA
PROBLEMÁTICA DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES
POR MICROBASURALES EN LA COMUNA DE MACHALÍ.**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO

TESISTA: Jacob Israel Godoy Pérez

Profesora Guía: Dra. María Ester Gonzalez

Concepción, 2022

RESUMEN

Actualmente existe la necesidad de entender el territorio de manera dinámica, simple y gráfica, siendo las nuevas Tecnologías de Información Geográfica (TIG), parte importante de este cambio para el análisis y comprensión del territorio. Siguiendo esta premisa, actualmente la comuna de Machalí presenta una problemática asociada a la contaminación ambiental producida por la presencia de microbasurales que se ubican en el área urbana y cercanos a canales y esteros. En este contexto, con el fin de ofrecer a la ciudadanía una herramienta que les permita visibilizar la problemática se ha publicado un Geoportal que ofrece un visualizador de mapas con la localización de los microbasurales que se complementa con registros visuales (fotografías y videos tomados con Dron). Para su diseño y desarrollo se han utilizado distintos software, editores, librerías y plataformas Google Earth Pro, QGIS, Leaflet, Github, React, Visual Studio Code, Google Earth Pro y Amazon Web Services.

Palabras Claves: Machalí, Geoportal, visualizador de mapas, contaminación, microbasurales

ABSTRACT

Currently there is a need to understand the territory in a dynamic, simple and graphic way, with the new Geographic Information Technologies (GIT) being an important part of this change for the analysis and understanding of the territory. Following this premise, the commune of Machalí currently presents a problem associated with environmental pollution caused by the presence of microbasurales that are located in the urban area and close to canals and estuaries. In this context, in order to offer the city a tool that allows them to make the problem visible, a Geoportal has been published that offers a map viewer with the location of microbasurales that is complemented with visual records (photographs and videos taken with a drone). Different software, editors, libraries and platforms have been used for its design and development: Google Earth Pro, QGIS, Leaflet, Github, React, Visual Studio Code, Google Earth Pro and Amazon Web Services.

Keywords: Machalí, Geoportal, map viewer, contamination, microbasurales

DEDICATORIA

Esta memoria de título va dedicada a mis padres, Erasmo y Ximena, mi hermana Javiera, mis pilares, gracias por todos estos años de apoyo fundamental, a mi familia. Aquellas personas que al paso del tiempo no pudieron estar junto a mí, infinitas gracias...

*El calendario pierde un componente valioso.
Los meses restantes se reúnen para llorar.
Los dolidos tocan una melodía, mientras la undécima luna se levanta tranquilamente.
El crisantemo se marchita y se cae, para caer en el suelo al lado de sangrientos ojos escarlata.
Pero tu seguirás siendo supremo.
Incluso después de perder la mitad de tus miembros.
Disfruta del interludio.
Busca a nuevos aliados.
El este es el rumbo a seguir.
Encontrarás a alguien que te espera.
Neon Nostrade Para: Kuroro Lucifer*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a mi profesora guía María Ester Gonzalez, por la paciencia y entender las diferentes situaciones vividas en el año en las cuales quise bajar los brazos, gracias por la entrega y confiar hace un año en el proyecto de tesis. A los profesores que me formaron durante los años de universidad junto con los funcionarios.

También agradecer a mis amigos Christian y Alexandra por compartir momentos de relajación y su apoyo. A mis primas Antonia y Valeria, gracias por tenerlas soy un afortunado y por el apoyo que me brindaron en este último tiempo, a Travis por acompañar las noches de estudio y calmar las angustias de estudiante durante el proceso universitario. Al grupo de amigos “Wekublogs” que dentro de todas las risas siempre fue nuestro objetivo el incitar a los demás a terminar los procesos y a fomentar como diría el gran Kropotkin, “el apoyo mutuo”.

Agradecer también a la familia Toledo-Acevedo por hacerme sentir parte de su familia todo este tiempo y apoyarme en la última parte de este proceso. A Paulina Yévenes por su amistad, escuchar y las conversaciones críticas contra el sistema. A Rodrigo Gallardo por su apoyo, gracias por todo amigo.

Mi agradecimiento a tantas personas que me acompañaron y compartí junto a ellas en esta etapa de mi vida, el Sol me espera en el horizonte, un gran abrazo a todos. NEWEN para todos, los quiero.

Índice de Contenidos

RESUMEN	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
Índice de Contenidos	vi
Lista de Tablas.....	viii
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones	xi
Capítulo I: Introducción	13
1.1. Planteamiento del problema	13
1.2. Objetivos	15
1.2.1. Objetivos generales.....	15
1.2.2. Objetivos específicos.....	15
1.2.3. Metodología.....	15
Capítulo II: Marco Teórico	17
2.1. Contaminación Ambiental	17
2.2. Microbasurales.....	18
2.3. Contaminación de aguas superficiales por microbasurales.	18
2.4. Educación ambiental.....	20
2.5. Geoportal	23
Capítulo III: Caracterización del contexto de aplicación.....	27
3.1. Caracterización del área de aplicación	27
3.2. Contaminación por microbasurales en la comuna de Machalí.....	30
Capítulo IV: Desarrollo y publicación del Geoportal	32
4.1. Requisitos del Geoportal.....	32
4.2. <i>Softwares</i> , editores y librerías.....	33
4.3. Obtención y tratamiento de datos	35
4.4. Verificación de datos y recolección de registros visuales con Dron.....	38
4.5. Arquitectura de funcionamiento y componentes	39
4.5.1. Página de inicio (Home)	40

4.5.2. Visualizador de mapas	44
4.5.3. Galería.....	47
4.5.4. Contáctanos	49
4.6. Publicación de Geoportal.....	51
Capítulo IV: Conclusiones	53
Bibliografía	56

Lista de Tablas

Tabla 1 Localización de poblaciones de Machalí objeto de estudio	38
Tabla 2 Componentes del visualizador de mapas.....	45

Lista de Figuras

Figura 1 Vista Geoportal IDE Chile.....	24
Figura 2 Geoportal de la Municipalidad de Puerto Montt.....	24
Figura 3 Geoportal temático SINIA.....	25
Figura 4 Geoportal temático EnviroAtlas	26
Figura 5 Geoportal temático Waste Atlas	26
Figura 6 Localización de la Comuna de Machalí	27
Figura 7 Localización zonas residenciales de Machalí cercanas a esteros y canales	29
Figura 8 Microbasural en la comuna de Machalí	30
Figura 9. <i>Softwares</i> , editor, librerías y plataforma	33
Figura 10 Vista de archivos entregados por la municipalidad de Machalí	35
Figura 11. Error en capa de información entregada por la municipalidad de Machalí.....	36
Figura 12 Corrección de error en capa de información entregada por la municipalidad de Machalí.	36
Figura 13 Vista zonas urbanas definidas por PRC Machalí	37
Figura 14 Aeronave Autel Evo 2 Pro 6 K V2.	39
Figura 15 Arquitectura de funcionamiento del geoportal.	40
Figura 16 Estructura general del geoportal.	40
Figura 17 <i>Software</i> y librerías utilizados para crear página de inicio.....	41
Figura 18 Carpetas y archivos de la página de inicio en Visual Studio Code	42

Figura 19 Geoportal: Componentes de la página de inicio	43
Figura 20 Vista código de página de inicio en consola de Visual Studio Code ..	43
Figura 21 Librerías y complementos para desarrollar visualizador de mapa.....	44
Figura 22 Vista del Visualizador de mapas	44
Figura 23 Vista de capas activas en el visualizar con la función PopUp activa ..	46
Figura 24 Vista código de PopUp desde los componentes creados para el geoportal	46
Figura 25 Vista código importación de PopUp desde los componentes a hacia el visualizador.....	47
Figura 26 Vista de galería de fotografías.....	47
Figura 27 Vista de galería de videos	48
Figura 28 Vista código de importación de Umui para React.....	48
Figura 29 Vista código para agregar imágenes a la galería.	49
Figura 30 Vista código para agregar videos de Youtube a la galería.	49
Figura 31 Vista formulario para contacto.....	50
Figura 32 Vista código import usados para contáctanos, entre ellos EmailJS. ..	50
Figura 33 Vista código de Función que envía el correo.....	51
Figura 34 Plataformas utilizadas para publicar el Geoportal	51
Figura 35 Vista del Geoportal publicado.....	52

Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones

TIG: Tecnologías de Información Geográfica

MINVU: Ministerio de Vivienda y Urbanismo

IDE CHILE: Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile

MMA: Ministerio de Medio Ambiente

SINIA: Sistema Nacional de Información Ambiental

UTM: Universal Transversal de Mercator

UOAS: Organizaciones de Usuarios de Aguas

DIMAO: Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura

EDS: Educación para el Desarrollo Sostenible.

CONAMA: Comisión Nacional del Medio Ambiente

DIDECO: Dirección de Desarrollo Comunitario

PRC: Plano Regulador Comunal

RPAS: Remotely Piloted Aircraft System

SIG: Sistema de Información Geográfica

GNU: Sistema Operativo

VSC: Visual Studio Code

HTML: HyperText Markup Language

CSS: Cascading Style Sheets

JAVA: Lenguaje de programación y una plataforma informática

JAVASCRIPT: Lenguaje de programación que debes usar para añadir características interactivas a tu sitio web

C++: Lenguaje de programación robusto y bien diseñado.

PHP: Hypertext Preprocessor

PYTHON: Lenguaje de programación

FRONTEND: conversión de datos en una interfaz gráfica para que el usuario pueda ver e interactuar con la información de forma digital usando HTML, CSS y JavaScript

GIT: Sistema de Control de Gestiones

AWS: Amazon Web Services

Capítulo I: Introducción

1.1. Planteamiento del problema

El recurso hídrico siempre ha sido vital para el desarrollo del ser humano, cifras del banco mundial indican que en la agricultura se utiliza en promedio el 70% del agua que se extrae del mundo y aún mayor en los cultivos donde se produce la evapotranspiración. Cerca de 300 millones de hectáreas en el mundo tienen instalaciones de riego. La agricultura de regadío representa el 20 % del total de la superficie cultivada y aporta el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo (Banco Mundial, 2021). Esto trae consigo diversos problemas, ya que existen alteraciones y deterioro en la instalación de la población, actividad industrial cerca de los sectores agrícolas junto con la falta de normas de calidad y las medidas de adecuadas de recuperación y sostenibilidad (Rivera Castro et al., 2020). Estos afluentes colindan y atraviesan sectores rurales como también urbanos, en este último sector, las riberas y orillas han sido utilizadas por los habitantes como focos de microbasurales, ya sea para depositar escombros como también arrojar la basura domiciliaria a sus cauces. Entre los principales contaminantes en los canales de regadío se encuentra las aguas residuales y otros compuestos químicos que consumen el oxígeno del agua, basura doméstica como también industrial, microorganismos infecciosos, nutrientes como lo son el fósforo y los nitratos, que estimulan la proliferación de algas, aceites, derivados del petróleo, minerales orgánicos, sedimentos formados por las partículas del suelo que son arrastrados por la escorrentía (Martínez et al., 2003).

