

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA

SANTIAGO - CHILE



**MAPEO DE LAS ZONAS ROJAS:
IDENTIFICACIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LA
COBERTURA DEL DELIVERY ALIMENTICIO EN
LA REGIÓN METROPOLITANA DE CHILE**

FELIPE WILLIAMS FRANCISCO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL EN TELEMÁTICA

PROFESOR GUÍA: NICOLÁS SEBASTIÁN GÁLVEZ RAMÍREZ
PROFESOR CORREFERENTE: NICOLÁS VALENZUELA LEVI

DICIEMBRE - 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Mapeo de las Zonas Rojas: Identificación y visualización de la cobertura del delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile

Nombre del candidato(a): Felipe Williams Francisco Rodríguez Rodríguez

Carrera / Grado: Ingeniería Civil Telemática

Campus: San Joaquín

Departamento: Departamento de Electrónica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Nicolás Sebastián Gálvez Ramírez, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha:

17/12/2025 Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha:

17-12-2025

Firma:

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, por el cariño, la paciencia y el apoyo incondicional que me han dado durante los 27 años que me tomó llegar hasta aquí.

Sin ustedes, esto no sería posible.

Gracias Totales.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis recibió apoyo del Fondecyt de Iniciación número 11221325 "Desigualdad Territorial e Informalidad en la Infraestructura Alimentaria Urbana: el caso del Gran Santiago", financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID).

Quiero agradecer, en primer lugar, a mis compañeros Matías, Ignacio, Ariel, Maximiliano, Jorge, Sergio, Gianfranco y Nicolás, por estos años de universidad en los que compartimos trabajos, tareas y desafíos, pero también conversaciones, risas y momentos que voy a recordar siempre. Gracias por la compañía y por hacer este camino más liviano.

A Constanza, mi novia y compañera, gracias por el apoyo, el cariño y el amor incondicional que me entregaste en este último tramo de la universidad. Sin ti, todo habría sido el triple de difícil. Gracias a la vida por cruzar nuestros caminos y a ti por permitirme ser parte de tu vida.

A mis amigos de tantos años —Nicolás, Martín, Matías, Iván, Carolina y Cristian— gracias por estar, por los buenos y los malos momentos, por la compañía y por los consejos. Con ustedes he aprendido, he crecido y, sobre todo, he disfrutado la vida junto a personas que valoro profundamente.

A mi familia —papá, mamá, mi abuela Lucy, Jona y mi perro Luppy— gracias por la paciencia y el apoyo de este último tiempo. Gracias por los retos, los aprendizajes, las anécdotas, las risas y por sostenerme incluso cuando las cosas se hicieron más difíciles. Me siento muy afortunado de ser parte de la familia Rodríguez.

Finalmente, agradezco a mis tutores, Nicolás Gálvez y Nicolás Valenzuela, por su orientación, apoyo y compromiso en esta etapa final. Gracias por su disposición y tiempo constante para resolver dudas, dedicado a revisar y mejorar este trabajo. Su acompañamiento, fue esencial para dar forma a esta memoria y terminarla de manera rigurosa.

A cada uno de ustedes, gracias por acompañarme en el camino y por hacer posible que esta etapa sea, sin duda, una de las más significativas de mi vida.

Gracias totales.

RESUMEN

Este trabajo aborda la problemática de la exclusión territorial digital en el acceso a servicios de reparto de alimentos, un fenómeno que se manifiesta en la creación de *zonas rojas* de delivery, entendidas como sectores urbanos excluidos de estos servicios debido a factores como la inseguridad, la baja rentabilidad o las limitaciones logísticas. El propósito central de esta memoria es desarrollar e implementar una herramienta georreferenciada que permita identificar y visualizar con precisión estas zonas de exclusión de los servicios de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile. El estudio busca responder a la pregunta de cuáles territorios de la Región Metropolitana presentan cobertura de delivery alimenticio y cuáles se encuentran excluidos.

La metodología implementada se basó en el desarrollo de un sistema de muestreo territorial que integra múltiples fuentes de datos. Para ello, se utilizaron datos geográficos correspondientes a las 1.865 zonas censales de la Región Metropolitana de Chile del Censo 2017. Se empleó la geocodificación inversa (usando la API de Google Maps) para transformar las coordenadas de puntos representativos de cada zona censal en direcciones físicas comprensibles. Posteriormente, se utilizó la técnica de web scraping automatizado (implementada con Selenium y Python) para consultar y extraer la disponibilidad de cobertura del servicio de la aplicación PedidosYa en cada dirección. Finalmente, los resultados fueron clasificados y visualizados en una plataforma web interactiva (desarrollada con FastAPI y React.js, utilizando Deck.GL para la visualización geoespacial) que mapea las zonas con cobertura y las zonas excluidas. El proceso de verificación demostró una alta confiabilidad del sistema, con una precisión del 97,4 % en la clasificación de la cobertura de las zonas censales.

Los resultados del análisis geoespacial evidenciaron un patrón de desigualdad espacial en la distribución del servicio de PedidosYa en la Región Metropolitana. Se confirmó la concentración de la cobertura en las comunas centrales (como Santiago, Providencia, Ñuñoa, Las Condes y San Miguel), mientras que las zonas rojas se localizan predominantemente en áreas periféricas y rurales (como San José de Maipo, Paine, Isla de Maipo y Lampa). También se identificó la ausencia de cobertura en sectores urbanos vulnerables con altos índices de inseguridad o vulnerabilidad social. El estudio concluye que este trabajo constituye un aporte significativo al visibilizar nuevas formas de desigualdad urbana digital y ofrece insumos valiosos para actores públicos y privados en el diseño de estrategias de inclusión territorial y digital.

Palabras Clave—*Zonas rojas*, cobertura de delivery alimenticio, geocodificación inversa, *web scraping*, PedidosYa.

ABSTRACT

This work addresses the problem of digital territorial exclusion in access to food delivery services, a phenomenon manifested in the creation of delivery red zones, understood as urban areas excluded from these services due to factors such as insecurity, low profitability, or logistical limitations. The central purpose of this thesis is to develop and implement a georeferenced tool that allows for the precise identification and visualization of these exclusion zones from food delivery services in the Metropolitan Region of Chile. The study seeks to answer the question of which areas of the Metropolitan Region have food delivery coverage and which are excluded.

The implemented methodology was based on the development of a territorial sampling system that integrates multiple data sources. For this purpose, geographic data corresponding to the 1,865 census tracts of the Metropolitan Region of Chile from the 2017 Census were used. Reverse geocoding (using the Google Maps API) was employed to transform the coordinates of representative points in each census tract into understandable physical addresses. Subsequently, automated web scraping (implemented with Selenium and Python) was used to query and extract the availability of PedidosYa service coverage at each address. Finally, the results were classified and visualized on an interactive web platform (developed with FastAPI and React.js, using Deck.GL for geospatial visualization) that maps areas with coverage and areas without coverage. The verification process demonstrated high system reliability, with 97.4% accuracy in classifying census tract coverage.

The results of the geospatial analysis revealed a pattern of spatial inequality in the distribution of PedidosYa's service in the Metropolitan Region. The study confirmed the concentration of coverage in the central districts (such as Santiago, Providencia, Ñuñoa, Las Condes, and San Miguel), while the most underserved areas are predominantly located in peripheral and rural areas (such as San José de Maipo, Paine, Isla de Maipo, and Lampa). It also identified a lack of coverage in vulnerable urban sectors with high rates of insecurity or social vulnerability. The study concludes that this work makes a significant contribution by highlighting new forms of digital urban inequality and offers valuable input for public and private stakeholders in the design of territorial and digital inclusion strategies.

Keywords—*Red zones*, food delivery coverage, reverse geocoding, *web scraping*, PedidosYa.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Propósito	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Contribuciones	4
1.4. Estructura del informe	4
2. Contextualización del Problema	5
2.1. Desigualdades territoriales y exclusión digital en el acceso a servicios	5
2.2. Brecha digital y exclusión algorítmica	9
2.2.1. Brecha digital alimentaria	9
2.2.2. ¿Qué son las zonas rojas?	12
2.2.3. Desiertos alimentarios (Food deserts)	14
2.2.4. Pantanos alimentarios (Food Swamps)	20
2.3. La Región Metropolitana como escenario del problema	26
2.4. Delimitación del problema	27
3. Estado del arte	28
3.1. Recolección de datos en plataformas Web	28
3.1.1. ¿Qué son las APIs?	29

3.1.2. ¿Qué es el Web Scraping?	32
3.1.3. Comparación entre API y Web Scraping	39
3.2. Tratamiento de los Datos	39
3.3. Segmentación y Análisis Geoespacial	41
3.3.1. Tipos de Datos Geoespaciales	42
3.3.2. Herramientas de Análisis Geoespacial	43
3.3.3. Estructuras Censales para el Análisis Territorial	44
3.3.4. Relevancia del Análisis Geoespacial en el Contexto del Delivery Alimenticio	48
4. Propuesta y diseño de solución	49
4.1. Requisitos del Sistema	49
4.1.1. Requisitos Funcionales	49
4.1.2. Requisitos No Funcionales	50
4.1.3. Requisitos de la Interfaz	51
4.1.4. Requisitos de Ambiente	52
4.2. Diseño de la Arquitectura del Sistema	54
4.2.1. Diagrama de Contexto del Sistema	55
4.2.2. Diagrama de Arquitectura	56
4.3. Módulos del Sistema	57
4.3.1. Capa de Recolección de Datos	57
4.3.2. Capa de Procesamiento y Almacenamiento de Datos	59
4.3.3. Capa Análisis de Datos	61
4.3.4. Capa de Visualización de Datos	63
4.3.5. Capa de Interfaz de Usuario	65
4.3.6. Matriz de Requisitos Funcionales y Módulos	67
4.4. Prototipo de la Interfaz de Usuario	67
4.4.1. Vistas del Prototipo	68
4.5. Del Diseño Conceptual hacia la Implementación	70
5. Implementación de la solución	71

5.1. Caso de Estudio	71
5.1.1. Herramientas Utilizadas por Etapa	72
5.2. Generación del archivo base de las Zonas Censales	74
5.3. Geocodificación Inversa	75
5.3.1. Configuración y Preparación	75
5.3.2. Estructura General de la Geocodificación Inversa	76
5.4. Web Scraping de PedidosYa	77
5.4.1. Procedimiento de la Extracción de Cobertura	77
5.5. Visualización y Análisis de la Cobertura	81
5.5.1. Mapa de Cobertura de PedidosYa	82
5.5.2. Distribución de las Zonas Rojas	83
5.6. Desarrollo de la Interfaz Web	83
5.6.1. Tecnologías Utilizadas	84
5.6.2. Funcionalidades de la Interfaz Web	84
5.6.3. Vistas Principales de la Aplicación Web	84
5.7. Verificación y Validación de la Plataforma	87
5.7.1. Verificación	88
5.7.2. Validación	88
5.7.3. Análisis Crítico y Evaluación de Riesgos	89
5.8. Hacia la Evaluación Integral del Producto	90
6. Conclusiones y Perspectivas	91
6.1. Cumplimiento de Objetivos	91
6.2. Limitaciones y Dificultades	92
6.3. Trabajos Futuros	93
6.4. Reflexión Final	94
Referencias	96

Introducción

El campo de las telecomunicaciones ha sido fundamental para consolidar la idea de que la infraestructura tecnológica impulsa el desarrollo y el progreso social. [1]. En las últimas décadas, las plataformas digitales han transformado la manera en que las personas acceden a bienes y servicios, surgiendo lo que se denomina “*economía de plataformas*” [2]. Estas plataformas, proveen la infraestructura y establecen las reglas necesarias para facilitar las interacciones entre usuarios y proveedores [3], dando lugar a nuevas formas de consumo urbano, entre las cuales destacan los servicios de reparto a domicilio. En este contexto, los servicios de reparto o *delivery* han tenido un auge explosivo en las principales ciudades del mundo, facilitando el acceso a productos de forma rápida y conveniente [4, 5, 6]. Sin embargo, situaciones como la pandemia de COVID-19 han puesto de manifiesto cómo las desigualdades se reproducen drásticamente o incluso se amplifican mediante las infraestructuras digitales, haciendo que la expansión de estos servicios no sea equitativa en todo el territorio donde se establecen [7, 8].

Desde los años noventa, la prestación de servicios se configuró bajo criterios de eficiencia financiera, normalizando prácticas de selectividad y *dumping social* que excluyen a determinadas comunidades y áreas urbanas por ser consideradas poco rentables [1, 9]. A partir de esto, surge lo que se denomina **discriminación territorial** (*Redlining* o *Redzoning*), que “*es una forma de excluir áreas específicas, y a las comunidades que las habitan, de un determinado servicio*” [1]. Este término surgió en Estados Unidos en la década de 1930 para describir la práctica bancaria de discriminar a determinados barrios, habitados principalmente por afroamericanos, latinos y asiáticos, mediante la delimitación de líneas rojas en los mapas urbanos, a través de las cuales se excluía a sus residentes del acceso a ciertos servicios financieros [10, 11]. Esta práctica implica evadir la obligación de proporcionar un bien que debiera ser universal para todas las personas, o al menos sin discriminaciones que excedan la capacidad de pago de cada persona [1].

Diversos estudios han advertido que las innovaciones tecnológicas pueden reproducir o incluso intensificar desigualdades territoriales existentes, particularmente en contex-

tos urbanos fragmentados [9, 12]. En distintas ciudades del mundo se observa cómo las brechas digitales se expresan territorialmente, limitando efectivamente el acceso a plataformas de reparto. Un análisis en Suecia documentó cómo segmentos marginalizados tienen menor acceso a servicios online de entrega, revelando una exclusión digital configurada espacialmente [13]. De manera similar, investigaciones en ciudades como Barcelona, Singapur y Nueva York muestran que, incluso en contextos altamente digitalizados, persisten discriminaciones urbanas en el acceso virtual que afectan el uso equitativo de servicios conectados [14, 15, 16]. En América Latina, investigaciones en grandes ciudades brasileñas muestran que esta diferenciación en la conectividad también determina la capacidad de acceder a servicios en línea, como el delivery, especialmente en contextos de crisis. Esta desigualdad se expresa en una oferta dispareja de servicios virtuales, donde algunos barrios cuentan con acceso permanente a estas plataformas, mientras que otros son sistemáticamente excluidos [17].

Este fenómeno de exclusión territorial digital plantea desafíos importantes en términos de equidad urbana y acceso a servicios. Nos demuestra que la conectividad a internet ya no es un privilegio, si no que un factor clave para que la comunidad establezca una participación sólida con los servicios que provee el mundo digital [18]. Esto hace que la falta de disponibilidad del servicio de reparto no solo implique una barrera al consumo, sino también una forma de segregación que refuerza la marginalidad de ciertos sectores de la ciudad [19]. A pesar de su relevancia, existen pocos estudios empíricos que caractericen y visualicen esta exclusión a **nivel local** con un **enfoque georreferenciado**.

En el caso del delivery alimenticio se ilustra con claridad cómo estas desigualdades digitales se traducen en diferencias territoriales de acceso a servicios. Estudios recientes muestran que las plataformas de reparto tienden a concentrarse en áreas urbanas densamente pobladas y con mayor poder adquisitivo, dejando fuera a barrios periféricos o considerados poco rentables [17, 20]. En ciudades latinoamericanas, y particularmente durante la pandemia de COVID-19, el delivery se consolidó como un canal esencial para acceder a alimentos y productos básicos, lo que acentuó la vulnerabilidad de aquellos territorios sistemáticamente excluidos de estas plataformas [21]. En este sentido, la discriminación territorial genera lo que se denomina *zonas rojas* de delivery, que no solo representan vacíos operativos, sino también una expresión contemporánea de desigualdad socioespacial en el acceso a servicios digitales urbanos.

El presente trabajo propone el desarrollo de una herramienta que facilite mapear las *zonas rojas* de las aplicaciones de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile, entendidas como sectores del territorio urbano excluidos de estos servicios debido a condiciones de inseguridad, baja rentabilidad o limitaciones logísticas. Este término alude a dinámicas que se asemejan al concepto de *Redlining*, ya que ambas prácticas implican una exclusión territorial sistemática basada en criterios corporativos de ciertos servicios. Esta herramienta no solo busca visualizar la desigual cobertura territorial, sino también sentar las bases para una discusión más amplia sobre justicia digital y acceso equitativo a los beneficios de la tecnología.

1.1. Propósito

El propósito de este trabajo es desarrollar una herramienta georreferencial que facilite mapear las zonas de exclusión de los servicios de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile, identificando con precisión los territorios excluidos de este tipo de oferta. Este mapeo permitirá comprender mejor los patrones de exclusión territorial y abrirá el camino a políticas públicas, estrategias logísticas o soluciones técnicas que apunten a una mayor equidad en el acceso a servicios digitales.

1.2. Objetivos

La herramienta que se diseña en este trabajo se basa en los siguientes objetivos, que responden a la necesidad de generar evidencia sobre la desigual cobertura de las plataformas digitales de delivery en la región, articulando datos obtenidos directamente desde estos servicios para facilitar el análisis espacial del territorio.

1.2.1. Objetivo General

- Desarrollar e implementar una herramienta georreferenciada que permita identificar y visualizar zonas de exclusión del servicio de delivery alimenticio en la Región Metropolitana, a partir de un sistema de muestreo que facilite la comprensión de la cobertura de estos servicios.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Recopilar, procesar y organizar datos geográficos y censales de la Región Metropolitana para construir una base de análisis territorial.
- Convertir las coordenadas geográficas (latitud y longitud) en una dirección física comprensible (Ej: avenidas, calles o pasajes) para las personas y extraer datos adicionales que sean relevantes para el proyecto.
- Visualizar y analizar las cobertura de servicios de entrega de alimentos en la Región Metropolitana en un sistema georreferenciado que clasifique las zonas según su disponibilidad de servicio.
- Validar y mejorar la cobertura de servicios de entrega de alimentos verificando la disponibilidad efectiva del servicio en las zonas analizadas.

1.3. Contribuciones

Esta memoria propone un modelo de muestreo territorial que permite detectar las denominadas *zonas rojas* de servicios digitales alimenticios, a partir del desarrollo de una herramienta georreferencial que integra múltiples fuentes de datos, facilitando la visualización y análisis espacial de la cobertura de delivery, pudiendo ser replicable en distintos territorios del mundo.

El estudio visibiliza nuevas formas de desigualdad urbana digital, en concordancia con investigaciones previas sobre brechas digitales [22, 23], y aporta a la comprensión del modo en que las tecnologías afectan de forma diferenciada al territorio.

Por otra parte, este trabajo entrega insumos valiosos para que actores públicos y privados como gobiernos locales, empresas tecnológicas y organizaciones sociales, puedan diseñar políticas o estrategias orientadas a promover la inclusión digital y territorial.

1.4. Estructura del informe

Este informe se organiza de la siguiente manera:

- El Capítulo 2 presenta una definición detallada del problema, abordando las implicancias de las zonas rojas en diversos contextos, incluyendo los servicios de delivery alimenticio y los desafíos asociados a su estudio.
- El Capítulo 3 expone el estado del arte, revisando literatura relacionada con brechas digitales, territorialidad urbana, aplicaciones de delivery, técnicas de extracción de datos, metodologías de mapeo georreferenciado y casos de estudios utilizados en investigaciones similares.
- El Capítulo 4 describe la propuesta y diseño de la solución, detallando los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, su arquitectura modular y la descripción de cada módulo, desde la recolección de los datos hasta su visualización.
- El Capítulo 5 aborda la implementación de la solución, incluyendo los resultados del mapeo, visualizaciones, análisis y validación de cobertura, específicamente, de la aplicación PedidosYa en la Región Metropolitana de Chile.
- El Capítulo 6 presenta las conclusiones generales del estudio, junto con recomendaciones, limitaciones identificadas y proyecciones para investigaciones futuras.

Finalmente, se incluyen los anexos necesarios para el desarrollo del trabajo.

Contextualización del Problema

Este capítulo profundiza el problema de exclusión territorial en el acceso a servicios alimenticios tanto presenciales como digitales en el mundo. A partir de una revisión de conceptos clave como *brecha territorial*, *zonas rojas*, *food deserts* y *food swamps* se busca comprender cómo ciertas decisiones operativas y algorítmicas de los países y plataformas contribuyen a reproducir patrones de segregación en el espacio urbano. Asimismo, se caracteriza el territorio de análisis, problemas asociados y se delimita con claridad el fenómeno a abordar en esta investigación.

2.1. Desigualdades territoriales y exclusión digital en el acceso a servicios

Internet ha conectado cada vez más a las personas a una amplia gama de servicios, permitiendo que tareas que antes requerían desplazamientos físicos se realicen desde casa [24, 25]. Esta posibilidad ha disminuido la necesidad de movilizarse hacia espacios donde tradicionalmente se accedía presencialmente a servicios cotidianos. En este escenario, el sector de la entrega a domicilio ha experimentado una rápida expansión, transformando aún más la forma en que las personas acceden a los bienes [26, 27]. Estas plataformas se han adaptado para satisfacer las demandas de los consumidores, ofreciendo modalidades que van desde la entrega inmediata hasta servicios programados a corto y mediano plazo, evidenciando cómo los entornos digitales se han consolidado como un soporte fundamental para la satisfacción de las necesidades de sus clientes. [28, 29].

No obstante, esta transformación digital no ha beneficiado a todos los territorios por igual. Diversos estudios han advertido que las innovaciones tecnológicas, lejos de cerrar brechas estructurales, tienden a profundizarlas. Por ejemplo, en [30] se destaca que la economía digital no solo se despliega sobre territorios ya desiguales, sino que también

puede ampliar las brechas internas de los países, dado que sus beneficios tienden a concentrarse en aquellos sectores con mayor poder adquisitivo, capacidades digitales o acceso a conectividad de calidad, mientras que los grupos más vulnerables permanecen rezagados.

En el caso de servicios mediados por plataformas, la evidencia empírica comparable entre países no es homogénea, lo que dificulta caracterizar el fenómeno únicamente a partir de estudios centrados en aplicaciones o mercados específicos. Por esto, es necesario recurrir a indicadores clásicos de conectividad como aproximación al acceso efectivo a servicios digitales, en tanto la disponibilidad de infraestructura y el uso de TIC condicionan quiénes pueden beneficiarse de estas modalidades. En este sentido, India constituye un caso ilustrativo por la disponibilidad de antecedentes y por la marcada brecha urbano-rural documentada en la literatura [31]. En dicho país, la expansión de la conectividad móvil e Internet ha estado acompañada por fuertes disparidades entre áreas urbanas y rurales, donde la falta de infraestructura limita el acceso equitativo a servicios en línea, incluyendo plataformas de comercio.

Los datos de la Figura 2.1 evidencian que, a mediados de la década de 2000, la teledensidad urbana superaba el 56 %, mientras que la rural se mantenía bajo el 7 %. Esta diferencia refleja una brecha persistente en el acceso básico a telecomunicaciones, que se traduce en oportunidades desiguales de participación en servicios digitales.

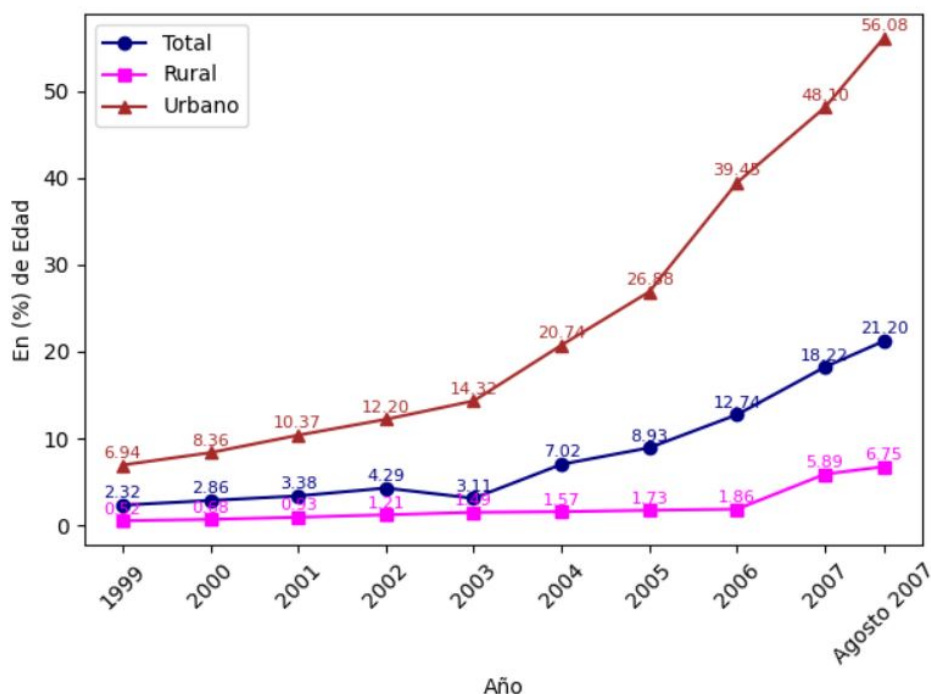


Figura 2.1: Brecha urbano-rural en la teledensidad de India (1999–2007) [31].

Si bien la Figura 2.1 ilustra una desigualdad urbano-rural en un caso específico, este patrón también se observa a escala global en el nivel de ingresos. La Tabla 2.1 presenta una línea base del 2006 de adopción de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) por cada 100 habitantes, evidenciando contrastes marcados entre regiones y grupos de ingreso. A modo de ejemplo, mientras en regiones de altos ingresos la teledensidad móvil y el uso de Internet alcanzaban niveles significativamente superiores, en regiones de bajos ingresos se registraban valores considerablemente menores, lo que da cuenta de una brecha estructural en conectividad en cuanto al nivel de ingresos.

Regiones	Teléfono Fijo	Suscriptores de celulares	Usuarios de Internet	Suscriptores de Banda Ancha
ESCAP	16.2	31.5	11.9	2.9
LLDC	6.6	13.3	4.0	0.1
LDC	0.9	9.3	0.5	11.8
SIDS	15.4	39.5	15.0	0.5
ASEAN	8.6	33.8	10.2	0.2
SAARC	3.3	15.3	5.0	0.1
Asia Central	11.1	20.1	6.3	–
Bajos ingresos	4.0	14.5	5.4	2.8
Medianos ingresos	23.5	40.2	11.4	22.0
Altos ingresos	46.7	84.6	68.4	–
África	3.1	20.9	4.7	–
Lat América & Caribe	17.7	54.2	18.2	2.7
Norteamérica	57.8	75.0	69.0	19.7
Europa	45.0	101.4	43.1	15.6
Otro Asia Pacífico	22.5	51.2	19.3	7.1
Mundo	19.4	40.9	17.4	4.3

Tabla 2.1: Estado de la adopción de las TIC en diferentes continentes, regiones y contextos socioeconómicos (por cada 100 habitantes). Datos correspondientes al año 2006, recopilados por el investigador en World Development Indicators; PMA (Países Menos Desarrollados); PAE (Países en Desarrollo); PEID (Pequeños Estados Insulares en Desarrollo) [31].

Complementariamente, la Tabla 2.2 actualiza esta comparación con datos del año 2022, permitiendo observar la evolución reciente de estos indicadores. Aunque los niveles de adopción de TIC aumentan de forma generalizada respecto de 2006, persisten diferencias relevantes entre regiones y contextos socioeconómicos, lo que sugiere que la expansión de la conectividad no implica necesariamente una reducción proporcional de las desigualdades territoriales en el acceso a servicios digitales.

Regiones	Teléfono Fijo	Suscriptores de celulares	Usuarios de Internet (%)	Suscriptores de Banda Ancha
Oriente Medio y Norte de África	9.9	101.5	57.8	8.53
África Oriental y Meridional	0.6	77.7	26.8	0.67
África Occidental y Central	0.5	102.1	37.5	0.41
Europa y Asia Central	26.4	126.6	87.9	31.5
Europa Central y Países Bálticos	14.7	124.7	—	29.6
Unión Europea	35.5	123.7	—	38.68
Asia Oriental y el Pacífico	13.4	128.7	82.4	31.1
Asia del Sur	1.9	85.0	54.2	3.1
Bajos ingresos	1.0	62.5	21.2	0.48
Medianos ingresos	7.26	108.26	—	15.8
Altos ingresos	31.5	131.3	91.0	36.18
Lat América & Caribe	13.5	109.9	77.1	17.6
Norteamérica	26.9	107.0	92.6	37.9
Mundo	10.9	108.8	67.0	17.73

Tabla 2.2: Estado de la adopción de las TIC en diferentes continentes, regiones y contextos socioeconómicos (por cada 100 habitantes). Datos correspondientes al año 2022, recopilados en World Development Indicators [32].

De manera similar, en la Figura 2.2 se pueden apreciar claramente las desigualdades globales en el acceso a las TICs. En el período entre 1997 y 2007, el nivel de adopción es consistentemente mayor en el mundo desarrollado. Desde 2007 se alcanzan aproximadamente 97 suscripciones móviles y 62 usuarios de Internet por cada 100 habitantes, frente a 45 y 17 en los países en desarrollo, respectivamente. Aunque estos últimos muestran un crecimiento más acelerado, la tasa de adopción agregada sigue siendo sustancialmente menor. En conjunto, estas evidencias ponen de relieve que la digitalización, lejos de distribuirse de manera uniforme, se despliega de manera profundamente desigual, reforzando tanto brechas territoriales internas como asimetrías globales [31, 33].

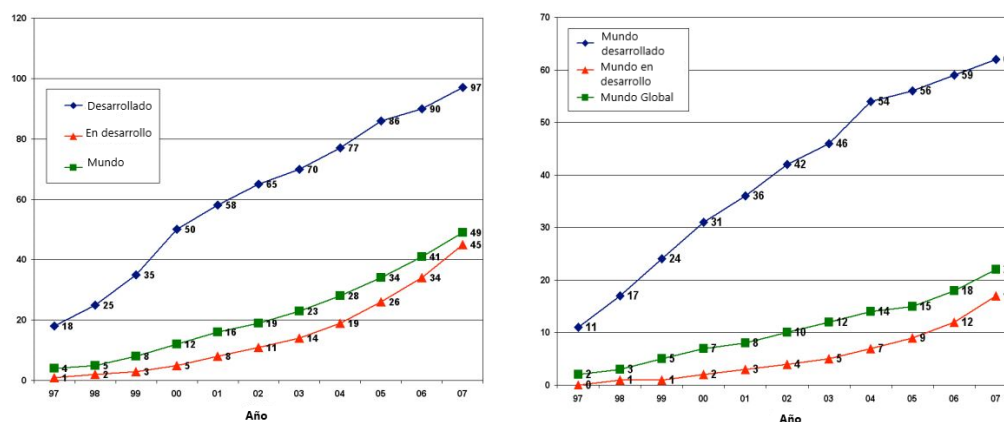


Figura 2.2: Cantidad de usuarios de teléfonos móviles y de internet por cada 100 habitantes (1997-2007) [31].

Por otro lado, en Estados Unidos [34], estudios han mostrado que comunidades históricamente marcadas por el redlining residencial presentan hoy menor acceso a banda ancha y a servicios digitales básicos, lo que reproduce desigualdades raciales y territoriales en la era digital. En el contexto latinoamericano [35], señala que la digitalización en América Latina ha profundizado diferencias entre sectores formales e informales, ya que los beneficios tecnológicos tienden a concentrarse en sectores con mayor capital y capacidad de innovación. Estas desigualdades urbanas configuran un panorama en el cual ciertos sectores de la ciudad son sistemáticamente excluidos de servicios que deberían ser universales. En conjunto, los ejemplos entre varios países demuestran que existe lo que se denomina *brecha digital*, que adquiere formas territoriales específicas en cada país, pero comparte un patrón común: la exclusión sistemática de sectores con menor poder adquisitivo y considerados de baja rentabilidad para la inversión y capacitación tecnológica.

2.2. Brecha digital y exclusión algorítmica

En [23] se plantea que la *brecha digital* alude a las desigualdades en el acceso, uso y aprovechamiento de las TICs, y ha sido ampliamente documentada como una expresión contemporánea de exclusión social y territorial. Si bien en sus primeras definiciones se centraba en el acceso a dispositivos o conectividad, en la actualidad el concepto también abarca aspectos más complejos como la calidad de los servicios digitales disponibles, las competencias necesarias para utilizarlos de manera efectiva y las características territoriales que condicionan su despliegue.

Si bien la mayoría de los estudios sobre brecha digital se han enfocado en el acceso a Internet, la alfabetización digital y la infraestructura tecnológica [20, 23], en los últimos años ha emergido un campo de análisis distinto, como la alimentación. La creciente expansión de los servicios de reparto a domicilio ha evidenciado que la brecha digital no solo determina quién puede conectarse, sino también quién puede acceder a alimentos y productos esenciales mediante plataformas en línea. En este sentido, la exclusión digital adquiere una dimensión alimentaria, configurando territorios donde el delivery está disponible de forma permanente y otros que permanecen sistemáticamente fuera de cobertura [36], fenómeno que comienza a ser conceptualizado como brecha digital alimentaria.

2.2.1. Brecha digital alimentaria

El auge del comercio digital y la pandemia de COVID-19 han transformado la manera en que las personas compran ciertos productos. En Estados Unidos [36], más de un tercio de los adultos estadounidenses han usado aplicaciones de entrega a domicilio para hacer pedidos a restaurantes o tiendas durante el último año, y el gasto en comestibles en línea se multiplicó por más de cuatro entre agosto de 2019 y noviembre de 2021.

El crecimiento masivo de los servicios digitales de alimentación (desde la recogida y entrega de comestibles hasta kits de comida y entregas a domicilio en restaurantes) está redefiniendo la forma en que la población obtiene sus alimentos.

El reparto a domicilio ha dejado de ser una opción exclusiva de ciertos barrios o negocios locales, sino que se ha transformado en una infraestructura digital clave para la vida urbana [6, 37]. Tal como se observa en la Figura 2.3 a partir de los confinamientos de marzo de 2020 las ventas de las plataformas de reparto de alimentos se incrementaron drásticamente en los países con mercados más consolidados, como Canadá, Australia, Estados Unidos y el Reino Unido. En todos ellos, los índices de ventas normalizadas superaron en pocos meses hasta cinco o seis veces los niveles de 2018, lo que refleja cómo el contexto sanitario aceleró tendencias de consumo que probablemente habrían tardado años en consolidarse [6].

