



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN JUAN

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

TRABAJO DE FIN DE CARRERA

TÍTULO

INTEGRACIÓN DE CIENCIA DE DATOS Y ANÁLISIS GEOESPACIAL PARA LA GENERACIÓN DE PROPUESTAS DE GESTIÓN EFICIENTE Y DISTRIBUCIÓN INTELIGENTE DE CONTENEDORES. CASO DE ESTUDIO: GESTIÓN DE RESIDUOS DEL DEPARTAMENTO RIVADAVIA.

TIPO DE TRABAJO

INFORME TÉCNICO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AUTORES

MARÍA EUGENIA MOREIRA
LICENCIATURA EN SISTEMAS DE
INFORMACIÓN

FRANCO GIL
LICENCIATURA EN CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN

ASESOR
MG. LIC. JUAN ARANDA

CO-ASESOR
LIC. PROF. QUIROGA SERGIO OMAR

SAN JUAN – ARGENTINA

AÑO 2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo, a mis queridos padres, José y María Fani, por su amor incondicional, su ternura infinita y su acompañamiento constante a lo largo de toda mi vida. Ellos han sido el pilar fundamental de mi formación personal y profesional, brindándome siempre apoyo, comprensión y la fortaleza necesaria para alcanzar cada uno de mis objetivos.

A mis hermanas, Mabel, Nelly y Mirtha, quienes con su presencia, cariño y aliento permanente me acompañaron en cada etapa de mi carrera, sosteniéndome en los momentos de dificultad y celebrando conmigo cada logro alcanzado.

Con profundo amor y gratitud en mi corazón, dedico estas palabras a mi ángel del cielo, Guadita, la niña más dulce, tierna y amorosa, cuyo amor puro iluminó mi camino y me acompañó durante todo este proceso. Su presencia espiritual ha sido una fuente de inspiración, fortaleza y esperanza en los momentos más importantes y trascendentes de mi vida.

A todos ellos, con profundo reconocimiento y amor eterno.

María Eugenia.

Dedico este logro a mis padres, Alfredo "Nito" y Mabel, por haberme enseñado con su ejemplo que el esfuerzo, el trabajo y el aprendizaje son el camino para superarse día a día.

A mis hijas, Sara y Emilia, quienes fueron el motor y la inspiración para finalizar mis estudios. Que este esfuerzo sea mi mejor ejemplo para ustedes; las amo profundamente.

A mi compañera de vida, Evelyn, por su apoyo incondicional en este proceso; sin ella, no habría sido posible alcanzar este logro.

Franco.

Agradecimientos

Al Mg. Lic. Juan Aranda, asesor de Tesis, por su generosidad al brindar la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, sinceridad y apoyo incondicional, fundamental para la realización de este trabajo.

Al Lic. Prof. Sergio Quiroga, co-director de Tesis, por su valiosa colaboración, su disposición permanente y su mirada crítica y constructiva que enriquecieron cada etapa de este trabajo.

Al Decano de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, Dr. Jorge Castro.

A las autoridades del Departamento de Informática de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan: a su director, Lic. Manuel Ortega, y a su codirectora, Mg. María Isabel Masanet; así como a los directores de carrera: Mg. Lic. Juan Aranda de la Licenciatura en Sistemas de Información (LSI) y a Lic. Nelson Rodríguez de la Licenciatura en Ciencias de la Computación (LCC).

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN	9
1. Resumen	10
2. Problemática	14
3. Justificación	14
4. Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
5. Metodología	17
CAPÍTULO 2 – MARCO TEÓRICO	18
1. Ciencia De Datos.	19
1.1 Metodología CRISP-DM en ciencia de datos.	20
2. Sistemas de Información Geográficos.	22
3. Portal Geoestadístico.	24
4. Radio Censal.	25
5. Residuos Sólidos.	25
6. Plataforma Web REDATAM.	27
7. QGIS.	27
8. Python.	29
9. Normalización matemática Min-Max.	30
10. Método de Suma Ponderada (WSM) o Adición Lineal Ponderada (WLC).	34
11. Ingeniería de Características (feature engineering).	35
CAPÍTULO 3 – CASO DE ESTUDIO	37

1. Situación Actual En El Municipio De Rivadavia.	38
2. Factores que afectan la generación de residuos.	40
2.1 Densidad poblacional.	40
2.2 Nivel educativo.	41
2.3 Nivel económico.	41
CAPÍTULO 4 - DESARROLLO	42
1. Implementación de metodología CRISP-DM.	43
1.1 Entendimiento Del Negocio.	43
1.2 Entendimiento De Los Datos.	43
1.3 Preparación De Los Datos.	43
1.3.1 Densidad Poblacional.	44
1.3.2 Nivel Educativo.	56
1.3.3 Índice Económico.	63
1.4 Modelado.	74
1.5 Evaluación.	80
Implementación en QGIS.	80
1.6 Despliegue.	87
1.6.1 Propuesta de solución.	90
CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	92
1. Conclusiones.	93
2. Líneas futuras de investigación.	94
BIBLIOGRAFÍA	96