A consecuencia de la contaminación por microbasurales que se encuentran aledaños a los cauces de agua, surge la interrogante si existe conciencia de la ubicación de estos con el deterioro de la calidad de vida de los habitantes de la zona afectada, ya que estos microbasurales traen consigo diversas problemáticas asociadas a la salud y deterioro del medio ambiente. En este contexto, se considera el caso de la comuna de Machalí, ubicado en la Región de O'Higgins, que posee una distribución espacial urbana-rural, por donde pasan diversos

afluentes de agua superficiales (esteros y canales) que son usados para el riego de las hectáreas de actividad agrícola aledañas a la zona urbana de la comuna. Tomando en consideración la problemática planteada anteriormente, en este trabajo se propone la utilización de las herramientas de la Tecnologías de Información Geográficas (TIG) para visibilizar las zonas con microbasurales aledaños a los cauces de agua. A través de herramientas TIG se ofrecerá información espacial respondiendo a la interrogante ¿dónde se encuentran los microbasurales?

La implementación de un geoportal para visualizar la ubicación espacial (coordenadas X-Y) de los microbasurales, especialmente los que se encuentran cercanos a canales y esteros, ofrecerá información concreta para que la población, vecinos y autoridades municipales. Se entregará información de acceso fácil, rápido e interactivo a través de visualizador de mapas para que la comunidad pueda visibilizar la problemática y abordar la misma de manera informada, buscando soluciones y generando instancias de educación ambiental. Además, realizar acciones de planificación orientadas al cuidado de los cursos de aguas y evitar la generación de microbasurales cerca de estos, informando sobre los riesgos asociados al mal manejo como la afectación visual paisajística, riesgo de salud debido a la proliferación de plagas, pérdida de espacios públicos ya que la acumulación de basura tiende a ser progresiva y los riesgos antrópicos asociados como incendios o el impedimento de circulación de canales, etc.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales

- Implementar un geoportal para visibilizar la problemática de los microbasurales susceptibles de contaminar canales y esteros de la comuna de Machalí.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las zonas de microbasurales.
- Utilizar un vehículo aéreo no tripulado para verificar datos, obtener registros visuales (fotografía y videos) de microbasurales cercanos a esteros y canales
- Desarrollar los componentes del geoportal utilizando distintos *softwares*, librerías y plataformas de acceso libre.

1.2.3. Metodología

Fase 1: Recolección y selección de la información

Recolección de la información entregada por las entidades oficiales del estado como es la municipalidad de Machalí, MINVU, IDE Chile. Esta información será de carácter digital como también de forma física correspondiente a todo lo que sea de interés conforme a los esteros y canales de la comuna de Machalí. En esta etapa se le sumará la recolección de información fotográfica como evidencia actualizada de la localización de los microbasurales.

Fase 2: Tratamiento de la información

Revisión y tratamiento de la información. Verificación y corrección de errores, ajustes de formato, etc.

Procesamiento de datos e imágenes obtenidos en los vuelos con el Dron.

Fase 3: Desarrollo del geoportal

Definición del tipo de usuario objetivo y cómo será la disposición del geoportal y sus elementos.

Selección de *software*, librerías y plataformas que se utilizarán para el desarrollo del Geoportal

Fase 4: Publicación del geoportal

Publicación del Geoportal en la Web y código asociado al desarrollo de todo el proyecto en las plataformas seleccionadas.

Capítulo II: Marco Teórico

En este capítulo se presenta una revisión de los conceptos fundamentales que sustentan este trabajo de memoria de título. En primer lugar, se hace una breve referencia al concepto de contaminación ambiental. En segundo lugar, se define microbasurales y se hace referencia a la contaminación de aguas superficiales por microbasurales y la necesidad de una educación ambiental. Finalmente se hace referencia al concepto de Geoportal como una de las herramientas susceptible de ser utilizada para visibilizar la problemática de la contaminación visible y tangible como el caso que se aborda en este trabajo, los microbasurales en las zonas urbanas.

2.1. Contaminación Ambiental

La contaminación ambiental se considera uno de los grandes problemas que afectan nuestro planeta, generando un desequilibrio producto de la incorporación de sustancias nocivas al medio ambiente, afectando al hombre, animales y vegetales o materiales expuestos, cuando las dosis de estas sustancias superan los niveles aceptables en la naturaleza.

Según el Instituto de Salud Pública del Ministerio de Salud de Chile¹:

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico), o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos.

¹ <https://www.ispch.cl/ambientes-y-alimentos/subdepartamento-del-ambiente/contaminacion-ambiental/>

2.2. Microbasurales

Los microbasurales son considerados como una forma de disposición ilegal de residuos. Son sitios de tamaño pequeño en el que se han depositado pequeñas cantidades de residuos (SINIA 2010).

Los microbasurales corresponden a sitios de pequeñas dimensiones en espacios públicos y/o privados, en donde se han acumulado residuos de manera espontánea (Carrasco & Milic, 2017).

En el marco de la Estrategia Regional de Residuos Sólidos Región Metropolitana de Santiago 2017-2021², se define microbasurales como:

Sitios eriazos menores de 1 hectárea, en donde se eliminan o se han dispuesto directamente sobre el suelo y subsuelo, residuos sólidos de distinta naturaleza, sin tomar los resguardos necesarios para proteger el medio ambiente y la salud de las personas.

2.3. Contaminación de aguas superficiales por microbasurales.

La existencia de microbasurales en la proximidad de sitios poblados, representan un grave riesgo para la salud de las personas, por cuanto constituye un foco de insalubridad y de contaminación ambiental (Gómez, et al. 2010).

Para los agricultores es de vital importancia conocer el estado y funcionamiento de los sistemas de riego para evitar pérdidas de agua, como también, el evitar una contaminación de las aguas que pueda afectar sus predios sembrados. (Martínez et al., 2003). Leoncio (2003) afirma en el Manual de buenas prácticas ambientales en canales de regadío:

El agua puede pasar por asentamientos humanos, compañías mineras, sectores agrícolas o industrias que utilizan agua en sus procesos, devolviéndola al río con una composición química, física o biológica diferente al agua que ellos captaron, contribuyendo a deteriorar su calidad.

Según una encuesta realizada a los dirigentes de las UOAs (Organizaciones de Usuarios de Aguas), estudio que se focalizó en las regiones de O'Higgins y Maule

² <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/PUBLIC-Estrategia-Reg-Residuos-Solidos-Digital.pdf>

del país los dirigentes visualizaron que la principal fuente de contaminación proviene de los residuos domiciliarios que los propios vecinos del canal arrojan a este (AquaSys Ingenieros Consultores Ltda., 2015). En la VI se contempló el apoyo a la formación de Juntas de Vigilancia en las cuencas hidrográficas del Estero Codegua y la 2° Sección del Río Claro de Rengo, mientras que en la VII se considera la formación de Juntas de Vigilancia en las cuencas hidrográficas del Río Mataquito y el Estero Pichuco. El problema de contaminación percibido por años representa un vidrio roto, en el que el arroyo contaminado con colchones, llantas, descargas de tuberías domiciliarias y municipales, botellas, bolsas, etc. ha reflejado una imagen de descuido e indiferencia, en el que esas conductas anti-ambientales han sido contagiadas socialmente de tal forma que se repiten y multiplican por la sociedad (Solorzano, 2018), no solo encontramos basura inerte sino que también aquellos que se diluyen como los detergentes, los productos farmacéuticos, productos de cuidado personal, hormonas, edulcorantes, pesticidas, drogas ilícitas y sus metabolitos, así como las fragancias, los aditivos de gasolinas y los retardadores de flama (Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Michoacán, Instituto Politécnico Nacional et al., 2017).

Según García Lozano (2016) la eutrofización de sistemas acuáticos tiene un impacto altamente negativo en el medio ambiente. El gran crecimiento de fitoplancton provoca un enturbiamiento en el sistema que impide la entrada de la luz al fondo. Los organismos fotótrofos (cuyos reciben la energía de la luz) no pueden realizar sus actividades metabólicas lo que provoca su muerte, por lo que la producción de oxígeno disminuye y los organismos descomponedores, principalmente bacterias aerobias, comienzan a consumir el oxígeno presente, creando un ambiente anóxico (García Lozano, 2016).

Por otro lado, el aumento de la población en lugares que no existía una densidad considerable o la saturación en el mundo ha llevado a que esta incremente el uso de diversos materiales para la subsistencia. Esto radica, especialmente, en la utilización de residuos sólidos como basura, desperdicios, lodo y otros materiales

sólidos de desecho, resultantes de actividades domiciliarias, industriales y comerciales, que en el largo plazo han sido nocivos para el medio ambiente. (Soto, 2016).

Según Morales (2016) en su investigación realizada en la comuna de Santiago, las autoridades sanitarias tenían un catastro de 700 microbasurales los cuales en la realidad eran 1.030, ubicados espacialmente en la periferia, siendo esta una actividad común para todos aquellos que realizan estas malas prácticas de contaminación. Sumando antecedentes a la información anterior, la ubicación de vertederos ilegales y microbasurales, en su mayoría se sitúan muy cerca de cursos de agua superficiales (esteros, canales, ríos), parques, entornos forestales y humedales, en sitios de fácil acceso y de alta visibilidad (Borrell, Rodríguez, y Monedero, 2012). Por lo tanto, es de sumo interés desarrollar la ejecución de un programa encaminado a la eliminación de microbasurales, brindando herramientas que permitan a la comunidad un empoderamiento progresivo respecto a los problemas que lo aquejan. En este contexto, resulta fundamental generar acciones de educación ambiental para que los ciudadanos tomen conciencia de una problemática que ellos mismos generaran y que con el tiempo les afecta directamente.

2.4. Educación ambiental

Para poder mitigar las acciones en contra del medio ambiente, ya sea a niveles locales como globales, es de suma importancia contar las herramientas necesarias de la educación ambiental en su población dese la visión de la educación, es necesario abordar las problemáticas ambientales; es un campo interdisciplinario con implicaciones culturales en las formas de constituirse como una sociedad comprometida con el respeto y valoración del medio ambiente. (Calixto-Flores, 2021).

Si se considera lo que establece la ley 19.300 en Chile sobre la educación ambiental se expresa lo siguiente:

Un proceso permanente de carácter interdisciplinario destinado a la formación de una ciudadanía que reconozca valores aclare conceptos y desarrolle las habilidades y las actitudes necesarias para una convivencia armónica entre seres humanos, su cultura y su medio físico circundante (Art N°2, letra h).

El programa internacional de Educación Ambiental propone el medio para conseguir una transmisión de valores: hay que lograr que la persona se involucre emocionalmente en lo que está aprendiendo, considerando esto podemos dar a entender cuál es la importancia de que los habitantes de los sectores consideren su entorno como parte de ellos mismo, entender como su territorio, lograr un grado de empoderamiento.

Según Cánovas (s.f) los problemas que estamos ocasionando en el medio ambiente con nuestra forma de actuar son muy complejos y para solucionarlos es necesario que la Educación Ambiental intervenga en los siguientes ámbitos:

- a) Formación de profesionales e investigadores que trabajen y actúen directamente en las causas de los problemas ambientales y en cómo solucionar los mismos.
- b) Preparación de profesionales cuya actuación tiene una influencia directa sobre el medio ambiente, a lo que sumaría la integración con la comunidad.