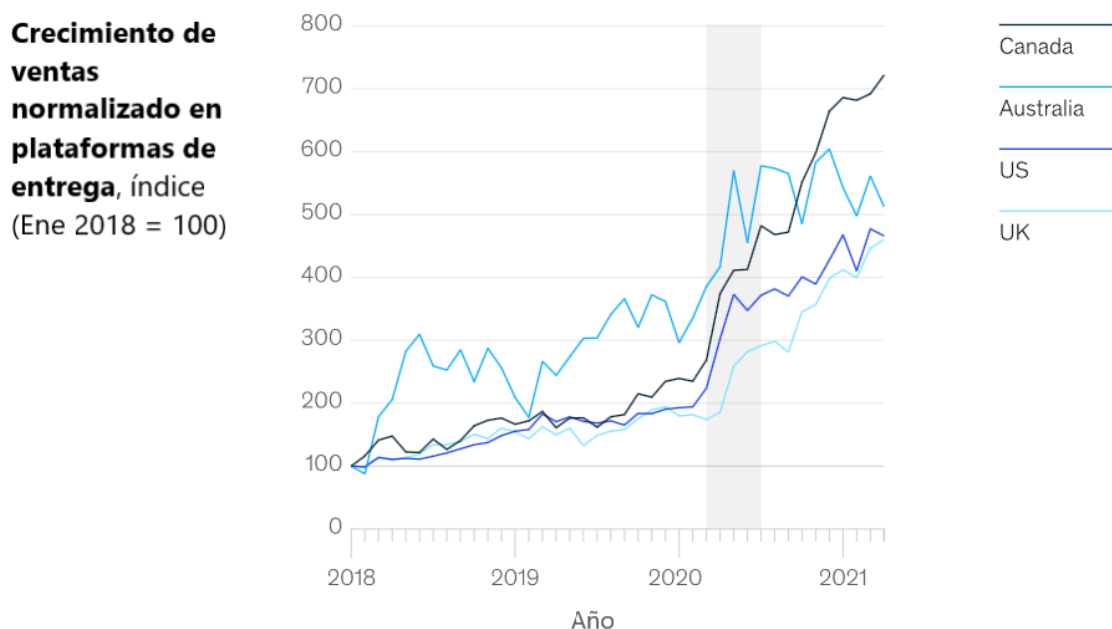


Figura 2.3: Crecimiento de las ventas de las plataformas de delivery alimenticio 2018-2021 [6].

Por otro lado, las ventas de servicios de reparto de alimentos experimentaron un crecimiento no solo en las grandes capitales, si no que en varias regiones del mundo. Como se señala en la Figura 2.4, entre 2016 y 2020, existió un considerable aumento en las ventas de los servicios de delivery marcado, particularmente, en Asia Pacífico, Norteamérica y Latinoamérica.

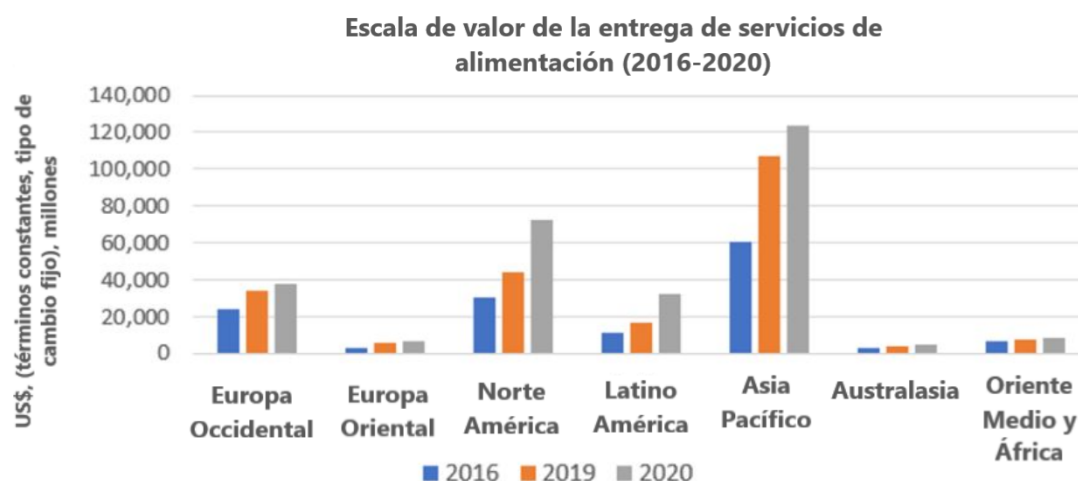


Figura 2.4: Ventas en valor de entrega de servicios de comida 2016-2020 [37].

Un estudio reciente [38], señala que en las últimas décadas, el crecimiento acelerado de las plataformas digitales ha facilitado que las personas accedan a una gran variedad de productos alimenticios, desde alimentos frescos hasta comidas preparadas, ampliando las posibilidades de consumo en distintos contextos. Sin embargo, este acceso no se distribuye de manera homogénea. En áreas metropolitanas de Estados Unidos muestran que la disponibilidad de estos servicios depende de características socioeconómicas y territoriales, de modo que los barrios con mayor nivel de ingresos, menor índice de criminalidad y mayor densidad de población concentran la cobertura de plataformas como Uber Eats, DoorDash y Grubhub. Estos hallazgos evidencian una brecha logística en el acceso a servicios mediante delivery, lo que convierte a la brecha digital alimentaria en un fenómeno no solo ligado a lo digital si no que también a dinámicas urbanas y de planificación del transporte.

En la Figura 2.5 se ilustra la distribución espacial del acceso a restaurantes mediante la plataforma Uber Eats y su relación con el índice de criminalidad en el área metropolitana de Buffalo-Cheektowaga, Estados Unidos. Los resultados muestran que la cobertura del servicio de reparto tiende a concentrarse en barrios con altos niveles de accesibilidad física a restaurantes, reproduciendo el patrón de desigualdad territorial ya existente. Sin embargo, se observa que algunos de los sectores con mejor cobertura también presentan altos índices de criminalidad, lo que evidencia una tensión en la sostenibilidad del servicio: si bien la oferta digital está disponible, la percepción de inseguridad puede desalentar a los repartidores y limitar el funcionamiento efectivo de la plataforma en esos territorios. Este hallazgo refuerza la idea de que la brecha digital alimentaria no depende exclusivamente de la conectividad tecnológica, sino también de condiciones urbanas y sociales que influyen en la operación del delivery.

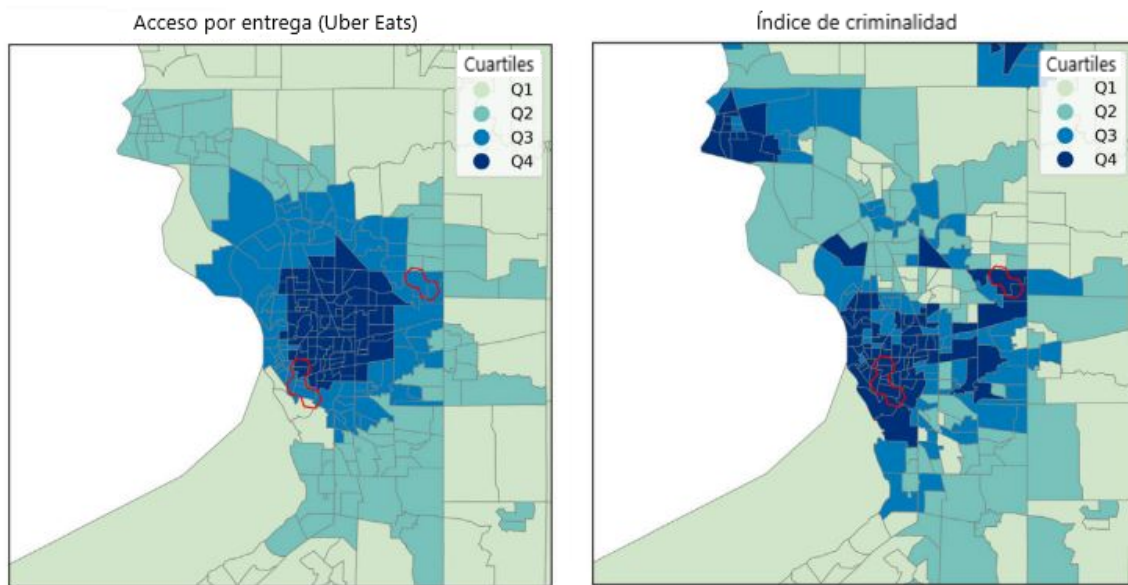


Figura 2.5: Distribución espacial de las medidas de accesibilidad de Uber Eats y el índice de criminalidad en Buffalo-Cheektowaga, Nueva York. Cada gráfico se presenta mediante cuartiles, siendo los colores más oscuros los que representan los valores más altos. Los límites en color rojo indican los centros de empleo [38].

En el caso de América Latina, en Brasil [39] se evidencian que las plataformas de reparto de comida a domicilio no solo reproducen desigualdades territoriales en el acceso a servicios digitales, sino que también configuran un nuevo entorno digital de la alimentación. Durante la pandemia, estas plataformas facilitaron el acceso a alimentos tanto saludables como ultraprocesados, pero su cobertura se concentró en zonas urbanas con buena conectividad, ofreciendo opciones limitadas en áreas de menores recursos o menos urbanizadas. La lógica de funcionamiento de muchas plataformas digitales, entre ellas las aplicaciones de reparto de alimentos, tiende a priorizar zonas densamente pobladas, de alta demanda o consideradas más rentables, excluyendo del mapa operativo a territorios que no cumplen con esos criterios. Esta exclusión, se manifiesta en la ausencia sistemática de cobertura en determinadas comunas o barrios, fenómeno que se ha comenzado a denominar como *zonas rojas* [40].

2.2.2. ¿Qué son las zonas rojas?

El término *zona roja* [40] alude a la práctica discriminatoria de restringir o negar el acceso a servicios financieros a determinados vecindarios según su composición racial o étnica. Esta política, aplicada de manera sistemática en Estados Unidos entre las décadas de 1930 y 1960, reforzó la segregación residencial y amplió las desigualdades en términos de riqueza y oportunidades. En [41], se indica que estas zonas suelen estar asociadas a factores con altos índices de delincuencia, infraestructura urbana deficiente

y percepciones de inseguridad.

Esta lógica de exclusión también ha sido documentada en investigaciones sobre plataformas digitales. Por ejemplo, en [42] se explica como los algoritmos en aplicaciones, como Uber, se tiende a excluir ciertas zonas por considerarlas poco rentables, sin que estas decisiones sean transparentes para los trabajadores ni para los usuarios. Estas exclusiones generan un mapa digital desigual, donde las zonas rojas se configuran como espacios invisibilizados por la lógica algorítmica del mercado.

Desde esta perspectiva, las zonas rojas no solo reflejan la ausencia de cobertura, sino también una forma de exclusión territorial que reproduce las desigualdades ya presentes en el tejido urbano. Esta exclusión se convierte en una barrera al acceso equitativo de servicios digitales básicos, profundizando las brechas entre sectores privilegiados y sectores marginados dentro de la misma ciudad [41]. Esto se puede apreciar en la Figura 2.6, donde se han identificado la existencia de zonas rojas de conectividad, es decir, áreas donde existe poca conexión a Internet fijo, lo que limita el acceso equitativo a servicios digitales básicos. Según datos recientes, en varias comunas de la Región Metropolitana de Chile menos del 50 % de los hogares cuenta con Internet fijo, y en territorios como La Pintana, Isla de Maipo o María Pinto la cobertura descende incluso por debajo del 20 % [43].

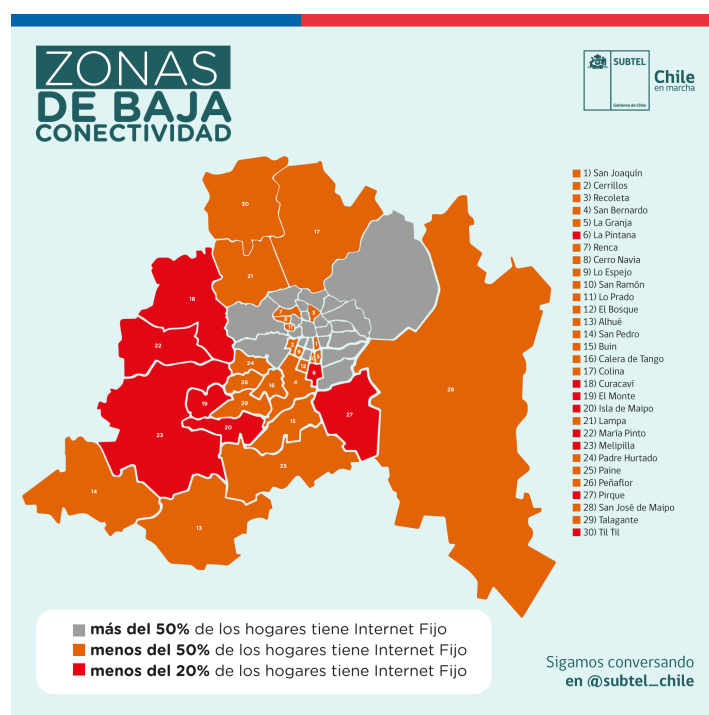


Figura 2.6: Zonas rojas de conectividad de Internet fijo en la Región Metropolitana de Chile en 2019. Fuente: Subtel [43, 44].

Las zonas rojas no se explican por una falta de usuarios o necesidades, sino por la ausencia de infraestructura logística adecuada y por decisiones empresariales. [45, 46]. Esto

convierte a ciertos barrios en espacios logísticamente invisibles, donde los beneficios de la economía digital no llegan de forma equitativa [36]. Este fenómeno presenta similitudes con otras disciplinas, donde la disponibilidad de ciertos productos o servicios no se determina por la demanda real, sino por factores estructurales, logísticos o comerciales. Debido a esto, resulta imperativo estudiar estos fenómenos para comprender sus causas estructurales y las desigualdades territoriales que generan en el acceso a servicios básicos de alimentos. Estas situaciones han sido conceptualizadas como desiertos alimentarios (*food deserts*) y pantanos alimentarios (*food swamps*) [47, 48].

2.2.3. Desiertos alimentarios (Food deserts)

Un *food desert* se define como un “*área geográfica, especialmente de barrios y comunidades de bajos ingresos, donde el acceso a alimentos asequibles, de calidad y nutritivos es limitado*” [49]. Una investigación en 2002 [50], establece que el término fue acuñado en el oeste de Escocia a principios de la década de 1990 por un residente de un complejo de viviendas sociales, y posteriormente apareció en un informe gubernamental de 1995 sobre nutrición y pobreza. Desde entonces, el concepto ha sido utilizado por académicos, responsables políticos y organizaciones comunitarias para describir barrios urbanos donde los residentes carecen de acceso a una alimentación saludable y asequible.

La evidencia disponible en Estados Unidos e Inglaterra sobre food deserts ha demostrado que mejorar el acceso físico a supermercados no siempre se traduce en cambios sustantivos en la dieta de los residentes. En el caso estadounidense, una revisión sistemática [47] evidenció que, aunque la apertura de un nuevo supermercado redujo la distancia media recorrida para llegar a la tienda principal (de 2,25 km a 0,98 km) y aumentó la comodidad, sus efectos sobre la alimentación fueron modestos, pues factores como el bajo ingreso, la lealtad a tiendas de barrio o la tentación de adquirir productos menos saludables limitaron el impacto esperado.

De manera complementaria, un estudio de intervención [51] en Seacroft, Inglaterra, incorporó grupos focales que permitieron profundizar en cómo los hogares reinterpretaron esta nueva disponibilidad de alimentos. Si bien, la apertura del supermercado central redujo barreras de movilidad y facilitó el acceso a pie, muchas familias continuaron condicionadas por restricciones económicas que incidieron en sus elecciones de consumo. Mientras algunos participantes valoraron la mayor oferta de alimentos saludables, también señalaron el riesgo de gastar más allá de sus presupuestos, y otros intentaron mantener hábitos de compra estables para controlar gastos y minimizar cambios en su dieta. En conjunto, estos hallazgos muestran que los desiertos alimentarios no son únicamente un problema de distancia o infraestructura, sino fenómenos complejos en los que interactúan la pobreza, las preferencias culturales, las motivaciones y el rol comunitario de los pequeños comercios, condicionando la relación entre disponibilidad de alimentos y prácticas de consumo.

Otro estudio [52] realizado en un condado de Seattle en EE. UU., propuso una metodología innovadora para identificar desiertos alimentarios al combinar criterios de ingreso,

acceso físico y acceso económico a supermercados. Los resultados mostraron que, aunque la mayoría de los hogares de bajos ingresos podían llegar a algún supermercado en un viaje de 10 minutos en auto o transporte público, su acceso a supermercados de bajo costo era mucho más limitado.

En la Figura 2.7, se ilustra la distribución espacial de supermercados según su nivel de precios. De esta forma, se puede ver la accesibilidad que tiene cada sector a los diferentes tipos de supermercados según su costo. Asimismo, la Figura 2.8 muestra cómo la definición del acceso (a pie, en transporte público o en vehículo privado) altera significativamente las áreas clasificadas como desiertos alimentarios. En particular, cuando se restringió el acceso a la posibilidad de llegar caminando a un supermercado económico, el área de servicio disminuyó de forma considerable. Caso contrario ocurre cuando se estudian los casos con transporte público y vehículo personal donde el área de servicio aumenta notablemente.

Este hallazgo sugiere que la compra de alimentos en contextos urbanos como Seattle se convierte en una actividad altamente dependiente del automóvil, y que la simple presencia de supermercados en el territorio no garantiza el acceso efectivo a alimentos saludables y asequibles para las poblaciones vulnerables. De este modo, el estudio destaca la importancia de incorporar tanto las condiciones socioeconómicas como los modos de transporte disponibles en la medición de la brecha alimentaria.

En América Latina, una investigación [53] en Belo Horizonte, Brasil, evidenció que los barrios clasificados como desiertos alimentarios presentaban peores indicadores sociodemográficos, incluyendo menor ingreso per cápita, menor nivel de alfabetización y menor acceso a servicios básicos. Además, los barrios que combinaban características tanto de food deserts como de food swamps expusieron a sus residentes a entornos que favorecen prácticas alimentarias poco saludables.

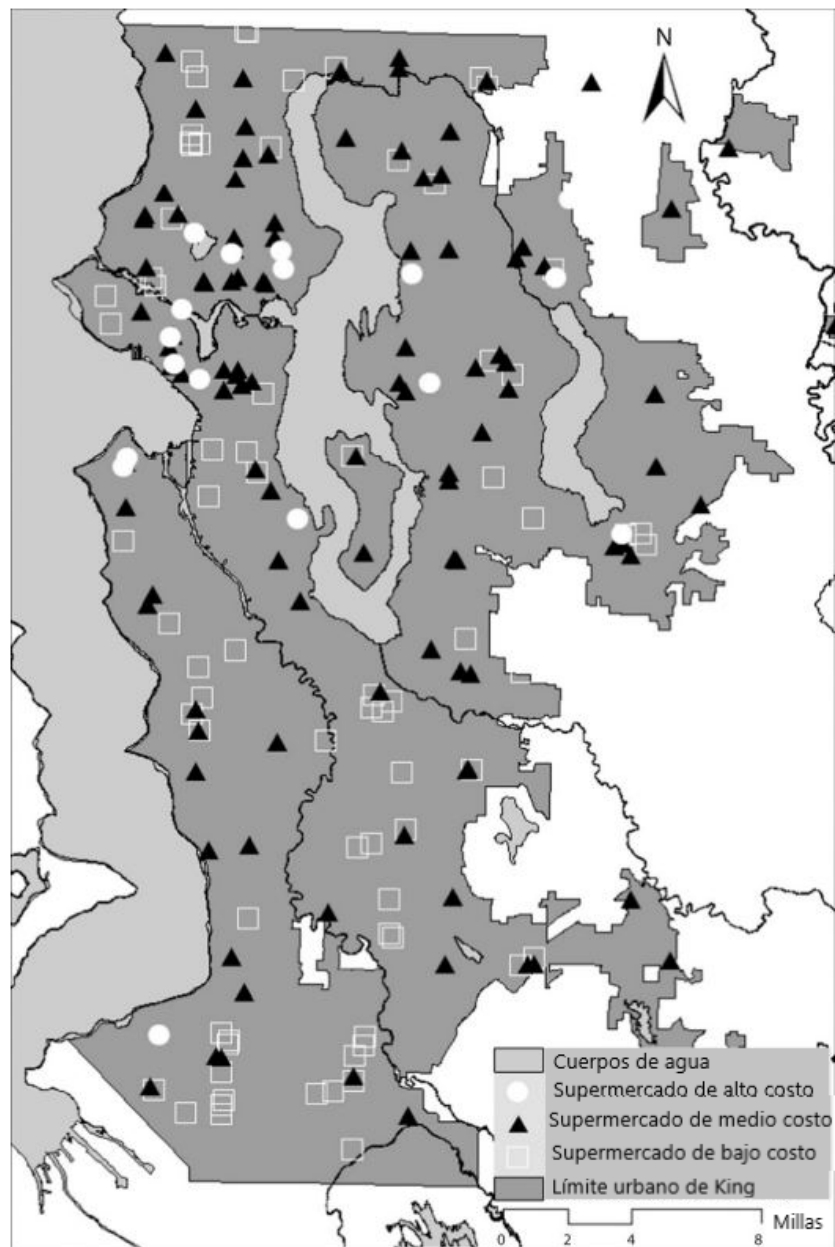


Figura 2.7: Distribución de supermercados según bajo, medio y alto costo en el condado de King, Washington. [52].

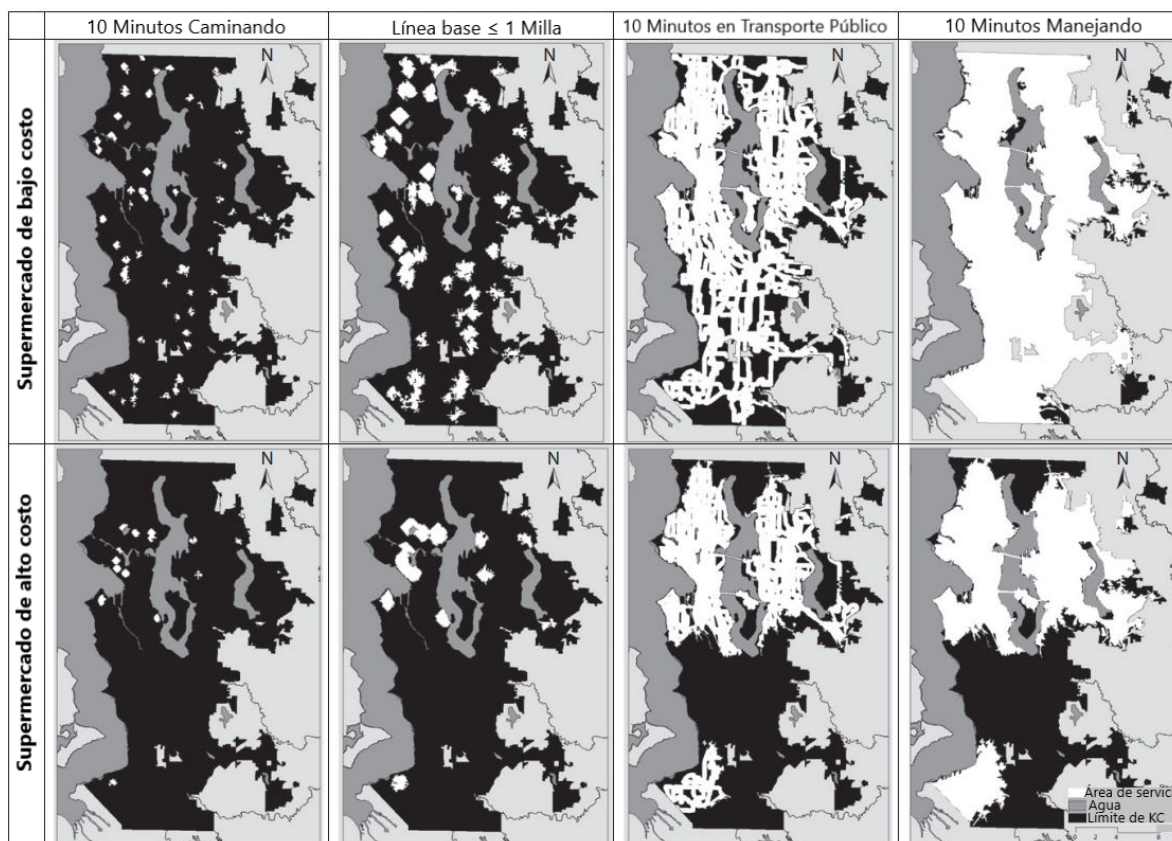


Figura 2.8: Áreas clasificadas como desiertos alimentarios según tiempo y modo de acceso a supermercados (10 minutos caminando, transporte público y auto) en el condado de King, Washington. [52].

En el caso de Chile [54], un análisis socioespacial sobre Santiago reveló que la desigualdad nutricional afecta a más de dos millones de habitantes y se encuentra fuertemente condicionada por la estructura urbana y las decisiones de planificación. La identificación de *food deserts* en la ciudad mostró que el problema no se limita únicamente a la pobreza, sino que también aparece en sectores de altos ingresos como Vitacura, Las Condes o Lo Barnechea. En estos sectores, la dependencia del automóvil y un diseño urbano poco orientado a la proximidad explican la limitada accesibilidad a puntos de venta de alimentos saludables, aun cuando exista capacidad económica para adquirirlos. Esto evidencia que las medidas tradicionales de riqueza y pobreza resultan insuficientes para explicar este fenómeno. La Figura 2.9 ilustra esta distribución espacial de los desiertos alimentarios en Santiago, revelando cómo las inequidades nutricionales se entrecruzan con la segregación urbana y la estructura de la ciudad. De este modo, se subraya la importancia del diseño urbano, la infraestructura y la movilidad en la determinación del acceso a servicios esenciales.

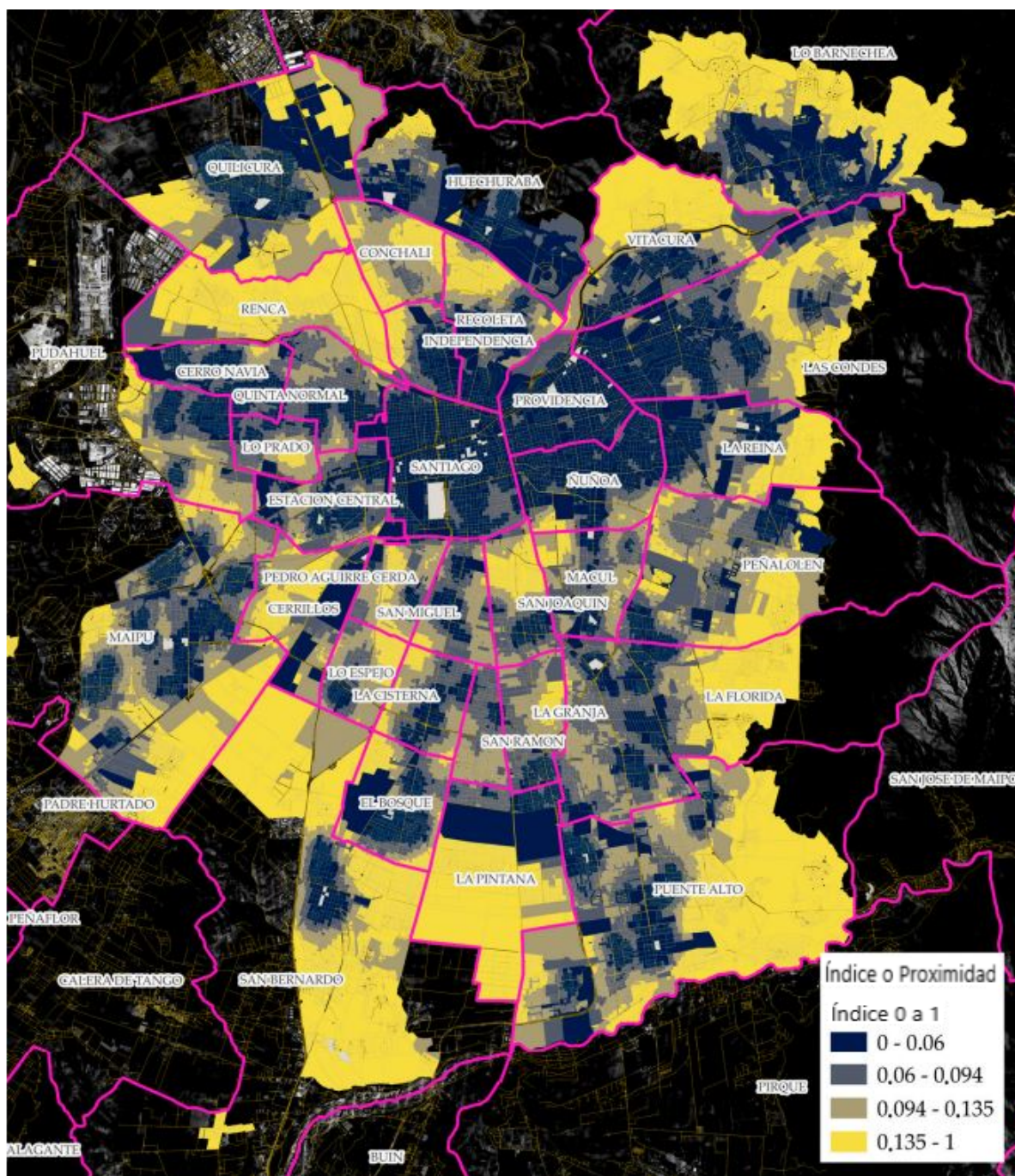


Figura 2.9: Mapa de Santiago de Chile, donde se destaca de color amarillo los desiertos alimenticios y de azul las zonas donde existe un buen acceso hacia alimentos saludables [54].

En relación con el acceso digital a los alimentos, las plataformas de reparto han surgido como una alternativa para comunidades que enfrentan dificultades en el acceso físico, incluidas aquellas históricamente definidas como food deserts. Un análisis reciente [36] reveló que, el 93 % de la población estadounidense cuenta con al menos una opción de entrega de alimentos a domicilio, y cerca de la mitad dispone de cobertura por parte de las cuatro principales plataformas. Como se observa en la Figura 2.10, las opciones de delivery se concentran en las áreas metropolitanas más pobladas, replicando así patrones espaciales de concentración de servicios.

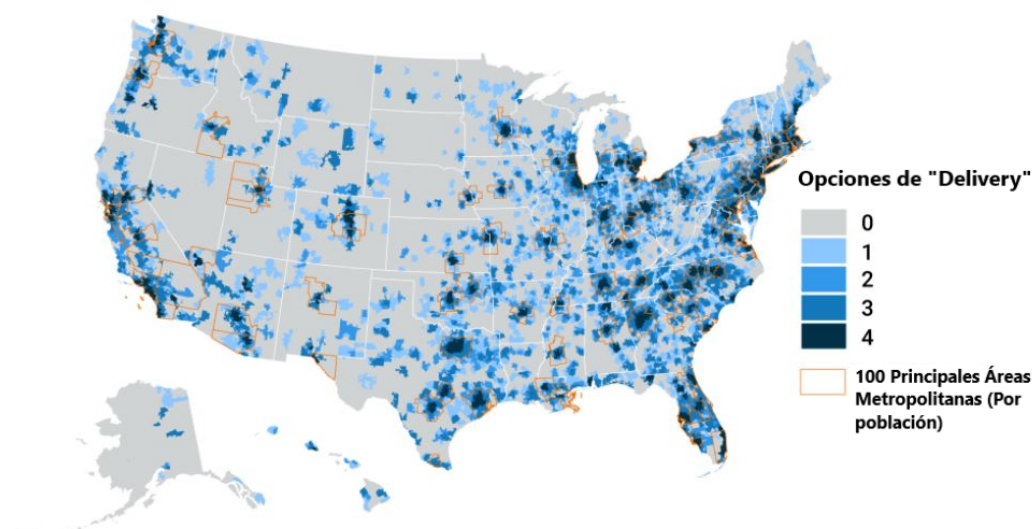


Figura 2.10: Opciones de delivery en EE.UU., concentradas en áreas metropolitanas [36].

Este mismo estudio encontró que el 90 % de los residentes en zonas de bajos ingresos y con limitado acceso físico a supermercados tienen hoy acceso a al menos una opción digital, con una cobertura superior al 95 % en los food deserts urbanos. Sin embargo, todavía 4,5 millones de personas permanecen sin cobertura, principalmente en áreas rurales o micropolitanas. Además, el acceso digital a alimentos no garantiza equidad, ya que factores como la conectividad a internet, el precio de los productos y las barreras socioeconómicas limitan el aprovechamiento efectivo de estos servicios. La Figura 2.11 ilustra el caso de Seattle, donde incluso los distritos identificados como food deserts presentan una cobertura de entrega casi total, aunque las limitaciones económicas y digitales persisten como factores de exclusión.