ANEXO 1 – ENTREVISTA A RICARDO SÁNCHEZ	107
ANEXO 2 – PROGRAMACIÓN EN PYTHON	111
Descripción	111
Implementación	111
Índice de imágenes	
Imagen 1. <i>Fases principales de la metodología CRISP-DM.</i>	20
Imagen 2. <i>Funciones GIS con la información.</i>	23
Imagen 3. <i>Esquema de capas de información en un SIG.</i>	24
Imagen 4. <i>Visualización de variables sin normalizar.</i>	33
Imagen 5. <i>Visualización de variables normalizadas.</i>	34
Imagen 6. <i>Filtro cantidad de habitantes por radio censal.</i>	45
Imagen 7. <i>Consulta de cantidad de habitantes por radio censal.</i>	47
Imagen 8. <i>Cálculo de superficie en KM² para cada radio censal en QGIS.</i>	50
Imagen 9. <i>Consulta de máximo nivel de instrucción alcanzado.</i>	57
Imagen 10. <i>Filtro viviendas con más de 3 habitaciones.</i>	65
Imagen 12. <i>Consulta cantidad de hogares con 3 o más baños y más de 3 habitaciones.</i>	65
Imagen 13. <i>Mapa densidad poblacional.</i>	81
Imagen 14. <i>Mapa Nivel Educativo.</i>	82
Imagen 15. <i>Mapa Nivel Económico.</i>	82
Imagen 16. <i>Mapa de combinación densidad poblacional y nivel de estudio.</i>	85

Imagen 17. <i>Mapa combinación densidad poblacional y nivel económico.</i>	85
Imagen 18. <i>Mapa combinación Densidad-Estudio con Densidad-Nivel Económico.</i>	87
Imagen 19. <i>Referencias presentadas en Imagen 18.</i>	88

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Cantidad de habitantes por radio censal.</i>	47
Tabla 2. <i>Cálculo de densidad poblacional por radio.</i>	53
Tabla 3. <i>Cantidad de personas con alto nivel de estudio.</i>	58
Tabla 4. <i>Porcentaje de personas con alto nivel de estudio.</i>	60
Tabla 5. <i>Cantidad de hogares con 3 o más baños y más de 3 habitaciones.</i>	66
Tabla 6. <i>Cálculo de índice económico.</i>	69
Tabla 7. <i>Índices normalizados.</i>	72
Tabla 8. <i>Combinación densidad poblacional con nivel de estudio e Índice económico.</i>	75
Tabla 9. <i>Combinación densidad - índice económico y densidad - nivel de estudio.</i>	78
Tabla 10. <i>Tipo de clasificación y acompañamiento educativo según tipo de zona.</i>	90

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. <i>Normalización de variables.</i>	31
Ecuación 2. <i>Suma ponderada</i>	34
Ecuación 3. <i>Cálculo densidad poblacional.</i>	51

Tabla de abreviaturas

Abreviatura	Significado
AWS	Amazon Web Service
IIC	Instituto De Ingeniería Del Conocimiento
SIG	Sistema De Información Geográfica
INDEC	Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos
REDATAM	Recuperación de Datos para Áreas pequeñas por Microcomputador
CELADE	Centro Latinoamericano Y Caribeño De Demografía
CEPAL	Comisión Económica Para América Latina Y El Caribe
CAD	Diseño Asistido Por Computadora
MAX	Máximo
MIN	Mínimo
WSM	Método De Suma Ponderada
WLC	Adición Lineal Ponderada
GPS	Sistema De Posicionamiento Global
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
CRISP-DM	Proceso Estándar Inter-Industrias para Minería de Datos
QGIS	Quantum GIS
PyQGIS	Librería de QGIS para ejecutar código Python
IoT	Internet de las Cosas

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCIÓN

1. Resumen

El presente trabajo de fin de carrera se enmarca en el ámbito del Proyecto de Investigación "Ciencia de datos como instrumento para la generación de políticas públicas en la planificación y desarrollo urbano de gobiernos municipales. Caso de estudio: Municipalidad de Rivadavia" aprobado por el Rectorado de la Universidad Nacional de San Juan a través de la Resolución 1499/23-R. En el contexto del proyecto de investigación mencionado, se planteó el análisis mediante la aplicación de Ciencia de Datos, de la implementación de políticas públicas territoriales a través de las transformaciones urbanas y del terreno, desde una perspectiva multidimensional, interdisciplinaria e interinstitucional. Esto permitió la utilización de la información con el fin de problematizar, producir y generar conocimiento pertinente para la gestión del territorio.

Este trabajo se orientó a la creación de un sistema de información integral basado en ciencia de datos, capaz de procesar y analizar grandes volúmenes de información georreferenciada vinculada a variables espaciales, económicas, productivas y sociales. Esto permitió la construcción de escenarios dinámicos de análisis, fundamentales para diseñar políticas públicas urbanas ajustadas a las características y necesidades del territorio. La generación de matrices georreferenciadas y de indicadores pertinentes se favoreció no sólo la regulación del crecimiento urbano y la planificación estratégica, sino también la identificación de problemáticas específicas que impactan en la calidad de vida de la población.

En este contexto el presente trabajo de fin de carrera, abordó la aplicación de ciencia de datos y análisis geoespacial como herramienta para la generación de

propuestas de gestión de residuos sólidos urbanos en el departamento Rivadavia, provincia de San Juan.

La experiencia demostró que, a pesar de intentos previos de implementación de planes ambientales, las políticas aplicadas no prosperaron por falta de información precisa y de campañas de concientización ciudadana. Actualmente no existen estrategias activas de clasificación de residuos, lo que evidencia desigualdades en el acceso a infraestructura adecuada y una baja participación comunitaria en la separación de materiales.