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) se concibe como una educación cívica y ética, promueve la construcción de una ciudadanía crítica, que analiza lo que ocurre en torno a su medio ambiente y calidad de vida. Todo este marco se desarrolla bajo la influencia Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible de Johannesburgo (2002), donde la UNESCO comienza a trabajar los encuentros internacionales en marco a las EDS. De esta forma, la declaración del decenio planteó un gran desafío a la institucionalidad ambiental chilena: construir una estrategia nacional, tanto para el ámbito formal como no formal, que requería promover valores y conductas responsables con la sustentabilidad del país. Esto, a través de la intervención directa en los establecimientos educativos y un trabajo permanente con la ciudadanía, para lo cual resultaba fundamental la cooperación de diversos actores y áreas del desarrollo, que sentaran las bases de la educación

para el desarrollo sustentable. Se buscaba generar un espacio de encuentro entre el sector público, privado y la sociedad civil (CONAMA, 2004).

La Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato expresa, en la Ordenanza Gestión Medioambiental de la Comuna de Machalí del año 2014, lo siguiente en con respecto a la educación ambiental:

Artículo 9. La Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato se coordinará con la [Dirección de Desarrollo Comunitario, con el Departamento de Educación Municipal, Departamento de Salud, Organizaciones Municipales, Organizaciones Comunales, Unión Comunal] y con los demás que estime pertinentes, para implementar campañas de educación ambiental. Para ello, deberá colaborar con las demás autoridades competentes a nivel local en la preparación, aprobación y desarrollo de programas de educación, promoción y difusión ambiental, orientados a la creación de una conciencia local sobre la protección del medio ambiente, desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental, y a promover la participación ciudadana en el territorio, en estas materias.

Artículo 10. La municipalidad deberá, en el Plan Anual de Educación Municipal, incorporar programas de educación ambiental vinculados con la estrategia ambiental comunal, de modo que a los alumnos/as de los establecimientos educacionales municipales participen y apoyen la gestión ambiental local.

En 2019 se lanza una campaña en la comuna de Machalí organizada por “la familia LMC MTB” (Grupo de ciclistas) apoyados por la DIDECO (Dirección de Desarrollo Comunitario) junto con otras organizaciones de la comuna con el fin de recolectar la basura de los cerros y evitar la generación de microbasurales, también se realizó limpieza de la basura aledaña a los cursos de aguas, esta acción tuvo un impacto en la comunidad ya que familias y niños participaron de la jornada de limpieza.

2.5. Geoportal

Para muchos la revolución tecnológica ha concentrado sus esfuerzos en masificar la información a los distintos niveles de conocimiento siendo el internet una importante herramienta para difundir, según el “Digital Report 2021” alcanza la cifra de 4.660 millones de personas (Galeano, 2021). Dentro de las herramientas conocidas en Internet se encuentran los denominados geoportales, que son aquellos sitios web donde se brinda información, servicios y contenido público-gubernamental con información geográfica (Mora et al., 2016). Estas plataformas que se encuentran en internet brindan a los usuarios diferentes recursos, estos están conformados por un visualizador de mapas, geoservicios y metadatos (Mejía et al., 2019). Para otros un geoportal es una plataforma que ofrece la posibilidad, de interacción entre el usuario y el universo de recursos y servicios de connotación geográfica, donde la interacción responde principalmente al interés de que el usuario pueda explotar con éxito este sitio web. De acuerdo con esto, se infiere que el diseño deberá ser comprensible, fácil de usar, claro, intuitivo y de fácil aprendizaje para el usuario (Hassan et al., 2004). El diseño debe estar orientado al usuario, organizando y estructurando la información según los modelos definidos de usuarios (Hassan et al., 2004).

Según Tait (2005) el término geoportal es un sitio web que otorga un punto de entrada a algún contenido geográfico en la web. Esencialmente es un portal web que permite descubrir información geográfica y acceder a servicios asociados a este contenido (visualizar, analizar, descargar), la principal ventaja es que no requiere que el usuario instale algún software (Tellez, 2009).

Representa el intermediario entre los recursos geoespaciales y sus potenciales usuarios (Tang & Selwood, 2012) lo que implica que el geoportal debe responder a las necesidades de los usuarios específicos de ese servicio (Vockner et al., 2013). Por otra parte, en un geoportal, el visor o visualizador geográfico o de mapas es la herramienta que permite al usuario definir su mapa a medida o “mapa a la carta”

Hay una diversidad de geoportales, algunos más generales y con una escala nacional como la Infraestructura de Datos Espaciales de Chile (IDE Chile)

Figura 1 Vista Geoportal IDE Chile



Fuente: <https://www.ide.cl/>

(Recuperado 12 de diciembre 2021).

Otros geoportales ofrecen información geográfica a escala más local, como, por ejemplo, el de la Municipalidad de Puerto Montt que pone a disposición de la comunidad datos e información georreferenciada actualizada y relevante para la toma de decisiones, tal como se indica en su página de inicio o “puerta de entrada” al Geoportal.

Figura 2 Geoportal de la Municipalidad de Puerto Montt.



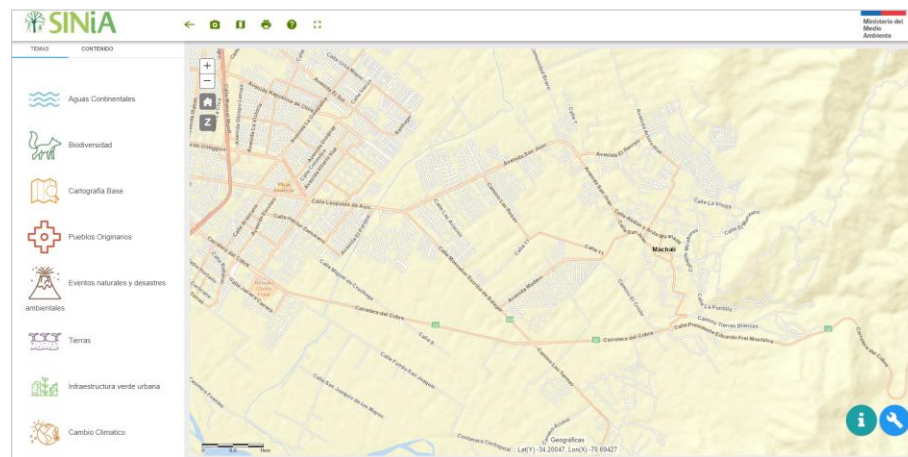
Fuente: <http://geoportal-gispmontt.hub.arcgis.com>

(Recuperado 12 de diciembre 2021).

Por otra parte, se han puesto a disposición Geoportales temáticos orientados a distintos perfiles de usuarios, desde ciudadanos sin conocimiento en información

geográfica hasta expertos. Estos geoportales tienen el objetivo de informar y orientar a los usuarios para la toma de decisiones sobre distintas problemáticas específicas que sean de su interés o que los afecten directa o indirectamente. Por ejemplo, el Geoportal del Ministerio de Medio Ambiente conocido como SINIA ofrece información georreferenciado sobre aguas continentales, biodiversidad, cambio climático, entre otros temas.

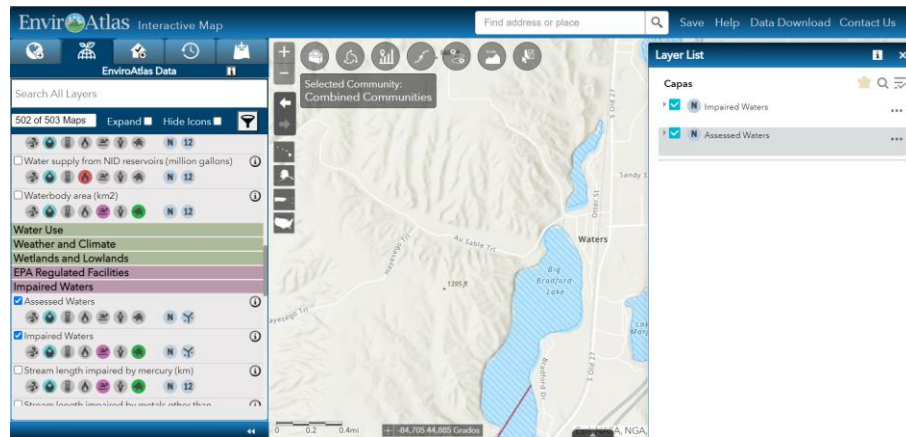
Figura 3 Geoportal temático SINIA.



Fuente: <https://ide.mma.gob.cl>
(Recuperado 20 de diciembre 2021)

A nivel internacional se encuentran disponibles Geoportales que disponen de visualizadores de mapas que presentan información sobre diversas problemáticas medioambientales, por ejemplo, EnviroAtlas que informa sobre varios contaminantes en vías fluviales (Figura 4)

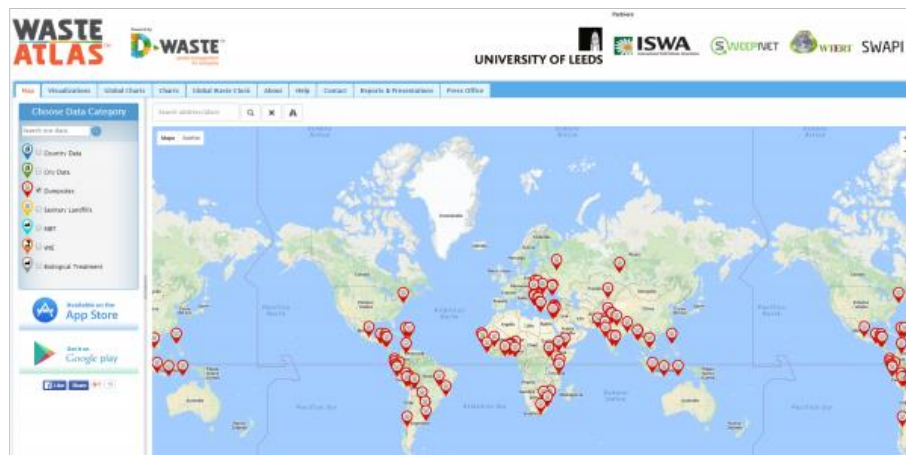
Figura 4 Geoportal temático EnviroAtlas



Fuente: <https://enviroatlas.epa.gov/enviroatlas/interactivemap/?featuredcollection=36c24a79deb548cd9906f33b1a474dc3>
(Recuperado 20 de diciembre 2021)

Otro ejemplo interesante es el Atlas de Residuos (Waste Atlas) que ofrece un mapa interactivo que explora y visualiza temas relacionados con la gestión de residuos municipales en todo el mundo.