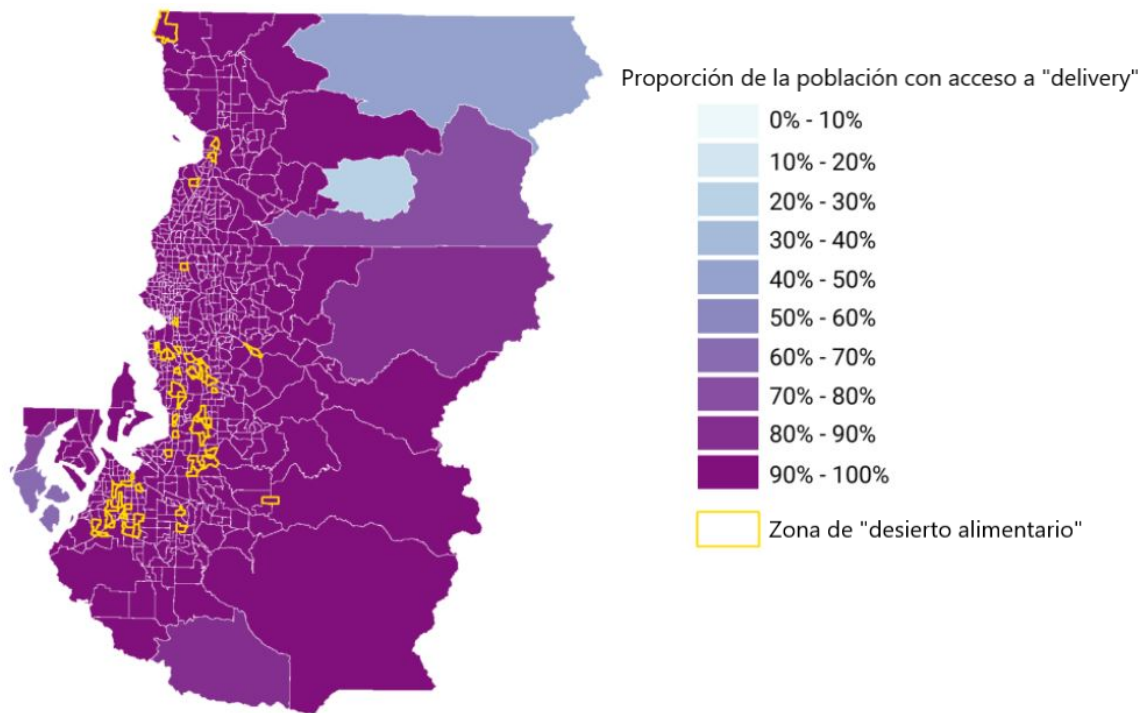


Figura 2.11: Acceso al delivery en los food deserts del área metropolitana de Seattle [36].

Estos resultados muestran que, si bien el delivery digital puede mitigar algunas desigualdades geográficas asociadas a los food deserts, no constituye una solución definitiva frente a la inseguridad alimentaria, sino que introduce nuevas dimensiones de brecha vinculadas a la infraestructura digital y a la capacidad económica de los hogares.

La importancia de estudiar la seguridad alimentaria de las personas se analiza en [55], donde en más de 3000 condados de Estados Unidos se evaluó la relación entre entornos alimentarios y mortalidad por cáncer asociado a la obesidad. Los resultados muestran que tanto los *food deserts* como los *food swamps* (véase Sección 2.2.4) se asocian con una mayor mortalidad por cáncer, lo que refuerza la importancia de considerar no solo la distancia a los supermercados, sino también la calidad del entorno alimentario. De esta forma, se advierte que los desiertos alimentarios podían afectar la salud pública al restringir la disponibilidad y encarecer el precio de los alimentos nutritivos, lo que deriva en recomendaciones de política orientadas a mejorar la oferta alimentaria en comunidades de bajos ingresos [50].

2.2.4. Pantanos alimentarios (Food Swamps)

El concepto de *food swamp* o pantano alimentario complementa al de food deserts, pero la diferencia va en que estos pantanos se refieren a zonas donde predominan los locales de comida rápida y de productos ultracalóricos por sobre la oferta de alimentos

nutritivos. Es decir, lo que caracteriza a los *food swamps* es la sobreabundancia de opciones poco saludables [48]. Este término se utilizó como una metáfora espacial con la finalidad de resaltar la relevancia tanto del acceso a alimentos saludables como a los ultraprocesados [48, 56].

Una investigación relevante para comprender la prevalencia y dinámica de los *food swamps* aparece en [57], donde se aplica un enfoque de modelado bayesiano espaciotemporal para analizar el Relative Healthy Food Access (RHFA) en la Región de Waterloo en Canadá entre 2011 y 2014. Este indicador mide la proporción de locales de alimentos saludables respecto al total de locales (saludables + no saludables) dentro de un radio de 4 km desde cada unidad censal. Los resultados del estudio muestran que el RHFA presentó un descenso sostenido durante el período, pasando de 7 % en 2011 a 6.5 % en 2014. Esto implica que los *food swamps* se hicieron más frecuentes, mientras que los *food deserts* fueron menos comunes. Aproximadamente el 90 % de las unidades censales analizadas se clasificaron como *food swamps*, lo que refuerza su papel central en el debate sobre el acceso desigual a alimentos saludables (véase Figura 2.12).

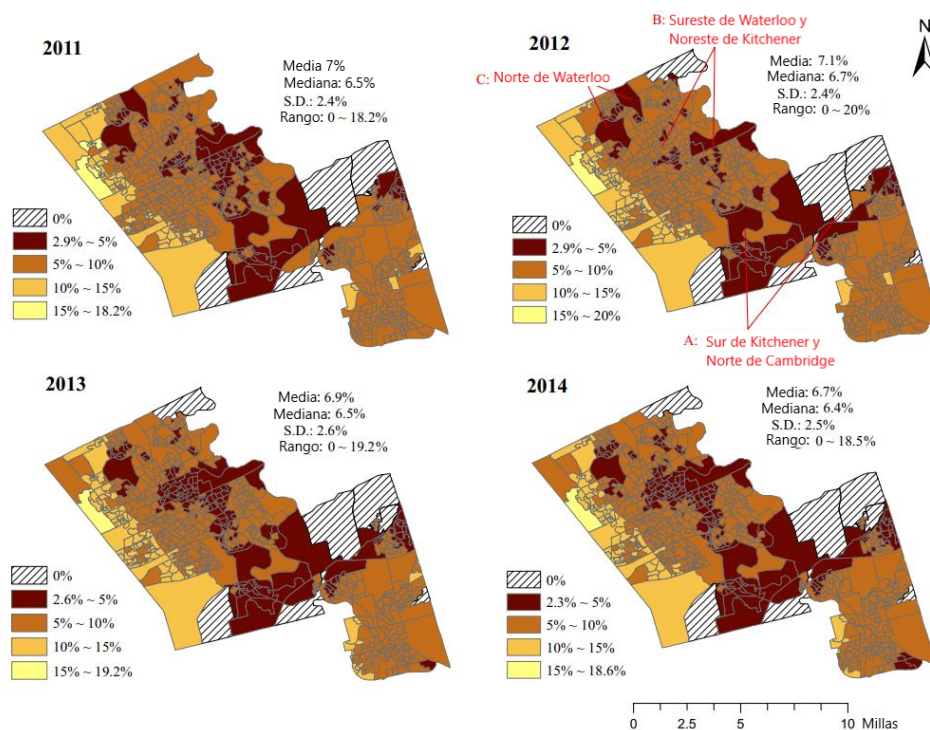


Figura 2.12: Mapas de cuartiles del acceso relativo a alimentos saludables (RHFA) en la Región de Waterloo (2011–2014) [57].

Por su parte, la Figura 2.13 muestra la distribución de locales de alimentos saludables en la región durante el período analizado, donde se aprecia que la mayoría se mantuvo estable, salvo cierres puntuales en Cambridge y Kitchener.

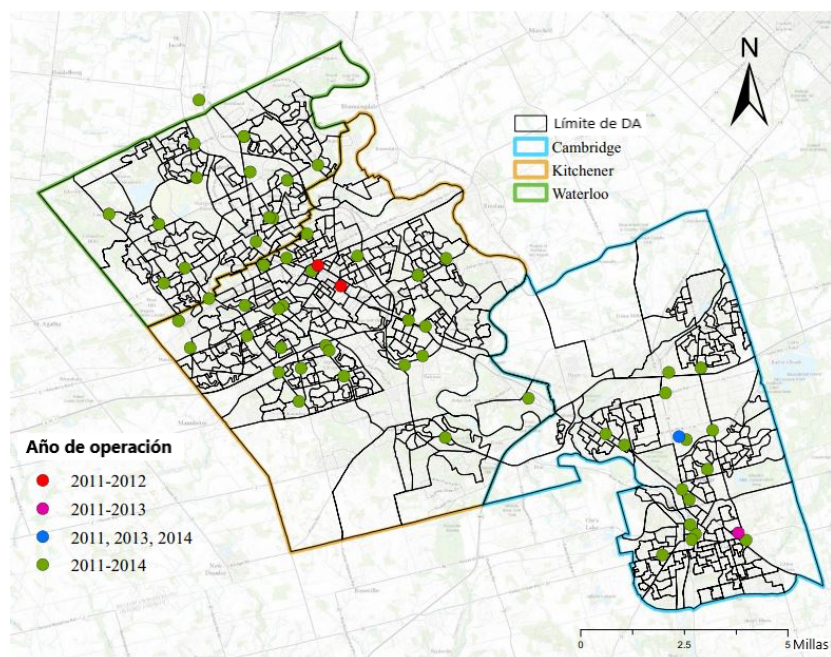


Figura 2.13: Distribución de locales de alimentos saludables en la Región de Waterloo (2011–2014) [57].

En particular, se identificaron áreas críticas con las caídas más pronunciadas en el RHFA: el sur de Waterloo, el norte de Kitchener y el sureste de Cambridge. Estas zonas fueron categorizadas como food swamps espacio-temporales, ya que no solo partieron con baja proporción de locales saludables, sino que además experimentaron un deterioro acelerado en el tiempo, lo que las convierte en prioridad para intervenciones de salud pública y políticas de planificación alimentaria.

Otro análisis realizado en Australia [58], identificó que aunque la accesibilidad de alimentos saludables aumentó en el tiempo, la mayoría de los barrios seguía dominada por locales con baja oferta saludable. Asimismo, se evidenciaron fuertes disparidades, en donde las comunidades con menor nivel socioeconómico y ubicadas más lejos de los establecimientos de comida tenían un acceso muy limitado a alimentos saludables, mientras que los sectores de mayor ingreso o cercanos al centro contaban con más opciones, aunque todavía con predominio de alimentos poco saludables. De este modo, la investigación refuerza la necesidad de implementar enfoques tipológicos que reflejen la complejidad multidimensional del entorno de los alimentos.

En el contexto latinoamericano, un estudio en Brasil [59], analizó la distribución de establecimientos de alimentos en el municipio de Campinas. A partir de un enfoque ecológico, los autores identificaron que las regiones con mayor vulnerabilidad socioeconómica presentaban un predominio de locales de comida rápida frente a supermercados y ferias libres, configurando así zonas clasificadas como food swamps. Como se aprecia en Figura 2.14, de las dieciocho administraciones regionales de Campinas, cinco fueron identificadas como food swamps, localizadas principalmente en el sector central y sur

de la ciudad. Estas áreas se caracterizan por una alta exposición a alimentos ultraprocesados y por indicadores de vulnerabilidad social, lo que refuerza la asociación entre desigualdades territoriales y acceso limitado a opciones saludables.

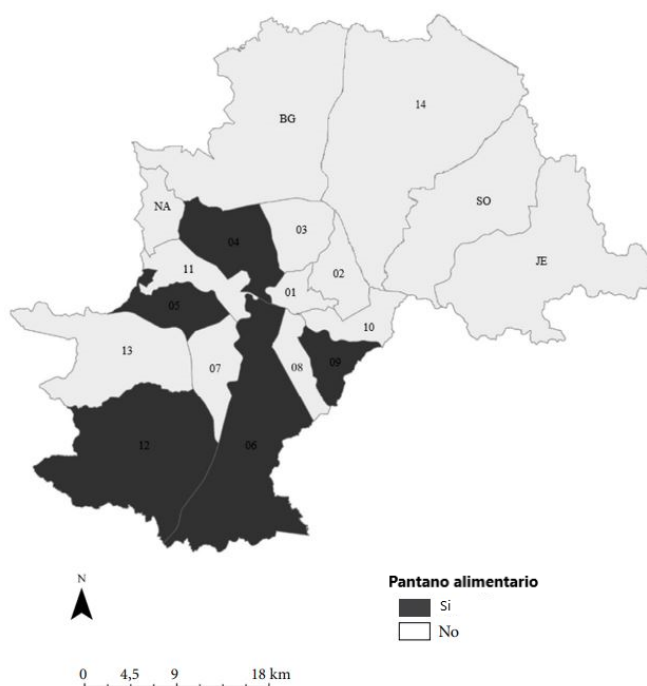


Figura 2.14: Regiones administrativas (RAs) clasificadas como *food swamps* en Campinas, Brasil [59].

A partir de las consecuencias que generan estos food swamps, un estudio realizado en Estados Unidos [48] señala que representan un factor explicativo más robusto que los food deserts en relación con las tasas de obesidad. Este hallazgo plantea importantes desafíos para la planificación urbana y la salud pública, en particular en lo referido a las políticas de zonificación. La investigación demuestra que la simple apertura de supermercados en zonas con acceso limitado no basta para contrarrestar los efectos de un entorno saturado de locales de comida rápida y tiendas de conveniencia. Mismo caso ocurre en [59], donde los autores muestran que los barrios con mayores ingresos concentraban todos los tipos de comercios alimentarios, incluidos los de alimentos frescos, mientras que las zonas vulnerables quedaban más expuestas a entornos que favorecen a la obesidad. Asimismo en [55], se identifica que los condados con altos índices de food swamps presentaron un 77% más de probabilidad de registrar elevadas tasas de mortalidad.

En cuanto al ámbito digital, un estudio de 2024 realizado en China [60], introduce el concepto de “*cyber food swamps*” para describir cómo las plataformas de reparto digital (online-to-offline, O2O) pueden reproducir y amplificar entornos alimentarios no saludables en el espacio virtual. A partir de un análisis masivo de datos de pedidos en

China, los autores muestran que la mayor exposición digital a restaurantes de comida rápida aumenta significativamente la probabilidad de consumo de este tipo de alimentos, especialmente en jóvenes y personas de menores ingresos, como se observa en la Figura 2.15. Los resultados sugieren que las plataformas digitales no solo reflejan los food swamps tradicionales, sino que también pueden expandirlos al extender el alcance espacial de los locales poco saludables.

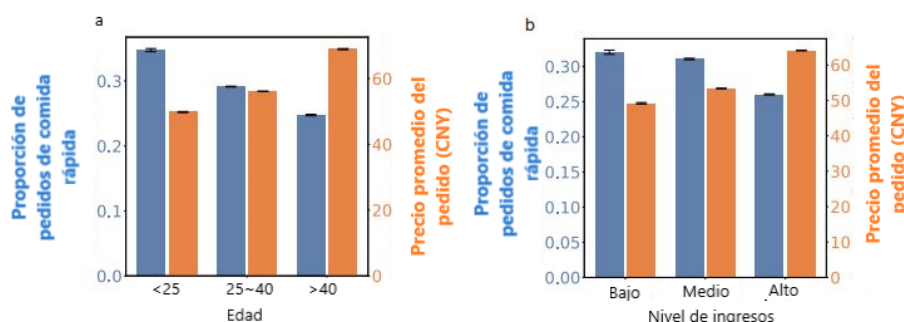


Figura 2.15: Proporción promedio de pedidos de comida rápida y precio promedio del pedido según grupo etario y nivel de ingreso en Beijing, China. [60].

El estudio destaca, además, que la influencia del entorno digital puede ser incluso más determinante que la del entorno físico en las decisiones de compra alimentaria, ya que revela que las plataformas O2O de reparto amplían considerablemente el alcance de los restaurantes de comida rápida respecto del entorno físico, como se aprecia en la Figura 2.16. En los núcleos urbanos, la cantidad de restaurantes accesibles en línea es casi tres veces mayor que la disponible de forma presencial, lo que sugiere que los entornos digitales no solo reflejan, sino que exacerban los patrones territoriales de los food swamps. Estos resultados refuerzan la idea de los llamados “*cyber food swamps*”, donde las aplicaciones de delivery amplifican las desigualdades en el acceso a opciones alimentarias saludables.

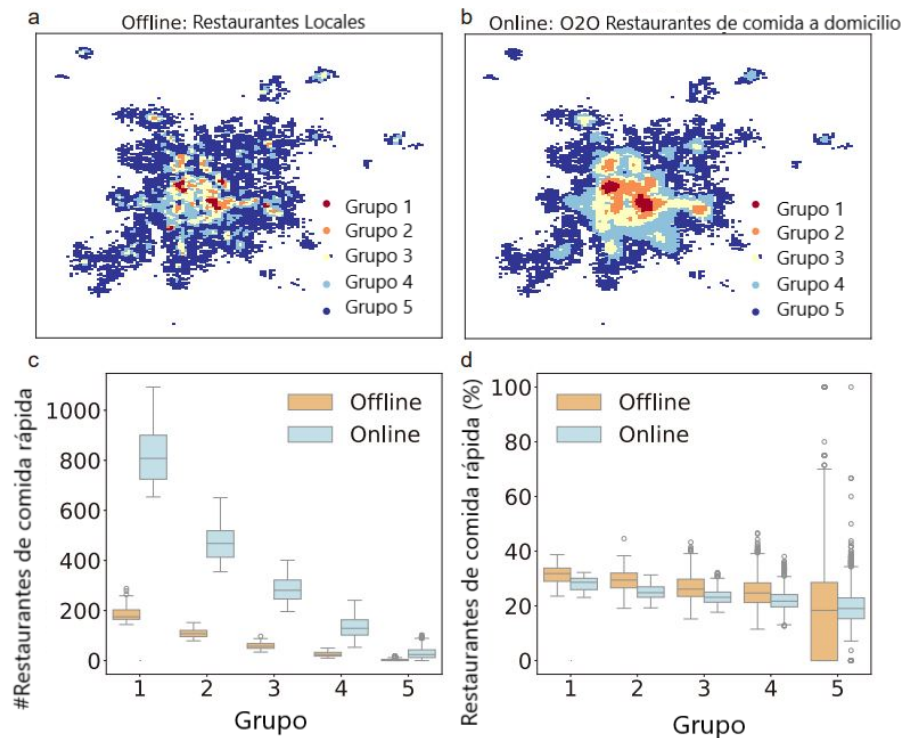


Figura 2.16: Comparación entre food swamps offline y online en Beijing, China. (a) Agrupamiento espacial basado en los restaurantes locales de cada región. (b) Agrupamiento espacial basado en los restaurantes accesibles mediante plataformas de reparto O2O. (c) Diferencias en el número de restaurantes de comida rápida accesibles entre los distintos grupos. (d) Diferencias en la proporción de restaurantes de comida rápida accesibles entre los grupos. [60].

Los autores recomiendan políticas regulatorias específicas para las plataformas digitales, como la implementación de algoritmos de recomendación que prioricen opciones saludables, etiquetado nutricional obligatorio y restricciones a la concentración de restaurantes de comida rápida en áreas vulnerables. Estas medidas podrían contribuir a mitigar los riesgos asociados a los cyber food swamps y promover un acceso más equitativo a opciones alimentarias saludables en el entorno digital.

En este sentido, en [48] se propone que las políticas urbanas deberían incorporar restricciones a la proliferación de establecimientos poco saludables (por ejemplo, limitando su ubicación cerca de escuelas o espacios públicos), al mismo tiempo que incentivan la instalación de comercios con opciones saludables. Esta estrategia de reducir la disponibilidad de alimentos poco saludables y aumentar la de alimentos nutritivos permitiría optimizar el entorno alimentario y contribuir a la prevención de la obesidad desde una perspectiva territorial.

2.3. La Región Metropolitana como escenario del problema

La Región Metropolitana de Santiago concentra más del 40 % de la población de Chile y presenta una marcada segmentación socioespacial [61]. En la Figura 2.17, se aprecia que comunas como Vitacura, Las Condes y Providencia cuentan con una alta oferta de servicios digitales, mientras que otras como La Pintana, Cerro Navia y Lo Espejo presentan limitaciones estructurales que condicionan su inclusión en las redes de distribución de plataformas [62].



Figura 2.17: Conectividad de las Comunas de Santiago de Chile [62].

Estudios han mostrado cómo la exclusión territorial en Santiago se traduce en una profunda desigualdad en el acceso a infraestructura, servicios y oportunidades [63, 64]. Estas condiciones son clave para comprender por qué algunas comunas quedan sistemáticamente fuera de los mapas de operación de aplicaciones del servicio de delivery.

Durante eventos como la pandemia de COVID-19, estas diferencias se acentuaron, ya que el delivery se consolidó como un canal esencial de acceso a productos básicos, dejando en evidencia la exclusión de ciertos territorios del sistema logístico digital [65]. La elección de la Región Metropolitana como objeto de estudio en esta investigación se justifica por su densidad urbana, diversidad territorial y la coexistencia de polos altamente conectados con otros marginados digitalmente.

2.4. Delimitación del problema

A partir de la exclusión en el acceso a alimentos y del auge masivo de las plataformas digitales que se encargan de su distribución, surge la necesidad de indagar si este fenómeno de desigualdad ocurre también en distintos países y contextos urbanos. En el caso de Chile, esta preocupación se materializa en la Región Metropolitana, donde persisten brechas significativas en la cobertura territorial de los servicios debido a su infraestructura centralizada en Santiago y despreocupada de los territorios periféricos [66]. De aquí se desprende la pregunta orientadora de esta investigación: **¿Qué territorios de la Región Metropolitana de Chile presentan cobertura de delivery alimenticio y cuales se encuentran excluidos de este servicio?**

Con esta interrogante, el presente trabajo propone identificar y mapear territorialmente aquellas áreas que quedan sistemáticamente excluidas de la cobertura de las principales plataformas de reparto alimenticio del país. La problemática central radica en la ausencia de herramientas que permitan visualizar de forma sistemática y georreferenciada esta exclusión digital-territorial.

En consecuencia, el problema que se busca abordar no solo posee una dimensión técnica, sino también social y política, en tanto remite al derecho a un acceso equitativo a servicios digitales y a la necesidad de visibilizar territorios históricamente marginados por la lógica del mercado y las decisiones algorítmicas de las plataformas.

En el siguiente capítulo, se revisarán los principales antecedentes teóricos y empíricos sobre el mapeo de las zonas que son excluidas de la prestación de alimentos, con el objetivo de contextualizar y fundamentar el análisis de las zonas rojas en la Región Metropolitana de Chile.

Estado del arte

En este capítulo se revisa la evidencia científica de metodologías que pueden ser utilizadas para analizar la exclusión territorial en servicios de delivery. De esta forma, resulta pertinente organizar los antecedentes en torno a tres etapas fundamentales: la extracción de datos desde plataformas digitales; el tratamiento de los datos, que comprende su limpieza, estandarización y estructuración de la información extraída; y, finalmente, la segmentación y análisis, que considera la visualización y representación geoespacial de los datos obtenidos. A partir de esta estructura, se organiza el estado del arte en torno a estas tres etapas metodológicas, lo que permite contar con un marco conceptual y técnico para la investigación.

3.1. Recolección de datos en plataformas Web

La identificación de zonas rojas en servicios de delivery requiere contar con información territorializada sobre la cobertura efectiva de las plataformas. Sin embargo, estos datos no suelen estar disponibles de forma abierta ni estandarizada, lo que plantea la necesidad de recurrir a métodos alternativos de obtención.

En este contexto, un mecanismo ampliamente utilizado para la recolección de datos es el acceso a Interfaces de Programación de Aplicaciones (API). Éstas permiten extraer información directamente desde las bases de datos de una plataforma a través de solicitudes estructuradas, entregando datos en formatos estandarizados. El procedimiento se basa en el envío de solicitudes HTTP a los endpoints definidos por la API y en la posterior recuperación de la información. Se trata de una estrategia confiable y sistemática para obtener datos desde múltiples fuentes en línea, tales como redes sociales, servicios meteorológicos o proveedores financieros [67, 68].

De manera complementaria a las APIs, la extracción de información en sitios web o *web scraping*, se ha consolidado como una técnica clave para la recolección de datos en investigaciones urbanas y digitales. Algunos autores [69, 70] han mostrado su potencial para construir bases de datos a partir de fuentes dinámicas, capturando información en línea sobre disponibilidad de servicios, precios y localización geográfica. Asimismo, revisiones recientes [71, 72] destacan que el *web scraping* no solo ofrece ventajas metodológicas en términos de automatización y escalabilidad, sino que también implica desafíos técnicos, legales y éticos que deben ser considerados en cualquier investigación académica. De esta forma, estas técnicas han sido aplicadas en casos como el mapeo de servicios [69], la caracterización de entornos digitales [73] y la predicción de fenómenos sociales a escala territorial [74], lo que demuestra su pertinencia para proyectos orientados al análisis de exclusión geográfica en plataformas digitales.

Así, tanto las API como el *web scraping* constituyen estrategias complementarias de recolección de datos, cada una con ventajas y limitaciones que dependen de la disponibilidad de acceso, el tipo de información buscada y las condiciones técnicas de las plataformas. En los apartados siguientes se profundizará en ambos enfoques, comenzando con una descripción de las API (véase Sección 3.1.1) y del *web scraping* (véase Sección 3.1.2).

3.1.1. ¿Qué son las APIs?

Una **API** (Interfaz de Programación de Aplicaciones) puede definirse como un conjunto de reglas y protocolos que permiten la interacción entre dos componentes de software, funcionando como un canal de comunicación estandarizado. Es decir, operan facilitando el intercambio de información entre diferentes aplicaciones, sistemas o dispositivos. Este proceso se desarrolla a través de un esquema de solicitud y respuesta, en el cual una aplicación envía una petición a la API, y esta a su vez obtiene los datos correspondientes y los retorna al solicitante (véase Figura 3.1) [75].

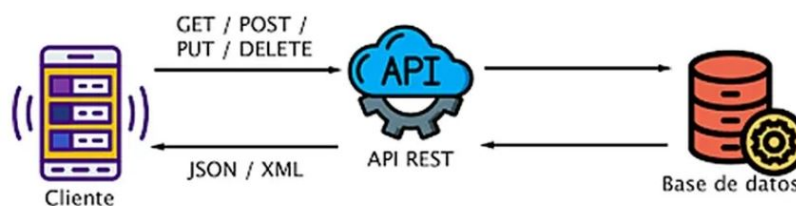


Figura 3.1: Proceso de las API [76].

Por ejemplo, en el ámbito del marketing digital, una API puede integrar plataformas, gestores de anuncios y herramientas de análisis, favoreciendo la optimización de cam-

pañas publicitarias [77]. Una aplicación móvil del clima obtiene sus datos a partir del sistema de la agencia meteorológica, el cual expone esta información mediante una API que facilita el intercambio de solicitudes y respuestas [78].

En la Figura 3.2 se muestra un ejemplo de este proceso, donde se realiza una solicitud GET a la API de *Weatherstack* mediante la herramienta *Postman*. Esta API permite acceder a datos meteorológicos actualizados a través de un formato estructurado y de fácil interpretación. La respuesta generada por el servidor, devuelve la información en formato JSON, la cual puede visualizarse en forma tabular para su posterior análisis o integración en sistemas de información.

En este sentido, las APIs hacen posible establecer conexiones fluidas y eficientes entre distintos servicios [77].

GET

▼

https://api.weatherstack.com/current?query=Santiago

Send

▼

name	Santiago	wind_speed	13
country	Chile	wind_degree	231
region	Region Metropolitana	wind_dir	SW
lat	-33.450	pressure	1014
lon	-70.667	precip	0
timezone_id	America/Santiago	humidity	20
localtime	2025-10-08 17:11	cloudcover	0
localtime_ep	1759943450	feelsilke	26
utc_offset	-3.0	uv_index	4
temperature	28	visibility	yes

Figura 3.2: Ejemplo de solicitud HTTP GET y respuesta en formato JSON convertida en tabla en Postman a partir de la API de Weatherstack [79].

3.1.1.1. Estilos arquitectónicos de API

Las API pueden clasificarse según su estilo arquitectónico, lo que determina la forma en que se estructuran las solicitudes y respuestas. Entre los modelos más utilizados, se destacan los siguientes [75]:

- **REST (Representational State Transfer):** Es el estilo más extendido en internet. Los recursos se acceden mediante endpoints (URLs) y se manipulan con métodos estándar de HTTP como GET, POST, PUT y DELETE. La mayoría de las API públicas actuales orientadas a datos abiertos utilizan este enfoque, debido a su simplicidad y eficiencia.

- **SOAP (Simple Object Access Protocol):** Basado en XML, se emplea principalmente en entornos empresariales o sistemas heredados. Aunque ofrece mayor robustez y opciones de seguridad avanzadas, suele ser menos ágil que REST y está siendo desplazado en muchos contextos de extracción de datos.
- **GraphQL:** Es un lenguaje de consulta que permite obtener información desde un único punto de acceso, especificando con precisión los datos requeridos. Su ventaja es que reduce el número de solicitudes y la cantidad de información innecesaria, lo que lo hace útil en contextos donde se busca eficiencia en la transferencia de datos.
- **Webhooks:** Funcionan bajo una lógica basada en eventos: una aplicación envía automáticamente información a otra cuando ocurre una acción determinada, por ejemplo, confirmar un pago. Aunque no son una técnica de extracción masiva de datos, pueden complementar procesos al notificar cambios en tiempo real.
- **gRPC (Google Remote Procedure Call):** Desarrollado por Google, permite que un cliente invoque funciones en un servidor como si fueran locales. Es altamente eficiente para sistemas distribuidos, aunque su uso en extracción de datos web abiertos es limitado, encontrando mayor aplicación en arquitecturas internas de microservicios.

3.1.1.2. Herramientas API de extracción de datos

Dentro de las API, un rol clave lo cumplen aquellas orientadas a la extracción de datos, ya que permiten automatizar y agilizar la recopilación de información proveniente de diversas fuentes, como sitios web, bases de datos y documentos digitales en formato JSON, XML, HTML o incluso archivos de texto. Gracias a ello, las organizaciones pueden optimizar sus procesos de adquisición de información, mejorar la eficiencia operativa y obtener datos procesables para la toma de decisiones [80]; donde las principales API a considerar para la extracción de datos son:

- **ScraperAPI:** Es una herramienta orientada a desarrolladores que buscan extraer información de la web de manera fluida y sin interrupciones. Su funcionamiento se basa en tres capacidades clave: el uso de proxies rotativos, que permiten cambiar de dirección IP de forma automática para evitar bloqueos; la compatibilidad con navegadores sin interfaz gráfica, lo que facilita la renderización de sitios con contenido dinámico en JavaScript; y la opción de geotargeting, que hace posible dirigir las solicitudes a ubicaciones geográficas específicas para obtener datos localizados.
- **Octoparse:** se caracteriza por ofrecer una interfaz intuitiva y fácil de usar, junto con un conjunto sólido de funcionalidades. Una de sus principales ventajas es

que no requiere conocimientos de programación, ya que permite diseñar flujos de trabajo visuales para la extracción de datos. Además, al ser una herramienta basada en la nube, facilita la gestión de tareas de extracción a gran escala. También incorpora la opción de crawling programado, lo que posibilita automatizar la recolección de información en intervalos de tiempo definidos.

- **Diffbot:** Emplea tecnologías basadas en inteligencia artificial para realizar procesos de extracción de datos con un alto nivel de precisión. Entre sus características más destacadas se encuentra la extracción automática, que le permite identificar y recolectar información desde prácticamente cualquier página web.
- **ParseHub:** Destaca por su versatilidad, lo que lo convierte en una opción atractiva para desarrolladores que requieren flexibilidad en sus proyectos de extracción de datos. Su interfaz interactiva permite abordar tanto tareas simples como procesos más complejos. Además, cuenta con la capacidad de manejar contenido dinámico, lo que facilita la recolección de información en sitios web con una alta carga de JavaScript. Finalmente, ofrece diversas opciones de exportación de resultados, compatibles con formatos como Excel y JSON, lo que amplía su utilidad en contextos de análisis de datos.
- **Import.io:** Se presenta como una plataforma integral de extracción de datos que no requiere conocimientos de programación, lo que la hace accesible para usuarios sin experiencia en desarrollo. Su sistema de interfaz tipo *point and click* facilita la configuración de tareas de obtención de datos de manera intuitiva. Además, permite la adquisición de información en tiempo real mediante integración con APIs y ofrece opciones de conexión con bases de datos y herramientas de visualización, lo que la convierte en una solución completa para proyectos orientados al análisis de información.

3.1.2. ¿Qué es el Web Scraping?

El término *web scraping* hace referencia a la práctica de recopilar datos de manera automatizada desde páginas web. Aunque no es un concepto nuevo, en sus orígenes se conocía como *screen scraping*, minería de datos web o *web harvesting* [81]. En la actualidad, la denominación más conocida es *web scraping*, y se utiliza tanto para referirse a la técnica en sí como a los programas que la implementan, que son comúnmente denominados como *bots* o *crawlers*.

En términos generales, el *web scraping* consiste en programar un sistema que realice solicitudes a un servidor web, recupere el contenido de las páginas y lo procese para extraer la información de interés [81]. A diferencia de las APIs (Interfaz de Programación de Aplicaciones), que ofrecen datos estructurados de manera oficial y controlada, el *web scraping* se caracteriza por aprovechar directamente el contenido publicado en los sitios

web, lo que le otorga una enorme flexibilidad [72]. De este modo, esta técnica se ha consolidado como una herramienta central en estudios urbanos, sociales y económicos, ya que permite acceder a fuentes de datos que de otra manera no estarían disponibles de forma estandarizada.

3.1.2.1. Proceso de Web Scrapping

El *web scraping* no es un proceso único, sino que se estructura en una serie de fases sucesivas que permiten convertir el contenido de una página web en datos listos para el análisis. El proceso de *scraping* se divide en tres etapas: **(i) obtención**, que consiste en acceder al sitio web mediante solicitudes HTTP; **(ii) extracción**, donde se emplean expresiones regulares, bibliotecas de análisis HTML o consultas XPath para identificar los datos relevantes; y **(iii) transformación**, que convierte los datos obtenidos en un formato estructurado para su almacenamiento o visualización, estas fases [82, 83] se ilustran en la Figura 3.3.

Este flujo de trabajo garantiza que la información obtenida desde las plataformas digitales pueda ser organizada de forma sistemática, lo que constituye un paso fundamental para estudios de análisis territorial y geoespacial.