Mediante los datos obtenidos en el censo del año 2022 en la República Argentina y su posterior procesamiento, se planteó la construcción de indicadores sociodemográficos, para diseñar políticas ambientales basadas en evidencia que permitan optimizar la distribución de contenedores y garantizar un uso más eficiente de los recursos municipales. Se demostró que el empleo de ciencia de datos y sistemas de información geográfica posibilitó identificar áreas prioritarias, para mejorar la planificación de la recolección y aumentar las posibilidades de éxito de las estrategias ambientales. En este sentido se integró la dimensión tecnológica y social, para contribuir a fortalecer la capacidad de los gobiernos locales para elaborar políticas públicas sostenibles, equitativas y ajustadas a la diversidad territorial.

Palabras Clave: ciencia de datos, análisis geoespacial, políticas públicas, gestión de residuos sólidos, Rivadavia, indicadores sociodemográficos, planificación urbana.

Abstract

This final degree project is framed within the scope of the Research Project "Data science as an instrument for the generation of public policies in urban planning and development of municipal governments. Case study: Municipality of Rivadavia", approved by the Rectorate of the National University of San Juan through Resolution 1499/23-R. In the context of the aforementioned research project, an analysis was proposed, through the application of Data Science, of the implementation of territorial public policies via urban and land transformations, from a multidimensional, interdisciplinary, and inter-institutional perspective. This allowed for the use of information in order to problematise, produce, and generate relevant knowledge for territorial management.

It was oriented towards the creation of a comprehensive information system based on data science, capable of processing and analysing large volumes of georeferenced information linked to spatial, economic, productive, and social variables. This enabled the construction of dynamic analysis scenarios, which are fundamental for designing urban public policies tailored to the characteristics and needs of the territory. The generation of georeferenced matrices and relevant indicators favoured not only the regulation of urban growth and strategic planning, but also the identification of specific issues that impact the population's quality of life.

In this context, the present final degree project addressed the application of data science and geospatial analysis as a tool for generating proposals for urban solid waste management in the department of Rivadavia, province of San Juan.

Experience has shown that, despite previous attempts to implement environmental plans, the applied policies do not succeed due to a lack of precise information and public awareness campaigns. Currently, there are no active waste sorting strategies, which highlights inequalities in access to adequate infrastructure and low community participation in material separation.

Through the data obtained from the 2022 census in the Argentine Republic and its subsequent processing, the construction of socio-demographic indicators was proposed, in order to design evidence-based environmental policies that allow for the optimisation of container distribution and guarantee a more efficient use of municipal resources. It was demonstrated that the use of data science and geographic information systems made it possible to identify priority areas, to improve collection planning and increase the chances of success for environmental strategies. In this sense, the technological and social dimensions were integrated to contribute to strengthening the capacity of local governments to develop sustainable, equitable public policies tailored to territorial diversity.

Keywords: data science, geospatial analysis, public policy, solid waste management, Rivadavia, sociodemographic indicators, urban planning.

2. Problemática

Se aborda la dificultad concreta de la ausencia de mecanismos de generación y aplicación de políticas públicas eficaces para la gestión de residuos sólidos urbanos en Rivadavia, lo que implica enfrentar la complejidad de la distribución de los recursos disponibles, la participación de la población en la clasificación de residuos y la optimización de recursos municipales bajo un enfoque de sostenibilidad ambiental y desarrollo urbano basado en evidencia.

3. Justificación

El uso de ciencia de datos y sistemas de información geográfica para analizar datos censales y generar indicadores permite diseñar políticas públicas basadas en evidencia, potencialmente mejorando la equidad en el acceso a recursos y la eficiencia en la gestión ambiental.

La gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) es un reto creciente en las ciudades actuales, vinculada directamente con la promoción del desarrollo sostenible en la planificación ambiental municipal. Este contexto demanda soluciones eficientes que mejoren la calidad de vida y el cuidado ambiental.

En la ciudad de Rivadavia, existe la necesidad de formular planes de sostenibilidad ambiental que optimicen la distribución de contenedores para residuos, debido a fracasos en políticas ambientales previas. Esto evidencia una brecha significativa en la planificación y aplicación de estrategias ambientales efectivas. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

El trabajo de fin de carrera reconoce la diversidad sociodemográfica como un factor condicionante en la administración de recursos municipales, destacando

que diferentes características poblacionales influyen en la efectividad de las políticas y servicios implementados.

El desafío es transformar grandes volúmenes de datos en conocimiento aplicando ciencia de datos y análisis geoespacial obteniendo mapas interactivos, para así orientar la toma de decisiones hacia una gestión eficiente, equitativa y ambientalmente sostenible de los residuos en el municipio.

4. Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una herramienta de generación de propuestas de gestión eficiente y distribución inteligente de contenedores de residuos, basada en la integración de ciencia de datos y análisis geoespacial.

Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de los procesos de gestión de residuos que intervienen en el departamento de Rivadavia.
- Investigar modelos y métodos de análisis basados en ciencia de datos, análisis geoespacial y Sistemas de Información Geográficos.
- Integrar modelos de ciencia de datos y sistemas de información geográfica mediante una herramienta de generación de propuestas de gestión eficiente.
- Evidenciar gráficamente los datos obtenidos discriminados por áreas mediante la generación de mapas interactivos.

5. Metodología

Tipo de investigación cuantitativa, descriptiva con caso de estudio.

Los datos fuentes a utilizar se obtienen de la base de datos del Censo 2022 y de entrevistas en el municipio de Rivadavia.