Figura 5 Geoportal temático Waste Atlas



Fuente: <https://www.comunidadism.es/herramientas/visor-cartografico-atlas-mundial-de-residuos/>
(Recuperado 20 de diciembre 2021)

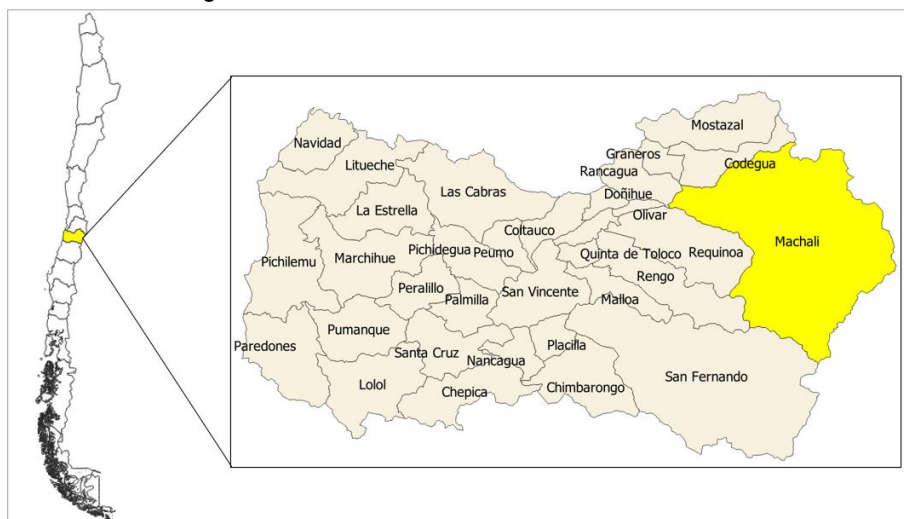
Capítulo III: Caracterización del contexto de aplicación

En este capítulo se presenta la ubicación y caracterización del área de aplicación sobre el cual se desarrolla el geoportal: la comuna de Machalí. A continuación, se presenta algunos antecedentes de la contaminación por microbasurales en la comuna de Machalí que serán visibilizados en el Geoportal.

3.1. Caracterización del área de aplicación

Machalí es una de las treinta y tres comunas que conforman la Región de O'Higgins. Administrativamente forma parte, junto a otras 16 comunas, de la Provincia de Cachapoal, una de las tres provincias en las que se divide la región. Abarca una superficie total de 2.593,3 km², representa aproximadamente el 15,83% del territorio de la Región de O'Higgins (PLADECO 2019-2026). Gran parte del territorio comunal corresponde a la Cordillera de Los Andes, por lo que genera que la mayor concentración demográfica se produzca en las planicies de los valles del Río Cachapoal y principal en el sector urbano del centro de la comuna, contigua a la capital regional, esto es en los sectores de Machalí centro y Santa Teresa.

Figura 6 Localización de la Comuna de Machalí



Fuente: Elaboración propia

Del territorio comunal un 0,43 % corresponde a áreas urbanas e industriales, un 2,17 % comprende áreas agrícolas y el resto, es decir un 97,4 % de su territorio es parte de la precordillera y la zona montañosa de la cordillera de los Andes, prodiga en minería, pastizales, reservas naturales y zonas ecoturísticas.

Machalí se destaca por ser una comuna con perfil marcadamente residencial, que se complementa con su condición productiva asociada a la minería de cobre del yacimiento “El Teniente de Codelco Chile”. También se destaca la actividad agrícola, que se ha visto reducida ante el avance urbano, y al auge del sector terciario o de servicios, principalmente el comercio.

Según el Censo del año 2017 (INE), la población es de 52.505 habitantes, correspondientes a un 5,7% de la población total de la región y una densidad de 20,2 hab/km². Un 4,9% del total corresponde a población rural y un 95,1% a población urbana. En cuanto a la evolución demográfica, la comuna de Machalí muestra una tendencia al crecimiento acelerado, especialmente durante el último período intercensal, alcanzando indicadores altos que están muy por sobre el promedio regional, ubicándola con la mayor tasa de crecimiento demográfica de la región. (Plan de Desarrollo Comunal de Machalí [PLADECO] 2010-2014).

La comuna de Machalí esta irrigada por diversos cursos de agua como los ríos Coya, Pangal, Los Cipreses, Las Leñas, Claro y Cachapoal. En el sector de Chacayes se encuentra la confluencia de los ríos Pangal y Blanco, los que dan origen al río Cachapoal, el que sigue su curso por la localidad de Perales hasta llegar a Coya, donde se une al río del mismo nombre (PLADECO 2010-2014).

A la comuna se le reconocen cuatro sectores o localidades urbanas, estas son: Machalí Centro, El Guindal, Santa Teresita y Coya. También se encuentran las localidades o caseríos rurales: Chacayes, Nogales, San Joaquín de los Mayos, Termas de Cauquenes. A estos sectores se suma el asentamiento industrial que corresponde a la División Teniente de Codelco Chile, dentro del cual se emplazan

Sewell y el centro de esquí Chapa Verde. Dentro de estas áreas urbanas se considerará el sector de Machalí centro por donde transcurren los canales: Rafaelino, Lucano, Cachapoal y el estero Machalí. Estas aguas superficiales colindan según el PRC de Machalí con las zonas residenciales, entre ellas tenemos las poblaciones de Villa la Vinilla, Villa el Álamo, Villa Cordillera, Villa Hermosa, Villa el Llano, la población 12 de febrero junto con la quebrada del Manzano, población Bello Olivo, Condominio Vista el Valle, Villa el bosque, villa Horizonte, sector Pantanito, sector Calicanto, Camino la Hacienda.

Se considerará como área de estudio el casco principal de Machalí donde se encuentra las poblaciones y villas que colindan con los canales y esteros. Estas son principalmente consideradas por el PRC como zonas urbanas, zonas destinadas al desarrollo armónico de los centros poblados y sus actividades existentes y proyectadas por el instrumento de planificación territorial.

Figura 7 Localización zonas residenciales de Machalí cercanas a esteros y canales



Fuente: Elaboración propia en base a información modificada de la municipalidad de Machalí.

3.2. Contaminación por microbasurales en la comuna de Machalí

Los Microbasurales constituyen una de las “peores caras” de Machalí, ubicados en cercanías u orillas de canales, costadas de caminos, sitios sin propietario o cercanos a poblaciones, que según las autoridades los habitantes se han encargado de ensuciar.

En el año 2019 y 2020 la comuna de Machalí denuncia en su cuenta oficial de Facebook distintos lugares que son utilizados como microbasurales, indicando que la municipalidad invertirá recursos para limpiar los sectores afectados.

Figura 8 Microbasural en la comuna de Machalí



Fuente: Facebook Oficial Municipalidad de Machalí.
(Recuperado el 30 de diciembre de 2021).

Los puntos de acumulación de basura de forma ilegal que ha identificado la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato (DIMAO) son Camino Las Rosas, La Hacienda, Carretera El Cobre, Cerro San Juan, Vista al Valle, Barros Negros y la calle los Quilos, entre otros.

Aquí se consideran tres sectores que como característica principal se encuentran muy próximos a lo que son los canales Cachapoal, Rafaelino y el estero Machalí.

La Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato (DIMAO) plasma en la Ordenanza Gestión Medioambiental de la Comuna de Machalí del año 2014 expresa lo siguiente en los artículos 40,41 y 42 con respecto a la limpieza y conservación del agua:

Artículo 40. La municipalidad, dentro del territorio de la comuna, concurrirá conservación de los ríos, canales, riberas, acequias y bebederos, considerando, además, las condiciones de seguridad necesarias para prevenir accidentes.

Artículo 41. Cualquier persona que arroje sustancias, basuras, desperdicios u otros objetos similares a los ríos, playas, canales, riberas, acequias y bebederos, será sancionada conforme a la presente ordenanza.

Artículo 42. Tanto los vertidos al alcantarillado como a cauces naturales o artificiales, que no cumplan cualquiera de las limitaciones o prohibiciones de la normativa legal vigente, darán lugar a que el municipio exija al responsable del vertido el pago de todos los costos incurridos por el municipio, originados por limpiezas o reparaciones.

Considerando lo anterior esta ordenanza está sujeta a infracciones (categorizadas leves, grandes, gravísimas) y por lo consiguiente a multas asociadas a cada categoría.

Capítulo IV: Desarrollo y publicación del Geoportal

En este capítulo se presente el proceso de desarrollo del Geoportal para culminar con la publicación del mismo. En primer lugar, se presentan los requisitos del Geoportal, continuando la presentación de los *softwares*, librerías y plataformas utilizadas para el desarrollo del mismo. A continuación, se describe el proceso de obtención, tratamiento y verificación de datos en terreno y recolección de registros visuales con Dron. Se presenta la arquitectura de funcionamiento del geoportal y se describen cada uno de los componentes del mismo. Finalmente se presenta el Geoportal publicado.

4.1. Requisitos del Geoportal

El Geoportal desarrollado en el marco de este trabajo considera el componente de geolocalización y la inclusión de registros visuales (fotografías y videos), que permiten visualizar la problemática ambiental que afecta a la comuna.

El Geoportal se desarrolló considerando los requisitos de un usuario básico “ciudadano común” sin necesidad de poseer un lenguaje geográfico específico, ni el conocimiento de informática. Por lo tanto, cualquier usuario que posea un dispositivo con una conexión a Internet puede acceder a la información.

Los requisitos funcionales consideran la geolocalización de los microbasurales en un mapa para ofrecer una visión general de la situación desde el punto de vista espacial. Esto se complementa con registros visuales (fotografías y videos) que permiten ver en mayores detalles los microbasurales y sus características.

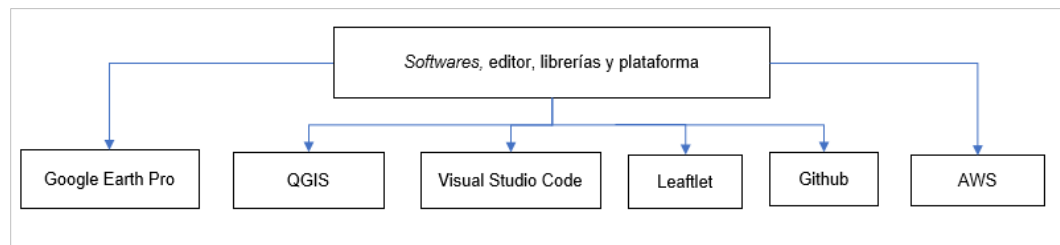
En cuanto a los requisitos no funcionales que se orienta a la interacción del usuario con el Geoportal, considera fundamentalmente la facilidad de uso ofreciendo una interfaz simple e intuitiva, fácil de usar y aprender que permita visibilizar la información manera eficaz y eficiente.

4.2. Softwares, editores y librerías

Para el desarrollo del Geoportal se utilizaron varios *softwares* de uso libre y algunos con código modificable para personalizar de acuerdo con las necesidades y requerimientos específicos en el marco de este trabajo. También se utilizaron *software* SIG para el tratamiento de datos y generación de cartografía.

En la figura 9 se presentan *softwares*, editor, librerías y plataforma que se han utilizado para desarrollo del Geoportal y a continuación se presenta una breve descripción de cada uno.

Figura 9. *Softwares*, editor, librerías y plataforma



Fuente: Elaboración propia

- Google Earth Pro (<https://earth.google.com/web/>) *Software* que ofrece el conjunto más completo de datos geospaciales disponibles de manera pública e incluye imágenes de alta resolución, etc. Es la versión mejorada de Google Earth y ofrece herramientas más potentes y un mayor número de funcionalidades. Entre las mejoras que incluye Google Earth Pro destacan:
 - Mediciones avanzadas que permiten medir terrenos, aparcamientos o polígonos.
 - Una mayor calidad de las imágenes en las capturas de pantalla, con una resolución de hasta 4800 x 3200 píxeles.
 - Grabación de vídeos en HD con una resolución de hasta 1920 x 1080 píxeles.