Figura 3.3: Proceso de Web Scrapping [82, 83].

3.1.2.2. Aplicaciones de Web Scraping

El *web scraping* se ha consolidado como una técnica ampliamente utilizada en distintos ámbitos científicos y empresariales. Su principal utilidad radica en la posibilidad de extraer información desde múltiples sitios web, centralizarla en bases de datos y analizarla de manera sistemática. De acuerdo con [83, 84], sus usos pueden abarcar lo siguiente:

- **Ciencia de Datos:** En el ámbito de la ciencia de datos, se utiliza para generar conjuntos de datos en áreas como el procesamiento del lenguaje natural, el análisis de sentimientos y el aprendizaje automático, superando las limitaciones de las APIs y permitiendo recopilar información histórica de redes sociales o noticias, como en los estudios sobre la COVID-19. Asimismo, en inteligencia de negocios se emplea para el seguimiento de precios, la investigación de mercado y la extracción automatizada de información de competidores en el comercio electrónico, facilitando la comparación de precios y la detección de tendencias en tiempo real. Bajo el enfoque de *Big Data*, el *web scraping* permite la recolección masiva de información no estructurada generada diariamente en internet, aunque enfrenta desafíos relacionados con el almacenamiento, la capacidad de cómputo y la fiabilidad de la extracción.
- **Inteligencia Artificial:** Se utiliza como una herramienta esencial para recuperar y extraer información proveniente de grandes volúmenes de datos no estructurados, como texto, imágenes, audio o video, que posteriormente sirven para entrenar modelos de aprendizaje automático y sistemas de reconocimiento.
- **Salud:** En esta área, el *web scraping* contribuye a la digitalización de la atención médica mediante la recopilación automatizada de información clínica y farmacológica. Su aplicación puede aliviar la carga de los profesionales sanitarios en contextos de alta demanda, apoyar investigaciones médicas, como las relacionadas con la pandemia de SARS-CoV-2, y facilitar la extracción de prospectos de medicamentos, evidenciando su potencial para la gestión de información y el avance de la investigación en salud.

Como ejemplo práctico de estas aplicaciones, en la Figura 3.4 se presenta un caso de *web scraping* realizado sobre el sitio web IMDb, mediante el cual se extrajeron las categorías y ganadores de los premios Óscar correspondientes al año 2023. La información obtenida se estructuró en un objeto JSON, formato ampliamente utilizado en los flujos de ciencia de datos por su capacidad para almacenar y organizar datos de manera legible y flexible.

```

1 {
2   "year": 2023,
3   "data": [
4     { "category": "Best Motion Picture of the Year", "winner": "...
        Everything Everywhere All at Once" },
5     { "category": "Best Performance by an Actor in a Leading Role", "...
        winner": "Brendan Fraser" },
6     { "category": "Best Performance by an Actress in a Leading Role", "...
        winner": "Michelle Yeoh" },
7     { "category": "Best Performance by an Actor in a Supporting Role", ...
        "winner": "Ke Huy Quan" },
8     { "category": "Best Performance by an Actress in a Supporting Role...
        ", "winner": "Jamie Lee Curtis" },
9     { "category": "Best Achievement in Directing", "winner": "Daniel ...
        Kwan, Daniel Scheinert" },
10    { "category": "Best Original Screenplay", "winner": "Everything ...
        Everywhere All at Once" },
11    { "category": "Best Adapted Screenplay", "winner": "Women Talking" ...
        },
12    { "category": "Best Achievement in Cinematography", "winner": "All ...
        Quiet on the Western Front" },
13    { "category": "Best Achievement in Film Editing", "winner": "...
        Everything Everywhere All at Once" },
14    { "category": "Best Achievement in Production Design", "winner": "...
        All Quiet on the Western Front" },
15    { "category": "Best Achievement in Costume Design", "winner": "...
        Black Panther: Wakanda Forever" },
16    { "category": "Best Sound", "winner": "Top Gun: Maverick" },
17    { "category": "Best Achievement in Makeup and Hairstyling", "winner...
        ": "The Whale" },
18    { "category": "Best Achievement in Music Written for Motion ...
        Pictures (Original Score)", "winner": "All Quiet on the Western ...
        Front" },
19    { "category": "Best Achievement in Music Written for Motion ...
        Pictures (Original Song)", "winner": "RRR" }
20  ]
21 }

```

Figura 3.4: Resultado obtenido mediante *web scraping* de IMDb para los premios Óscar 2023 [85].

3.1.2.3. Herramientas de Web Scraping

La implementación del *web scraping* requiere del uso de herramientas y entornos de programación que permiten automatizar la recopilación, análisis y almacenamiento de

datos. Entre las más utilizadas, se destacan las siguientes [84]:

- **PHP:** Se ha utilizado por su fácil conexión con bases de datos y el manejo del HTML DOM. Se ha destacado en la recolección de historiales médicos desde la interfaz web de un hospital y la extracción de metadatos de artículos en Google Académico, como títulos, autores y citas.
- **BeautifulSoup:** Es una biblioteca de Python para analizar archivos HTML y XML y extraer información estructurada de páginas web. Se ha utilizado en estudios para recopilar datos de portales de empleo, recuperar y limpiar contenido específico de páginas web y extraer avisos digitales en portales gubernamentales vinculados a estrategias de ciudades inteligentes.
- **Liberías de Java:** Bibliotecas como Crawler4j y jsoup se utilizan ampliamente para la recolección y análisis de datos web. Estas herramientas permiten implementar rastreadores multihilo y procesar contenido HTML, con aplicaciones en la extracción de información sobre medicamentos y en portales de noticias en línea.
- **Selenium:** Es una herramienta de automatización web de código abierto que permite simular la navegación de un usuario real, lo que la hace especialmente útil para el *scraping* de sitios dinámicos. Sus controladores facilitan la interacción con páginas y la extracción de contenido según consultas específicas. Ha sido utilizada en aplicaciones como la generación de resúmenes extractivos de páginas web y en plataformas que integran información científica sobre pesticidas, combinando Selenium con técnicas de rastreo avanzadas para mejorar la precisión y filtrado de los datos.
- **Scrapy:** Es un framework de código abierto en Python diseñado para la extracción estructurada de datos a gran escala. En aplicaciones prácticas, Scrapy se ha utilizado en el comercio electrónico, por ejemplo, para extraer datos de la plataforma Jumia mediante selectores CSS.

Tras revisar las principales herramientas de *web scraping*, resulta pertinente establecer una comparación entre ellas para destacar sus fortalezas y limitaciones en distintos contextos de aplicación. La Tabla 3.1 sintetiza estas características y ofrece una visión comparativa de cada herramienta.

Factores	BeautifulSoup	Scrapy	Selenium
Extensibilidad	Adecuada para proyectos complejos de bajo nivel	Mejor opción para proyectos grandes o complejos	Mejor para proyectos que requieren trabajar con JavaScript
Rendimiento	Relativamente lenta en comparación con otras librerías	Procesamiento rápido gracias al uso de llamadas asíncronas	Puede manejar cierto nivel, pero no tanto como Scrapy
Ecosistema	Alta dependencia del ecosistema	Ecosistema flexible, fácil de integrar con proxies y VPNs	Buen ecosistema para el desarrollo

Tabla 3.1: Comparación entre bibliotecas y frameworks de Python para *web scraping* [84].

3.1.2.4. Ética y Legalidad de Web Scraping

El uso de técnicas de *web scraping* en la investigación plantea importantes desafíos legales y éticos que no pueden ser ignorados. Desde la perspectiva legal, esta práctica se sitúa en un terreno ambiguo donde convergen contratos de uso de plataformas, leyes de propiedad intelectual y normativas de protección de datos personales. Aunque existen marcos normativos que contemplan excepciones para fines de investigación, los investigadores deben documentar cuidadosamente la proporcionalidad de su diseño metodológico y aplicar medidas de minimización y seguridad de datos [72].

Aspectos Legales

Considerando que la situación jurídica es altamente compleja y depende del contexto normativo de cada país, no es posible ofrecer una revisión completa. Es por esto, que una investigación [70] señala tres ámbitos relevantes en cuanto a lo legal:

- **Derechos de autor:** Los derechos de autor constituyen una de las principales preocupaciones legales. Aunque el titular de un sitio web no siempre es propietario de los datos que contiene, la extracción y republicación de información puede infringir la legislación vigente. En muchos casos, la protección recae sobre la composición de la base de datos, lo que obliga a limitar su uso al principio de “uso legítimo” o a transformarla de forma novedosa.
- **Cumplimiento contractual:** Otro aspecto relevante es el cumplimiento contractual, en particular respecto a la elusión de los términos de servicio (ToS) de los sitios web. Esto incluye prácticas como el propio *scraping*, la creación de cuentas falsas o el uso de servicios de rotación de IP para evadir restricciones como el geobloqueo. La interpretación legal de estas acciones varía según la jurisdicción,

ya que mientras algunos tribunales las consideran un incumplimiento contractual, otros no las tipifican como delito bajo cuando el usuario no ha aceptado explícitamente dichos términos.

- **Integridad del sitio web:** El acceso repetido mediante *scraping* puede generar interrupciones en el servicio y, con ello, problemas de responsabilidad legal y ética al impedir el acceso de otros usuarios.

En términos generales, el *web scraping* sigue siendo una técnica de investigación reciente, por lo que su marco regulatorio continúa en construcción y los criterios judiciales disponibles resultan todavía inconsistentes. Ante esta situación, guías como las propuestas por oficinas estadísticas europeas ofrecen orientaciones prácticas para los investigadores [70].

Aspectos Éticos

Más allá de los aspectos jurídicos, el *scraping* abre un debate ético respecto al consentimiento, la privacidad y el uso contextual de la información recolectada. Aunque se trate de datos públicos, su extracción y reutilización pueden generar impactos negativos en las comunidades o usuarios que los produjeron, especialmente si pertenecen a grupos vulnerables o si los datos corresponden a temas sensibles. En esta línea, mantener un equilibrio entre el beneficio social del conocimiento generado y la protección de los derechos individuales constituye un requisito esencial para la legitimidad de este tipo de estudios [72, 86]. Entre los principales aspectos éticos asociados a esta práctica en [70] se destacan los siguientes:

- **Consentimiento informado:** A diferencia de la investigación tradicional, los sujetos rara vez autorizan explícitamente el uso de sus datos. Aunque en algunos casos puede prescindirse de este requisito cuando los beneficios superan los riesgos, resulta complejo determinar qué contenidos en línea son realmente públicos y cuáles deben considerarse privados.
- **Privacidad:** En materia de privacidad, el desafío principal es evitar que los datos recopilados permitan identificar a personas individuales. Para ello, suele ser necesario eliminar identificadores como nombres, enlaces, direcciones IP o datos de dispositivos, aunque estas medidas no siempre bastan, ya que el contenido textual puede rastrearse fácilmente hasta su autor.
- **Manejo de restricciones de acceso:** desde una perspectiva ética, podría justificarse la omisión de prohibiciones explícitas en los Términos de Servicio cuando el beneficio científico del *web scraping* supera los posibles perjuicios.

Finalmente, la discusión apunta a que tanto instituciones académicas como comunidades científicas deben avanzar en la creación de estándares comunes que garanticen la validez, seguridad y ética del *web scraping* aplicado a la investigación. Como se concluye en [72], establecer lineamientos claros y colaborativos permitirá que el *scraping* se consolide como una herramienta científica legítima, capaz de generar evidencia rigurosa y de interés público, sin dejar de lado la responsabilidad ética y legal que implica su aplicación.

3.1.3. Comparación entre API y Web Scraping

El *web scraping* consiste en recolectar información disponible públicamente en distintos sitios web para luego estructurarla en un formato útil para el análisis. En contraste, las API permiten acceder de manera directa y controlada a los datos de una aplicación o servicio, aunque la disponibilidad y el alcance de dicha información dependen de las restricciones impuestas por el proveedor. Estas pueden incluir el cobro por el acceso, la limitación en la cantidad de solicitudes o la restricción del volumen de datos disponibles [77].

Mientras el *web scraping* ofrece la ventaja de poder extraer información desde prácticamente cualquier sitio, las API entregan acceso directo a conjuntos de datos más específicos. Sin embargo, las API suelen concentrarse en recursos definidos y limitados, mientras que el *web scraping* puede abarcar múltiples fuentes, aunque con el costo adicional de requerir procesos de limpieza y normalización de datos [77].

En términos de eficiencia, el consumo de datos a través de una API suele ser significativamente más rápido, ya que los resultados se devuelven en formatos legibles por máquina (como JSON o XML). El *scraping*, por el contrario, aunque más flexible en cuanto al alcance, es más susceptible a bloqueos técnicos y exige un procesamiento adicional para transformar el contenido extraído en información estructurada [77].

3.2. Tratamiento de los Datos

El tratamiento de datos constituye una fase esencial dentro del flujo de trabajo analítico, ya que permite preparar y estructurar la información obtenida durante la recolección antes de su análisis y visualización. Esta etapa busca transformar los datos en conjuntos coherentes y comparables, garantizando su integridad y compatibilidad espacial. Desde el punto de vista técnico, el tratamiento de datos puede realizarse mediante diferentes herramientas y librerías, cada una adaptada a distintos volúmenes y tipos de información, en donde se destacan los siguientes:

- **Comma Separated Values (Formato CSV) [87]:** Es una herramienta muy utilizada en el intercambio y almacenamiento de datos tabulares. Su estructura

simple, basada en filas y columnas separadas por comas u otros delimitadores, facilita la lectura y manipulación de información en distintos entornos y lenguajes de programación. El formato CSV permite guardar listas y tablas de cualquier longitud, que también pueden leerse y procesar en planillas de cálculo independientemente de la plataforma y el software.

- **GeoJSON [88]:** El formato GeoJSON, es una extensión del estándar JSON, diseñado para representar objetos geográficos y sus atributos. Utiliza una estructura jerárquica de texto que describe geometrías espaciales (puntos, líneas o polígonos) junto con información asociada, lo que permite almacenar datos geográficos en un formato ligero, legible y compatible con la web. Además, este formato presenta ventajas frente a otros formatos geográficos, ya que no requiere archivos complementarios y puede ser fácilmente utilizado en entornos de programación o visualización web.
- **GeoPandas [89]:** La librería GeoPandas extiende las funcionalidades de Pandas, utilizada para el manejo de datos tabulares en Python al ámbito geoespacial. Permite leer, procesar y analizar datos que contienen información de coordenadas o geometrías. Esta librería permite cargar archivos en formato CSV o GeoJSON y convertirlos en estructuras denominadas GeoDataFrames, las cuales combinan información tabular con geometrías espaciales. Finalmente, ofrece herramientas para calcular distancias, áreas y relaciones espaciales entre objetos geográficos, lo que la convierte en una herramienta fundamental para el análisis y procesamiento de datos territoriales.

Estas herramientas conforman un flujo de tratamiento de datos flexible, eficiente y totalmente programable, adecuado para investigaciones que combinan datos digitales y territoriales. Para el caso de GeoPandas, para representar datos geográficos de manera visual, se cargó un conjunto de datos correspondiente a los distritos de la ciudad de Barcelona, disponible en un repositorio público de GitHub [90]. Posteriormente, a través de funciones, se visualizan las geometrías de cada distrito en un mapa con una leyenda de su respectivo nombre. El resultado de la ejecución del código se muestra en la Figura 3.5, donde cada color representa un distrito distinto de la ciudad. Esta visualización permite explorar de forma rápida la distribución espacial de las zonas administrativas de Barcelona.

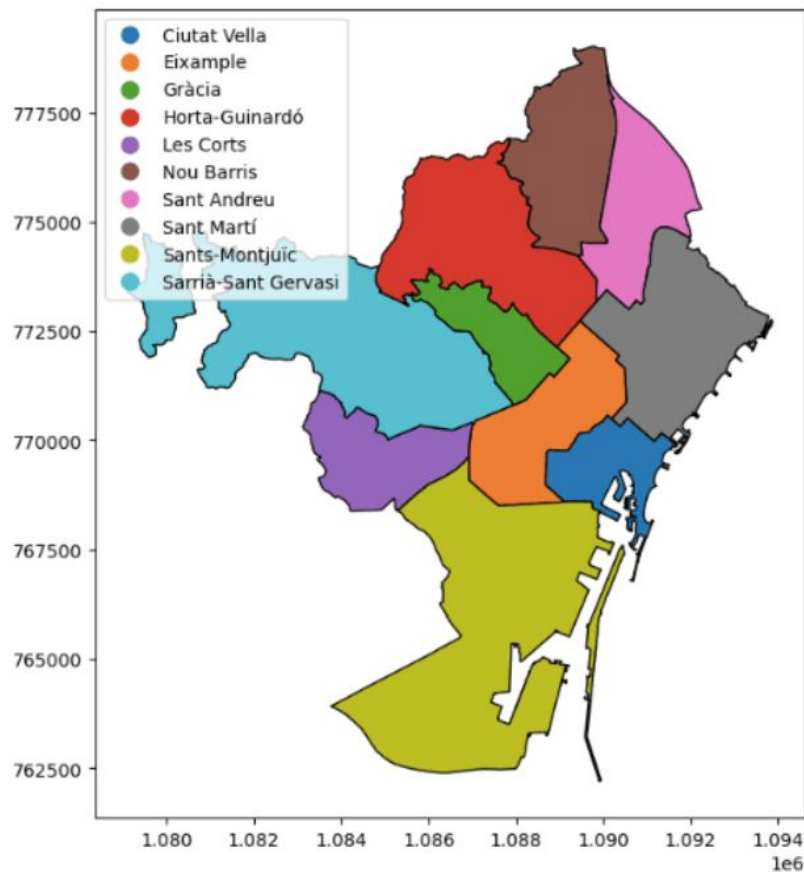


Figura 3.5: Distritos de Barcelona representados mediante GeoPandas [90].

Como observamos, la integración de estas herramientas permite automatizar los procesos de limpieza, transformación y vinculación espacial, reduciendo la intervención manual y garantizando la reproducibilidad de los resultados. Este enfoque resulta especialmente relevante en estudios urbanos y territoriales, donde la información proviene de diversas fuentes y requiere ser unificada para su análisis posterior. De esta manera, el tratamiento de datos se consolida como una etapa fundamental que garantiza la calidad, coherencia y precisión del análisis geoespacial desarrollado en las etapas posteriores.

3.3. Segmentación y Análisis Geoespacial

La *segmentación geoespacial* es el proceso de dividir el espacio geográfico en unidades homogéneas en función de características demográficas, socioeconómicas, infraestructurales, funcionales o cualquier atributo espacial relevante [91]. Por su parte, el análisis geoespacial corresponde al estudio de datos que poseen una referencia territorial o ubicación geográfica específica [92].

Ambos conceptos se alimentan de la integración de información espacial con herramien-

tas estadísticas y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los SIG son la base de la tecnología geoespacial y proporcionan un marco para organizar, analizar y mostrar estos datos geoespaciales. A través de este proceso, es posible identificar patrones, tendencias y comportamientos territoriales que sirven de base para la toma de decisiones en distintos ámbitos, tales como: la planificación urbana, la gestión ambiental, la administración de recursos naturales, la respuesta ante emergencias y la localización de servicios o empresas. El uso de datos geoespaciales en diversos campos tiene varias ventajas, ya que proporcionan una gran cantidad de información valiosa que puede utilizarse para la toma de decisiones, mejorar la gestión de recursos, aumentar la seguridad pública, incrementar la eficiencia y apoyar una mejor planificación y diseño [92].

3.3.1. Tipos de Datos Geoespaciales

Existen varios tipos de datos que se utilizan en los SIG y otras aplicaciones de análisis geoespacial. En [92], se mencionan algunos de los principales tipos de datos geoespaciales que se utilizan habitualmente:

- **Datos vectoriales:** Se utilizan para representar características geográficas como puntos, líneas y polígonos. Cada elemento vectorial se define a partir de un conjunto de coordenadas geográficas que describen su posición y forma en el espacio, manteniendo además relaciones topológicas con otras entidades del entorno. Este formato es ampliamente empleado para modelar objetos como calles, límites administrativos, edificaciones o zonas censales, permitiendo un análisis preciso y estructurado del territorio.
- **Datos rasterizados:** Se utilizan para representar accidentes geográficos como una cuadrícula de celdas o píxeles. Cada píxel tiene un valor que representa la característica del accidente geográfico en ese lugar, como la altitud o la temperatura.
- **Imágenes por satélite:** Las imágenes por satélite son un tipo de datos rasterizados capturados por tecnologías de teledetección, como satélites o drones. Este tipo de datos suele utilizarse para cartografiar el uso del suelo, vigilar el medio ambiente y otras aplicaciones.
- **Datos LiDAR (Light Detection and Ranging):** Son un tipo de datos de teledetección que se utilizan para crear mapas muy detallados del terreno y la vegetación. Funciona utilizando impulsos láser para medir la distancia entre el sensor y el suelo, creando una representación tridimensional del paisaje.
- **Datos GPS (Global Positioning System):** Se utilizan para capturar y almacenar la ubicación y el movimiento de objetos o personas. Este tipo de datos suele utilizarse para aplicaciones de navegación, cartografía y seguimiento.

- **Datos del censo:** Los datos censales se utilizan para representar las características demográficas y socioeconómicas de una población. Este tipo de datos suele utilizarse para la planificación de políticas públicas y urbanas, el marketing y la investigación en ciencias sociales.

3.3.2. Herramientas de Análisis Geoespacial

Existen diversas herramientas y entornos de software diseñados para realizar análisis geoespacial, que abarcan desde plataformas comerciales hasta soluciones de código abierto. Entre las más empleadas se encuentran las siguientes:

- **ArcGIS [93]:** Es una plataforma geoespacial de pago muy completa concebida para profesionales y organizaciones. Es la tecnología líder en sistemas de información geográfica (SIG), ya que integra y conecta datos a través del contexto geográfico, ofreciendo funciones para crear, administrar, analizar, representar cartográficamente y compartir todo tipo de datos.
- **QGIS [94]:** Es un software de código abierto gratuito que se ha convertido en una herramienta poderosa para la creación de mapas y el análisis de datos espaciales. Es una plataforma flexible que se puede adaptar a las necesidades de empresas de cartografía de todos los tamaños y es compatible con una amplia gama de formatos de datos espaciales.
- **Python [95]:** Es un lenguaje de programación muy versátil y extendido con el que es posible realizar análisis espacial y de datos. Es un lenguaje que extiende enormemente las capacidades de un GIS, utilizando librerías como Folium, ArcPy, GeoPandas, Matplotlib, PyQGIS, entre otras.
- **R (Lenguaje de Programación) [96]:** El lenguaje R se ha consolidado como una de las herramientas más potentes para el análisis geoespacial y estadístico dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Gracias a su amplia colección de paquetes especializados, R permite procesar, modelar y visualizar datos espaciales de manera reproducible y automatizada.

En la Tabla 3.2 se presenta una comparación de los principales softwares y lenguajes mencionados sobre el análisis geoespacial, considerando aspectos como costo, compatibilidad, nivel de procesamiento y requerimientos del sistema operativo.

Software	Costo	S.I.G.	Nivel de procesamiento	Características del equipo	S.O.
ArcGIS	Alto	Sí	Medio	Alto	Windows
QGIS	Gratis	Sí	Medio	Medio	Windows, macOS, Linux
Python	Gratis	Sí	Alto	Bajo	Windows, macOS, Linux
R	Gratis	Sí	Alto	Bajo	Windows, macOS, Linux

Tabla 3.2: Comparación de software de análisis geoespacial [97].

3.3.3. Estructuras Censales para el Análisis Territorial

Las estructuras censales constituyen la base organizativa sobre la cual se lleva a cabo la recopilación, procesamiento y análisis de información territorial y demográfica. Su propósito es garantizar una cobertura completa y ordenada del territorio nacional, facilitando la identificación y delimitación de unidades geográficas homogéneas que permitan representar adecuadamente la distribución espacial de la población y las viviendas [98].

En el caso de Chile, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) establece una jerarquía territorial que combina la División Política Administrativa (DPA), de carácter legal, con la división geográfica censal, de carácter operativo, la cual permite alcanzar un nivel de desagregación detallado en los datos. De acuerdo con la DPA, desde 2018 el país se organiza con 16 regiones, 56 provincias y 346 comunas, siendo esta última la unidad básica de administración del territorio. Para fines operativos, cada comuna se subdivide en unidades menores que facilitan la planificación precensal y censal [98].

La división censal, por su parte, estructura el territorio comunal en distintos niveles jerárquicos. En primer lugar, se encuentran los distritos censales, que pueden ser urbanos, rurales o mixtos. En el área urbana, estos se subdividen en zonas censales, conformadas por manzanas, consideradas la unidad geográfica básica del sistema. En el área rural, en cambio, los distritos se dividen en localidades, integradas por entidades que pueden clasificarse según su tipo de asentamiento (aldea, caserío, asentamiento minero, entre otros) [98].

Esta organización permite al Instituto Nacional de Estadísticas (INE) desarrollar una cartografía censal precisa y una estructura de datos coherente con los objetivos del proceso censal, lo que garantiza la comparabilidad entre distintos censos y refuerza la utilidad de la información generada para el análisis territorial y la planificación pública [98]. La Figura 3.6 ilustra la estructura jerárquica que articula la División Política Administrativa y la División Censal, mostrando cómo ambas se integran para representar el territorio nacional con distintos niveles de detalle.

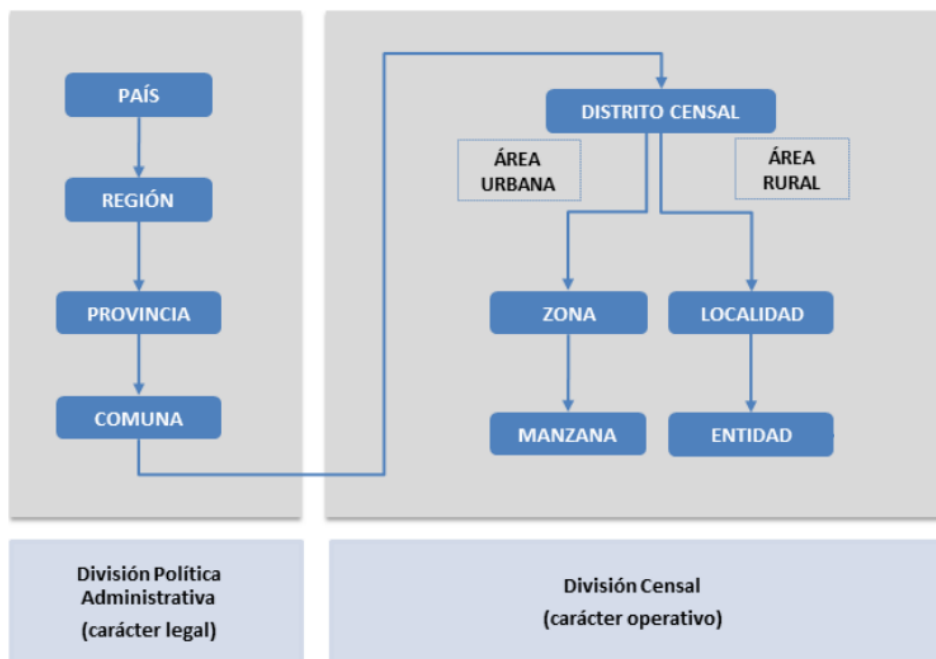


Figura 3.6: Estructura jerárquica de la División Política Administrativa y la División Censal en Chile [98].

En el marco de este trabajo, el análisis se centrará específicamente en la División Censal, dado que constituye la estructura operativa que permite desagregar la información a escalas subcomunales. Este enfoque resulta esencial para comprender la organización territorial interna y para realizar un análisis geoespacial más preciso, basado en las unidades censales de distrito, zona y manzana.

3.3.3.1. Distritos Censales

Los distritos censales constituyen la división fundamental del territorio comunal con fines operativos y estadísticos, definida por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Su principal función es organizar el trabajo censal y facilitar la gestión territorial durante las etapas de planificación, levantamiento y procesamiento de los datos. Esta división permite obtener información desagregada a nivel subcomunal y mantener la comparabilidad entre censos, ya que sus límites se conservan estables durante el período intercensal. Solo de manera excepcional se realizan ajustes en aquellos tramos límites que han quedado desactualizados o que presentan inconsistencias cartográficas [98].

Cada distrito censal posee un nombre propio, generalmente asociado a un rasgo geográfico, urbano o cultural característico del territorio que representa. Su delimitación se establece a partir del Límite Urbano Censal (LUC), que define la separación entre las áreas urbanas y rurales de una comuna. De acuerdo con este criterio, los distritos pueden clasificarse en estos tres tipos [98, 99]:

- **Distrito censal urbano:** Corresponden a zonas de alta concentración de construcciones y población. Generalmente presentan continuidad y regularidad en el trazado de sus manzanas y concentran la mayor parte de la población dedicada a actividades no primarias.
- **Distrito censal rural:** Abarca áreas con baja densidad poblacional y una disposición dispersa de las viviendas. Estas zonas no cumplen con los criterios de continuidad urbana y se caracterizan por la predominancia de actividades económicas de tipo primario.
- **Distrito censal mixto:** Integra en un mismo territorio áreas urbanas y rurales. Suele incluir uno o más centros poblados urbanos rodeados de sectores de menor densidad habitacional. Esta categoría se aplica principalmente a comunas que presentan una transición entre lo urbano y lo rural, sin una delimitación netamente definida entre ambos espacios.

En conjunto, los distritos censales constituyen la unidad operativa base del sistema censal, posibilitando la planificación eficiente de los operativos de campo y la producción de información estadística detallada y territorialmente coherente.

3.3.3.2. Zonas Censales

En el contexto del análisis geoespacial, las zonas censales representan una de las unidades espaciales fundamentales para la segmentación territorial. La zona censal se define como la *“división del distrito censal urbano y área urbana de los distritos censales mixtos formada por un conglomerado de manzanas”*. Su extensión no debe superar las dos mil viviendas, y su función principal es facilitar la organización, control y levantamiento del censo, por lo que constituye una unidad operativa más que administrativa. A diferencia de los distritos censales, cuyos límites se mantienen entre censos para permitir comparaciones intercensales, las zonas censales pueden ser modificadas o actualizadas en función del crecimiento urbano y de los cambios en los elementos geográficos de referencia. Su actualización busca asegurar una correcta georreferenciación y una distribución adecuada de las viviendas dentro del área urbana, permitiendo que el proceso censal se desarrolle de manera eficiente y estructurada [100].

3.3.3.3. Manzanas Censales como Unidad Geográfica Básica de las Zonas Censales

La Manzana Censal [101], se define como la unidad geográfica más pequeña utilizada con fines estadísticos dentro de la estructura censal. Está conformada por un conjunto de viviendas, edificios, establecimientos o predios (contiguos o separados) delimitados por elementos geográficos, culturales o naturales. En el ámbito urbano, las manzanas censales conforman las zonas censales, mientras que en el entorno rural cumplen una función equivalente en aldeas u otros asentamientos. Su objetivo principal es facilitar el levantamiento censal y muestral, ya que actúan como base operativa para el recorrido de los censistas y la recolección de información de viviendas, hogares y personas. Posteriormente, los resultados del Precenso permiten dividir estas manzanas en sectores de empadronamiento, optimizando el trabajo de campo durante el Censo. En términos cartográficos, las manzanas deben estar claramente definidas y representadas en los planos censales, preferentemente delimitadas por vías reconocibles (calles, avenidas, pasajes o escaleras). Sin embargo, en zonas donde la estructura urbana es irregular, pueden utilizarse límites naturales o artificiales permanentes, como ríos, quebradas, canales, líneas férreas o de alta tensión. Dado que los asentamientos urbanos presentan morfologías diversas, no existe una estructura única de manzana censal. Estas se adaptan a la configuración local, variando desde manzanas regulares en centros históricos hasta agrupaciones dispersas en zonas periurbanas o rurales. A pesar de estas diferencias, todas comparten el mismo propósito: facilitar el levantamiento censal y muestral de manera eficiente y geográficamente coherente.

Para ilustrar la jerarquía territorial descrita, desde los distritos hasta las zonas y manzanas censales, en la Figura 3.7 se presenta un ejemplo aplicado a la comuna de Curicó, Chile. En este se visualizan las delimitaciones censales empleadas en los levantamientos de información territorial, superpuestas sobre una imagen satelital que facilita la interpretación de su distribución espacial.

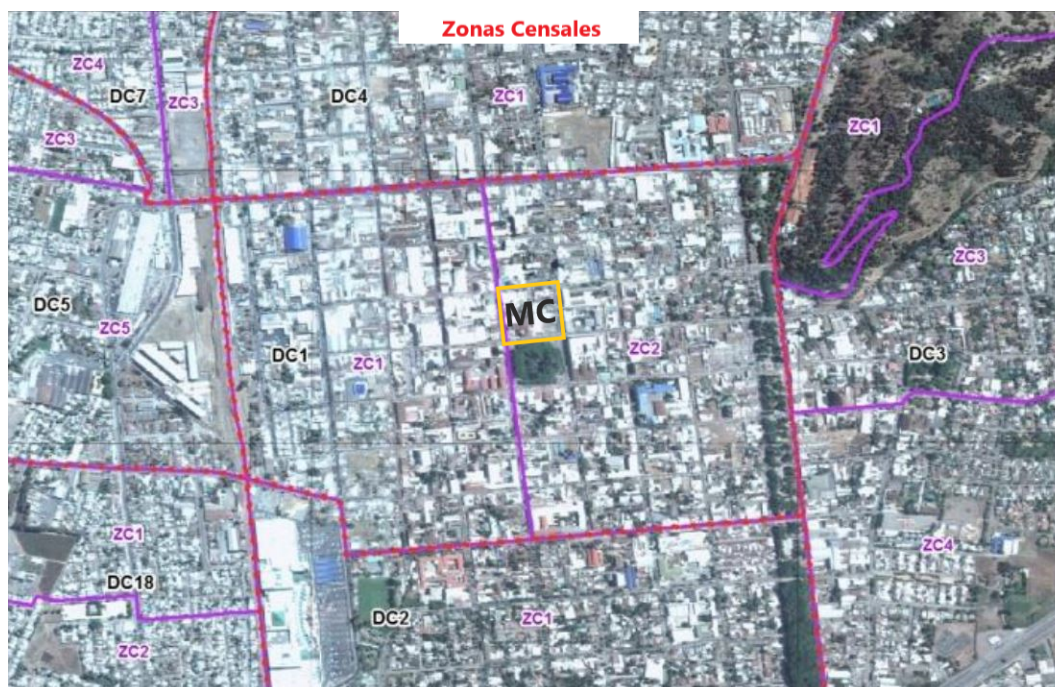


Figura 3.7: Distribución de distritos censales (DC) ■ , zonas censales (ZC) ■ y manzanas censales (MC) ■ en la comuna de Curicó, Chile. [100].