Si bien este trabajo se centra en un estudio de caso específico para el departamento Rivadavia, se puede aplicar a otras comunidades.

CAPÍTULO 2 – MARCO TEÓRICO

1. Ciencia de Datos.

La ciencia de datos es una disciplina fundamental para la explotación de datos y la generación de conocimiento. Entre los objetivos que persigue se encuentra la búsqueda de modelos que describan patrones y comportamientos a partir de los datos con el fin de tomar decisiones o hacer predicciones. Es un área que ha experimentado un enorme crecimiento al extenderse el acceso a grandes volúmenes de datos e incluso su tratamiento en tiempo real, requiriendo de técnicas sofisticadas que puedan tratar con los problemas prácticos como escalabilidad, robustez ante errores, adaptabilidad con modelos dinámicos, etc. Abarca numerosos grupos de investigación de diferentes áreas (computación, estadística, matemáticas, ingeniería, etc.) que trabajan en la propuesta de nuevos algoritmos, técnicas de computación e infraestructuras para la captura, almacenamiento y procesado de datos, etc. (Padilla, 2018).

Definición y Fundamentación Conceptual

La Ciencia de Datos integra procesos sistematizados que incluyen la obtención, depuración, exploración, modelado e interpretación de datos. Este ciclo permite transformar datos crudos en resultados aplicables y comprensibles para las partes interesadas (Amazon Web Services, 2024). Además, la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático y análisis estadístico potencia la capacidad de descubrir patrones y hacer predicciones confiables (O'Neil & Schutt, 2013).

Componentes del Proceso de Ciencia de Datos

- Obtención de datos: Recolección desde múltiples bases de datos internas y externas, sensores e internet.

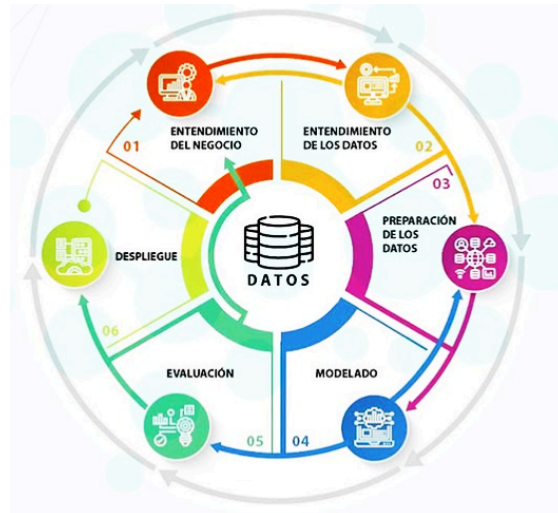
- Limpieza de datos: Normalización y corrección de errores, clave para garantizar calidad en análisis posteriores.
- Exploración de datos: Análisis preliminar con estadísticas descriptivas y visualización para identificar tendencias y anomalías.
- Modelado de datos: Empleo de técnicas avanzadas de machine learning para generar modelos predictivos o explicativos.
- Interpretación de resultados: Transformar resultados técnicos en información accionable mediante reportes visuales y explicativos (Amazon Web Services, 2024).

1.1 Metodología CRISP-DM en ciencia de datos.

La metodología de Proceso Estándar Inter-Industrias para Minería de Datos (CRISP-DM) (Cross Industry Standard Process for Data Mining) es un estándar de facto ampliamente aceptado para guiar proyectos de minería de datos y ciencia de datos. Fue desarrollada a finales de la década de 1990 para estandarizar el proceso de minería de datos, facilitando la gestión de proyectos complejos mediante una estructura clara, dividida en seis fases estratégicas (Espinosa Zúñiga, 2020).

Descripción de la Metodología CRISP-DM. En la Imagen 1 se pueden observar las seis fases principales de CRISP-DM que a continuación se detallan:

Imagen 1. *Fases principales de la metodología CRISP-DM.*



Fuente: (Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

Entendimiento del negocio: Entender los objetivos y requisitos del proyecto desde una perspectiva empresarial para definir técnicamente el problema a resolver. Esta fase involucra comunicación estrecha entre cliente y equipo técnico para alinear expectativas (Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

Entendimiento de los datos: Recolección y análisis exploratorio inicial de los datos para determinar la viabilidad y el potencial de la solución, complementando el conocimiento del negocio adquirido(Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

Preparación de los datos: Selección, limpieza y organización de los datos para construir conjuntos adecuados para el modelado. Es la fase que suele demandar mayor tiempo y esfuerzo, ya que influye directamente en la calidad de los modelos generados (Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

Modelado: Aplicación de técnicas y algoritmos para construir modelos que respondan a los objetivos del proyecto. Puede requerir ajustes y selección de

variables para optimizar el desempeño (Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

Evaluación: Verificación de que los modelos cumplen con los objetivos del negocio y revisión integral antes del despliegue. (Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

Despliegue: Implementación de la solución para su uso real, que puede incluir la automatización, generación de reportes o integración con sistemas existentes (Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

El modelo es flexible y puede adaptarse a distintos tipos de proyectos y sectores industriales. Por ejemplo, en algunos casos la fase de modelado puede ser menos relevante si el foco está en la exploración y visualización de datos, como en la detección de patrones sospechosos en datos financieros (Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

Ventajas y Aplicabilidad.