- Datos de interés relacionados con la demografía, las edificaciones o los niveles de tráfico.
- Información GIS avanzada (Sistema de Información Geográfica)
- Importación de hojas de cálculo
- QGIS (<https://www.qgis.org/>): *Software* de Sistema de Información Geográfica (SIG) de Código Abierto licenciado bajo GNU - General Public License. Proyecto oficial de Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Corre sobre Linux, Unix, Mac OSX, Windows y Android y soporta numerosos formatos y funcionalidades de datos vector, datos ráster y bases de datos. Se utilizará para la conversión de formatos (.kml a .Geojson), como también la actualización de las tablas de atributos.
- Visual Studio Code (<https://code.visualstudio.com/>): Editor gratuito de código fuente. Su sencillez de uso y su interfaz gráfica determina que sea uno de los editores más utilizados. Con su instalación se incorporan los lenguajes de JavaScript (junto con TypeScript y Node.js), HTML y CSS, aunque con las extensiones es posible utilizar lenguaje Java, C++, PHP o Python. (Mena, 2021).
- React (<https://es.reactjs.org/>): Librería de código abierto (Open Source) de JavaScript para desarrollar interfaces de usuario. Permite diseñar vistas simples para cada estado en una aplicación, y React se encargará de actualizar y renderizar de manera eficiente los componentes correctos cuando los datos cambien.
- Leaflet (<https://leafletjs.com/>): Librería JavaScript Open Source ampliamente utilizada para la publicación de mapas en la web, ideal para generar *WebMapping* o mapas interactivos. Estos mapas pueden incorporar servicios de capas teseladas, imágenes propias, datos en formatos GeoJSON, plugins, etc. También se pueden crear interacciones con el mapa mediante el uso de ventanas emergentes, entre otras
- GitHub (<https://github.com/>): Plataforma de alojamiento que ofrece a los desarrolladores la posibilidad de crear repositorios de código y guardarlos

en la nube de forma segura, usando un sistema de control de versiones, llamado Git (Sistema de control de versiones) (Camacho, 2021).

- AWS Amazon Web Services (<https://aws.amazon.com/es/>): Plataforma en la nube que ofrece desde tecnologías de infraestructura como cómputo, almacenamiento y bases de datos hasta tecnologías emergentes como aprendizaje automático e inteligencia artificial, lagos de datos y análisis e internet de las cosas. (Amazon, 2022).

4.3. Obtención y tratamiento de datos

Se realizó una solicitud de datos e información geográfica a través del Consejo para la transparencia³, porque no se logró encontrar la información de esteros y canales en las plataformas para descarga directa. En respuesta a la solicitud, la municipalidad envió los siguientes archivos que se presentan en la figura 10.

Figura 10 Vista de archivos entregados por la municipalidad de Machalí



Fuente: Elaboración propia.

En los archivos se entregó la capa de información de la red hidrográfica de la comuna, capa de la que se extrajo la información gráfica y alfanumérica del Estero Machalí, Canal Cachapoal, Canal Lucano y Canal Rafaelino.

Por otra parte, se debe destacar que la información entregada por la municipalidad no contenía metadatos y gran parte de ella se encontraba con un error de georreferenciación que se observaron al momento de visualizar el archivo .kmz en Google Earth Pro. En la figura 11, se presenta a modo de ejemplo uno de los errores y en la figura 12 se presenta la corrección del error.

³ Consejo para la Transparencia <https://www.consejotransparencia.cl/solicitud-informacionpublica/>

Figura 11. Error en capa de información entregada por la municipalidad de Machalí.



Fuente: Elaboración propia en base a los archivos entregados por la municipalidad de Machalí y visualizados en Google Earth Pro

Figura 12 Corrección de error en capa de información entregada por la municipalidad de Machalí.



Fuente: Elaboración propia en base a los archivos entregados por la municipalidad de Machalí y visualizados en Google Earth Pro

En primer lugar, se realizó una corrección de los errores en Google Earth Pro. En segundo lugar, se realizó una verificación en terreno para validar las correcciones.

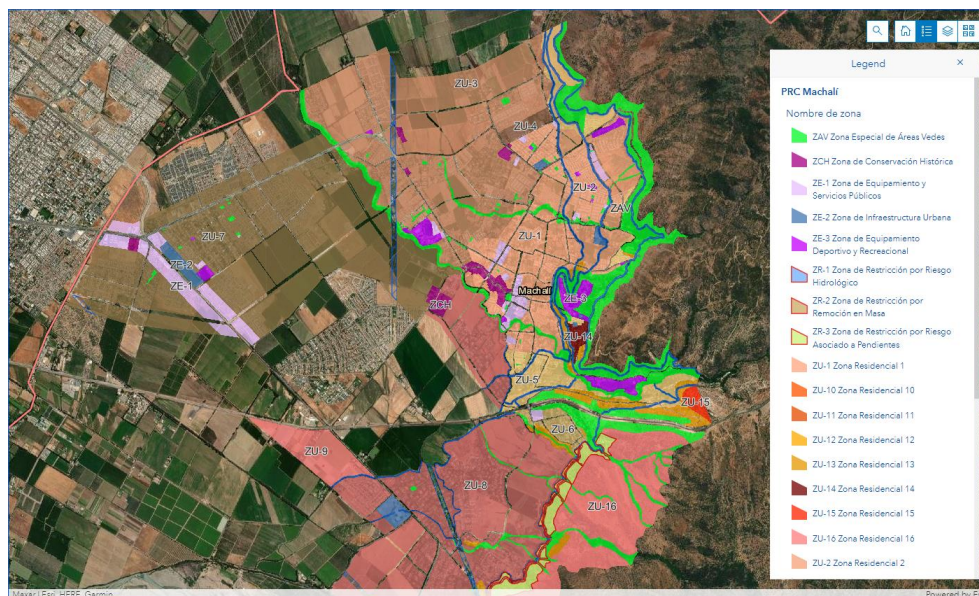
Considerando que las inconsistencias y errores detectados en las capas de información entregadas por la municipalidad de Machalí, la verificación de las coordenadas en terreno para realizar las correcciones resultó fundamental. Se realizaron verificaciones en los sectores de la comuna donde se encontraron errores significativos, por ejemplo, esteros o canales que pasaban sobre las viviendas.

De la capa de información de la red hidrográfica se realizaron los geoprocursos correspondientes para extraer solo las entidades correspondientes a los siguientes canales y esteros: Estero Machalí, Canal Rafaelino, Canal Lucano y Canal Cachapoal.

De la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Chile se descargaron las capas de información correspondientes a la división político-administrativa.

El Plan Regular Comunal (PRC) se obtuvo del sitio web del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) del visualizador de mapas que permite identificar las zonas urbanas definidas en el marco del PRC.

Figura 13 Vista zonas urbanas definidas por PRC Machalí



Fuente: Geoportal MINVU

<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/4fe44dc50277462292997783b8b06c2a>
(Recuperado el 02 de enero de 2022).

El catastro se realizó considerando las zonas urbanas aledañas a los canales y esteros mencionados previamente y definidas como zonas residenciales por PRC.

Tabla 1 Localización de poblaciones de Machalí objeto de estudio

Poblaciones Machalí	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
Camino la Hacienda	-34.180006	-70.657369
Condominio Vista el Valle	-34.163935	-70.637942
Pob. Bello Olivo	-34.185546	-70.642238
Pob. 12 de febrero y Quebrada el Manzano	-34.178468	-70.636737
	-34.176488	-70.631917
Sector Calicanto	-34.191225	-70.643061
Sector Pantanito	-34.190503	-70.648992
Villa Cordillera	-34.170502	-70.640877
Villa el Álamo	-34.172854	-70.637500
Villa el Bosque	-34.168239	-70.645643
Villa el Llano	-34.173297	-70.641945
Villa Hermosa	-34.168108	-70.641998
Villa Horizonte	-34.168927	-70.642904
Villa la Vinilla	-34.173220	-70.639962

Fuente: Elaboración propia en base a los datos recolectados en la visita de campo procesados en Google Earth Pro.

4.4. Verificación de datos y recolección de registros visuales con Dron

Se realizaron visitas a terreno con el fin de observar y evaluar la situación de los microbasurales en la comuna y corroborar datos. Durante los recorridos se tomaron fotografías y se realizó un registro visual a través de vuelos con Dron.

Se para los vuelos con Dron se utilizó el modelo Autel Evo 2 Pro 6k V2 (Figura 14) de la marca Autel Robotics, modelo que entre sus características se destacan:

- Dron plegable con cámara intercambiable.
- Cámara 6K con Sensor 1"
- Resolución hasta 5472 x 3648.
- Protección anticolidión 360°

- Velocidad máxima 72 km/h.
- Alcance de transmisión 9 Km.
- Autonomía: 40 minutos de vuelo en condiciones óptimas.

Figura 14 Aeronave Autel Evo 2 Pro 6 K V2.



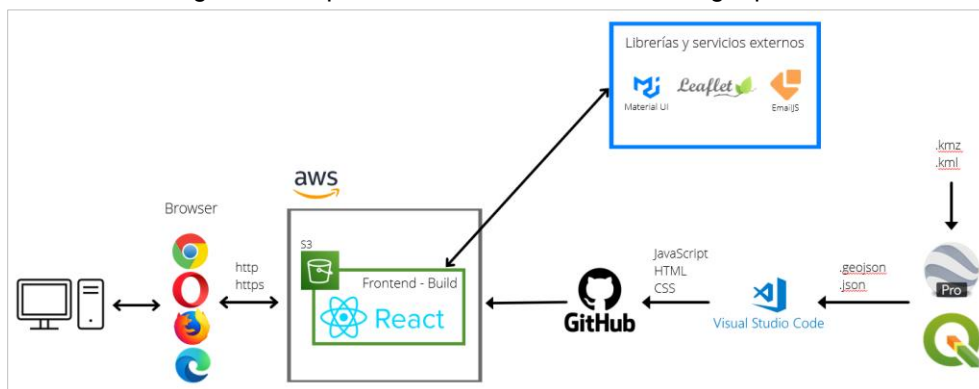
Fuente: Autel Robotics <https://www.autelrobotics.com/productdetail/2.html>
(Recuperado el 18 de febrero de 2022).

Se realizaron dos vuelos, 23 de febrero y 02 de marzo del 2022, considerando ráfagas de viento menores a 70 km/h ya que la aeronave tiene como límite esta velocidad del viento, por otro lado, se revisaron las condiciones meteorológicas con anticipación por el viento para asegurar que los días estuvieran despejados con poca nubosidad. Los vuelos se realizaron entre las 11:00 y 15:00 horas. De estos vuelos se obtuvo toma de videos e imágenes para identificación de microbasurales y el insumo visual para incluir en el geoportal.

4.5. Arquitectura de funcionamiento y componentes

A continuación, se presenta la arquitectura de funcionamiento del geoportal, interacciones entre softwares (mencionados en el apartado anterior), lenguajes utilizados (JavaScript, HTML y CSS) y cliente final.

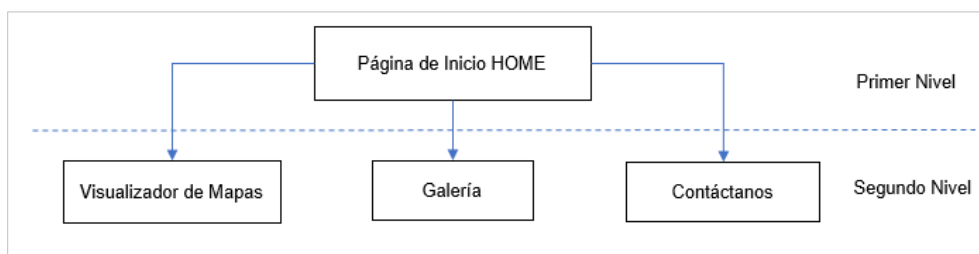
Figura 15 Arquitectura de funcionamiento del geoportal.