3.3.4. Relevancia del Análisis Geoespacial en el Contexto del Delivery Alimenticio

El análisis desarrollado en este capítulo permitió revisar las principales técnicas y herramientas utilizadas en la recolección, tratamiento y análisis de datos geoespaciales, aplicadas al estudio de fenómenos urbanos y territoriales. En el contexto del delivery alimenticio, estas metodologías adquieren un valor fundamental, ya que posibilitan identificar patrones de cobertura, zonas de exclusión y desigualdades en el acceso a servicios digitales.

La integración de procesos automatizados de extracción y procesamiento de datos, mediante API y *web scraping*, junto con herramientas de análisis espacial, permite construir una base metodológica sólida para el mapeo de las denominadas *zonas rojas* del delivery. De este modo, el uso de técnicas geoespaciales no solo facilita la comprensión de la distribución territorial de estos servicios, sino que también contribuye a evidenciar brechas de acceso urbano y digital.

Sobre esta base, el siguiente capítulo presenta la propuesta y diseño de la solución desarrollada, enfocada en la identificación y visualización de zonas excluidas de los servicios de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile.

CAPÍTULO 4

Propuesta y diseño de solución

Este capítulo describe la propuesta y el diseño de la solución para abordar la problemática de exclusión territorial en la cobertura de servicios de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Santiago. A partir del análisis conceptual y metodológico descrito en los capítulos anteriores, se plantea la estructura para crear una herramienta georreferencial capaz de integrar datos provenientes de distintas fuentes, tanto digitales como territoriales, para procesarlos y representar visualmente las zonas de cobertura y no cobertura de las plataformas de reparto.

4.1. Requisitos del Sistema

En esta sección se definen los requisitos que orientan el desarrollo de la solución propuesta, los cuales establecen las funcionalidades, condiciones técnicas y criterios de desempeño que el sistema debe cumplir. Estos requisitos se clasifican en cuatro categorías: funcionales, no funcionales, de interfaz y de ambiente.

4.1.1. Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales definen las acciones específicas que el sistema debe ser capaz de realizar para cumplir con los objetivos del proyecto. En este caso, la herramienta propuesta debe permitir la recolección, procesamiento y visualización de datos geoespaciales asociados a la cobertura de servicios de delivery alimenticio. A continuación, se describen los principales requisitos funcionales:

1. **Recolección de datos geográficos:** El sistema deberá obtener datos geográficos confiables, incluyendo las delimitaciones de las zonas censales de la Región Me-

tropolitana de Santiago de Chile. A partir de estos datos, se identificarán puntos representativos dentro de cada área censal, los cuales servirán como base para las etapas posteriores de análisis y evaluación de cobertura de los servicios de delivery alimenticio.

2. **Extracción de datos de cobertura automatizados:** El sistema deberá ser capaz de utilizar los puntos representativos para generar pedidos de prueba automatizados en las distintas aplicaciones de delivery alimenticio, con el fin de obtener información sobre la disponibilidad del servicio de alimentación en diferentes ubicaciones. Para ello, se debe implementar un mecanismo de *web scraping* automatizado que permita consultar direcciones específicas de manera eficiente y sistemática, superando las limitaciones del acceso manual. Este proceso posibilitará la recopilación masiva y precisa de datos que servirán de base para el análisis de cobertura.
3. **Clasificación geoespacial de los resultados:** En base a los resultados obtenidos de los pedidos de prueba, el sistema debe clasificar y registrar georreferenciadamente las respuestas, indicando en qué puntos el servicio de delivery está disponible y en cuáles no. Esta clasificación ayudará a identificar las zonas rojas de cobertura de manera precisa.
4. **Visualización geoespacial de los resultados:** El sistema deberá registrar de forma georreferenciada en un mapa interactivo las ubicaciones donde el servicio de delivery está disponible y aquellas donde no lo está. Con base en esta información, se desarrollará una herramienta geoespacial interactiva que permita visualizar las zonas con y sin cobertura en un mapa dinámico e intuitivo. Esta funcionalidad facilita la identificación precisa de las zonas rojas de cobertura y debe permitir a los usuarios analizar de manera clara y accesible la distribución territorial del servicio.

4.1.2. Requisitos No Funcionales

Los requisitos no funcionales describen las condiciones de calidad, rendimiento y usabilidad que debe cumplir el sistema para asegurar su correcto funcionamiento más allá de las operaciones definidas en los requisitos funcionales. Estos criterios establecen las bases para garantizar que la herramienta opere de forma eficiente, escalable y segura en distintos entornos. Además, buscan asegurar que la solución desarrollada mantenga su sostenibilidad en el tiempo y pueda adaptarse a futuros cambios tecnológicos o de volumen de datos, fortaleciendo su aplicabilidad en nuevos contextos. A continuación, se presentan los principales requisitos no funcionales considerados para el desarrollo de la propuesta:

1. **Usabilidad del sistema:** La herramienta debe ser intuitiva y fácil de usar, permitiendo que los usuarios realicen tareas complejas con un mínimo de capacitación.

Debe contar con una interfaz clara y menús organizados que faciliten la interacción con el sistema.

2. **Escalabilidad del sistema:** El sistema debe ser escalable, capaz de manejar un número creciente de usuarios y un mayor volumen de datos sin degradar su rendimiento. Esto incluye la posibilidad de incorporar recursos adicionales, como servidores o almacenamiento, sin necesidad de modificar significativamente la arquitectura base del sistema.
3. **Rendimiento del sistema:** El sistema debe ser diseñado para mantener tiempos de ejecución óptimos durante el proceso de *scraping* y análisis de datos, permitiendo actualizaciones regulares sin comprometer la estabilidad ni la eficiencia general del sistema.
4. **Integridad y consistencia de los datos:** Se deben implementar mecanismos que aseguren que los datos recolectados, procesados y visualizados sean coherentes entre sí, evitando discrepancias que puedan comprometer la validez o utilidad de los resultados presentados en la plataforma.
5. **Cumplimiento ético y legal:** Durante el diseño y ejecución del sistema se deben adoptar buenas prácticas éticas y legales, garantizando el cumplimiento de los términos de uso de las plataformas web utilizadas y minimizando el impacto sobre los servidores objetivo.

4.1.3. Requisitos de la Interfaz

Los requisitos de interfaz del sistema establecen la forma en que este interactúa tanto con los usuarios como con fuentes de datos y servicios externos. Estos requisitos son fundamentales para garantizar la comunicación efectiva, la accesibilidad y la integración funcional entre los distintos componentes del sistema. A través de las interfaces se definen los medios de entrada y salida de información, así como las condiciones de usabilidad y formato de los datos intercambiados. A continuación, se detallan los principales requisitos de interfaz del sistema:

- **Experiencia de Navegación Intuitiva:** La interfaz debe ser clara y fácil de utilizar, facilitando la interacción del usuario en todas sus vistas, desde la página de inicio hasta las secciones de consulta y visualización. El diseño debe priorizar la comprensión inmediata de las funciones disponibles, permitiendo la navegación fluida sin requerir conocimientos técnicos previos.
- **Elementos de Navegación:** La interfaz debe incorporar botones y menús que permitan al usuario desplazarse fácilmente entre las distintas pestañas y secciones del sistema, como la página de inicio, el mapa de cobertura y el buscador de cobertura. Estos elementos deben estar claramente identificados y ubicados de manera consistente en todas las vistas, garantizando una experiencia de navegación fluida.

- **Consulta de Cobertura:** El sistema debe permitir al usuario verificar la disponibilidad del servicio de delivery a partir del ingreso de una dirección física. Para ello, el sistema debe integrar un campo de búsqueda dentro de la interfaz que procese la dirección ingresada, la geocodifique y muestre en el mapa si dicha ubicación se encuentra dentro o fuera de la zona de cobertura.
- **Visualización de Mapa:** El sistema debe permitir al usuario visualizar la cobertura de los servicios de delivery a nivel general dentro de la Región Metropolitana, mostrando un mapa interactivo con grilla que diferencie las zonas con cobertura y las zonas excluidas por aplicación de delivery. Además, el usuario podrá interactuar con el mapa, haciendo clic sobre una zona censal específica para acceder a información detallada relacionada con esa área. El sistema debe procesar los parámetros de visualización en tiempo real, asegurando una representación clara, dinámica y precisa de los datos geoespaciales.
- **Vista Informativa del Proyecto:** La interfaz debe incluir una sección dedicada a proporcionar información contextual sobre el desafío abordado. El usuario puede acceder a una descripción detallada del proyecto, incluyendo sus objetivos, importancia, metodología y resultados esperados. Esta vista cumple una función comunicativa y de transparencia, acercando al usuario al propósito y origen del sistema desarrollado.

4.1.4. Requisitos de Ambiente

Los requisitos de ambiente establecen las condiciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento, despliegue y mantenimiento del sistema. Consideran los aspectos de infraestructura tecnológica, tanto de hardware como de software, que inciden directamente en su rendimiento y estabilidad operativa.

4.1.4.1. Hardware de Desarrollo

- **Computación de Alto Rendimiento:** Computador de alto rendimiento destinado al desarrollo, pruebas y ejecución del sistema. Debe contar con un procesador multinúcleo, memoria RAM suficiente para el manejo de grandes volúmenes de datos y almacenamiento SSD para optimizar la velocidad de lectura y escritura.

4.1.4.2. Software de Desarrollo

- **Lenguajes de programación:** Tecnologías empleadas para el desarrollo del sistema, abarcando las etapas de recolección, procesamiento y análisis de datos, así como la implementación de la interfaz y la comunicación con el backend. Dentro de los mas usados se encuentran los siguientes:

- **Python:** Lenguaje versátil y de alto nivel utilizado para la recolección, procesamiento y análisis de datos, así como para el desarrollo del backend.
 - **R:** Lenguaje orientado al análisis estadístico y visualización de datos, empleado para la exploración y representación gráfica de resultados.
 - **Scala:** Lenguaje funcional y orientado a objetos, utilizado principalmente para el procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos y su integración con entornos distribuidos.
- **Herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Conjunto de aplicaciones y librerías empleadas para el procesamiento, análisis y visualización de información geoespacial dentro del sistema. Estas herramientas permiten integrar datos espaciales, generar mapas temáticos y realizar consultas geográficas avanzadas. Entre los más utilizados se destacan las siguientes opciones:
- **ArcGIS [102]:** Plataforma comercial de análisis geoespacial desarrollada por ESRI, ampliamente utilizada en instituciones públicas y privadas. Ofrece herramientas avanzadas para procesamiento, visualización y gestión de datos GIS.
 - **QGIS [94]:** Software libre y de código abierto para análisis y visualización geográfica. Permite trabajar con múltiples formatos y ofrece una amplia variedad de complementos, siendo una alternativa accesible y versátil a soluciones comerciales.
 - **GeoPandas [89]:** Librería de Python basada en Pandas que facilita el manejo y análisis de datos geoespaciales mediante estructuras de datos optimizadas. Permite realizar operaciones GIS directamente desde código, integrándose con otras bibliotecas del ecosistema científico.
- **Bases de datos:** Almacenar y organizar la información geoespacial y los resultados del sistema de forma estructurada y segura. Los más empleados en este tipo de desarrollos son los siguientes:
- **DataFrames [103]:** Estructuras de datos tabulares que permiten almacenar, manipular y analizar información de manera eficiente, ampliamente utilizadas en entornos de análisis de datos y ciencia de datos.
 - **PostgreSQL/PostGIS [104]:** PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto; su extensión PostGIS añade soporte para tipos y operaciones espaciales, convirtiéndolo en una plataforma robusta para análisis geoespacial.
 - **SQLite/SpatiaLite [105]:** SQLite es una base de datos ligera y embebida; su extensión SpatiaLite incorpora funcionalidades GIS, permitiendo trabajar con datos espaciales sin necesidad de un servidor dedicado.

- **QGIS DB Manager [106]**: Herramienta integrada en QGIS que facilita la administración de bases de datos espaciales, permitiendo visualizar tablas, ejecutar consultas y gestionar datos PostGIS, SpatiaLite y otros formatos.
- **Backend**: Gestiona la lógica del sistema, procesa las solicitudes y conecta la base de datos con la interfaz de usuario. A continuación, se presentan algunos de los más utilizados:
 - **FastAPI [107]**: Framework moderno y de alto rendimiento para construir APIs en Python, basado en tipado estático y diseñado para ofrecer rapidez tanto en desarrollo como en ejecución.
 - **Django REST Framework [108]**: Extensión del framework Django que permite construir APIs robustas y escalables, proporcionando autenticación, serialización y herramientas avanzadas para servicios web.
 - **Flask [109]**: Microframework ligero para aplicaciones web en Python, que ofrece gran flexibilidad y simplicidad al permitir construir APIs y servicios con una estructura mínima.
- **Frontend**: Presenta la información al usuario mediante una interfaz visual e interactiva, facilitando la navegación y el análisis. A continuación, se presentan algunos de los más utilizados:
 - **React [110]**: Biblioteca de JavaScript desarrollada por Meta para construir interfaces de usuario basadas en componentes, ampliamente utilizada por su flexibilidad y eficiencia.
 - **Angular [111]**: Framework desarrollado por Google para la creación de aplicaciones web robustas y escalables, basado en TypeScript y orientado a arquitecturas completas.
 - **Vue.js [112]**: Framework progresivo de JavaScript diseñado para ser ligero y fácil de integrar, permitiendo desarrollar interfaces reactivas de forma sencilla y modular.

4.2. Diseño de la Arquitectura del Sistema

El diseño de la arquitectura del sistema establece la estructura general y la organización de los componentes que conforman la solución propuesta. Su objetivo es definir cómo interactúan los distintos módulos, desde la adquisición de datos hasta su procesamiento y visualización, garantizando un flujo de información coherente, eficiente y escalable. La arquitectura se concibe bajo un enfoque modular, lo que facilita la integración de nuevas fuentes de datos, el mantenimiento del sistema y la posibilidad de reutilizar componentes en futuros desarrollos. En esta sección se describe la distribución lógica de las capas del sistema, con el fin de asegurar un funcionamiento robusto y adaptable a las necesidades del análisis geoespacial.

4.2.1. Diagrama de Contexto del Sistema

El diagrama de contexto presenta una visión general del sistema, destacando las principales interacciones entre la solución propuesta y los elementos externos con los que se relaciona. En la Figura 4.1 se muestra este esquema, que permite comprender el sistema como una unidad funcional completa, identificando los flujos de información entrante y saliente. Las flechas representan el intercambio de datos y resultados que sustentan el funcionamiento integral de la herramienta.

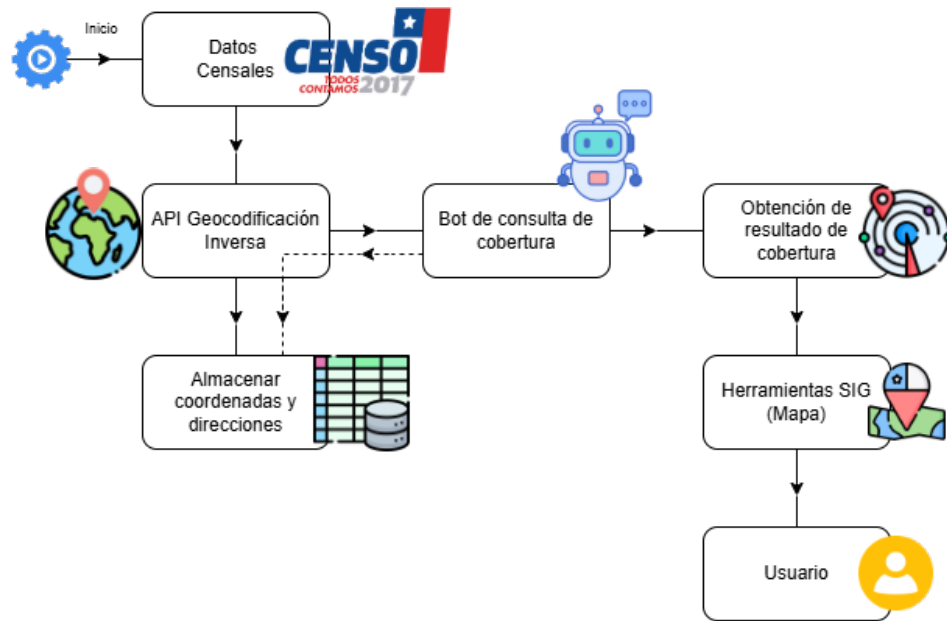


Figura 4.1: Diagrama de contexto del sistema.

El diagrama de contexto presentado, inicia el proceso con los **datos censales**, que constituyen la base geoespacial del análisis y contienen las unidades geográficas sobre las cuales se evaluará la cobertura de los servicios de delivery alimenticio. A partir de estos datos, la **API de geocodificación inversa** transforma coordenadas geográficas en direcciones físicas, las cuales se **almacenan** para su posterior uso. Luego, el **bot de consulta de cobertura** utiliza dichas direcciones y automatiza la búsqueda de cobertura en las plataformas de delivery alimenticio, determinando la disponibilidad o ausencia de servicio. Los resultados obtenidos se procesan en el módulo de **obtención de resultado de cobertura**, que organiza y clasifica la información antes de su integración con los **Sistemas de Información Geográfica (SIG)**, donde se generan mapas interactivos que visualizan las zonas con y sin cobertura. Finalmente, estos resultados se presentan al **usuario**, quién puede interactuar de manera georreferenciada con el sistema de cobertura a través de direcciones específicas de la Región Metropolitana de Chile.

4.2.2. Diagrama de Arquitectura

El diagrama de arquitectura del sistema, presentado en la Figura 4.2 ilustra la estructura interna de la solución y la relación entre sus elementos principales. Este diagrama permite comprender la organización funcional del sistema en torno a las etapas de recolección, procesamiento, almacenamiento, análisis y visualización de datos, junto con la interacción del usuario a través de la interfaz correspondiente.

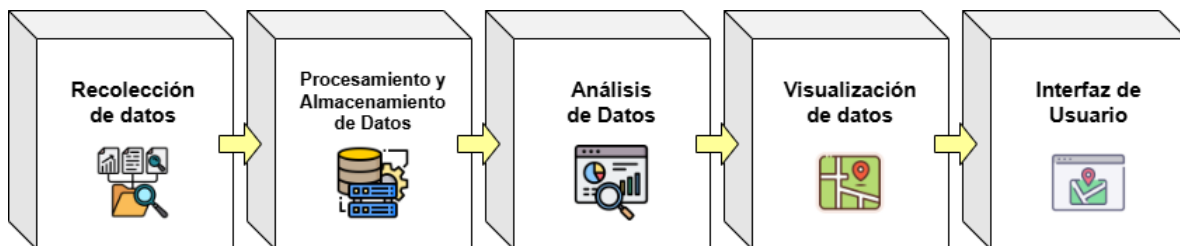


Figura 4.2: Diagrama de arquitectura del sistema.

Cada capa cumple un rol específico dentro del flujo de información, contribuyendo de manera integrada al funcionamiento general de la herramienta. A continuación, se describen los componentes que conforman la arquitectura propuesta:

1. **Capa de Recolección de Datos:** Encargada de la obtención de datos geoespaciales y de cobertura. En esta etapa se obtienen los datos crudos, que servirán de base para las fases posteriores del sistema.
2. **Capa de Procesamiento y Almacenamiento de Datos:** Responsable del procesamiento, limpieza y validación de los datos recolectados, así como de su almacenamiento estructurado.
3. **Capa de Análisis de Datos:** Integra herramientas de análisis geoespacial que permiten evaluar la cobertura del servicio, identificando la cobertura de la región. Los resultados generados en esta capa constituyen la base para la representación visual de las zonas rojas de cobertura del delivery alimenticio.
4. **Capa de Visualización de Datos:** Representa la salida del sistema al usuario final, mostrando los resultados de manera gráfica e interactiva. En esta fase, los datos procesados y analizados se integran en mapas temáticos elaborados con herramientas geoespaciales, facilitando su interpretación y análisis territorial.
5. **Capa de Interfaz de Usuario:** Permite el acceso a los resultados a través de una plataforma web con funcionalidades interactivas, como un mapa navegable y un buscador de cobertura. Esta capa constituye el punto de conexión entre el sistema y el usuario, asegurando una experiencia accesible e intuitiva.

4.3. Módulos del Sistema

El sistema propuesto se compone de una serie de módulos interconectados, tal como se muestra en la Figura 4.3, los cuales desempeñan funciones específicas dentro del flujo general de cada capa del sistema. Cada módulo cumple un rol particular en la recolección, procesamiento, análisis y visualización de los datos, garantizando un funcionamiento integral y coherente de la herramienta. En conjunto, estos componentes permiten automatizar la obtención de información geoespacial, evaluar la cobertura de servicios de delivery y representar los resultados en una plataforma interactiva accesible para el usuario final. A continuación, se describen los módulos que conforman la arquitectura del sistema propuesto.

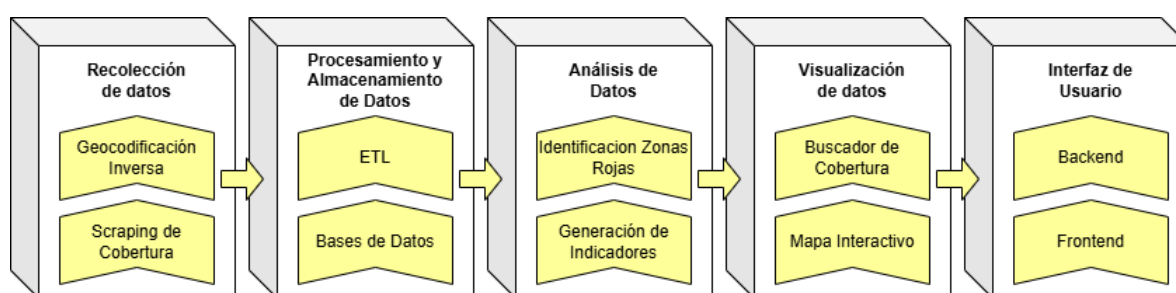


Figura 4.3: Capas del diagrama de arquitectura del sistema con sus respectivos módulos.

4.3.1. Capa de Recolección de Datos

Este elemento constituye el punto de partida del sistema y se encarga de la obtención de la información necesaria para el análisis geoespacial. Esta capa integra dos módulos principales de geocodificación inversa y scraping de cobertura.

4.3.1.1. Módulo Geocodificación Inversa

Transforma las coordenadas geográficas obtenidas a partir de las zonas censales en direcciones textuales que pueden ser utilizadas como entrada en el proceso de scraping. Dentro de las más conocidas se pueden mencionar las siguientes:

- **Geopy [113]:** Librería de Python que permite realizar procesos de geocodificación directa e inversa mediante la integración con diferentes servicios externos. Facilita la automatización de consultas, el manejo de errores y la conversión masiva de coordenadas geográficas a direcciones textuales. Su uso es completamente gratuito, aunque el costo final depende del servicio de geocodificación configurado.
- **Nominatim (OpenStreetMap) [114]:** Servicio gratuito y de código abierto que permite realizar geocodificación directa e inversa utilizando la base de datos

de OpenStreetMap. Es una alternativa ampliamente utilizada en proyectos académicos y de investigación debido a su carácter público, su precisión a nivel urbano y la ausencia de costos de licenciamiento. Sin embargo, posee límites de uso en sus servidores públicos (aproximadamente una consulta por segundo) y requiere un uso responsable conforme a su política de acceso.

- **API de Geocodificación de Google Maps [115]:** Herramienta de alto rendimiento desarrollada por Google que ofrece resultados precisos y constantemente actualizados, especialmente en áreas densamente urbanizadas. Permite obtener direcciones, coordenadas y límites administrativos a partir de coordenadas geográficas, además de contar con la capacidad de interpretar direcciones ambiguas o incompletas, garantizando así la calidad y confiabilidad de los datos georreferenciados (véase la Figura 4.4). Funciona bajo un modelo *freemium* proporcionando 50 solicitudes por día, a partir del cual el uso adicional es de pago. Su estabilidad, cobertura global y facilidad de integración con Python justifican su elección frente a otras alternativas gratuitas.

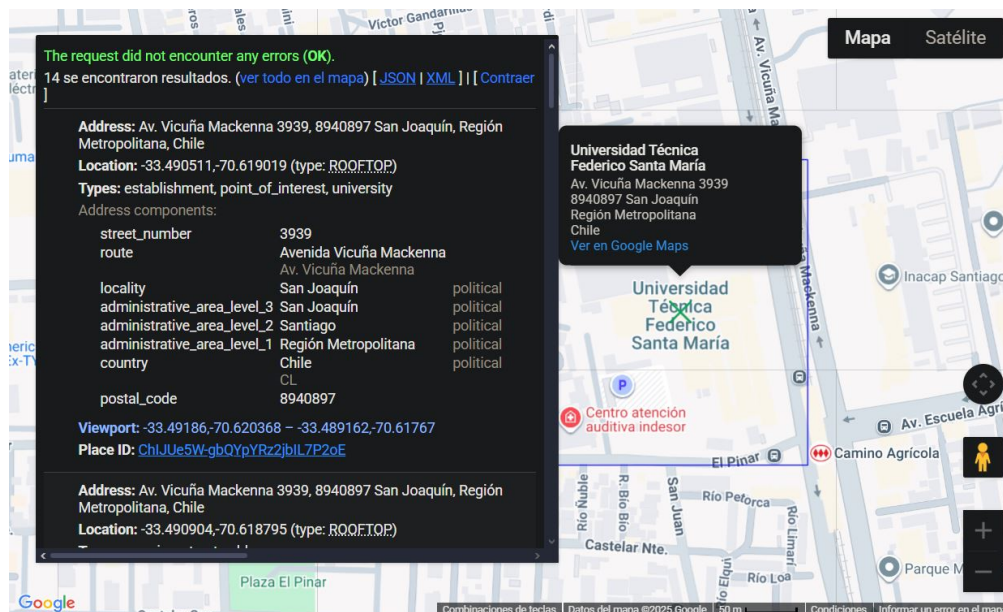


Figura 4.4: Ejemplo de geocodificación inversa utilizando la API de Geocodificación de Google Maps. El servicio convierte las coordenadas de latitud y longitud en una dirección legible al hacer click en el mapa, mostrando información detallada como calle, número, comuna y país. En esta demostración, la ubicación corresponde a la Universidad Técnica Federico Santa María, sede San Joaquín.

- **API de Geocodificación de ArcGIS (Esri) [102]:** Servicio profesional que proporciona capacidades avanzadas de geocodificación, gestión de límites administrativos y compatibilidad con entornos SIG. Es especialmente útil para proyectos que integran datos espaciales en plataformas como ArcGIS o QGIS. Requiere una licencia institucional o suscripción a ArcGIS Online, por lo que su uso se recomienda principalmente en contextos corporativos o institucionales.

4.3.1.2. Módulo Scraping de Cobertura

Automatiza el proceso de consulta de direcciones en la plataforma del servicio de delivery alimenticio, registrando si las áreas analizadas presentan o no cobertura. Las herramientas utilizadas para la implementación de este proceso, junto con su comparación y características principales, fueron descritas previamente en la Sección [3.1.2.3](#).

De esta forma, esta capa garantiza la recolección sistemática y estandarizada de los datos brutos que servirán de base para las etapas de procesamiento, análisis y visualización posteriores.

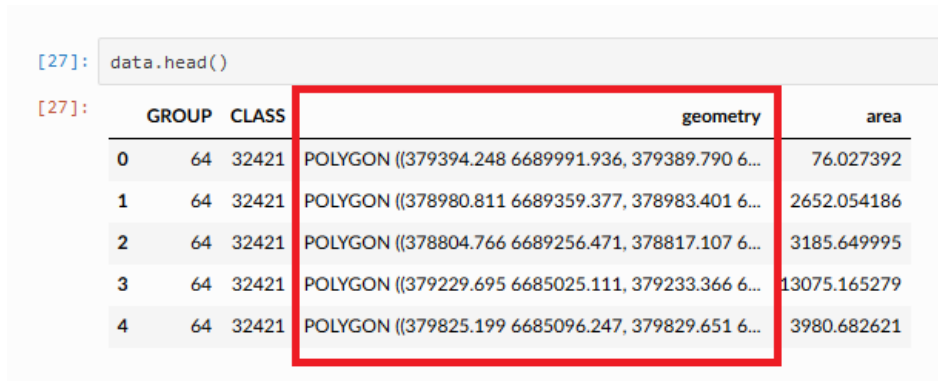
4.3.2. Capa de Procesamiento y Almacenamiento de Datos

Este componente tiene como función principal preparar los datos recolectados para su análisis y visualización. En esta etapa se aplican técnicas de limpieza de datos, que permiten identificar y corregir errores, duplicados e inconsistencias con el fin de asegurar la calidad y fiabilidad de la información. Posteriormente, los datos procesados se organizan mediante un esquema de almacenamiento estructurado, empleando archivos o bases de datos que facilitan un acceso eficiente y una gestión ordenada durante las etapas analíticas.

4.3.2.1. Módulo de ETL

El módulo de *Extract, Transform and Load* (ETL) se encarga de la preparación y transformación de los datos recolectados para asegurar su calidad antes de su análisis. El propósito de este módulo es garantizar que la información que ingrese al sistema de análisis sea coherente, completa y estandarizada, permitiendo así obtener resultados más precisos y comparables. A continuación se mencionan las herramientas más destacadas:

- **DataFrames** [\[103\]](#): Estructuras de datos en memoria utilizadas para almacenar y manipular información tabular de forma eficiente, facilitando tareas de filtrado, agregación y análisis (véase la Figura [4.5](#)).



```
[27]: data.head()
```

	GROUP	CLASS	geometry	area
0	64	32421	POLYGON ((379394.248 6689991.936, 379389.790 6...	76.027392
1	64	32421	POLYGON ((378980.811 6689359.377, 378983.401 6...	2652.054186
2	64	32421	POLYGON ((378804.766 6689256.471, 378817.107 6...	3185.649995
3	64	32421	POLYGON ((379229.695 6685025.111, 379233.366 6...	13075.165279
4	64	32421	POLYGON ((379825.199 6685096.247, 379829.651 6...	3980.682621

Figura 4.5: Columna de geometría en un GeoDataFrame con GeoPandas [116].

- **Orange** [117]: Plataforma visual de análisis de datos y aprendizaje automático que permite procesar, explorar y modelar información mediante flujos de trabajo interactivos.
- **PowerQuery** [118]: Herramienta de Microsoft para la extracción, transformación y carga de datos, integrada en Excel y Power BI, que simplifica la preparación y combinación de fuentes de datos.
- **Kettle Pentaho** [119]: Aplicación de código abierto orientada a procesos ETL, utilizada para integrar, transformar y migrar grandes volúmenes de datos entre distintos sistemas.

4.3.2.2. Módulo de Bases de Datos

El módulo de almacenamiento tiene como objetivo organizar, estructurar y conservar los datos procesados de forma eficiente y segura. Esta etapa garantiza la integridad de la información y permite acceder a los datos de manera ágil durante las fases de análisis y visualización.

Dependiendo del volumen de información y de los requerimientos del sistema, se pueden utilizar soluciones ligeras basadas en archivos estructurados o sistemas de gestión de bases de datos espaciales más robustos. Asimismo, es posible emplear estructuras en memoria como los *DataFrames* (véase Figura 4.5), que permiten un almacenamiento temporal y flexible durante el procesamiento. A continuación se describen algunas opciones de bases de datos más relevantes para grande volúmenes de datos:

- **PostgreSQL con PostGIS** [104]: Sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto que, mediante la extensión PostGIS, ofrece soporte avanzado para información geoespacial. Permite realizar consultas espaciales, operaciones topológicas y almacenamiento eficiente de datos georreferenciados. Es una solución escalable y robusta, ideal para sistemas que requieren un manejo continuo de información geográfica.

- **SQLite / SpatiaLite [105]**: Alternativa ligera a PostgreSQL que permite almacenar datos estructurados en una base de datos local sin necesidad de un servidor. Además, gracias a extensiones incorpora compatibilidad con funciones geoespaciales básicas, lo que la hace apropiada para prototipos o sistemas que privilegian la portabilidad.
- **QGIS DB Manager [106]**: Herramienta integrada en QGIS que permite la gestión visual de bases de datos espaciales, incluyendo PostgreSQL/PostGIS. Facilita la importación, exportación y consulta de datos sin necesidad de interacción directa con código SQL.

4.3.3. Capa Análisis de Datos

Este módulo es responsable de procesar los datos limpios y estructurados con el propósito de extraer información relevante. Entre sus principales funciones se encuentran la identificación de zonas rojas, que permite distinguir las áreas con y sin cobertura, y la generación de indicadores que cuantifican aspectos como el porcentaje de cobertura o la proporción de zonas excluidas.