CRISP-DM estandariza el lenguaje y las tareas entre equipos técnicos y de negocio, reduciendo riesgos y facilitando la comunicación y toma de decisiones basadas en datos. Es altamente adaptable, permitiendo su uso en proyectos de machine learning, deep learning y análisis de Big Data (Saltz, 2021).

Su aplicación práctica es amplia, por ejemplo, en la detección de deserción de clientes en telecomunicaciones, segmentación geográfica, y optimización de

recursos, siempre con un enfoque centrado en la comprensión profunda tanto del problema de negocio como de los datos (Espinosa Zúñiga, 2020).

Evolución y Retos.

Aunque CRISP-DM se originó en la minería de datos clásica, se ha adaptado al contexto actual de la ciencia de datos, incorporando enfoques más exploratorios y flexibles que permiten construir los objetivos a partir de analíticas exploratorias, dado que en muchos proyectos modernos los objetivos no son completamente claros desde el inicio (Schröer y otros, 2021) (Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), 2022).

Además, se observan extensiones y adaptaciones para incorporar metodologías ágiles y nuevas tecnologías, enfrentando el desafío de mantener la metodología vigente frente a la rápida evolución del campo (Elkabalawy, 2024).

2. Sistemas de Información Geográficos.

Un Sistema de Información Geográfica o Georreferenciada (SIG) (en inglés, Geographic Information System, GIS) es un conjunto de herramientas informáticas capaces de gestionar información espacial y temática sobre una cartografía digital de un territorio en particular:

“La tecnología GIS (Sistemas de Información Geográfica) constituye una de las herramientas adecuadas de manejo de información, ya que usa el modelo de base de datos georrelacional asociando un conjunto de información gráfica en forma de planos/mapas con bases de datos digitales (G. Deferraris, 1994).”

Esto, sintéticamente, quiere decir que los GIS tienen como característica principal que el manejo de la información gráfica y alfanumérica se realiza de forma integrada, dentro de un mismo sistema informático, pudiendo abordar aspectos de alta complejidad relacionando datos de distintos orígenes (Gazaba, 2021).

Un SIG o GIS es una herramienta informática compleja, distinta a cualquier software informático, visualizador de mapas o de dibujo técnico que se utilice en el ámbito de una organización como puede ser el municipio. En particular, posee funciones que pueden encontrarse por separado en distintos tipos de aplicaciones, pero que en el caso de los SIG se encuentran integradas en un mismo sistema. La Imagen 2 permite conceptualizar mejor esta idea, centrando la perspectiva en las funciones que ofrece un GIS:

Imagen 2. Funciones GIS con la información.

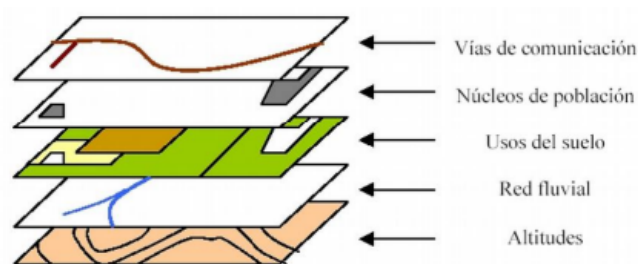


Fuente: (Gazaba, 2021).

Para entender mejor cómo es que un SIG manipula los datos y cómo éstos son representados, se puede reducir un poco su definición al de sistema de capas

superpuestas de información geográfica. Esto es como tener varios mapas de un lugar en la misma escala, y que se pueden poner uno sobre otro para poder realizar comparaciones entre ellos. Si bien la Imagen 3 es un poco básica, permite tener un primer acercamiento de las funcionalidades de un SIG. Entonces un SIG puede ser algo así:

Imagen 3. Esquema de capas de información en un SIG.



Fuente: (Gazaba, 2021).

3. Portal Geoestadístico.

Es una aplicación web que permite consultar, compartir y descargar las unidades que conforman el Marco Geoestadístico Nacional y visualizar indicadores estadísticos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, según distintos niveles de desagregación geográfica.

La información geoestadística se encuentra disponible en formato vectorial y de tablas alfanuméricas.

Desde esta aplicación se pueden integrar visualmente los datos estadísticos disponibles con otras capas de información temática disponibles en la plataforma o cargadas por la persona usuaria y, de esta forma, obtener insumos relevantes para los ejercicios de análisis territorial que dan soporte a la toma de decisiones y las

políticas públicas (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de Argentina, 2025).

4. Radio Censal.

El radio censal es una unidad de área de carácter operativo que se emplea en la organización de los censos de población. Está definido por un espacio territorial cuyos límites coinciden con límites geográficos y tiene una determinada cantidad de viviendas a relevar. Forma parte de una estructura geoespacial anidada: cada fracción censal está compuesta por radios censales y cada radio censal está compuesto por segmentos censales. Los radios se clasifican en urbanos, rurales y rurales mixtos. Los radios urbanos tienen un promedio de 300 viviendas. Para bordes de localidades, el radio urbano puede contener 200 viviendas, aproximadamente, y en localidades aisladas, 100 viviendas. En zonas rurales, los radios se determinan por la conjunción de distintos factores, como características del terreno, accesibilidad y distancia entre las viviendas (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de Argentina, 2025) .

5. Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos son materiales desechados por diversas actividades humanas que pueden clasificarse bajo criterios de origen, composición, biodegradabilidad y peligrosidad. La correcta clasificación facilita su manejo, tratamiento y destino final, permitiendo reducir impactos ambientales y promover la sostenibilidad (Repsol, 2024).