Fuente: Elaboración propia.

La estructura general y los componentes del Geoportal se presentan en la siguiente figura:

Figura 16 Estructura general del geoportal.



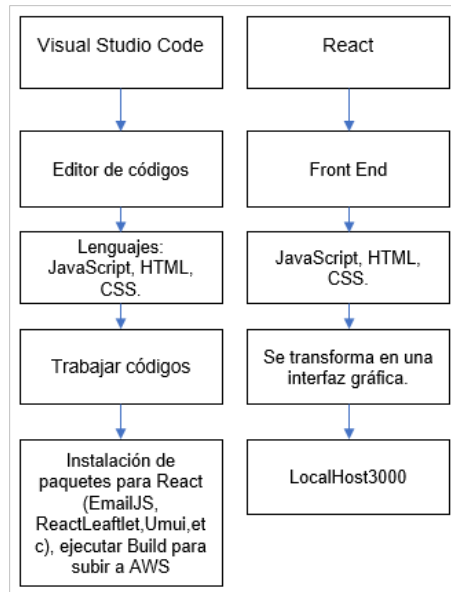
Fuente: Elaboración propia

La estructura está compuesta por una página inicial, la cual contiene las pestañas para acceder al visualizador de mapas, galería de imágenes y al formulario para contactar, esta última herramienta se implementó para que los usuarios realicen consultas o informen sobre la localización de nuevos microbasurales. El formulario de contactos redirecciona los envíos a un correo creado para el proyecto.

4.5.1. Página de inicio (Home)

Para el diseño y desarrollo de la página de inicio se utilizó el *software* Visual Studio Code y la librería React

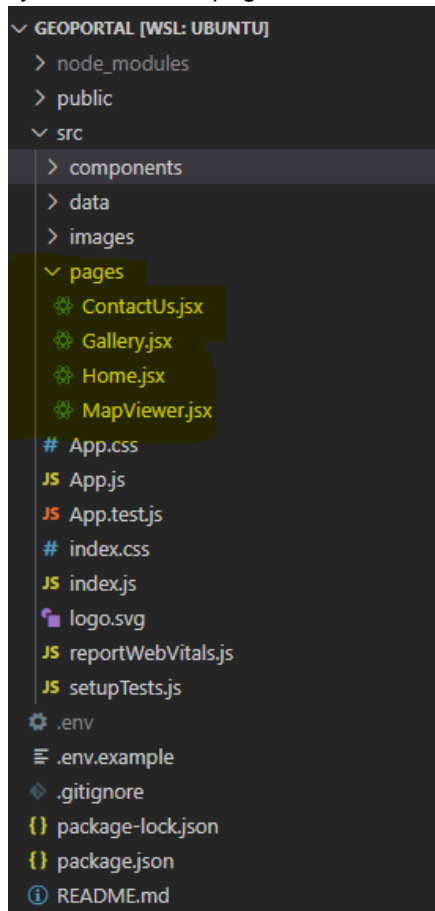
Figura 17 Software y librerías utilizados para crear página de inicio



Fuente: Elaboración propia

En Visual Studio Code se creó la carpeta “page” que incluye los archivos en formato .jsx que corresponden a cada pestaña definida en la página de inicio del Geoportal. En esta carpeta y archivos se realizó el proceso de edición de cada pestaña junto con el código y los parámetros de configuración (Figura 18)

Figura 18 Carpetas y archivos de la página de inicio en Visual Studio Code



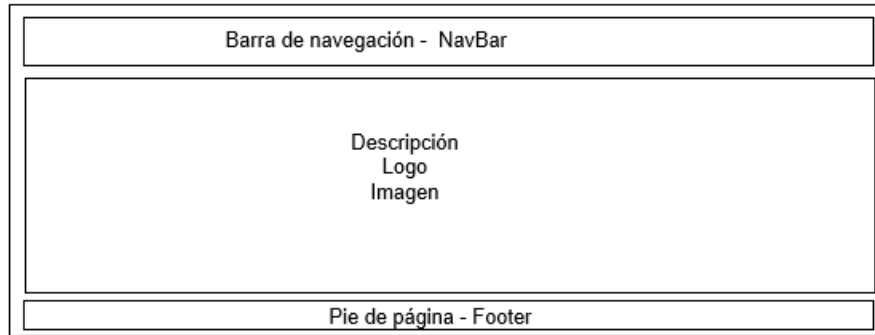
Fuente: Elaboración propia en base a los archivos creados en VSC.

La página de inicio tiene los siguientes elementos:

- Menú o barra de navegación (NavBar): contiene las pestañas para acceder al Visualizar de mapas, Galería, Contáctanos.
- Parte central: contiene una breve descripción del Geoportal junto al logo creado con la herramienta Canvas online. Se ha incluido como base una fotografía de las Machalí obtenida en el uno de los vuelos realizados con el Drone.
- Pie de página (Footer): se incluye el nombre del Geoportal y se indica año y propiedad del sitio web. Incluye link directo hacia el repositorio de Github para su uso.

El NavBar y el Footer se replican en las páginas de cada una de las pestañas (Visualizar de mapas, Galería, Contáctanos)

Figura 19 Geoportal: Componentes de la página de inicio



Fuente: Elaboración propia

El código de la página de inicio desarrollada en la consola de Visual Studio Code se encuentra disponible en Github [geoportal/src/pages/Home.jsx](#).

Figura 20 Vista código de página de inicio en consola de Visual Studio Code

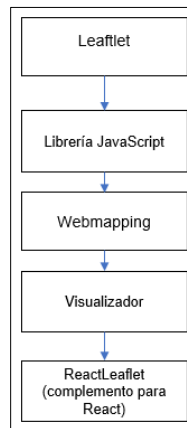
```
src > pages > Home > Home
1 // importamos el react, luego se define la constante con los estilos el componente home, como por ejemplo el ancho del componente de la página
2 import React from 'react';
3 import { Card, CardMedia } from '@mui/material';
4
5 // por completar
6
7 export default function Home() {
8   return (
9     <Card>
10      <div style={{ position: 'relative' }}>
11        <CardMedia
12          style={{objectFit: 'contain', maxWidth: '100%', maxHeight: '100%',display: 'flex'}}
13          component="img"
14          image={require('../images/machali.JPG')}
15          title="home"
16          alt="HOME"
17        />
18
19        <div
20          style={{
21            position: 'absolute',
22            color: 'white',
23            top: '48%',
24            left: '2%',
25            backgroundColor: 'rgba(52, 52, 52, 0.8)',
26            padding: '1rem',
27          }}
28        >
29
30          <p style={{ fontSize: '1.8vw' }}>GEOPORTAL DE LA COMUNA MACHALI:</p>
31          <p style={{ fontSize: '1.8vw' }}>La información geográfica dispuesta en este geoportal es de carácter referencial,</p>
32          <p style={{ fontSize: '1.8vw' }}>se presenta con el objetivo es visibilizar la problemática de los microbasurales</p>
33          <p style={{ fontSize: '1.8vw' }}>en la Comuna de Machali que afectan a la población y contaminan esteros y canales.</p>
34          <p style={{ fontSize: '1vw' }}>Geoportal desarrollado en el marco de la tesis para optar al título de geógrafo de Jacob Isa
35          <p style={{ fontSize: '1vw' }}>Opto. de Geografía, Facultad de Arquitectura Urbanismo y Geografía, Universidad de Concepción
```

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Visualizador de mapas

Para el desarrollo del visualizador de mapas se utilizó Leaflet y el complemento ReactLeaflet⁴ para vincular a React

Figura 21 Librerías y complementos para desarrollar visualizador de mapa



Fuente: Elaboración propia

El Visualizador de mapas contiene elementos básicos el fin de ofrecer una interfaz dinámica y simple, considerando el perfil de usuarios al cual está dirigido.

Figura 22 Vista del Visualizador de mapas



Fuente: Elaboración propia

⁴ ReactLeaflet <https://react-leaflet.js.org/>

En la siguiente tabla se listan los componentes del visualizador de mapas y las funciones de cada uno.

Tabla 2 Componentes del visualizador de mapas.

	<p>Botón de Zoom in (+) y Zoom out (-).</p>
	<p>Icono de contenedor de capas.</p>
	<p>Lista de capas desplegadas.</p>
	<p>Límite creado de zona urbana (color naranja).</p>
	<p>Poblaciones con función PopUp (se despliega una leyenda del contenido).</p>
	<p>Esteros y canales con función PopUp (se despliega una leyenda del contenido).</p>
	<p>Registro Visual Microbasurales con función PopUp (se despliega una fotografía con señalización de la basura).</p>

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23 se presenta una vista del visualizador de mapas con las capas activas y con la función de PubUp activa donde se observa el registro visual de un microbasural en la Población 12 de febrero

Figura 23 Vista de capas activas en el visualizar con la función PopUp activa



Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Vista código de PopUp desde los componentes creados para el geoportal

```
geoportal > src > components > ImagePopUp.jsx > ...
1 // compilado de imagenes pop up para mostrar lugares donde se recolectó la información
2 import React from 'react';
3 import { Marker, Popup as PopUpLeaflet, LayerGroup } from 'react-leaflet';
4 import 'leaflet/dist/leaflet.css';
5 import L from 'leaflet';
6
7 // icono de coordenada
8 const mapIcon = L.icon({
9   iconUrl: require('../images/camara.png'),
10  iconSize: [38, 40],
11 });
12
13 //Lista de objeto donde cada objeto tiene la informacion de una foto diferente: ruta, titulo y coordenadas
14 const photos = [
15   {
16     src: `${require('../images/popup/elbosque.jpg')}`,
17     title: 'Villa el Bosque',
18     coordinates: [-34.168211, -70.644524],
19   },
20   {
21     src: `${require('../images/popup/vistaelvalle.jpg')}`,
22     title: 'Vista el Valle',
23     coordinates: [-34.163696, -70.637797],
24   },
25   {
26     src: `${require('../images/popup/pantanito.jpg')}`,
27     title: 'Sector Pantanito',
28     coordinates: [-34.190211, -70.649538],
29   },
30   {
31     src: `${require('../images/popup/belloolivo.jpg')}`,
32     title: 'Bello Olivo',
33     coordinates: [-34.185895, -70.641359],
34   },
35 ];
```

Fuente: Elaboración propia

Figura 25 Vista código importación de PopUp desde los componentes a hacia el visualizador

```
NavBar.jsx M MapViewer.jsx X
geoportal > src > pages > MapViewer.jsx > ...
1 //importacion de .Geojson en data donde hay que cambiar la extensión a json para poder visualizar. importando tambien las capas
2 // esteros y canales, y las otras tambien el marker que es el punto en cual se despliegan las imagenes//
3 import React from 'react';
4 import { MapContainer, TileLayer, GeoJSON, LayersControl } from 'react-leaflet';
5 import ImagePopUp from '../components/ImagePopUp';
```

Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Galería

La galería contiene registros visuales (fotografías y videos) de algunos de los sectores en los cuales se identificaron microbasurales o presencia de basura cercana a canales y esteros.

Las fotografías se presentan con alta resolución para que los usuarios puedan visualizar en detalle los microbasurales. Se incluyen fotos aéreas tomadas en los vuelos realizados con el Dron.