4.3.3.1. Módulo de Identificación de Zonas Rojas

Este módulo tiene como propósito determinar las áreas geográficas que presentan exclusión del servicio de delivery alimenticio. Para ello, se utilizan técnicas de análisis geoespacial que permiten comparar los puntos consultados durante la etapa de recolección con los **polígonos** correspondientes a las zonas censales. Este proceso posibilita distinguir entre las áreas con y sin cobertura, generando una base espacial que servirá como insumo para la etapa de visualización. Dentro de las herramientas disponibles se pueden mencionar las siguientes:

- **GeoPandas [90]**: Librería de Python que combina las funcionalidades de Pandas con soporte geoespacial. Permite realizar operaciones espaciales como intersecciones, uniones y comparaciones entre capas, lo que facilita la generación de mapas temáticos y la delimitación de zonas excluidas.
- **Shapely [120]**: Biblioteca especializada en la creación y manipulación de objetos geométricos. Se utiliza para definir **polígonos**, calcular distancias, verificar solapamientos o determinar si un punto pertenece a una zona específica.
- **Contextily [121]**: Herramienta complementaria que permite agregar mapas base (basemaps) de servicios en línea como *OpenStreetMap*, *Stamen* o *CartoDB* a las visualizaciones generadas con GeoPandas. Facilita la contextualización geográfica de las zonas identificadas, proporcionando una referencia visual del entorno urbano o territorial sobre el cual se superponen las capas analizadas.

4.3.3.2. Módulo de Generación de Indicadores

Esta parte se encarga de cuantificar los resultados obtenidos a partir de la identificación de zonas rojas, transformando los datos espaciales en métricas interpretables. Estos indicadores sirven como base para la representación gráfica y la toma de decisiones, al sintetizar de manera clara la información derivada del análisis geoespacial. Las herramientas más utilizadas se mencionan a continuación:

- **Bibliotecas de Python:**

- **Pandas [122]:** Librería base para el análisis y procesamiento estadístico de datos estructurados. Permite calcular métricas descriptivas como promedios, proporciones o frecuencias.
 - **NumPy [123]:** Herramienta complementaria de Pandas que optimiza las operaciones numéricas y vectoriales. Es útil para realizar cálculos masivos y manipular grandes volúmenes de datos de manera eficiente durante la generación de indicadores.
 - **Matplotlib y Seaborn [124]:** Bibliotecas de Python utilizadas para la representación visual de los indicadores estadísticos. Permiten generar gráficos de barras, histogramas o diagramas circulares que resumen visualmente la información.
- **R [125]:** Lenguaje y entorno estadístico ampliamente utilizado para el análisis de datos y la generación de indicadores. Ofrece una gran variedad de paquetes especializados en estadística descriptiva, inferencial y visualización gráfica.
 - **Matlab [126]:** Entorno de programación orientado al cálculo numérico y la modelación matemática. Permite procesar grandes volúmenes de datos, realizar análisis estadísticos y generar representaciones visuales precisas.
 - **SPSS [127]:** Software de análisis estadístico desarrollado por IBM, empleado para la generación de indicadores descriptivos e inferenciales. Facilita la gestión de bases de datos, el cálculo de estadísticas y la obtención de reportes tabulares o gráficos.

Estos módulos actúan como intermediario entre el procesador de datos y el visualizador, aplicando técnicas estadísticas y de análisis geoespacial que preparan la información para su representación final, tal como se muestra en la Figura 4.6. De esta manera, se observa como se transforman los datos brutos en conocimiento interpretable, aportando un valor analítico significativo al sistema.

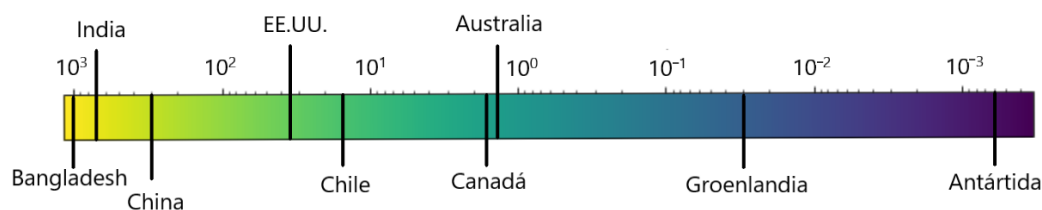


Figura 4.6: Barra de colores en escala logarítmica utilizada para representar la densidad de población en el mapa de la Figura 4.7. Cada tono indica un orden de magnitud distinto, desde las regiones con mayor densidad (amarillo) hasta las menos pobladas (violeta). [128].

4.3.4. Capa de Visualización de Datos

Esta capa permite que los resultados del análisis sean accesibles y comprensibles para los usuarios finales. Su objetivo es representar gráficamente la información obtenida mediante herramientas de visualización geoespacial, como se ilustra en la Figura 4.7 donde se muestra un ejemplo de mapa temático que integra datos tabulares con geometrías geoespaciales.

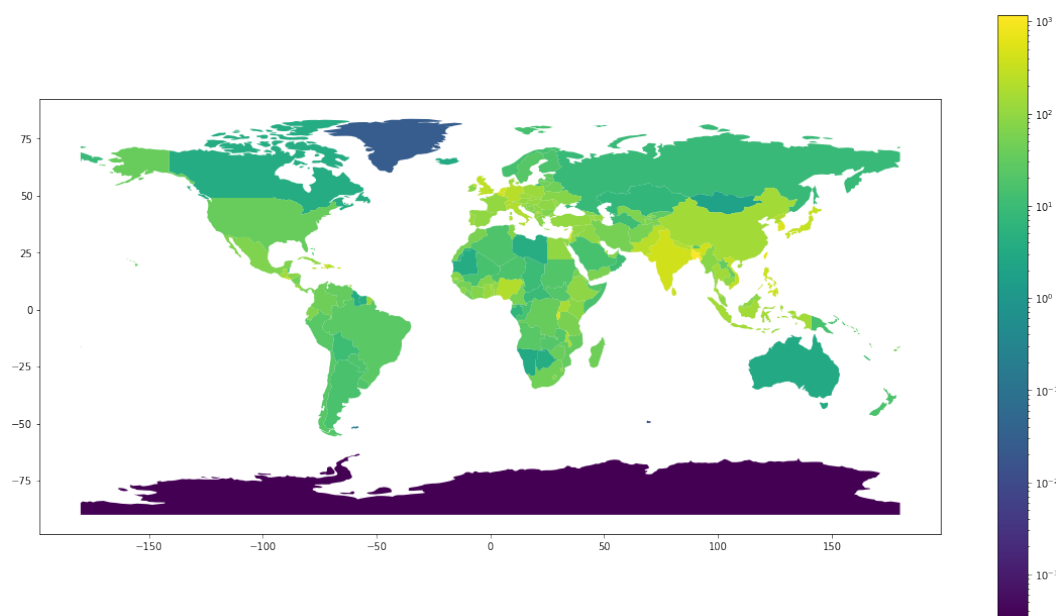


Figura 4.7: Mapa generado usando librerías como GeoPandas, Shapely y Matplotlib que ilustra la integración entre geometrías geoespaciales y datos tabulares. En este ejemplo, se calcula la densidad de población de cada país, dividiendo la población estimada por el área correspondiente [128].

4.3.4.1. Módulo Buscador de Cobertura

Este módulo ofrece la posibilidad de verificar si una dirección específica se encuentra dentro del área de cobertura de los servicios de delivery analizados o si se encuentra excluida del servicio alimenticio de delivery. Para su implementación, se integran diversas herramientas ya empleadas en otros módulos, como la API de Google Maps (véase Sección 4.3.1.1), GeoPandas y Shapely (véase Sección 4.3.3.1), que facilitan la geocodificación de direcciones y el análisis espacial de los datos. Adicionalmente, existen otras herramientas que pueden contribuir al fortalecimiento y desarrollo de este módulo, tales como:

- **Scikit-learn [129]**: Biblioteca de código abierto para Python diseñada para el aprendizaje automático y la minería de datos. Proporciona una amplia gama de algoritmos de clasificación, regresión, agrupamiento y reducción de dimensionalidad, además de herramientas para la validación de modelos y la selección de características.
- **Pickle [130]**: Módulo nativo de Python que permite la serialización y deserialización de objetos, es decir, convertir estructuras de datos en flujos de bytes para su almacenamiento o transmisión, y restaurarlas posteriormente a su forma original. Resulta útil para conservar el estado de programas, compartir datos complejos entre procesos o almacenar modelos y configuraciones de manera persistente.

4.3.4.2. Módulo Mapa Interactivo

Este segmento muestra las zonas cubiertas y excluidas utilizando una escala cromática diferenciada. El mapa está diseñado para ser intuitivo, permitiendo la navegación, el acercamiento y la consulta dinámica de datos.

La capa de visualización cumple una función esencial de comunicación, al transformar los resultados técnicos del análisis en representaciones claras, interactivas y comprensibles, orientadas a la toma de decisiones y al estudio territorial. A continuación, se describen las principales herramientas disponibles para el desarrollo de los módulos anteriormente mencionados:

- **Pandas [122]**: Es una librería fundamental para la manipulación de datos estructurados. Permite leer archivos en formato CSV, gestionar direcciones o coordenadas y realizar búsquedas dentro de un conjunto de datos.
- **GeoPandas [90]**: Extensión de Pandas que incorpora soporte geoespacial, permitiendo representar las zonas como polígonos o puntos geográficos. Facilita la verificación de cobertura mediante operaciones espaciales que determinan si la dirección consultada se encuentra dentro de un área cubierta.

- **Leaflet.js** [131]: Herramienta utilizada para la creación de mapas interactivos, permitiendo representar las zonas mediante capas superpuestas. Admite zoom, desplazamiento, selección de elementos y actualización dinámica de los datos en respuesta a las consultas del usuario.
- **GeoJSON** [88]: Formato estándar para almacenar y representar información geoespacial en la web. Permite cargar las capas de cobertura directamente en el mapa, manteniendo la compatibilidad con otras herramientas y otras bibliotecas de visualización.
- **Deck.GL** [132]: Es un marco de visualización geoespacial de alto rendimiento, utilizada para la representación interactiva de datos en 2D y 3D. Permite renderizar grandes volúmenes de información geográfica directamente en la GPU mediante WebGL, manteniendo una navegación fluida incluso con miles de elementos. Soporta una amplia variedad de capas, como polígonos, puntos, líneas o mapas de calor, que pueden estilizarse dinámicamente según los atributos de los datos (véase la Figura 4.8).

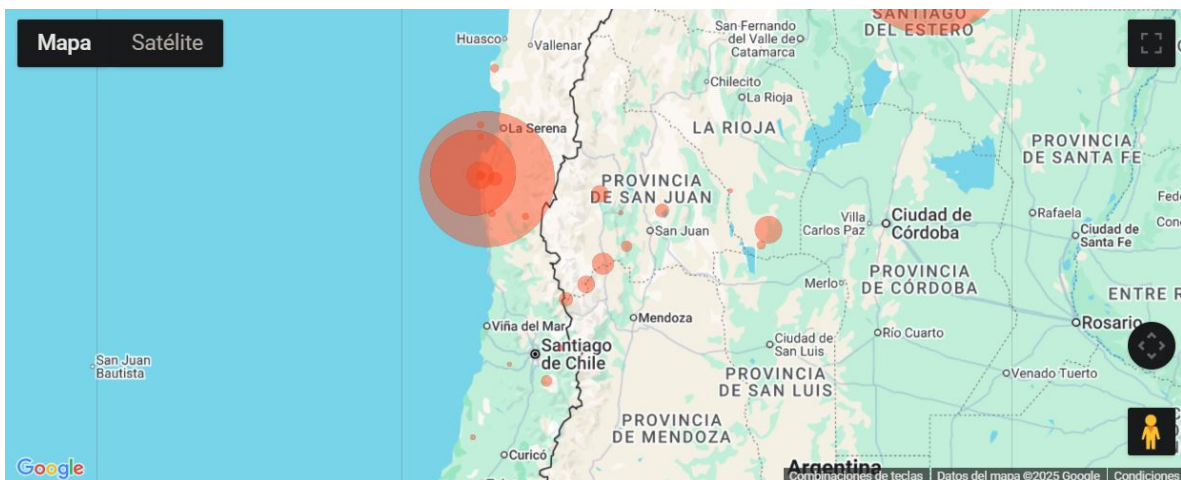


Figura 4.8: Ejemplo de visualización geoespacial desarrollado con Deck.GL, que muestra los sismos recientes en Chile utilizando una combinación de capas. Cada punto naranja representa un evento sísmico, donde el tamaño y color indican la magnitud y localización del terremoto [133].

4.3.5. Capa de Interfaz de Usuario

Este módulo corresponde a la capa final del sistema y constituye el punto de interacción directa con el usuario. Su propósito es proporcionar una interfaz intuitiva, desarrollada bajo principios de usabilidad, que permita visualizar el mapa de cobertura, consultar información específica y acceder a las distintas capas de datos disponibles.

Durante su ejecución, el módulo recibe solicitudes del usuario, procesa las consultas y genera respuestas visuales en forma de mapas o reportes interactivos. De este modo, la interfaz garantiza una comunicación fluida entre el sistema y el usuario final, consolidando el carácter práctico y accesible de la herramienta desarrollada.

4.3.5.1. Módulo Backend

Este módulo expone servicios que atienden las solicitudes del frontend, encapsulando lógica de negocio y acceso a datos. Dentro de las más conocidas se pueden mencionar las siguientes herramientas:

- **FastAPI [107]**: Framework moderno y asíncrono para crear APIs REST de alto rendimiento. Ofrece validación de datos con Pydantic, tipado estático, generación automática de documentación y un excelente rendimiento.
- **Django REST Framework [108]**: Es una extensión de Django para construir APIs robustas rápidamente. Incluye serializadores, autenticación, permisos, paginación, *browsable API* y un ORM maduro. Conveniente cuando se requiere un backend completo y reglas de negocio complejas.
- **Flask [109]**: Microframework ligero y flexible que permite construir aplicaciones web y APIs de forma sencilla. Su arquitectura minimalista facilita el control total sobre los componentes y la integración con librerías externas. Es ideal para proyectos pequeños o medianos, prototipos rápidos y sistemas modulares.

4.3.5.2. Módulo Frontend

Este módulo implementa la interfaz visible y los flujos de interacción. Orquesta la navegación entre vistas (inicio, mapa, buscador), captura entradas y consume servicios del backend para renderizar resultados en tiempo real. Presenta el mapa interactivo, las capas de cobertura/exclusión y los indicadores asociados, priorizando usabilidad, respuesta rápida y acceso multiplataforma. Las principales herramientas utilizadas son las siguientes:

- **React [110]**: Biblioteca de JavaScript desarrollada por Meta para construir interfaces de usuario dinámicas basadas en componentes. Permite crear aplicaciones web interactivas de una sola página, con una estructura modular, manejo eficiente y posee una amplia comunidad. Es ideal para proyectos modernos que requieren alto rendimiento y escalabilidad.
- **Angular [111]**: Framework completo desarrollado por Google para crear aplicaciones web robustas. Utiliza TypeScript y una arquitectura basada en módulos y componentes. Incluye herramientas integradas para enrutamiento, formularios,

servicios y pruebas, lo que lo hace adecuado para aplicaciones empresariales de gran escala.

- **Vue.js [112]:** Framework progresivo y ligero que facilita el desarrollo de interfaces reactivas. Combina la simplicidad de una biblioteca con las capacidades de un framework completo. Su curva de aprendizaje es rápida y su integración con proyectos existentes es sencilla, ideal para desarrollos ágiles y escalables.

4.3.6. Matriz de Requisitos Funcionales y Módulos

La matriz de trazabilidad entre requisitos funcionales y módulos permite establecer la relación directa entre las necesidades funcionales del sistema y los componentes que las satisfacen. Este instrumento asegura la coherencia entre el diseño conceptual y la implementación técnica, garantizando que cada requisito planteado en la etapa de análisis tenga una correspondencia clara dentro de la arquitectura propuesta.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
RF1	X		X	X						
RF2		X	X	X	X	X	X	X		
RF3			X	X	X		X	X	X	
RF4							X	X	X	X
RNF1							X	X	X	X
RNF2	X	X	X	X	X				X	
RNF3		X	X	X	X	X			X	
RNF4			X	X	X	X		X	X	
RNF5	X	X	X	X					X	

Tabla 4.1: Matriz de trazabilidad entre los módulos del sistema y los requisitos funcionales y no funcionales.

4.4. Prototipo de la Interfaz de Usuario

A partir de las capas y módulos descritos anteriormente, se da pie a la construcción de la interfaz de usuario, la cual integra de manera funcional los componentes desarrollados en las etapas previas del sistema. Este diseño tiene como propósito garantizar una experiencia accesible, intuitiva y coherente con los objetivos de la herramienta propuesta, permitiendo al usuario interactuar directamente con los resultados del análisis geoespacial.

El acceso a la plataforma se realiza de forma directa y gratuita, sin requerir autenticación ni ingreso de datos personales. Al ingresar a la aplicación web, la pantalla principal presenta información general sobre el producto desarrollado, junto con una barra de navegación que facilita el desplazamiento entre las distintas secciones del sitio.

Este enfoque busca optimizar la visualización de los resultados y el uso de las funcionalidades principales del sistema de manera clara y ordenada.

4.4.1. Vistas del Prototipo

A continuación, se presenta el prototipo de las principales vistas de la interfaz de usuario, diseñadas en correspondencia con los módulos funcionales del sistema. Estas vistas ilustran la disposición general de los elementos, la organización de la información y el flujo de navegación previsto en la plataforma. Su diseño responde a los requisitos de interfaz definidos en la Sección 4.1.3, garantizando la accesibilidad, la usabilidad y la adecuada interacción entre el usuario, los datos procesados y los servicios externos integrados:

- **Vista Inicio:** Constituye la presentación principal de la aplicación y fue diseñada para facilitar la interacción del usuario desde el primer acceso. En ella se incluyen botones de navegación y el nombre del producto, proporcionando una entrada clara y funcional al sistema (véase Figura 4.9).



Figura 4.9: Vista inicio

- **Vista Consulta de Cobertura:** Su función es permitir al usuario ingresar una dirección específica para verificar si esta se encuentra dentro del área de cobertura del servicio de delivery alimenticio (véase Figura 5.10).

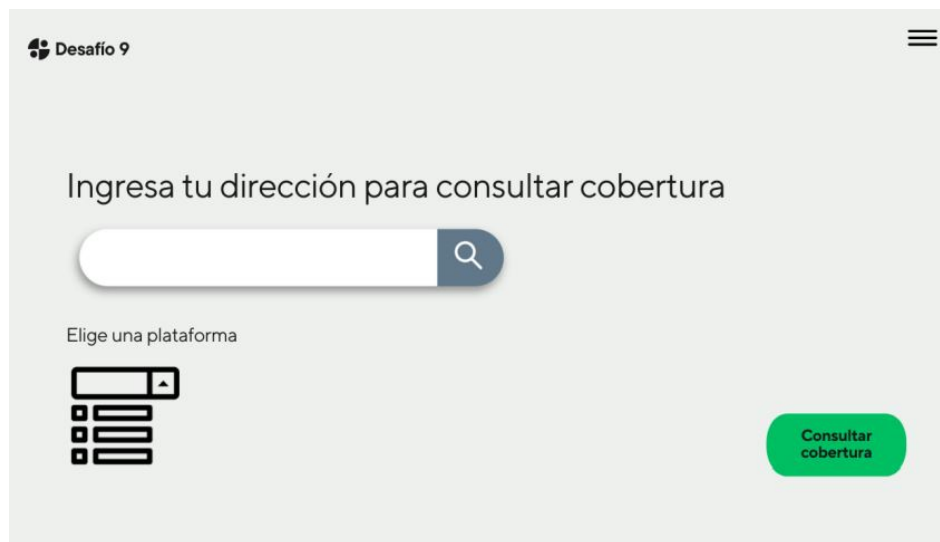


Figura 4.10: Vista de consulta de cobertura.

- **Vista del Mapa de Cobertura:** Esta vista fue diseñada para ofrecer una interacción sencilla y eficiente al usuario, presentando de manera clara la información geoespacial recolectada y procesada. En el mapa interactivo se muestran las zonas con cobertura (en color verde) y las zonas excluidas (en color rojo), integrando los resultados generados por los módulos del sistema. Su objetivo es permitir la exploración de las distintas capas de datos disponibles y facilitar la interpretación de los resultados territoriales, apoyando la toma de decisiones relacionadas con la disponibilidad de servicios y los puntos de abastecimiento alimenticio cercanos a la dirección consultada (véase Figura 4.11).



Figura 4.11: Diagrama de arquitectura del sistema.

4.5. Del Diseño Conceptual hacia la Implementación

El desarrollo presentado en este capítulo, permite definir la estructura conceptual y funcional del sistema propuesto, abordando los aspectos relacionados con su arquitectura, módulos, flujo de información e interfaz de usuario. Esta propuesta sirve como base para orientar la etapa de implementación, estableciendo las directrices técnicas y metodologías necesarias, demostrando cómo los datos crudos se transforman en información útil para el usuario. A partir de esta base conceptual, en el Capítulo 5 se detalla el proceso de **implementación de la solución**, donde se describen las herramientas, tecnologías y procedimientos empleados para materializar el sistema diseñado. Asimismo, se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo y las validaciones realizadas, con el objetivo de demostrar la funcionalidad y operatividad del producto construido.

Implementación de solución

El presente capítulo aborda el proceso de la implementación de la solución propuesta, que consiste en el desarrollo de una herramienta georreferencial orientada a la visualización y análisis de la cobertura de servicios de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile. Dicha herramienta permite identificar la disponibilidad territorial de aplicaciones como UberEats, Rappi y, particularmente, PedidosYa, que constituye el foco principal de esta investigación. Para su desarrollo, se llevaron a cabo diversas etapas que incluyen la limpieza y tratamiento de los datos recolectados a nivel de zonas censales, la aplicación de técnicas de geocodificación inversa y web scraping, y finalmente, la construcción de una interfaz web interactiva que permite tanto la visualización de un mapa de cobertura como la consulta de direcciones específicas dentro del área de estudio.

5.1. Caso de Estudio

El caso de estudio de esta investigación se centra en la aplicación de PedidosYa [134], seleccionada como objeto principal de análisis debido a su amplia presencia en la Región Metropolitana de Chile, su alto nivel de uso por parte de la población y la disponibilidad de datos que permiten realizar un estudio geoespacial detallado de su cobertura [135]. PedidosYa constituye una de las plataformas de delivery alimenticio más reconocidas a nivel nacional, operando en la mayoría de las comunas del país y con una interfaz que facilita la obtención de información territorial a través de técnicas de extracción automatizada de datos.

El enfoque principal de la investigación consiste en identificar y caracterizar las denominadas zonas rojas de delivery alimenticio dentro de la Región Metropolitana, entendidas como aquellos sectores geográficos excluidos o con baja disponibilidad del servicio. Para

ello, se implementó un proceso metodológico basado en la recolección, procesamiento y análisis georreferenciado de datos obtenidos mediante web scraping de la plataforma PedidosYa, junto con información censal proveniente del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) [136].

Asimismo, el desarrollo de la herramienta integra distintas etapas y tecnologías, desde la recolección y limpieza de datos hasta su visualización en una interfaz web interactiva. En la Tabla 5.1 se resumen las herramientas utilizadas en cada fase del proceso, abarcando la obtención de datos, geocodificación inversa, procesamiento y almacenamiento, análisis geoespacial y visualización de resultados.

Etapas	Herramienta
Recolección de datos (Scraping)	Selenium / Python
Geocodificación Inversa	API de Geocodificación de Google Maps
Procesamiento y Almacenamiento	Python / Pandas / CSV / GeoJSON
Análisis geoespacial	GeoPandas / Contextily / Matplotlib
Visualización de resultados	Deck.GL / Contextily / Matplotlib
Interfaz web	FastAPI / React.js

Tabla 5.1: Herramientas utilizadas en las distintas etapas de implementación

5.1.1. Herramientas Utilizadas por Etapa

En el desarrollo del producto, fue necesario integrar un conjunto diverso de tecnologías, cada una seleccionada en función de las necesidades específicas de cada etapa. Las herramientas empleadas cubren desde la recolección automatizada de datos y su procesamiento, hasta el análisis geoespacial, la visualización interactiva de resultados y la implementación de una interfaz web funcional. A continuación, se presentan y justifican las principales herramientas utilizadas en cada etapa, destacando sus características, ventajas y pertinencia en el contexto del trabajo construido.

5.1.1.1. Recolección de datos (Scraping): Selenium / Python

Selenium es una herramienta gratuita y *Open Source* ampliamente utilizada para la automatización de navegación web y extracción de información desde sitios dinámicos. En el contexto del proyecto, es esencial debido a que las plataformas de delivery no exponen APIs públicas accesibles para extraer información, por lo que se requiere automatizar la interacción con elementos cargados dinámicamente mediante JavaScript. Su integración con Python permite desarrollar scripts robustos, reproducibles y fácilmente mantenibles para obtener direcciones y datos relevantes de cobertura.

5.1.1.2. Geocodificación Inversa: API de Geocodificación de Google Maps

La API de Geocodificación de Google Maps proporciona una de las bases de datos de direcciones más completas y actualizadas a nivel global, lo que garantiza una alta precisión al convertir coordenadas geográficas en direcciones físicas. Esta precisión es fundamental para el análisis de zonas rojas, ya que los errores de geocodificación pueden desplazar puntos hacia sectores incorrectos y alterar los resultados espaciales. Además, su velocidad y compatibilidad con solicitudes masivas facilita la integración automática en scripts Python. Es un servicio de pago, pero ofrece un nivel gratuito mensual que es suficiente para volúmenes moderados de solicitudes.¹

5.1.1.3. Procesamiento y Almacenamiento: Python / Pandas / CSV / GeoJSON

Python se seleccionó por su flexibilidad y por ser el lenguaje predominante en el ámbito de la ciencia de datos, respaldado por un ecosistema amplio de bibliotecas especializadas. En este contexto, la biblioteca Pandas nos permite manipular grandes volúmenes de información mediante estructuras de datos eficientes (DataFrames), facilitando limpieza, transformación y normalización de direcciones o atributos de cobertura. Los formatos CSV y GeoJSON se eligen por su compatibilidad con herramientas geoespaciales modernas y su capacidad de representar tanto datos tabulares como geometrías.

5.1.1.4. Análisis geoespacial: GeoPandas / Contextily / Matplotlib

La biblioteca GeoPandas extiende las capacidades de Pandas para manejar geometrías, permitiendo operaciones esenciales como unión espacial, intersecciones, buffers y reproyecciones. Estas tareas son fundamentales para determinar si una dirección está dentro o fuera de una zona de cobertura. Contextily facilita la incorporación de mapas base para referenciar visualmente, mientras que Matplotlib permite generar figuras estáticas de alta calidad para el análisis y validación de resultados.

5.1.1.5. Visualización de resultados: Deck.GL / Contextily / Matplotlib

Deck.GL es un framework gratuito y *Open Source* de visualización geoespacial de alto rendimiento diseñado por Uber, capaz de renderizar datasets grandes de forma interactiva en el navegador. Permite combinar polígonos y puntos mediante capas especializadas, ideal para mostrar zonas rojas, áreas de cobertura y puntos de interés. En este proyecto aporta una visualización interactiva necesaria para explorar espacialmente los resultados. Contextily y Matplotlib complementan esta etapa al generar vistas estáticas y análisis exploratorios.

5.1.1.6. Interfaz Web: FastAPI / React.js

El desarrollo del backend se implementó con FastAPI, un framework destacado por su eficiencia, baja latencia y excelente capacidad para integrarse con modelos de datos en Python. Su arquitectura permite construir de manera sencilla y segura servicios REST para exponer funciones de búsqueda, geocodificación y análisis espacial. Para el frontend se seleccionó React.js, que facilita la construcción de interfaces web dinámicas e interactivas. Esta tecnología permite al usuario realizar consultas de cobertura, visualizar mapas en tiempo real y navegar fluidamente por la aplicación. En conjunto, FastAPI y React.js conforman una solución moderna, escalable y gratuita, capaz de soportar eficientemente las necesidades de la herramienta construída.

5.2. Generación del archivo base de las Zonas Censales

Para la generación de las zonas censales se empleó un archivo que contiene la delimitación geográfica de las 1.865 zonas censales correspondientes a la Región Metropolitana de Chile, de acuerdo con la información publicada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en el marco del Censo 2017 [136]. Este archivo incluye polígonos geográficos que representan cada zona censal, junto con atributos asociados como la geometría, nombre de la comuna, nombre de la provincia, región, condición de urbanidad, entre otros.

Con el propósito de agilizar el procesamiento y análisis de la información, se realizó una limpieza y depuración del conjunto de datos que se detalla en la Tabla 5.2 seleccionando únicamente las variables relevantes para el desarrollo de la herramienta georreferencial.

Atributo	Descripción
GEOMETRY	Geometría del polígono que representa la zona censal en formato GeoJSON.
NOM_PROVINCIA	Nombre de la provincia a la que pertenece la zona censal.
NOM_COMUNA	Nombre de la comuna a la que pertenece la zona censal.
URBANO	Indicador de condición de urbanidad (urbano/mixta/rural) de la zona censal.

Tabla 5.2: Atributos del archivo de zonas censales

5.3. Geocodificación Inversa

Una vez obtenida y depurada la base geográfica de zonas censales, el siguiente paso corresponde a la geocodificación inversa, proceso mediante el cual se asocia a cada polígono censal una dirección o punto de referencia dentro de su área geográfica. Esta etapa resulta fundamental para vincular la información territorial con las consultas de cobertura realizadas a través del *web scraping*, permitiendo evaluar la disponibilidad del servicio de delivery en cada zona.

5.3.1. Configuración y Preparación

La geocodificación inversa requiere del uso del atributo `GEOMETRY`, el cual contiene las coordenadas de los polígonos que representan las zonas censales. A partir de estos datos se obtiene un punto representativo de cada polígono y, mediante la API de Google Maps, se extrae su dirección física. El proceso general seguido para la implementación se detalla a continuación:

1. **API de Geocodificación de Google Maps:** Se implementa una función que utiliza la API de Google Maps, la cual requiere la URL base y una `API_KEY` válida para su funcionamiento.
2. **Puntos geográficos representativos:** Se genera una función para obtener un punto ubicado dentro de cada polígono censal, que sirva como referencia geográfica.
3. **Latitud y Longitud:** Mediante las funciones anteriores y la API, se obtienen las coordenadas (latitud y longitud) de todos los puntos representativos de las zonas censales.
4. **Creación del archivo final:** Una vez procesada la información, se genera un archivo en formato `.CSV` que contiene las direcciones obtenidas y las coordenadas correspondientes.

Algoritmo 1: Geocodificación Inversa

1. Definir clave de la API de GoogleDefinir `API_KEY` $\rightarrow$ 'XXXX'**2. Función de geocodificación inversa:**Entrada: `latitud`, `longitud`Enviar la solicitud a la API de Google Maps usando `latitud` y `longitud`**if** *la respuesta es exitosa* **then**

Extraer dirección de los resultados

if *existen resultados* **then**

Retornar la dirección formateada

Retornar "Dirección no encontrada"

3. Función para obtener un punto representativo de un polígono:

Entrada: Polígono (Coordenadas de la Zona censal)

Retornar el punto representativo

4. Cargar archivo CSV con zonas censales:Leer el archivo `zonas_censales_cobertura_poligonos.csv`Almacenar datos en un DataFrame `df`**5. Convertir tabla a formato geoespacial:**Convertir `df` a un `GeoDataFrame` `gdf`

Asegurar que la columna de geometría esté correctamente definida

6. Crear archivo CSV para almacenar resultados:Abrir el archivo `direcciones.csv` en modo escrituraEscribir encabezados: {`geometry`, `latitud`, `longitud`, `direccion`}**7. Iterar sobre cada polígono en `gdf`:****foreach** *fila i (zona censal) en `gdf`* **do** Extraer la geometría (polígono) de la fila i Calcular el punto representativo p Obtener `latitud` y `longitud` de p Realizar geocodificación inversa con la `latitud` y `longitud` de p Escribir en `direcciones.csv`: geometría, `latitud`, `longitud` y dirección

5.3.2. Estructura General de la Geocodificación Inversa

El resultado de la geocodificación inversa consiste en un archivo que asigna a cada zona censal una dirección física representativa, obtenida a partir del punto geográfico de su polígono. Este archivo constituye la base para el posterior proceso de *web scraping*, ya que permite realizar consultas automáticas a la plataforma PedidosYa en función de direcciones específicas, evaluando así la cobertura disponible para cada zona censal.

En la Figura [5.1](#) se muestra un ejemplo de la estructura del archivo `.CSV` resultante,

donde cada registro contiene la geometría del polígono, coordenadas geográficas y la dirección asignada.

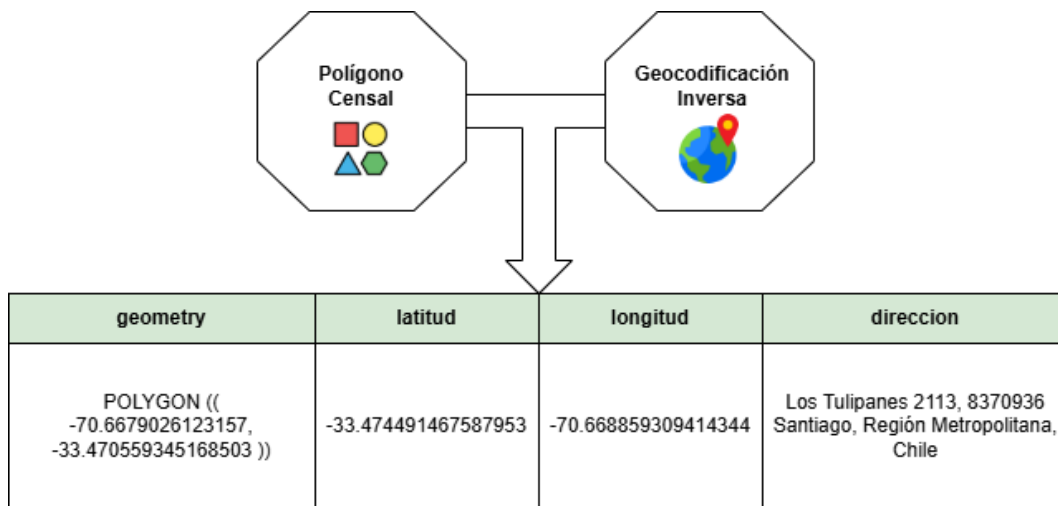


Figura 5.1: Ejemplo de la estructura del archivo .CSV resultante.