Clasificación según el origen.

Residuos domésticos: Generados en hogares, incluyen restos de alimentos, envases, ropa, aparatos electrónicos y otros objetos desechados en la vida diaria.

Residuos comerciales: Provenientes de actividades de comercio y servicios, como mercados, restaurantes o tiendas.

Residuos industriales: Resultantes de procesos productivos en fábricas, talleres e industrias.

Residuos de construcción y demolición: Generados en obras de edificación y demolición, incluyen escombros, maderas y metales.

Residuos mineros: Resultado de la extracción y procesamiento de minerales, pueden estar en estado sólido, pasta o acuoso.

Residuos sanitarios: Proviene de centros médicos, clínicas y hospitales, con riesgo potencial para la salud.

Residuos radiactivos: Aquellos que contienen materiales con radioactividad, clasificados según su nivel de peligrosidad (Repsol, 2024).

Clasificación según la composición.

Orgánicos: Materiales biodegradables derivados de seres vivos o sus procesos metabólicos, como restos de comida, residuos agrícolas, papel y madera.

Inorgánicos: Materiales no biodegradables o sintéticos como metales, vidrios, plásticos, pinturas y pilas.

Peligrosos: Residuos que presentan riesgos para la salud o el ambiente, incluyendo sustancias químicas tóxicas, aceites usados y baterías (Repsol, 2024).

Clasificación según la biodegradabilidad.

Residuos orgánicos: Se descomponen naturalmente por acción biológica. Pueden generar compost o biogás mediante tratamientos adecuados.

Residuos inorgánicos: No se descomponen fácilmente y requieren procesos de reciclaje o disposición especial.

Clasificación según peligrosidad.

No peligrosos: Aquellos que no afectan la salud o el medio ambiente y pueden ser manejados con sistemas convencionales.

Peligrosos: Implican riesgo por contener sustancias tóxicas, infecciosas o radiactivas, que deben tratarse con protocolos especiales para evitar daños (Repsol, 2024).

Importancia del manejo integral.

La gestión adecuada de los residuos sólidos considera su reducción en la fuente, segregación, recolección, transporte, tratamiento (reciclaje, compostaje) y disposición final. Este enfoque maximiza la sostenibilidad ambiental y social al minimizar la contaminación y aprovechar materiales recuperables. (Quiroz González, 2009).

6. Plataforma Web REDATAM.

Es la plataforma de Recuperación de Datos para Áreas pequeñas por Microcomputador (REDATAM) que permite difundir datos censales para consulta y análisis sin necesidad de instalar software local ni acceder a microdatos originales. Los usuarios pueden hacer consultas detalladas, cruces de variables y generar estadísticas o mapas temáticos directamente desde un navegador web. Este

sistema es utilizado en varios países para permitir el procesamiento y análisis en línea de censos y encuestas, facilitando el acceso a datos desagregados en niveles geográficos pequeños y protegiendo la privacidad de los datos (CELADE, División de Población de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), 2025).

7. QGIS.

En el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), Quantum GIS (QGIS) representa una plataforma fundamental de código abierto que permite la manipulación, análisis y visualización de datos geoespaciales. Su desarrollo se enmarca en la necesidad de contar con herramientas accesibles, flexibles y robustas para la gestión de información territorial en diversas disciplinas como geografía, urbanismo, medio ambiente y planificación territorial.

Conceptualización de QGIS y sus Herramientas.

QGIS es un software SIG basado en software libre que facilita la gestión de datos espaciales en formatos vectoriales y ráster. Entre sus herramientas, se destacan las funciones de geoprocésamiento, análisis espacial y edición de datos. Las herramientas de geoprocésamiento permiten transformar y analizar la geometría y atributos espaciales, mediante operaciones como buffer, clip, disolver y unión espacial, que son fundamentales para modelar fenómenos territoriales y generar nuevas capas derivadas de datos existentes (QGIS Development Team (Equipo de Desarrollo de QGIS), 2024). Las herramientas de análisis espacial incluyen algoritmos para evaluar relaciones espaciales, como la superposición, proximidad, redes de transporte y superficies, permitiendo obtener resultados cuantificables y visuales para

la toma de decisiones. Asimismo, QGIS cuenta con una caja de herramientas centralizada que agrupa estas funciones, facilitando la ejecución secuenciada y automatización de procesos, lo que potencia su uso en investigaciones y proyectos aplicados.

Funcionalidades Destacadas.

Entre las funcionalidades más relevantes se encuentran las herramientas de edición, que permiten la manipulación detallada de datos vectoriales—incluyendo geometrías puntuales, lineales, poligonales y multipoligonales— a través de funciones CAD-like, la creación y personalización de formularios para la captura estandarizada de información y el manejo avanzado de simbología para mapear atributos complejos. Además, QGIS es compatible con múltiples formatos y sistemas de referencia espacial, lo que permite la interoperabilidad entre distintas fuentes de datos y plataformas SIG. Una característica destacada es la integración de QGIS con bibliotecas externas como GRASS y SAGA GIS, ampliando sus capacidades analíticas. El soporte para scripting con Python, mediante la librería PyQGIS habilita la creación de procesos personalizados y automatización de tareas repetitivas, facilitando la reproducción y escalabilidad de análisis geoespaciales complejos (QGIS Development Team (Equipo de Desarrollo de QGIS), 2024).

Aplicación en Contextos Académicos y Profesionales.