Los videos corresponden a capturas aéreas realizadas con el Dron, se incluyen n la galería en calidad 4K ofreciéndose Alta Definición (HD-High-Definition). Los videos se subieron a un canal de Youtube, pero se pueden visualizar directamente desde galería sin necesidad de ir a la página del canal.

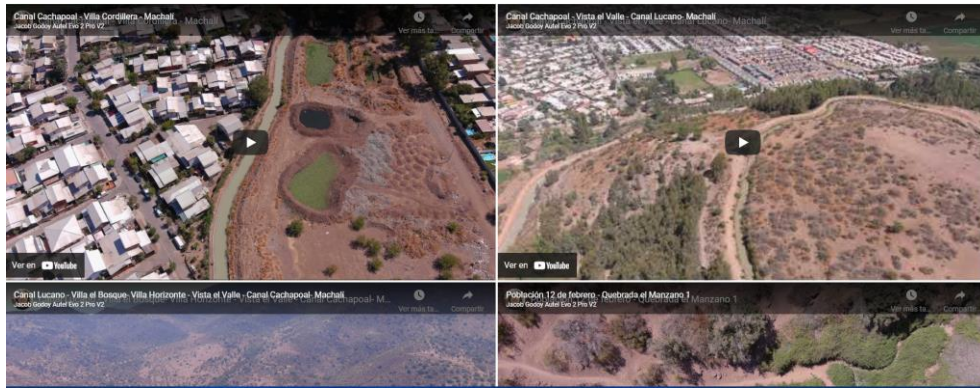
Figura 26 Vista de galería de fotografías

Galería Sectores Microbasurales



Fuente: Elaboración propia

Figura 27 Vista de galería de videos



Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de la galería se instaló el paquete llamado Mui⁵ para React que ofrece plantillas prediseñadas para las galerías y otros complementos. El trabajo fue realizado mediante la consola de Visual Studio Code

Figura 28 Vista código de importación de Umui para React.

```
Galleryjsx M X
src > pages > Galleryjsx > ...
1 // importacion de react
2 import * as React from 'react';
3 import ImageList from '@mui/material/ImageList';
4 import ImageListItem from '@mui/material/ImageListItem';
5 import ImageListItemBar from '@mui/material/ImageListItemBar';
6 import ListSubheader from '@mui/material/ListSubheader';
7 import YoutubeEmbed from '../components/YoutubeEmbed'
```

Fuente: Elaboración propia

⁵ UI library <https://mui.com/>

Figura 29 Vista código para agregar imágenes a la galería.

```
46  const itemData = [  
47    {  
48      img: `${require('../images/vistaelvalle2.JPG')}`,  
49      title: 'Vista el Valle',  
50      author: 'Jacob Godoy',  
51      rows: 2,  
52      cols: 2,  
53      featured: true,  
54    },  
55    {  
56      img: `${require('../images/vistaelvalle23.JPG')}`,  
57      title: 'Vista el Valle 2',  
58      author: 'Jacob Godoy',  
59    },  
60  ]
```

Fuente: Elaboración propia

Figura 30 Vista código para agregar videos de Youtube a la galería.

```
97  const youtubeData = [  
98    {  
99      embedId: 'b5HClrjDgE8',  
100     title: 'Canal Cachapoal - Villa Cordillera - Machalí',  
101     author: 'Jacob Godoy Autel Evo 2 Pro V2',  
102   },  
103   {  
104     embedId: 'rL7sfsg8Drc',  
105     title: 'Canal Cachapoal - Vista el Valle - Canal Lucano- Machalí',  
106     author: 'Jacob Godoy Autel Evo 2 Pro V2',  
107   },  
108 ]
```

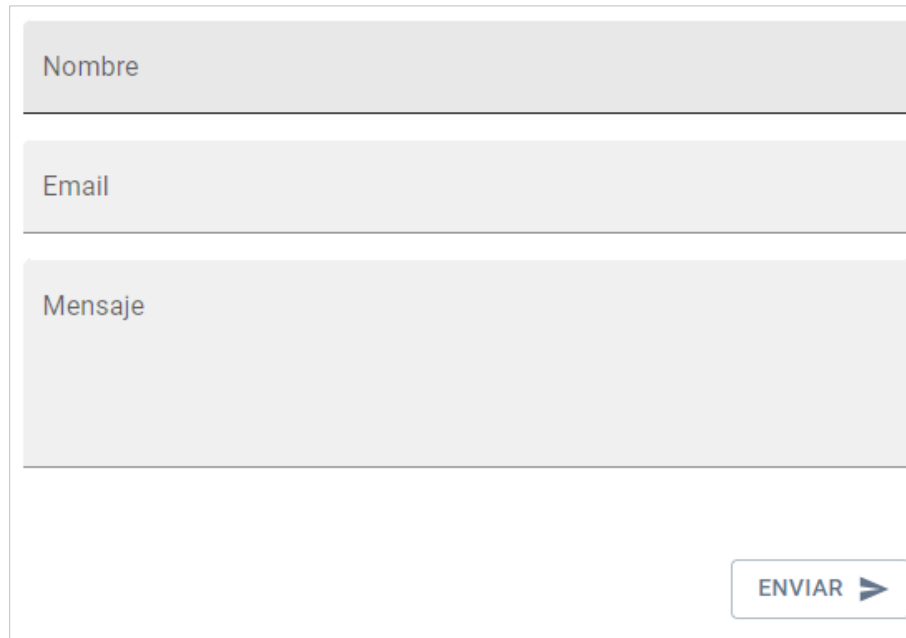
Fuente: Elaboración propia

4.5.4. Contáctanos

La pestaña fue creada en un principio con el fin de que los usuarios informen sobre el uso del geoportal, sin embargo, se ha considerado entregar la plataforma a la municipalidad de Machalí y que el formulario sea utilizado para que los ciudadanos informen o “denuncien” la localización de nuevos microbasurales. Considerando las posibles funcionalidades por definir de “Contáctanos”, se espera definir el texto explicativo de acuerdo a la finalidad que tendrá el formulario. Se ha asociado el formulario el e-mail geoportal.machali@gmail.com, registrado como mail para negocio. Para la asociación se utilizó la API EmailJS⁶, por ser considerado uno de los más confiables y fáciles de usar con lenguaje JavaScript y permite configuración con cuentas de Gmail. Al ser un servicio temporal gratuito, el límite son 200 emails que se pueden enviar a través del formulario.

⁶ API EmailJS <https://www.emailjs.com/>

Figura 31 Vista formulario para contacto.



Formulario de contacto con los siguientes campos:

- Nombre
- Email
- Mensaje
- Botón ENVIAR con un ícono de flecha a la derecha.

Fuente: Elaboración propia

Figura 32 Vista código import usados para contáctanos, entre ellos EmailJS.

```
src > pages > ContactUs.jsx > ...
1 import React, { useRef } from 'react';
2 import emailjs from '@emailjs/browser';
3 import { createTheme, ThemeProvider } from '@mui/material/styles';
4 import { Box, Button, TextField } from '@mui/material';
5 import SendIcon from '@mui/icons-material/Send';
6
```

Fuente: Elaboración propia

Figura 33 Vista código de Función que envía el correo.

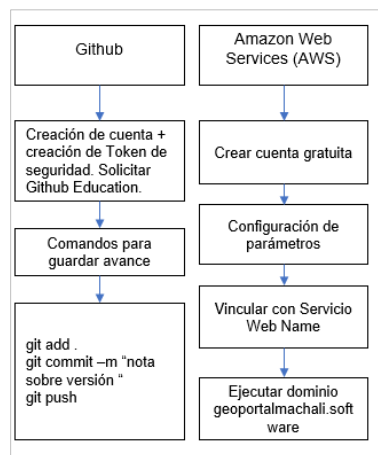
```
17 export default function ContactUs() {
18   const formParams = useRef();
19
20   //esta es la función que envía el correo//
21   function sendEmail() {
22     emailjs
23     .sendForm(
24       process.env.React_App_SERVICE_ID,
25       process.env.React_App_TEMPLATE_ID,
26       formParams.current,
27       process.env.React_App_USER_ID,
28     )
29     .then(
30       (result) => {
31         console.log(result.text);
32       },
33       (error) => {
34         console.log(error.text);
35       },
36     );
37     formParams.current.reset();
38   }
39   return (
40     <div>
```

Fuente: Elaboración propia

4.6. Publicación de Geoportal

El Geoportal se publicó las plataformas Github y AWS

Figura 34 Plataformas utilizadas para publicar el Geoportal



Fuente: Elaboración propia

El proyecto del Geoportal se encuentra publicado en la plataforma Github, de esta manera se ofrece los procesos y códigos para aquellos que quieran hacer una

revisión u obtenerlos. La URL para acceder es la siguiente: [GitHub - Jgodo/geoportal: Tesis creación geoportal](https://github.com/Jgodo/geoportal)

Por otro lado, se creó una compilación llamada “build” en la consola en la partición de Ubuntu para subir el proyecto a la web, para esto se utiliza una cuenta gratuita de la plataforma AWS. A esta plataforma se subieron todos los archivos para luego ser publicados, considerando parámetros de seguridad indicados en la siguiente URL de AW:

https://docs.aws.amazon.com/es_es/AmazonS3/latest/userguide/website-hosting-custom-domain-walkthrough.html

El Geoportal se encuentra publicado en la siguiente URL

<http://geoportalmachali.software.s3-website.us-east-2.amazonaws.com/>

Figura 35 Vista del Geoportal publicado



Fuente: Elaboración propia

<http://geoportalmachali.software.s3-website.us-east-2.amazonaws.com/>

Capítulo IV: Conclusiones

Considerando todo el desarrollo realizado en este proyecto de tesis se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Se han logrado alcanzar los objetivos, general y específico.
- Se han concretado las distintas fases definidas en el marco de este trabajo, finalizando con la publicación del Geoportal:
<http://geoportalmachali.software.s3-website.us-east-2.amazonaws.com/>
- La problemática de microbasurales planteada en este proyecto tampoco ha sido abordada de manera activa por parte de los organismos oficiales, ya que, si bien dentro del municipio existen mecanismo de recolección de basura domiciliaria y escombros, la concientización de ciertos sectores no se ha logrado. La municipalidad cuenta con un servicio de retiro para evitar estos microbasurales, siendo solicitados por las juntas de vecinos, pese a esto, en las visitas realizadas a la comuna de Machalí en los meses de diciembre (2021), enero, febrero y marzo (2022) se observó la misma situación.
- En los trece lugares que fueron de estudio (Villa la Vinilla, Villa el Álamo, Villa Cordillera, Villa Hermosa, Villa el Llano, la población 12 de febrero junto con la Quebrada del Manzano, población Bello Olivo, Condominio Vista el Valle, Villa el bosque, Villa Horizonte, sector Pantanito, sector Calicanto, Camino la Hacienda) se encontraron restos de basura aledaña a las aguas superficiales, siendo el lugar con más presencia de contaminación el sector del condómino Vista el Valle. Se encontraron escombros y basura domiciliaria en las cercanías del estero Cachapoal y Lucano.
- De acuerdo con la información entregada por los organismos estatales, se evidenció que algunos archivos digitales (*shape files*, .KMZ) se encontraban desactualizados. Al visualizar las capas de información entregadas en un *software* SIG, se encontraron errores que se debieron

corregir. Esteros y canales pasaban por calles, por terrenos e incluso por al medio de las casas aledañas, por ende, se tuvo que realizar una inspección visual en terreno para verificar y corregir errores. Las capas de información se corrigieron y actualizaron para ser utilizadas en este trabajo, requiriendo tiempo extra no previsto al inicio de este proyecto. El trabajo en terreno para la verificación demandó tiempo extra considerando la extensión del área de estudio.