5.4. Web Scraping de PedidosYa

Una vez obtenidas las direcciones físicas, se realiza la etapa de *web scraping*, cuyo objetivo es obtener la información de cobertura del servicio de delivery alimenticio de la aplicación PedidosYa en la Región Metropolitana de Chile. Este proceso permite determinar si cada dirección cuenta con disponibilidad del servicio. Para ello, se implementó un script automatizado que utiliza las direcciones físicas como entradas en la plataforma web, extrayendo los resultados de cobertura correspondientes a cada zona censal.

5.4.1. Procedimiento de la Extracción de Cobertura

El proceso de *web scraping* fue diseñado para ejecutarse de forma automatizada y controlada, considerando tanto los aspectos técnicos de la página como las limitaciones impuestas por el servidor. A continuación se describen las etapas principales del procedimiento:

1. **Cargar el archivo de direcciones:** Se importan las direcciones físicas generadas en la etapa de geocodificación inversa desde un archivo .CSV.
2. **Automatización del scraping:**

Mediante la librería **Selenium**, se simula la interacción con la página web de PedidosYa para consultar la cobertura de cada dirección. Este paso se ejecuta de forma repetitiva para todas las direcciones y se compone de las siguientes acciones:

- **Seleccionar el campo de dirección:** Se identifica y presiona el botón o cuadro de texto “Ingresar dirección” en la interfaz de PedidosYa (véase Figura 5.2).



Figura 5.2: Interfaz inicial de la plataforma PedidosYa.

- **Ingresar la dirección consultada:** Se escribe la dirección obtenida del archivo .CSV y se selecciona la sugerencia que aparece debajo de la barra de búsqueda (véase Figura 5.3).

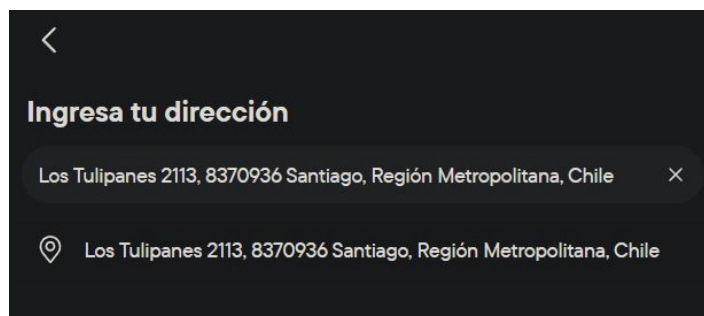


Figura 5.3: Ingreso de la dirección física en el buscador de la plataforma.

- **Confirmar la dirección:** Una vez seleccionada la sugerencia correcta, se presiona el botón de confirmación de dirección para que el sitio cargue la oferta disponible para ese punto (véase Figura 5.4).

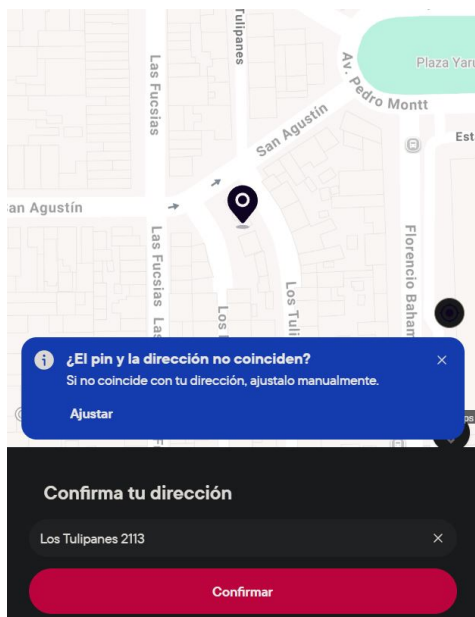


Figura 5.4: Pestaña de confirmación de la dirección.

3. **Capturar los resultados:** Se registra el estado de cobertura retornado por el sitio, como zona de cobertura si aparecen opciones de delivery (véase Figura 5.5), y zona sin cobertura si no se encuentran resultados (véase Figura 5.6), junto con la información de la dirección consultada.

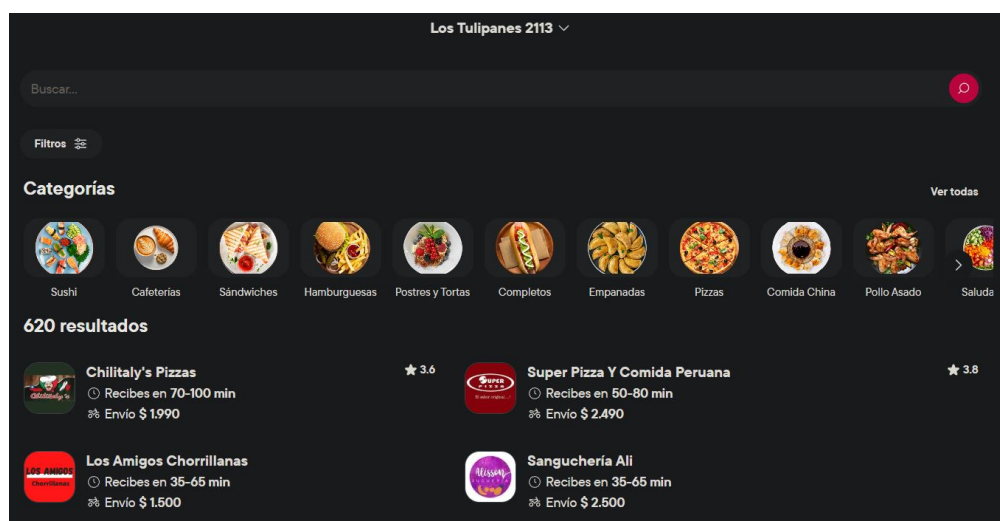


Figura 5.5: Respuesta de la página si existe cobertura.

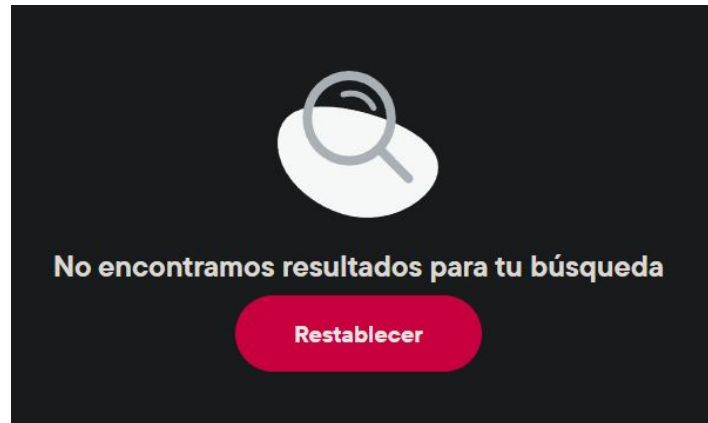


Figura 5.6: Respuesta de la página si no existe cobertura.

4. **Gestión de restricciones técnicas:** Dado que el servidor puede limitar el número de consultas o bloquear solicitudes repetitivas, se utilizó una VPN para alternar direcciones IP y garantizar la continuidad del proceso.
5. **Almacenamiento de resultados:** Los datos obtenidos se almacenan en un archivo estructurado .CSV de dirección y cobertura, para posteriormente generar un archivo GeoJSON añadiendo el campo GEOMETRY (véase Tabla 5.3).

Campo	Descripción
GEOMETRY	Coordenadas del polígono censal.
Dirección	Dirección física representativa.
Cobertura	Resultado binario de cobertura (1) o sin cobertura (0).

Tabla 5.3: Estructura de los archivos resultantes del proceso de *web scraping*

Algoritmo 2: Extracción de cobertura en PedidosYa (Parte 1)

1. **Importar las librerías necesarias y configurar el entorno**
 2. **Cargar el archivo direcciones.csv:**
Leer archivo direcciones.csv y cargarlo en un DataFrame df
 3. **Configuración del navegador:**
Se inicia el navegador de Google Chrome controlado por Selenium
Se abre la página web de cobertura de PedidosYa
 4. **Establecer tiempo de espera:**
Espera de 5 segundos para que la página cargue completamente
-

Algoritmo 3: Extracción de cobertura en PedidosYa (Parte 2)

5. Inicializar lista vacía para almacenar resultados:

Inicializar una lista vacía `cobertura` para almacenar los resultados (0, 1 o error)

6. Definir un contador de fallos y el número máximo de intentos fallidos:

if `MAX_FALLOS` $\rightarrow$ 4 then
 └ Detener el proceso

7. Iteración sobre cada dirección en df:

Para cada dirección:

1. Acceder al buscador de direcciones en PedidosYa
2. Presionar botón “*Ingresar dirección*”
3. Se ingresa la dirección de `df`
4. Se presiona la sugerencia de dirección debajo de la barra de búsqueda
5. Se presiona el botón “*Confirmar*” para verificar la dirección
6. Esperar 5 segundos a que carguen los resultados
7. Comprobar si la dirección tiene cobertura:
 - Si aparece “*No encontramos resultados para tu búsqueda*”, añadir 0 a la lista `cobertura`.
 - Si se muestran tiendas disponibles, añadir 1 a la lista `cobertura`.
8. Si ocurre un error durante la consulta, añadir `error` a la lista `cobertura`, incrementar `fallos` y, si `fallos` $\geq$ `MAX_FALLOS`, interrumpir el bucle.
9. Cerrar el navegador una vez consultadas todas las direcciones o alcanzado el máximo de intentos fallidos.

8. Manejo de errores:

if *direcciones sin resultado* then
 └ Rellenar con “*error*”

9. Guardar resultados:

Añadir la lista `cobertura` como una nueva columna en `df` y guardar el resultado en el archivo `resultados_cobertura.csv`

5.5. Visualización y Análisis de la Cobertura

Una vez obtenidos los resultados del proceso de *web scraping*, viene la etapa de visualización y análisis de la cobertura territorial del servicio de delivery alimenticio de **PedidosYa** en la Región Metropolitana de Chile. Esta fase permite comprender de manera integral los patrones espaciales de cobertura y exclusión, evidenciando las zonas en las que el servicio se encuentra disponible y aquellas que no son alcanzadas por la

plataforma. La representación mediante mapas facilita la interpretación de los resultados y contribuye a identificar posibles desigualdades territoriales en el acceso a servicios digitales.

5.5.1. Mapa de Cobertura de PedidosYa

Para la construcción del mapa de cobertura se integraron los datos obtenidos a través del *web scraping* con la cartografía de zonas censales descrita en secciones anteriores. Cada polígono fue clasificado en función de su estado de cobertura, representando las zonas con servicio disponible en color verde y las zonas sin cobertura en color rojo. El mapa de la Figura 5.7 permite una visualización general del alcance territorial de PedidosYa y de la distribución espacial de las denominadas *zonas rojas*.

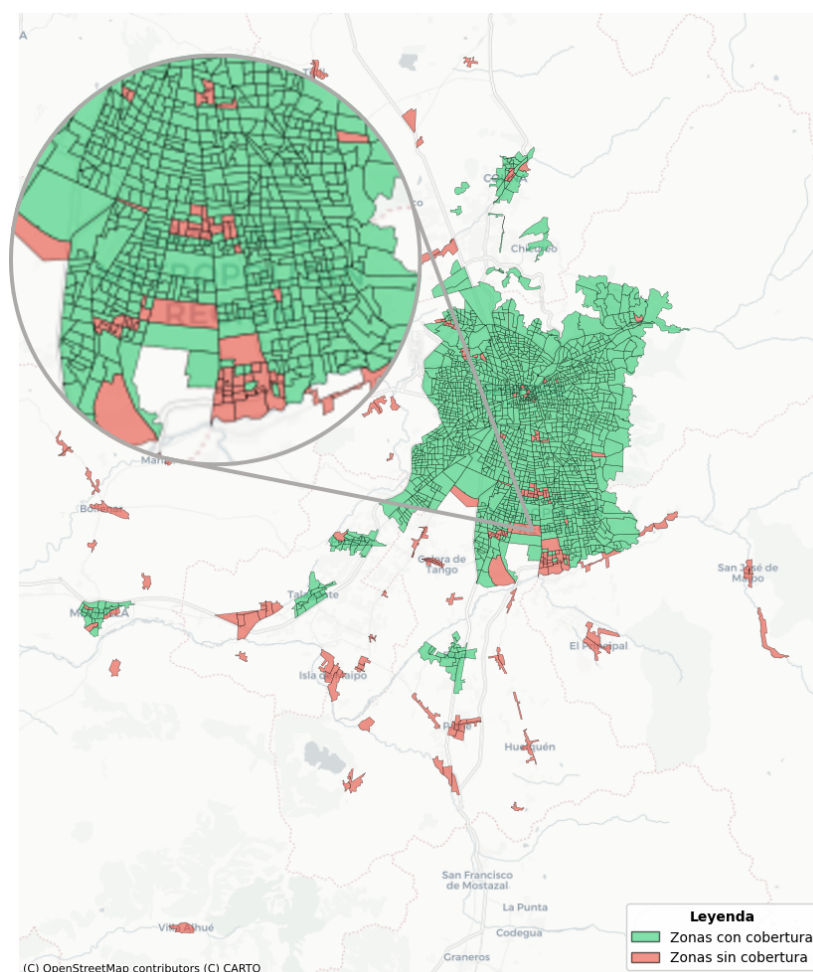


Figura 5.7: Mapa de cobertura de la aplicación *PedidosYa* en la Región Metropolitana de Chile, mostrando en verde las zonas con servicio disponible y en rojo las zonas sin cobertura.

5.5.2. Distribución de las Zonas Rojas

El análisis espacial de la cobertura obtenida permite identificar patrones territoriales relevantes que reflejan las desigualdades existentes en el acceso al servicio de delivery alimenticio dentro de la Región Metropolitana. A partir del mapa de cobertura, se destacan las siguientes observaciones:

- **Concentración de la cobertura en el área central:** La mayor disponibilidad del servicio se concentra en las comunas centrales de la Región Metropolitana, donde se ubican los principales centros urbanos, comerciales y de infraestructura vial, tales como Santiago, Providencia, Ñuñoa, Las Condes, San Miguel, entre otras.
- **Exclusión en áreas periféricas:** Las zonas sin cobertura se concentran principalmente en las áreas periféricas y rurales de la región, incluyendo comunas como San José de Maipo, Paine, Isla de Maipo, Lampa, Batuco y Curacaví, donde la baja densidad poblacional y la distancia a los centros logísticos pueden dificultar la operación del servicio.
- **Ausencia de cobertura en sectores urbanos vulnerables:** Además de las zonas periféricas, se identifican sectores sin cobertura en áreas centrales con altos índices de vulnerabilidad social y percepción de inseguridad, como algunos sectores de Puente Alto, San Ramón, La Granja y Renca, donde la exclusión puede estar asociada a factores de riesgo o estigmatización territorial.

Estos resultados evidencian la existencia de un patrón espacial de desigualdad en la distribución de la cobertura de PedidosYa, reflejando una fuerte relación entre la disponibilidad del servicio y las características socioeconómicas y urbanas del territorio metropolitano.

5.6. Desarrollo de la Interfaz Web

Como etapa final, se desarrolló una plataforma web que permite al usuario interactuar con los resultados obtenidos a lo largo de la investigación. La aplicación posibilita tanto la consulta de cobertura a partir de una dirección física como la visualización de un mapa interactivo que muestra las zonas con y sin servicio de delivery de la aplicación **PedidosYa** en la Región Metropolitana de Chile. Esta herramienta integra los procesos de geocodificación inversa, análisis geoespacial y visualización de datos, ofreciendo una forma accesible y dinámica de explorar la información territorial sobre la disponibilidad del servicio.

5.6.1. Tecnologías Utilizadas

La implementación de la plataforma web se llevó a cabo utilizando un enfoque modular, basado en la separación entre el *backend* y el *frontend* utilizando las siguientes tecnologías:

- **Backend:** FastAPI, framework de Python utilizada para gestionar las solicitudes del usuario, procesar la información y conectar con los datos de cobertura.
- **Frontend:** React, framework encargado de la construcción de la interfaz visual y la gestión de los componentes interactivos de la aplicación.
- **Visualización Geoespacial:** Deck.GL y GeoJSON, son herramientas utilizadas para la representación geoespacial en el mapa interactivo.

5.6.2. Funcionalidades de la Interfaz Web

La plataforma desarrollada cuenta con dos funcionalidades principales que responden directamente a los objetivos planteados en la investigación:

1. **Consulta de cobertura:** Permite al usuario ingresar una dirección física real en un campo de búsqueda. La aplicación codifica dicha dirección y determina si se encuentra dentro de una zona censal con cobertura o sin cobertura, mostrando el resultado de forma inmediata.
2. **Visualización de mapa interactivo:** Presenta un mapa dinámico que representa la Región Metropolitana de Chile, donde las zonas con cobertura se muestran en color verde y las zonas sin cobertura en color rojo. Esta visualización facilita la interpretación espacial de la distribución del servicio de delivery de PedidosYa.

5.6.3. Vistas Principales de la Aplicación Web

La aplicación web está organizada en distintas vistas o secciones que facilitan la navegación y la comprensión del usuario. A continuación, se describen las principales vistas que componen la interfaz:

1. **Vista Home:** Página principal de la aplicación, donde se presenta el propósito de la herramienta y se invita al usuario a explorar las funciones de consulta y visualización (véase Figura 5.8).



Figura 5.8: Vista home.

2. **Barra de Navegación:** Elemento fijo en la parte superior de la interfaz que permite acceder rápidamente a las distintas pestañas de la aplicación (véase la Figura 5.9).

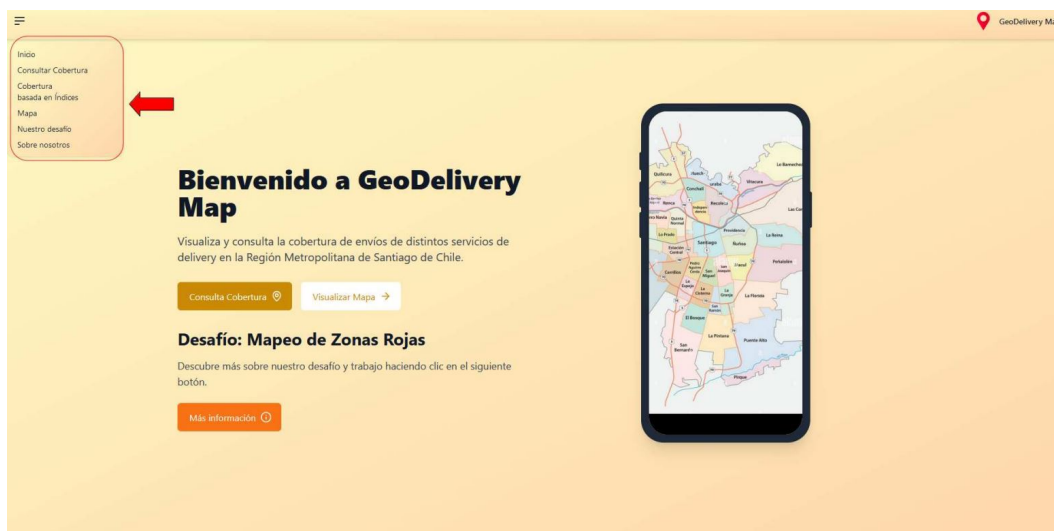


Figura 5.9: Barra de navegación de la interfaz web.

3. **Vista de Consulta de Cobertura:** Sección que contiene el campo de búsqueda de direcciones y muestra el resultado del análisis de cobertura, indicando si el punto ingresado pertenece a una zona con o sin servicio (véase la Figura 5.10).



Figura 5.10: Vista de consulta de cobertura.

4. **Visualización de Mapa Interactivo:** Vista que despliega el mapa con las zonas censales clasificadas por estado de cobertura, permitiendo acercamientos, desplazamientos y exploración libre del territorio (véase la Figura 5.11).

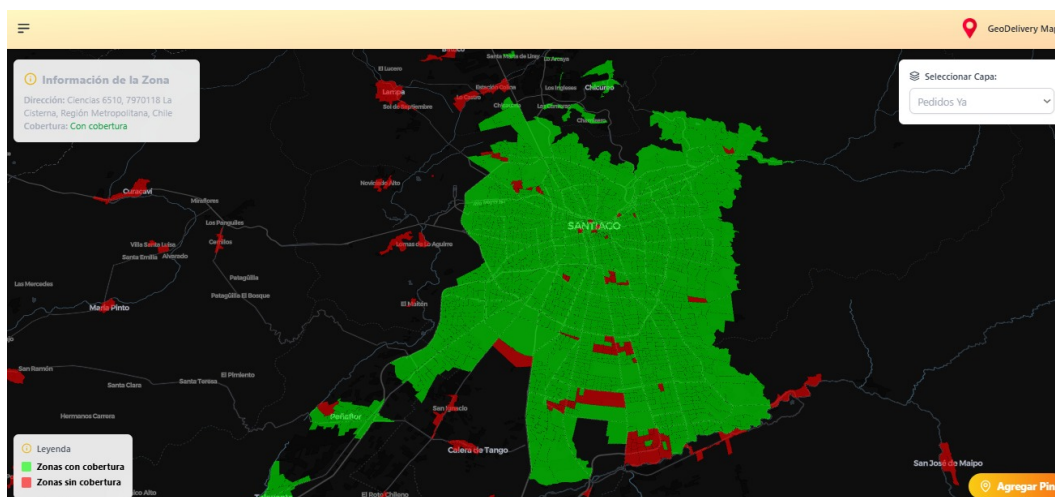


Figura 5.11: Vista del mapa interactivo.

5. **Vista Sobre el Desafío:** Pestaña que describe el contexto del proyecto, los objetivos y la problemática abordada relacionada con las zonas rojas de delivery alimenticio en la Región Metropolitana (véase la Figura 5.12).

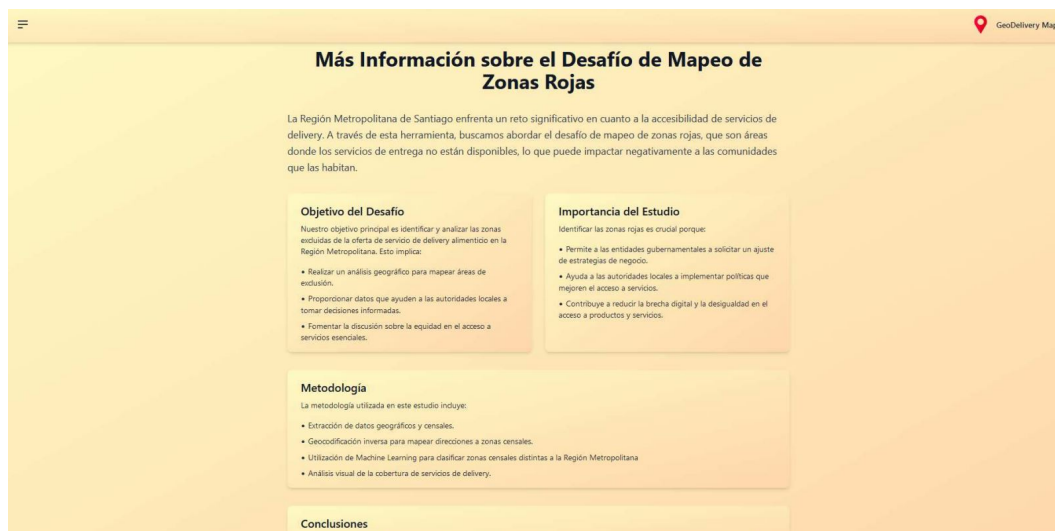


Figura 5.12: Vista Sobre el Desafío.

6. **Vista Sobre Nosotros:** Apartado destinado a los desarrolladores del proyecto, donde se incluye información sobre los integrantes del equipo y sus roles dentro del desarrollo de la herramienta (véase la Figura 5.13).

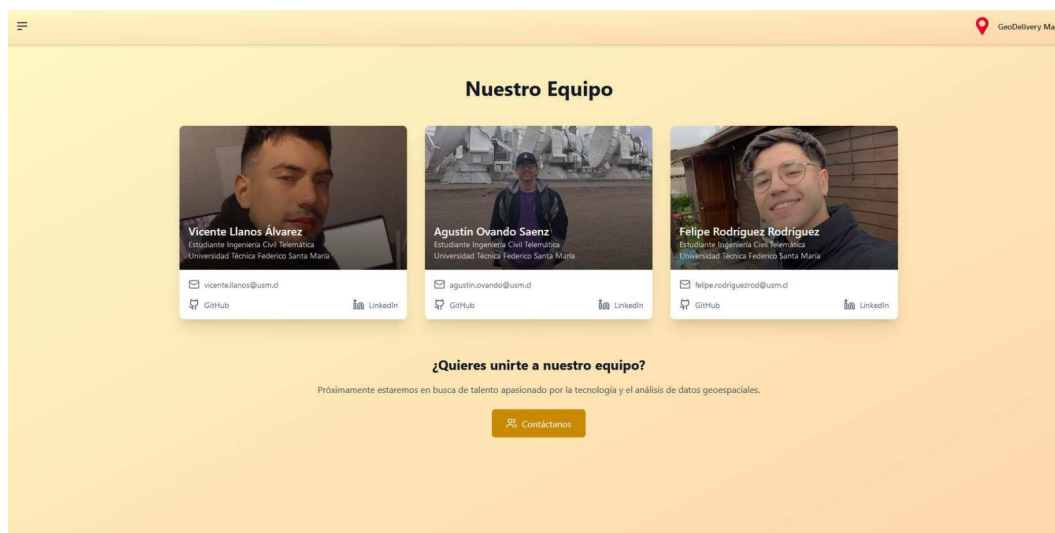


Figura 5.13: Vista Sobre Nosotros.

5.7. Verificación y Validación de la Plataforma

En el desarrollo de cualquier sistema, resulta fundamental garantizar que tanto los procedimientos internos como los resultados obtenidos sean precisos, funcionales y confiables. En este trabajo, la verificación y validación cumplen un rol esencial para asegurar que cada componente de la plataforma, desde la recolección y procesamiento de datos

hasta la visualización y consulta de cobertura, opere correctamente y conforme a los requerimientos definidos.

5.7.1. Verificación

La verificación del sistema se centró en evaluar la consistencia y estabilidad de los resultados obtenidos a partir del proceso automatizado de consulta de cobertura en la plataforma PedidosYa. Dado que el método desarrollado basa su funcionalidad en la recopilación automática de datos geospaciales y su posterior clasificación según la disponibilidad del servicio, fue necesario implementar un mecanismo de verificación que permitiera detectar posibles variaciones, errores o comportamientos anómalos en las consultas.

Para ello, se adoptó un enfoque iterativo para generar esta verificación de los datos. En una primera iteración, se generó una clasificación inicial de cobertura para las 1.865 zonas censales de la Región Metropolitana. Posteriormente, se ejecutó una segunda iteración completa del proceso, realizando nuevamente la consulta automatizada para cada zona censal. Los resultados de ambas iteraciones fueron comparados de manera directa para identificar discrepancias en la clasificación obtenida.

Los resultados mostraron que, en la plataforma de PedidosYa, el 2,6% de las zonas censales experimentaron una variación en su clasificación entre las dos iteraciones. Este dato refleja una precisión del 97,4% en el sistema desarrollado, lo que sugiere que el método utilizado es altamente confiable para determinar la cobertura de servicios de delivery en las áreas estudiadas.

5.7.2. Validación

La fase de validación se centró en confirmar que el sistema desarrollado cumpliera con los objetivos planteados y proporcionara información precisa y útil para los usuarios finales, en este caso, para la consulta de cobertura en la plataforma de delivery PedidosYa. La validación buscó evaluar el desempeño del sistema en un entorno real.

A continuación, se presentan los puntos relevantes dentro del proceso de validación:

- **Comparación con datos reales de cobertura:** Se validaron los resultados obtenidos en el sistema comparándolos con datos de cobertura proporcionados por usuarios reales y con pedidos de prueba realizados en la plataforma de PedidosYa. Este proceso ayudó a confirmar que las áreas identificadas como cubiertas por los servicios de delivery efectivamente recibían cobertura en la vida real.
- **Pruebas con direcciones específicas:** Se permitió que personas cercanas a los participantes del desafío ingresaran sus propias direcciones en la plataforma para verificar la disponibilidad de servicios de delivery en sus zonas. Los resultados

fueron contrastados con la información visualizada en la aplicación, validando que el sistema proporcionara respuestas precisas y alineadas con las expectativas de los usuarios.

- **Validación por variación del punto de muestreo:** Se realizaron dos iteraciones asignando distintos puntos a cada uno de los polígonos que representan las 1.865 zonas censales, con el objetivo de evaluar la sensibilidad de la clasificación de cobertura frente a cambios en el punto de muestreo. Solo 49 zonas modificaron su estado de cobertura entre ambas iteraciones, lo que refleja una estabilidad del sistema cercana al 97,4 %. Sin embargo, con únicamente dos iteraciones no es posible identificar casos donde un mismo polígono contenga sectores con coberturas divergentes (por ejemplo, un “barrio bueno” con cobertura y otro sin ella). Las discrepancias observadas se concentraron principalmente en zonas con parques u otros espacios abiertos, donde la geocodificación inversa genera códigos de ubicación.

5.7.3. Análisis Crítico y Evaluación de Riesgos

A continuación, se detallan algunos de los riesgos críticos y las medidas implementadas para mitigarlos:

1. Riesgo de datos incorrectos o incompletos:

- **Impacto:** Si los datos de las plataformas de delivery o los datos geospaciales son incorrectos o están incompletos, las visualizaciones de cobertura podrían no reflejar la realidad.
- **Medidas de mitigación:** Implementación de un sistema de validación y corrección de datos, además de usar múltiples fuentes de datos para verificar la consistencia.

2. Falta de cobertura en áreas vulnerables:

- **Impacto:** Algunas áreas, particularmente las zonas más marginadas, pueden no recibir cobertura de las principales plataformas de delivery, lo que puede limitar la utilidad del sistema para esos usuarios.
- **Medidas de mitigación:** Colaboración con entidades gubernamentales y privadas para obtener apoyo en la expansión de la cobertura y promover soluciones alternativas en estas áreas.

5.8. Hacia la Evaluación Integral del Producto

El proceso de implementación descrito en este capítulo ha culminado en la construcción de una herramienta georreferencial capaz de identificar y representar las denominadas zonas rojas de los servicios de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile. Mediante técnicas de **geocodificación inversa** y **web scraping**, aplicadas específicamente al **caso de estudio de PedidosYa**, se logró clasificar las zonas censales según su disponibilidad de servicio, observándose una concentración de la cobertura en áreas centrales y una exclusión persistente en zonas periféricas y territorialmente vulnerables.

A partir de estos resultados, el Capítulo 6 presentará una evaluación integral del proyecto, examinando el grado de cumplimiento de los objetivos planteados, las principales limitaciones y dificultades encontradas durante el desarrollo, posibles líneas de trabajo futuro orientadas a la expansión y fortalecimiento del sistema, y una reflexión final.

CAPÍTULO 6

Conclusiones y Perspectivas

A partir del desarrollo metodológico expuesto en los capítulos anteriores, este capítulo sintetiza los principales hallazgos del estudio, evaluando el grado de cumplimiento de los objetivos planteados y analizando el desempeño de las herramientas utilizadas. Asimismo, se discuten las principales limitaciones identificadas durante el proceso, se proponen las líneas de trabajo a futuro orientadas a robustecer y ampliar el alcance de la solución, y por último, se ofrece una reflexión final respecto de la relevancia e impacto del producto realizado.

6.1. Cumplimiento de Objetivos

En términos generales, los objetivos propuestos al inicio del proyecto fueron satisfactoriamente alcanzados. El trabajo realizado permitió desarrollar un sistema funcional capaz de analizar la cobertura del servicio de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile, cumpliendo plenamente el objetivo general planteado: **identificar y visualizar zonas de exclusión del servicio de delivery alimenticio a partir de un sistema de muestreo que facilite la comprensión de la cobertura de estos servicios.**

A continuación, se presenta el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos:

- **Recolección de datos geográficos y de cobertura:** Este objetivo fue cumplido mediante la obtención de una base territorial de zonas censales y de cobertura a partir de fuentes oficiales como el INE y el scraping en la plataforma de PedidosYa. Esto permitió disponer de información geoespacial confiable para el análisis posterior.

- **Procesamiento y Almacenamiento de los Datos:** Este objetivo se cumplió mediante la implementación de un sistema de geocodificación inversa capaz de transformar latitudes y longitudes en direcciones físicas. Los resultados obtenidos fueron incorporados y almacenados como atributos complementarios, enriqueciendo la información disponible que fue utilizada para el análisis.
- **Visualización y Análisis de la Cobertura:** Este objetivo se cumplió con la creación de una plataforma georreferenciada que permitió representar la disponibilidad del servicio en cada zona censal, facilitando la identificación de áreas con y sin cobertura.
- **Validar y mejorar la clasificación obtenida:** El objetivo fue alcanzado mediante la aplicación de un proceso iterativo de verificación que comparó los resultados entre distintas ejecuciones, asegurando la consistencia de la clasificación y aumentando la confiabilidad del sistema.