QGIS se posiciona como una herramienta esencial en la formación académica debido a su accesibilidad y amplitud funcional. Permite a estudiantes e investigadores realizar análisis espaciales rigurosos, desarrollar modelos territoriales y producir cartografía de alta calidad para la comunicación científica. En el ámbito

profesional, su uso se extiende a la planificación urbana, gestión ambiental, recursos naturales, y desarrollo sostenible, donde las herramientas SIG son cruciales para la toma de decisiones basadas en datos espaciales (Gazaba, 2021).

8. Python.

Python es un lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y multiparadigma, que se ha consolidado como uno de los más utilizados en ámbitos académicos y profesionales gracias a su sencillez y amplia aplicabilidad (Toselli & Toselli, 2022). Fue creado por Guido Van Rossum en 1991, con el objetivo de facilitar la legibilidad del código y acelerar el desarrollo de aplicaciones, siendo ampliamente empleado en ciencia de datos, inteligencia artificial, desarrollo web y automatización industrial (Van Rossum, 1995 (abril)).

Python es un lenguaje interpretado, lo que permite una ejecución directa y detección temprana de errores, con tipado dinámico fuerte que aporta flexibilidad y control en el manejo de tipos de datos (Toselli & Toselli, 2022). Su estructura basada en indentación mejora la claridad del código, favoreciendo el mantenimiento. Además, soporta diversos paradigmas de programación —orientada a objetos, estructurada y funcional— permitiendo su uso en múltiples contextos y estilos (Rheinwerk Computing, 1999).

El ecosistema de Python está compuesto por numerosas bibliotecas y frameworks, como NumPy, Pandas, Matplotlib y Scikit-learn, esenciales para análisis y modelado de datos, además de frameworks web como Django y Flask para desarrollo de aplicaciones (Toselli & Toselli, 2022). Herramientas interactivas como Jupyter Notebooks facilitan el aprendizaje y la investigación al integrar código,

visualización y documentación (Rheinwerk Computing, 1999). Su naturaleza abierta y multiplataforma garantiza gran difusión y adaptabilidad.

Python es especialmente valorado en la educación para la enseñanza de programación por su sintaxis accesible y versatilidad (Toselli & Toselli, 2022). En el ámbito académico y profesional, Python se ha consolidado como una herramienta fundamental en áreas como la estadística, la biología computacional, el aprendizaje automático (machine learning), el procesamiento de datos y la automatización. Su versatilidad permite a investigadores y profesionales enfrentar con eficacia los desafíos tecnológicos actuales (Rheinwerk Computing, 1999). Además, el respaldo de una comunidad global activa y su constante evolución garantizan su vigencia en la vanguardia tecnológica.

Python es una herramienta clave que ofrece facilidad de aprendizaje, potencia y versatilidad para variados usuarios y disciplinas. Su ecosistema robusto y código abierto fomentan la innovación en educación, investigación y desarrollo profesional (Toselli & Toselli, 2022) (Van Rossum, 1995 (abril)).

9. Normalización matemática Min-Max.

La normalización es una técnica útil de preprocesamiento de datos que se emplea para ajustar la escala de las características numéricas de manera que se encuentren dentro de un rango específico o sigan una distribución determinada. Esto es especialmente importante cuando los conjuntos de datos contienen características con escalas muy diversas, ya que la normalización ayuda a crear uniformidad entre ellas. Transforma los valores de un conjunto de datos a una escala

común, lo que garantiza que ninguna característica domine a las demás debido a su magnitud (Equipo de Codecademy, 2025).

La normalización Mínimo (Min) – Máximo (Max) es una técnica matemática ampliamente utilizada en el análisis de datos para escalar variables que tienen diferentes rangos al mismo intervalo, típicamente. Esta metodología facilita la comparación directa entre variables heterogéneas, evitando que las magnitudes absolutas o las unidades diferentes afecten el análisis o modelos posteriores.

Concepto y Fundamentos.

La normalización Min-Max consiste en transformar un valor original de una variable mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Normalización de variables.

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

Donde:

X: Valor original

X_{min} : Valor mínimo de la variable

X_{max} : Valor máximo de la variable

X_{norm} = Valor normalizado de 0 a 1

Este método asegura que el valor mínimo se transforma en 0 y el máximo en 1, mientras que los demás valores quedan proporcionalmente ubicados dentro de ese rango.

Importancia y Aplicaciones

La normalización Min-Max es crítica en contextos de análisis multivariado, minería de datos, aprendizaje automático y otras técnicas cuantitativas cuando se requieren comparar variables con escalas y unidades distintas (Aggarwal, 2015 (abril)). Sin esta estandarización, variables con rangos mayores podrían dominar las métricas de distancia o inflar el impacto de ciertos atributos.

Además, esta técnica es sencilla y mantiene la distribución original de los datos, a diferencia de otras técnicas como la estandarización z-score, que cambia la forma de la distribución.

Limitaciones.

Una limitación importante del proceso Min-Max está en su sensibilidad a valores atípicos, pues la presencia de estos afecta X_{min} y X_{max} , distorsionando la escala de los datos normalizados. Por ello, es relevante realizar un análisis previo para detectar y gestionar valores extremos antes de aplicar la normalización (Han y otros, 2012).

¿Por qué normalizar los datos?