- La utilización de *softwares* libres y las librerías de código abierto, se consideran de gran utilidad debido a las modificaciones que se pueden realizar, ajustándose a las necesidades para cada proyecto entregando un valor adicional al desarrollador.
- Resulta necesario destacar la utilidad del *software* libre y de código abierto para la construcción del proyecto de Geoportal, ofreciendo como principal ventaja el costo cero con respecto a otros de pago, no hay limitación para implementarlo. Por otra parte, se ha realizado un aporte a la comunidad de desarrolladores ofreciendo todo el código y proyecto que se encuentra disponible en el repositorio público de Github.
- La interfaz del Geoportal presenta un diseño simple y amigable, respondiendo a la necesidad de los usuarios a los que se dirige, fácil de aprender y usar.
- La estructura modular del Geoportal, le aporta un carácter flexible y escalable, permitiendo en el futuro añadir más funcionalidades.
- Las pestañas incluidas en el Geoportal (Home, Visualizador de mapas y Contáctanos), responden a requerimientos básicos del perfil de usuario al que va dirigido y cumple el objetivo de visibilizar la problemática ambiental a partir de su localización geoespacial y los registros visuales de los microbasurales en la comuna de Machalí. Responde a dos interrogantes: ¿dónde está ubicado el microbasural? y ¿el micro basural está cerca de un canal, estero o vivienda?

- Los registros visuales (fotografías y videos) complementan la información de localización aportada en el visualizador de mapas.
- El desarrollo del Geoportal requirió el aprendizaje de lenguajes de programación y el uso de *softwares* y plataformas.
- La experiencia y nuevos conocimientos adquiridos durante el desarrollo de este trabajo, tanto en lenguajes de programación como uso de *softwares*, editores, librerías y plataformas, resultó de gran valor para complementar mi formación como geógrafo considerando las demanda de perfiles profesionales con conocimientos en el manejo de nuevas tecnologías y herramientas que demandan en el mundo actual como soporte para la toma de decisiones y análisis del territorio.

Bibliografía

- Amazon. (2022, 1 enero). *¿Qué es AWS? Amazon Web Services, Inc.*
Recuperado de https://aws.amazon.com/es/what-is-aws/?nc1=f_cc
- Appyweb. (2018, 1 enero) *¿Qué es Express.js y para qué sirve?* Agencia de marketing online. APPYWEB. Recuperado de <https://www.appyweb.es/diccionario/express-js/>
- AquaSys Ingenieros Consultores Ltda. (2015). *Estudio básico diagnóstico para el fortalecimiento de juntas de vigilancia zona centro.*
https://www.biblioteca.digital.gob.cl/bitstream/handle/123456789/2316/INFO_RME%20FINAL%20ZONA%20CENTRO.pdf
- Banco Mundial. (2021, mayo 24). *El agua en la agricultura* [Text/HTML]. World Bank. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>
- Calixto-Flores, R. (2021). *Representaciones sociales y prácticas pedagógicas en educación ambiental.* *Educação e Pesquisa*, 47.
<https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147234768>
- Camacho, D. (2021, 25 agosto). *Qué es GitHub y cómo usarlo para aprovechar sus beneficios.* Platzi. Recuperado de <https://platzi.com/blog/que-es-github-como-funciona/>
- Cánovas Martín, C. (2002). Educación ambiental y cambio de valores en la sociedad. Crónica bibliográfica. *Observatorio Medioambiental*, 5, 357 - 364.
Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD0202110357A>
- Carrasco, S., & Milic, I. (2017). Patrón territorial de acumulación ilegal de residuos sólidos en la cuenca alta del río Cachapoal. *Persona y Sociedad*, 31(1), 74-102.
- Centro de Recursos Naturales -CIREN (2021) Recursos Naturales Comuna de Machalí. Recuperado de https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2021/07/Machali_rec_nat.pdf

- Coalla, J. L. (2021, 8 noviembre). *React | Qué es, para qué sirve y cómo funciona Descúbrelo todo*. Tribalyte Technologies. Recuperado de <https://tech.tribalyte.eu/blog-que-es-react>
- Font Vivanco, E. (2021) Gestión de residuos sólidos urbanos en microbasurales. Casos de Chile, Argentina, Colombia, Perú y España. Recuperado de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32412/2/BCN_Gestion_de_residuos_microbasurales_2021_FINAL.pdf
- Galeano, S. (2021, enero 29). *El número de usuarios de internet en el mundo crece un 7,3% y alcanza los 4.660 millones (2021)*. <https://marketing4ecommerce.cl/usuarios-de-internet-mundo/>
- García Lozano, M. (2016, septiembre 26). Eutrofización: Una visión general. *Ciencia Acierta*. <http://www.cienciacierta.uadec.mx/2016/09/26/eutrofizacion-una-vision-general/>
- Gómez, A., Formas, P., Martínez, Á. M., Orellana, A. V., Isla, B. S., Almendras, M. A. A., ... & Soto, M. (2010). Salud y medio ambiente. Erradicación microbasurales y difusión de cultura de entorno. *Revista Chilena de Salud Pública*, 14(2/3), 224-225.
- Google. (2009). *Google Earth Pro La herramienta fundamental de investigación, presentación y colaboración para información específica sobre un lugar*. Recuperado de https://static.googleusercontent.com/media/www.google.com/es//intl/es_ar/enterprise/earthmaps/pdf/earth_pro_ds.pdf
- Grandes, J. L. G. (2021, 22 junio). *10 cosas que quizá no sabías de Leaflet*. MappingGIS. Recuperado de <https://mappinggis.com/2017/10/10-cosas-quiza-no-sabias-leaflet/>
- Hassan, Y., Martín, F., & Ghzala, I. (2004). *Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información*. Universidad de Granada. https://www.upf.edu/hipertextnet/numero-2/disenio_web.html
- Hernandez-Alvarez, U., Pinedo-Hernandez, J., Paternina-Urbe, R., & Marrugo-Negrete, J. L. (2021). Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui,

- afluente del río Sinú, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>
- Jordá-Borrell, R., Ruiz-Rodríguez, F., y Lucendo-Monedero, Á. L. (2014). Factor analysis and geographic information system for determining probability areas of presence of illegal landfills. *Ecological Indicators*, 37, 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.10.001>
- Martínez B., Leoncio (2003) *Manual de buenas prácticas ambientales en canales de regadío*. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/29045>
- Mejía, V., Jiménez, G., & Garzón, J. (2019). ¿Qué es un geoportal y cómo se crea? asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI). <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/101/96>
- Mena, M. R. (2021, 24 junio). *Cómo instalar y empezar a usar Visual Studio Code en 5 pasos*. Cursos GIS | TYC GIS Formación. Recuperado 9 de marzo de 2022, de <https://www.cursosgis.com/como-instalar-y-empezar-a-usar-visual-studio-code-en-5-pasos/>
- Mora, A., Rosales, K., & Vazquez, J. (2016). *Los geoportales, una herramienta alternativa para el desarrollo económico local. El caso del SIGUE Vallarta*.
- Morales, M. (2016). Diagnóstico de la localización de Microbasurales, Región Metropolitana. Nadir: Revista electrónica de geografía austral, 8(2), 1-14. Recuperado de <http://www.revistanadir.cl/>.
- Ministerio de Medio Ambiente, Seremi Región Metropolitana (2021) Estrategia Regional de residuos sólidos. Región metropolitana de Santiago 2017-2021. Recuperado de <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/PUBLIC- Estrategia-Reg-Residuos-Solidos-Digital.pdf>
- Municipalidad de Machalí, S. (s. f.). *Antecedentes Generales Comuna de Machalí*. Recuperado de <https://www.machali.cl/municipalidad/municipalidad-3/antecedentes-generales.html>
- Municipalidad de Machalí *Ordenanza Gestión Medioambiental de la Comuna de Machalí 2014* <https://www.machali.cl/descarga-de-documentos/medio->

[ambiente/25-ordenanza-gestion-medioambiental-de-la-comuna-de-machali/file.html](https://www.machali.cl/ambiente/25-ordenanza-gestion-medioambiental-de-la-comuna-de-machali/file.html)

Municipalidad de Puerto Montt. (s. f.). Geoportal. Recuperado 01 de marzo de 2022, de <https://geoportal-gispmontt.hub.arcgis.com>

Plan de Desarrollo Comunal PLADECO 2019-2026, Comuna de Machali. Recuperado de <https://www.machali.cl/download-documentos/pladeco-comuna-de-machali/289-resumen-2019-2026-nov-2020/file.html>

Peiró, R. (2021, 29 abril). Usuario final. Economipedia. Recuperado 14 de marzo de 2022, de <https://economipedia.com/definiciones/usuario-final.html>

Rivera Castro, C. A., Letelier Pino, J. A., Acevedo Pizarro, B., Tobar Correa, T. del P., Loreto Torres Lepe, C., Cataldo Figueroa, A. M., Rudolph Geisse, A., Rivera Castro, M. Á., Rivera Castro, C. A., Letelier Pino, J. A., Acevedo Pizarro, B., Tobar Correa, T. del P., Loreto Torres Lepe, C., Cataldo Figueroa, A. M., Rudolph Geisse, A., & Rivera Castro, M. Á. (2020). Calidad del agua del estero el sauce, Valparaíso, Chile Central. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 36(2), 261-273. <https://doi.org/10.20937/rica.53465>

Robledo Zacarías, V. H., Velázquez Machuca, M. A., Montañez Soto, L., Pimentel Equihua, J., Vallejo Cardona, A., López Calvillo, M. Y Venegas González, J. (2017). Hidroquímica y contaminantes emergentes en aguas residuales urbano-industriales de morelia, Michoacán, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33(2), 221-235. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.02.04>

Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). (2010). Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile, basado en le estudios. Levantamiento, análisis, generación y publicación de información Nacional sobre residuos sólidos en Chile. Recuperado de http://www.sinia.cl/1292/articles-49564_informe_final.pdf.

Soto, M. M. (2016). *Diagnóstico de la localización de Microbasurales*, Región Metropolitana. 14.

<http://revistanadir.yolasite.com/resources/2016%20%20Diagnóstico%20de%20la%20localización%20de%20Microbasurales.pdf>

Solorzano, S. H. (2018). *Análisis de la percepción en la contaminación de arroyos urbanos en la microcuenca el Río en Tonalá Chiapas, México*. 109.

Recuperado de

<https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2018/10/TESIS-Hernández-Solorzano-Sergio.pdf>

Tang, W.; Selwood, J. (2005) Spatial Portals. Adding Value to Spatial Data Infrastructures. Recuperado de <http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/4-W6/papers/35-40WinnieTang-A022.pdf>

Tait, M. G. (2005). Implementing geoportals: applications of distributed GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(1), 33-47.

Vockner, B; Richter, A.; Mittlböck, M. (2013) From geoportals to geographic knowledge portals. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2 (2), 256-275. <https://doi.org/10.3390/ijgi2020256>