6.2. Limitaciones y Dificultades

A lo largo del desarrollo del proyecto, se evidenciaron ciertas limitaciones y dificultades que influyeron en el ritmo y alcance del proyecto, destacándose las siguientes:

- **Restricciones del web scraping:** La plataforma de PedidosYa incorpora mecanismos de seguridad y validación dinámica que dificultan la automatización del proceso de consulta de direcciones. Estas restricciones obligaron a emplear estrategias complementarias, como la incorporación de tiempos de espera variables y ajustes en la interacción simulada del navegador, lo que aumentó de manera considerable el tiempo total de ejecución del sistema.
- **Heterogeneidad de las zonas censales:** Las zonas censales constituyen unidades territoriales extensas y heterogéneas, por lo que un único punto de muestreo no siempre refleja de manera precisa la cobertura real dentro del polígono. Esto dificulta identificar casos en los que conviven sectores con cobertura (“barrios buenos”) y sectores sin ella, ya que la asignación del punto dentro del polígono es aleatoria y puede no capturar esta variabilidad interna.
- **Direcciones no reconocidas en parques y espacios abiertos:** En polígonos que contienen parques, áreas verdes u otros espacios sin direcciones postales definidas, la geocodificación inversa suele devolver *Plus Codes* (por ejemplo, “8X2M+G8”) en lugar de direcciones convencionales. La plataforma PedidosYa no interpreta adecuadamente estos códigos, lo que puede generar errores en la determinación de cobertura para dichos polígonos.
- **Dependencia de servicios externos:** El sistema depende tanto de la API de Google Maps como del sitio web de PedidosYa para obtener información precisa

sobre direcciones y disponibilidad del servicio. El uso de la API incorpora límites diarios de consultas y posibles costos asociados, lo que puede restringir la escalabilidad en proyectos de mayor magnitud. Asimismo, la necesidad de interactuar directamente con la plataforma web de PedidosYa vuelve el proceso susceptible a cambios en su interfaz o en sus medidas de seguridad, afectando la estabilidad de la automatización.

- **Escalabilidad territorial y disponibilidad de datos geoespaciales:** Para extender la herramienta a otras comunas, ciudades o países, es necesario obtener y procesar los polígonos oficiales de zonas censales correspondientes a cada territorio. Esto implica gestionar distintas fuentes de datos, resolver incompatibilidades entre formatos o proyecciones, y asegurar un tratamiento homogéneo de la información geoespacial. Estas exigencias aumentan la complejidad del sistema y representan un desafío para su expansión a gran escala.
- **Infraestructura computacional limitada:** El procesamiento de datos geoespaciales, la automatización de consultas y la visualización interactiva en la plataforma web requieren una capacidad computacional considerable, especialmente cuando se trabaja con grandes volúmenes de zonas censales o múltiples iteraciones de verificación. Durante el desarrollo, la disponibilidad de recursos locales, como memoria RAM, capacidad de procesamiento y estabilidad del navegador, impuso restricciones en la velocidad y fluidez de las ejecuciones. Estas limitaciones afectaron principalmente los tiempos de muestreo, la carga de archivos de gran tamaño y la ejecución continua del navegador, evidenciando la necesidad de infraestructura más robusta.

6.3. Trabajos Futuros

A continuación, se presentan las principales líneas de trabajo futuro que permitirían ampliar, perfeccionar y robustecer el sistema desarrollado:

- **Integración de nuevas plataformas de delivery:** Una posible ampliación del sistema consiste en incorporar otras plataformas de entrega de alimentos. Esto permitiría comparar niveles de cobertura entre servicios, identificar zonas excluidas y obtener una visión más completa del ecosistema de delivery en la región.
- **Análisis demográfico y socioeconómico de zonas rojas:** Para profundizar en la comprensión de las causas que originan las zonas de exclusión, se propone integrar indicadores demográficos y socioeconómicos, como nivel de ingresos, densidad poblacional o características urbanísticas, que permitan identificar patrones territoriales y correlaciones relevantes.

- **Expansión geográfica y escalabilidad territorial:** Una línea de trabajo futuro es extender la herramienta a otras comunas, regiones o países. Para ello, se requiere obtener y procesar nuevos conjuntos de zonas censales, gestionar diferencias en formatos geoespaciales y asegurar la compatibilidad de las proyecciones cartográficas.
- **Reducción de la dependencia de servicios externos:** Actualmente el sistema depende de la API de Google Maps para la geocodificación, lo que implica costos y límites de consultas. Un trabajo futuro consiste en explorar alternativas de geocodificación abiertos que reduzcan esta dependencia y mejoren la sostenibilidad del sistema.
- **Exploración de unidades territoriales más específicas:** Una línea de trabajo a futuro consiste en evaluar el uso de unidades espaciales más finas que las zonas censales, tales como manzanas censales o subdivisiones basadas en densidad poblacional. Estas unidades permitirían capturar con mayor precisión la variabilidad interna de los barrios y representar de forma más fiel la cobertura real de los servicios de delivery en sectores con alta heterogeneidad urbana.
- **Despliegue de la interfaz web para acceso público:** Un paso relevante consiste en publicar la plataforma web en un servidor disponible de manera permanente, permitiendo el acceso de usuarios externos. Esto implica optimizar el rendimiento, automatizar actualizaciones de datos y garantizar la seguridad del sistema en un entorno de producción.

6.4. Reflexión Final

En conclusión, el trabajo desarrollado constituye un aporte significativo al análisis territorial de la cobertura de servicios de delivery alimenticio en la Región Metropolitana de Chile. La implementación de una herramienta georreferencial permitió no solo identificar con claridad las zonas rojas o áreas excluidas del servicio de PedidosYa, sino también evidenciar la relevancia de los datos geoespaciales como insumo crítico para comprender desigualdades urbanas y brechas en el acceso a servicios digitales. Este proyecto demostró que, mediante un proceso sistemático de recopilación, procesamiento, verificación y visualización de datos, es posible transformar información dispersa en conocimiento útil y accionable.

Más allá de los resultados técnicos, este estudio pone de manifiesto la existencia de territorios que, por su ubicación, características urbanas o factores socioeconómicos, enfrentan una menor disponibilidad de servicios básicos digitalizados. Reconocer esta situación es fundamental para avanzar hacia ciudades más equitativas, donde la oferta de servicios no dependa únicamente de criterios comerciales, sino que incorpore dimensiones de inclusión y accesibilidad.

A pesar de las limitaciones encontradas, como la dependencia de servicios externos, la

variabilidad de las plataformas web o la infraestructura computacional, el sistema desarrollado sienta una base sólida para futuras extensiones y mejoras. Su diseño modular y escalable abre la posibilidad de integrar nuevas fuentes de datos, incorporar otros servicios de delivery y expandir el análisis a distintos territorios dentro y fuera del país.

Finalmente, este proyecto invita a reflexionar sobre la importancia de abordar las brechas territoriales desde una perspectiva multidisciplinaria, combinando ciencia de datos, análisis geoespacial y comprensión del entorno urbano. La herramienta construida no solo cumple su propósito inicial, sino que plantea un punto de partida para investigaciones más profundas, contribuyendo al desarrollo de soluciones tecnológicas y sociales que apoyen una planificación urbana más informada, justa y consciente de las desigualdades presentes en nuestra sociedad.

Bibliografía

- [1] N. Valenzuela-Levi, ““Somos zona roja”: Top-down informality and institutionalised exclusion from broadband internet services in Santiago de Chile,” in *The Social and Political Life of Latin American Infrastructures* (J. Alderman and G. Goodwin, eds.), pp. 175–197, Routledge, 2022.
- [2] N. Srnicek, *Platform capitalism*. John Wiley & Sons, 2017.
- [3] J. Rochet and J. Tirole, “Platform competition in two-sided markets,” *Journal of the European Economic Association*, vol. 1, no. 4, pp. 990–1029, 2003.
- [4] Statista Research Department, “Online food delivery in latin america - statistics & facts.” <https://www.statista.com/topics/6732/online-food-delivery-in-latin-america/>, 2024. Consultado: 2025-08-20.
- [5] L. T. Chai and D. N. C. Yat, “Online food delivery services: Making food delivery the new normal,” *Journal of Marketing advances and Practices*, vol. 1, no. 1, pp. 62–77, 2019.
- [6] K. Ahuja, V. Chandra, V. Lord, and C. Peens, “Ordering in: The rapid evolution of food delivery,” Sept. 2021. Consultado 2025-08-27.
- [7] World Bank, “Addressing the digital divide and inequality on the road to equitable covid-19 vaccine distribution.” <https://blogs.worldbank.org/en/digital-development/addressing-digital-divide-and-inequality-road-equitable-covid-19-vaccine>, 2021. Consultado el 20 de agosto de 2025.
- [8] Y. Li, P. Yao, S. Osman, N. Zainudin, and M. F. Sabri, “A thematic review on using food delivery services during the pandemic: Insights for the post-covid-19 era,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 19, no. 22, 2022.
- [9] S. Graham and S. Marvin, *Splintering urbanism: networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. London Routledge, 2001.

- [10] N. Valenzuela-Levi, V. Llanos, A. Ovando, F. Rodríguez, N. Torres, and N. Gálvez, “Urban digital redlining in online food delivery: insights from three apps in santiago de chile,” *Transport Policy*, 2025. In press.
- [11] A. Taylor and J. Sadowski, “Digital redlining,” *The Nation*, vol. 300, no. 24, pp. 24–27, 2015.
- [12] M. A. Zook and M. Graham, “The creative reconstruction of the internet: Google and the privatization of cyberspace and digiplace,” *Geoforum*, vol. 38, no. 6, pp. 1322–1343, 2007.
- [13] I. Sánchez-Díaz, C. Altuntas, and A. Halldorsson, “Assessing the inequalities in access to online delivery services and the way covid-19 pandemic affects marginalization,” *Transport Policy*, vol. 109, 05 2021.
- [14] P. Cardullo and R. Kitchin, “Being a ‘citizen’ in the smart city: Up and down the scaffold of smart citizen participation,” *GeoJournal*, vol. 84, pp. 1–13, 2019.
- [15] E. Ho, “Smart subjects for a smart nation? governing (smart) mentalities in singapore,” *Urban Studies*, vol. 54, no. 13, pp. 3101–3118, 2017.
- [16] A. Shapiro, *Design, control, predict: Cultural politics in the making of a networked city*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2019.
- [17] N. Gozzi, N. Comini, and N. Perra, “Bridging the digital divide: Mapping internet connectivity evolution, inequalities, and resilience in six brazilian cities,” 2024.
- [18] United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat), *Assessing the Digital Divide: Understanding internet connectivity and digital literacy in cities and communities*. Nairobi, Kenya: United Nations Human Settlements Programme, 2021.
- [19] D. Harvey, *La condición de la posmodernidad*. Amorrortu, 2008. Traducción de: The Condition of Postmodernity (1989).
- [20] L. Robinson, J. Schulz, M. Dodel, T. Correa, E. Villanueva-Mansilla, S. Leal, C. Magallanes-Blanco, L. Rodriguez-Medina, H. S. Dunn, L. Levine, R. McMahon, and A. Khilnani, “Digital inclusion across the americas and the caribbean,” *Social Inclusion*, vol. 8, no. 2, pp. 244–259, 2020.
- [21] Euromonitor International, “Foodservice delivery trends outlasting the pandemic in latin america and asia pacific.” <https://www.euromonitor.com/article/foodservice-delivery-trends-outlasting-the-pandemic-in-latin-america-and-asia-pacific>, 2021. Consultado: 2025-08-25.
- [22] E. Hargittai, “Second-level digital divide: Differences in people’s online skills,” *First Monday*, vol. 7, no. 4, 2002.

- [23] M. Warschauer, *Technology and Social Inclusion: Rethinking the Digital Divide*. The MIT Press, 01 2003.
- [24] We Are Social and Meltwater, “Informe digital global – abril 2024.” <https://wearesocial.com/es/blog/2024/04/informe-digital-global-abril-2024>, Apr. 2024. Consultado: 2025-09-03.
- [25] P. Andreev, I. Salomon, and N. Pliskin, “Review: State of teleactivities,” *Transportation Research Part C-emerging Technologies - TRANSPORT RES C-EMERG TECHNOL*, vol. 18, pp. 3–20, 02 2010.
- [26] W. Kim and X. C. Wang, “Shopping trips and deliveries then and now: How the behavioral shift differs by income level and urban size,” *Travel Behaviour and Society*, vol. 36, p. 100782, 2024.
- [27] F. F. Dias, P. S. Lavieri, S. Sharda, S. Khoeini, C. R. Bhat, R. M. Pendyala, A. R. Pinjari, G. Ramadurai, and K. K. Srinivasan, “A comparison of online and in-person activity engagement: The case of shopping and eating meals,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 114, pp. 643–656, 2020.
- [28] L. DABLANC, E. Morganti, N. Arvidsson, J. Woxenius, M. Browne, and N. SAIDI, “The rise of on-demand ‘instant deliveries’ in european cities,” *Supply Chain Forum*, vol. 18, 09 2017.
- [29] M. Joerss, F. Neuhaus, and J. Schröder, “How customer demands are reshaping last-mile delivery,” *The McKinsey Quarterly*, vol. 17, pp. 1–5, 2016.
- [30] H. Wang, X. Gao, S. Zhang, and X. Xu, “From opportunity to inequality: How the rural digital economy shapes intra-rural income distribution,” *Humanities and Social Sciences Communications*, vol. 12, no. 1, p. 182, 2025.
- [31] S. Singh, “Digital divide in india: Measurement, determinants and policy for addressing the challenges in bridging the digital divide,” *IJIDE*, vol. 1, pp. 1–24, 04 2010.
- [32] World Bank, “World development indicators.” DataBank.
- [33] United Nations, “Digital divide.” In *Encyclopedia Britannica*, 2006. Accessed from <http://search.eb.com/eb/article-250455>.
- [34] B. Skinner, H. Levy, and T. Burtch, “Digital redlining: The relevance of 20th century housing policy to 21st century broadband access and education,” EdWorkingPaper 21-471, Annenberg Institute at Brown University, 2023.
- [35] J. C. Ferraz, J. Torracca, and P. Alonso, “A divide in the making: Digitalisation in latin america,” tech. rep., Institute of Economics, Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), 2023.

- [36] C. George, A. Tomer, “Delivering to deserts: New data reveals the geography of digital access to food in the us.” <https://www.brookings.edu/articles/delivering-to-deserts-new-data-reveals-the-geography-of-digital-access-to-food-in-the-us/>, 2022. Consultado el 13 de agosto de 2025.
- [37] Euromonitor International, “Foodservice delivery trends outlasting the pandemic in latin america and asia pacific,” 2021.
- [38] J. Ha, “Online delivery platforms: Disparities in food access in u.s. metro areas,” *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 145, p. 104749, 2025.
- [39] P. M. Horta, J. D. P. Matos, and L. L. Mendes, “Food promoted on an online food delivery platform in a brazilian metropolis during the covid-19 pandemic: a longitudinal analysis,” *Public Health Nutrition*, 2022.
- [40] FasterCapital, “Línea roja: la cara oculta de la carcasa segregada.” <https://fastercapital.com/es/contenido/Linea-roja--la-cara-oculta-de-la-carcasa-segregada.html>, n.d. Accessed: 2025-08-29.
- [41] Federal Chile, “Zonas rojas en melipilla: qué se entiende y cómo se identifican.” <https://federalchile.cl/blogs/noticias/zonas-rojas-en-melipilla>, 2023. Accessed: 2025-08-29.
- [42] A. Rosenblat and L. Stark, “Algorithmic labor and information asymmetries: A case study of uber’s drivers,” *International Journal of Communication*, vol. 10, pp. 3758–3784, 2016.
- [43] Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile, “Subtel trabaja en plan para reducir las zonas rojas de conectividad a lo largo de todo chile,” Mar. 2019. <https://www.subtel.gob.cl/subtel-trabaja-en-plan-para-reducir-las-zonas-rojas-de-conectividad-a-lo-largo-de-todo-chile>, Consultado el 2025-09-06.
- [44] S. de Telecomunicaciones de Chile, “Si vives en la región metropolitana, ¿vives en una zona donde hay poca conectividad? hoy mostramos el trabajo tras identificar las zonas rojas y naranjas y convocamos a las compañías a invertir en reducir la brecha en las comunas del gran santiago.” 2019. <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1611441052322351&set=a.451686331631168>, Consultado el 2025-09-06.
- [45] T. McCall, J. L. Speiser, A. Bakkar, K. L. Baccarini, M. Matheny, J. Hu, A. Richards, Y. Hsu, J. Carroll, and C. A. Schuetz, “A socio-ecological approach to addressing digital redlining: Implications for health equity,” *Journal of General Internal Medicine*, vol. 37, no. 10, pp. 2482–2486, 2022.
- [46] A. Wang, E. Gago, and D. Rodriguez, “Combating digital redlining is imperative for advancing health equity,” *JAMA Health Forum*, vol. 5, no. 3, p. e240364, 2024.

- [47] R. E. Walker, C. R. Keane, and J. G. Burke, “Disparities and access to healthy food in the united states: A review of food deserts literature,” *Health Place*, vol. 16, no. 5, pp. 876–884, 2010.
- [48] K. Cooksey-Stowers, M. B. Schwartz, and K. D. Brownell, “Food swamps predict obesity rates better than food deserts in the united states,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 14, no. 11, 2017.
- [49] N. R. C. (US), *The Public Health Effects of Food Deserts: Workshop Summary*. National Academies Press, 2009.
- [50] S. Cummins and S. Macintyre, ““food deserts”—evidence and assumption in health policy making,” *BMJ*, vol. 325, no. 7361, pp. 436–438, 2002.
- [51] N. Wrigley, D. Warm, B. Margetts, and M. Lowe, “The leeds ‘food deserts’ intervention study: What the focus groups reveal,” *International Journal of Retail Distribution Management*, vol. 32, pp. 123–136, 02 2004.
- [52] J. Jiao, A. V. Moudon, J. Ulmer, P. M. Hurvitz, and A. Drewnowski, “How to identify food deserts: Measuring physical and economic access to supermarkets in king county, washington,” *American Journal of Public Health*, vol. 102, no. 10, pp. e32–e39, 2012.
- [53] O. S. Honório, M. C. Pessoa, L. H. A. Gratoão, L. L. Rocha, I. R. R. de Castro, D. S. Canella, P. M. Horta, and L. L. Mendes, “Social inequalities in the surrounding areas of food deserts and food swamps in a brazilian metropolis,” *International Journal for Equity in Health*, vol. 20, no. 1, p. 168, 2021.
- [54] L. Landaeta-Díaz, J. F. Vergara-Perucich, C. Aguirre-Nuñez, and A. Ulloa-León, “Mapping nutritional inequality: A primary socio-spatial analysis of food deserts in santiago de chile,” *Urban Science*, vol. 8, no. 4, p. 129, 2024.
- [55] M. S. Bevel, M.-H. Tsai, A. Parham, S. E. Andrzejak, S. Jones, and J. X. Moore, “Association of food deserts and food swamps with obesity-related cancer mortality in the us,” *JAMA Oncology*, vol. 9, pp. 909–916, 07 2023.
- [56] D. Rose, J. Bodor, C. Swalm, J. Rice, T. Farley, and P. Hutchinson, “1 deserts in new orleans? illustrations of urban food access and implications for policy,” 05 2011.
- [57] H. Luan, J. Law, and M. Quick, “Identifying food deserts and swamps based on relative healthy food access: a spatio-temporal bayesian approach,” *International Journal of Health Geographics*, vol. 14, no. 1, p. 37, 2015.
- [58] C. Needham, C. Strugnell, S. Allender, and L. Orellana, “Beyond food swamps and food deserts: exploring urban australian food retail environment typologies,” *Public Health Nutrition*, vol. 25, no. 5, pp. 1140–1152, 2022.

- [59] M. F. Grilo, C. de Menezes, and A. C. Duran, "Food swamps in campinas, brazil," *Ciencia & Saude Coletiva*, vol. 27, no. 7, pp. 2717–2728, 2022.
- [60] Y. Zhang, Y. Fan, P. Liu, F. Xu, and Y. Li, "Cyber food swamps: Investigating the impacts of online-to-offline food delivery platforms on healthy food choices," 2025.
- [61] Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), "Gobierno regional metropolitano de santiago." <https://www.subdere.gov.cl/division-administrativa-de-chile/gobierno-regional-metropolitano-de-santiago>, n.d. Accessed: 2025-08-29.
- [62] Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, "Gobierno regional impulsa "alianza para la justicia digital" que busca mejorar la conectividad de internet en 9 comunas de la rm," Sept. 2022. Consultado el 2025-09-06.
- [63] A. Borsdorf and R. Hidalgo, "New dimensions of social exclusion in latin america: From gated communities to gated cities, the case of santiago de chile," *Land Use Policy*, vol. 25, no. 2, pp. 153–160, 2008.
- [64] N. Valenzuela-Levi, "The written and unwritten rules of internet exclusion: inequality, institutions and network disadvantage in cities of the global south," *Information, Communication & Society*, vol. 24, no. 11, pp. 1568–1585, 2021.
- [65] L. S. Revenko and N. S. Revenko, "Digital divide and digital inequality in global food systems," *Vestnik RUDN. International Relations*, vol. 22, no. 2, pp. 372–384, 2022.
- [66] CEDEUS, "Santiago: la brutal centralización de una ciudad fragmentada y desigual," 2019. Consultado: 2025-09-11.
- [67] R. A. Khan, "¿qué es la extracción de datos? definición, cómo funciona y técnicas," 2025. Consultado: 30 septiembre 2025.
- [68] R. Murphy, "Data transformation in api integrations," 2024. Consultado: 30 septiembre 2025.
- [69] E. Ensari and B. Kobaş, "Web scraping and mapping urban data to support urban design decisions," *A/Z ITU Journal of the Faculty of Architecture*, vol. 15, no. 1, pp. 5–21, 2018.
- [70] A. Brenning and S. Henn, "Web scraping: a promising tool for geographic data acquisition," *arXiv preprint arXiv:2305.19893*, 2023.
- [71] N. K. Kahlon and W. Singh, "A systematic review of web scraping: Techniques, llm-enhanced approaches, performance metrics, and legal-ethical issues," *SSRN Electronic Journal*, 2025. Preprint.

- [72] M. A. Brown, A. Gruen, G. Maldoff, S. Messing, Z. Sanderson, and M. Zimmer, “Web scraping for research: Legal, ethical, institutional, and scientific considerations,” 2024.
- [73] S. Ashouri, A. Hajikhani, A. Suominen, L. Pukelis, and S. W. Cunningham, “Measuring digitalization at scale using web scraped data,” *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 207, p. 123618, 2024.
- [74] P. A. P. S. Ortiz and L. O. Freitas, “Mapping and predicting crimes in small cities using web scraping and machine learning,” in *Proceedings of the 27th International Conference on Enterprise Information Systems (ICEIS 2025) - Volume 1*, (Lisbon, Portugal), pp. 888–894, SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2025.
- [75] Postman, “¿qué es una api?.” https://www-postman-com.translate.google.com/what-is-an-api/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge&_x_tr_hist=true, 2025. Consultado: 2 de octubre de 2025.
- [76] Carolina González Valenzuela, “Qué es una api, el gran puente tecnológico entre aplicaciones.” <https://computerhoy.20minutos.es/tecnologia/api-gran-puente-tecnologico-aplicaciones-1452005>, 2025. Consultado: 2 de octubre de 2025.
- [77] M. Koolwal, “Web scraping vs api: ¿cuál es la mejor manera de extraer datos de la web?.” <https://www.scrapingdog.com/blog/web-scraping-vs-api/>, 2024. Consultado: 2 de octubre de 2025.
- [78] Amazon Web Services, “¿qué es una api?.” https://aws.amazon.com/translate/google/what-is/api/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=en%20tu%20tel%C3%A1fono.-,%C3%A1Qu%C3%A9%20significa%20API?,estructurar%20dichas%20solicitudes%20y%20respuestas, 2025. Consultado: 2 de octubre de 2025.
- [79] Weatherstack, “Weatherstack api: Real-time and historical world weather data.” <https://weatherstack.com>, 2025. Consultado: 8 de octubre de 2025.
- [80] Bhagyashree, “Top data extraction apis in 2025.” https://www.promptcloud.com/blog/best-data-extraction-apis-2025/#Techniques_Used_in_Data_Extraction, 2025. Consultado: 2 de octubre de 2025.
- [81] R. Mitchell, *Web Scraping with Python: Collecting Data from the Modern Web*. Sebastopol, CA: O’Reilly Media, 2nd ed., 2018.
- [82] E. Persson, “Evaluating tools and techniques for web scraping,” Master’s thesis, Uppsala University, 2019.
- [83] M. A. Khder, “Web scraping or web crawling: State of art, techniques, approaches and application,” *International Journal of Advance Soft Computing and Applications*, vol. 13, no. 3, pp. 145–167, 2021.

- [84] C. Lotfi, S. Srinivasan, M. Ertz, and I. Latrous, *Web Scraping Techniques and Applications: A Literature Review*, pp. 381–394. 01 2021.
- [85] Sankha, “Oscar winner list — web scraping example.” <https://github.com/Sankha1998/web-scraping-examples/blob/main/Oscar%20Winner%20List.ipynb>, 2024. Consultado: 8 de octubre de 2025.
- [86] A. S. franzke, A. Bechmann, M. Zimmer, C. Ess, and A. of Internet Researchers, “Internet research: Ethical guidelines 3.0,” 2020. Unanimously approved by the AoIR membership October 6, 2019.
- [87] Adobe, “¿qué es un archivo csv?.” <https://www.adobe.com/es/acrobat/resources/document-files/text-files/csv-file.html>, s.f. Consultado: 1 de octubre de 2025.
- [88] H. Butler, M. Daly, A. Doyle, S. Gillies, T. Schaub, and S. Hagen, “The GeoJSON Format.” RFC 7946, Aug. 2016.
- [89] K. Jordahl, J. V. den Bossche, M. Fleischmann, J. Wasserman, J. McBride, J. Gerard, J. Tratner, M. Perry, A. G. Badaracco, C. Farmer, G. A. Hjelle, A. D. Snow, M. Cochran, S. Gillies, L. Culbertson, M. Bartos, N. Eubank, maxalbert, A. Bilogur, S. Rey, C. Ren, D. Arribas-Bel, L. Wasser, L. J. Wolf, M. Journois, J. Wilson, A. Greenhall, C. Holdgraf, Filipe, and F. Leblanc, “geopandas/geopandas: v0.8.1.” <https://geopandas.org/en/stable/docs.html>, July 2020. Consultado: 1 de octubre de 2025.
- [90] J. C. Luna, “Tutorial: Geospatial analysis with geopandas.” <https://www.datacamp.com/es/tutorial/geopandas-tutorial-geospatial-analysis>, 2024. Consultado el 9 de octubre de 2025.
- [91] T. Souza, “¿qué es la segmentación geográfica y por qué es importante?.” <https://clevertap.com/es/blog/segmentacion-geografica/>, 2025. Consultado: 2 de octubre de 2025.
- [92] Sowjanya Pedada, “¿qué es el análisis geoespacial?.” <https://mindthegraph.com/blog/es/que-es-el-analisis-geoespacial/>, 2023. Consultado: 2 de octubre de 2025.
- [93] Esri, “¿qué es arcgis?.” <https://www.esri.com/es-es/arcgis/geospatial-platform/overview>, s.f. Consultado: 4 de octubre de 2025.
- [94] L. Gutiérrez, “¿por qué todas las empresas de cartografía deberían usar qgis?.” <https://mappinggis.com/2024/03/por-que-todas-las-empresas-de-cartografia-deberian-usar-qgis/>, junio 2024. Consultado: 4 de octubre de 2025.
- [95] A. Morales, “15 librerías de python para gis.” <https://mappinggis.com/2022/04/15-librerias-de-python-para-gis>, abril 2022. Consultado: 4 de octubre de 2025.

- [96] A. Morale, “Análisis espacial con r: Usa r como un sistema de información geográfica.” <https://mappinggis.com/2025/08/analisis-espacial-con-r-usa-r-como-un-sistema-de-informacion-geografica>, agosto 2025. Consultado: 4 de octubre de 2025.
- [97] HubIQ, “Introducción a los sistemas de información geográfica (sig).” <https://www.hubiq.mx/post/4-1-introducción-a-sistemas-de-información-geográfica>, 2023. Consultado: 4 de octubre de 2025.
- [98] Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Departamento de Geografía, “Base cartográfica censal: alcances y consideraciones para el usuario,” tech. rep., Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile, 2018. Versión N° 2, septiembre 2018.
- [99] Instituto Nacional de Estadísticas (INE), “Urbano/rural: Contexto de los resultados. diseminación censo 2017,” tech. rep., Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile, 2018. Mayo 2018.
- [100] I. N. de Estadísticas (INE), “Actualización de zonas censales,” tech. rep., Departamento de Geografía, Serie Boletines N° 22, Santiago, Chile, agosto 2015. Consultado: 4 de octubre de 2025.
- [101] J. P. Gaete, “Definición de manzana censal,” tech. rep., Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Departamento de Geografía, Santiago, Chile, junio 2015. Consultado: 4 de octubre de 2025.
- [102] Esri, “Arcgis rest api: Servicio de geocodificación.” <https://developers.arcgis.com/rest/geocode>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [103] Databricks, “¿qué son los dataframes?” <https://www.databricks.com/glossary/what-are-dataframes>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [104] MappingGIS, “Postgresql + postgis: solución para la gestión de datos espaciales.” <https://mappinggis.com/2024/08/postgresql-postgis-solucion-para-la-gestion-de-datos-espaciales>, 2024. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [105] G. GIS, “Spatialite: Spatial extension for sqlite.” <https://www.gaia-gis.it/foossil/libspatialite/index>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [106] Q. D. Team, “Administrador de bases de datos (db manager) — manual de capacitación de qgis 3.40.” https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/training_manual/databases/db_manager.html, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [107] S. Ramírez, “Fastapi: Modern, fast (high-performance), web framework for building apis with python.” <https://fastapi.tiangolo.com>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.

- [108] T. Christie and contributors, “Django rest framework: Powerful and flexible toolkit for building web apis.” <https://www.django-rest-framework.org>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [109] P. Projects, “Flask: Lightweight wsgi web application framework.” <https://flask.palletsprojects.com/en/stable>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [110] M. O. Source, “React: Biblioteca de javascript para construir interfaces de usuario.” <https://es.react.dev>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [111] G. Developers, “Angular: Framework para el desarrollo de aplicaciones web.” <https://angular.dev>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [112] E. You and V. Community, “Vue.js: The progressive javascript framework.” <https://vuejs.org>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [113] MappingGIS, “Geocodificación con geopy.” <https://mappinggis.com/2018/11/geocodificacion-con-geopy>, 2018. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [114] OpenStreetMap, “Nominatim: Openstreetmap geocoding service.” <https://nominatim.org>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [115] G. Developers, “Cómo funciona la api de geocoding.” <https://developers.google.com/maps/documentation/geocoding/overview?hl=es-419>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [116] P. for Geographic Data Science Team, “Trabajando con geodataframes — python for geographic data science.” <https://pythongis.org/part2/chapter-06/nb/01-geodataframe.html>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [117] B. L. University of Ljubljana, “Orange data mining: Open-source data visualization and analysis tool.” <https://orangedatamining.com>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [118] M. Corporation, “¿qué es power query?.” <https://learn.microsoft.com/es-es/power-query/power-query-what-is-power-query>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [119] E. B. School, “¿qué es kettle pentaho y cuál es su uso en la empresa?.” <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/que-es-kettle-pentaho-y-cual-es-su-uso-en-la-empresa>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [120] S. Developers, “Shapely documentation (stable version).” <https://shapely.readthedocs.io/en/stable>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [121] C. Developers, “Contextily documentation (latest version).” <https://contextily.readthedocs.io/en/latest>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.

- [122] J. C. Alf, “Manual de pandas en python — aprende con alf.” <https://aprendecnalf.es/docencia/python/manual/pandas>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [123] N. Developers, “Numpy: Fundamental package for scientific computing with python.” <https://numpy.org>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [124] D. P. Peralta, “Visualizando datos: Matplotlib vs seaborn vs plotly.” <https://medium.com/@a218208885/visualizando-datos-matplotlib-vs-seaborn-vs-plotly-738e1bda112a>, 2023. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [125] DataCamp, “Todo sobre r: Qué es, para qué sirve y por qué aprenderlo.” <https://www.datacamp.com/es/blog/all-about-r>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [126] MathWorks, “Matlab: Entorno de programación para el cálculo numérico y el análisis de datos.” <https://la.mathworks.com/products/matlab.html>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [127] EvalCommunity, “Using spss in monitoring and evaluation.” <https://www.evalcommunity.com/career-center/using-spss-in-monitoring-and-evaluation/>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [128] I. Prapas, “Analyze geospatial data in python: GeoPandas and shapely.” <https://www.learndatasci.com/tutorials/geospatial-data-python-geopandas-shapely/>, 2021. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [129] F. Pedregosa, G. Varoquaux, A. Gramfort, V. Michel, B. Thirion, O. Grisel, M. Blondel, P. Prettenhofer, R. Weiss, V. Dubourg, J. Vanderplas, A. Passos, D. Cournapeau, M. Brucher, M. Perrot, and É. Duchesnay, “Scikit-learn: Machine learning in Python,” *Journal of Machine Learning Research*, vol. 12, pp. 2825–2830, 2011.
- [130] DataCamp, “Tutorial de pickle en python: Serialización de objetos.” <https://www.datacamp.com/es/tutorial/pickle-python-tutorial>, 2024. Consultado el 5 de noviembre de 2025.
- [131] L. Developers, “Leaflet: An open-source javascript library for interactive maps.” <https://leafletjs.com>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [132] vis.gl Team, “deck.gl: WebGL-powered framework for visual exploratory data analysis of large datasets.” <https://deck.gl>, 2025. Consultado el 28 de octubre de 2025.
- [133] G. M. Platform, “Google maps and deck.gl geojsonlayer.” <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/examples/deckgl-points>. Consultado el 28 de octubre de 2025.

-
- [134] PedidosYa, “Restaurantes en santiago.” <https://www.pedidosya.cl/restaurantes/santiago>, 2025. Consultado el 11 de noviembre de 2025.
- [135] D. Financiero, “Pedidosya completa cobertura en todas las capitales regionales y” <https://www.df.cl/empresas/consumo/pedidosya-completa-cobertura-en-todas-las-capitales-regionales-y>, 2020. Consultado el 11 de noviembre de 2025.
- [136] I. N. de Estadísticas (INE), “Zonas censales región metropolitana de santiago, censo 2017.” <https://hub.arcgis.com/datasets/99d235aed7e24465b37e7c6ff7bcd7fd/explore?location=-33.463259%2C-70.699083%2C10.67>, 2017. Consultado el 6 de noviembre de 2025.