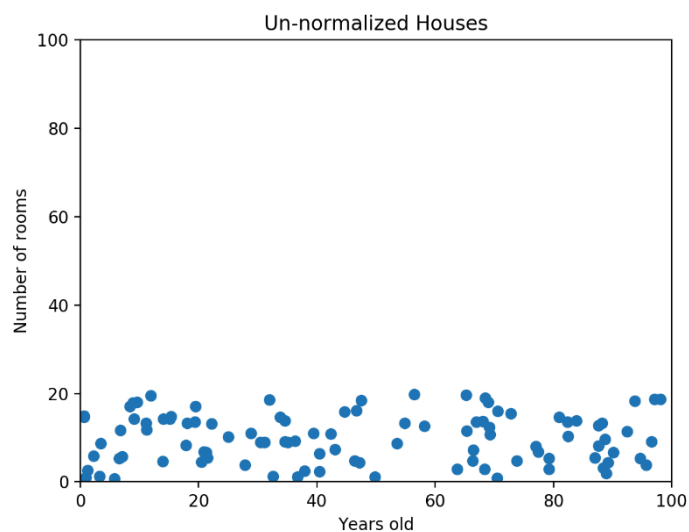
Muchos algoritmos de aprendizaje automático intentan encontrar tendencias en los datos comparando las características de los puntos de datos. Sin embargo, surge un problema cuando las características se encuentran en escalas drásticamente diferentes (Equipo de Codecademy, 2025).

Por ejemplo, se considera un conjunto de datos de casas. Dos características potenciales podrían ser el número de habitaciones y la antigüedad de la casa en

años. Un algoritmo de aprendizaje automático podría intentar predecir qué casa sería la mejor. Sin embargo, al comparar los datos, la característica con mayor magnitud predominará completamente sobre la otra.

Observar la Imagen 4:

Imagen 4. Visualización de variables sin normalizar.



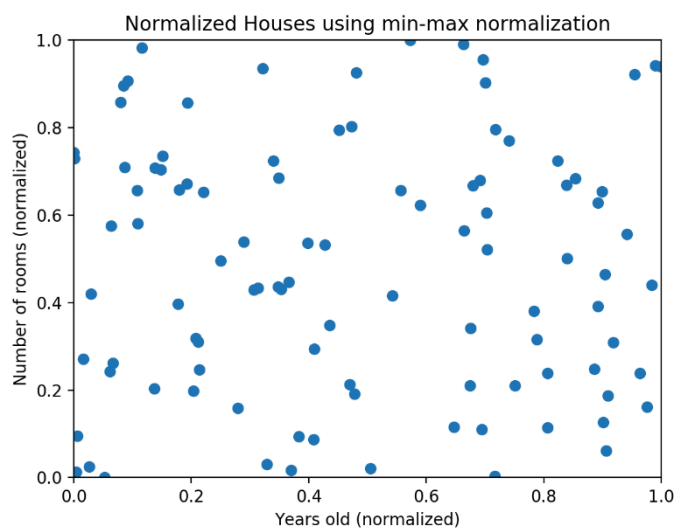
Fuente: (Equipo de Codecademy, 2025).

Cuando los datos se ven comprimidos de esa manera, se sabe que existe un problema. El algoritmo de aprendizaje automático debería darse cuenta de que existe una gran diferencia entre una casa con 2 habitaciones y una con 20. Pero ahora mismo, dado que dos casas pueden tener 100 años de diferencia, la diferencia en el número de habitaciones contribuye menos a la diferencia general (Equipo de Codecademy, 2025).

Como ejemplo más extremo, imaginar cómo se vería la gráfica si el eje x representara el costo de la casa. Los datos se verían aún más comprimidos; la diferencia en el número de habitaciones sería aún menos relevante, ya que el costo de dos casas podría diferir en miles de dólares (Equipo de Codecademy, 2025).

El objetivo de la normalización es que todos los datos tengan la misma escala, de modo que cada característica tenga la misma importancia. La Imagen 5 muestra los mismos datos de la casa normalizados mediante normalización min-max:

Imagen 5. Visualización de variables normalizadas.



Fuente: (Equipo de Codecademy, 2025).

10. Método de Suma Ponderada (WSM) o Adición Lineal Ponderada (WLC).

El método de suma ponderada (WSM) es una técnica fundamental en la toma de decisiones multicriterio y la optimización multiobjetivo, ampliamente utilizada debido a su simplicidad y efectividad para agregar múltiples criterios en una sola función objetivo (Hwang & Yoon, 1981). También se le conoce como

adición lineal ponderada (WLC), reflejando la suma de los productos entre valores de criterios y sus respectivos pesos (Keeney & Raiffa , 1993).

Concepto y formulación.

Este método consiste en asignar un peso a cada criterio según su importancia relativa y luego calcular la suma ponderada de las evaluaciones de cada alternativa. Formalmente, para un conjunto de n criterios, la puntuación S_j de una alternativa j se calcula como:

Ecuación 2. *Suma ponderada*

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i x_{ij}$$

Donde:

w_i : Peso asignado al criterio i

x_{ij} : Evaluación de la alternativa ij en el criterio i (Zeleny, 1982).

Los pesos se deben normalizar para que su suma sea 1, garantizando que la ponderación sea proporcional (Mendoza & Martins, 2006).

Aplicaciones y ventajas.

El método es muy empleado en problemas de selección, clasificación y evaluación donde las decisiones dependen de múltiples criterios, como en planificación estratégica, evaluación de proyectos, y selección de localizaciones (Belton & Stewart , 2002). Su ventaja radica en la capacidad para incorporar explícitamente las preferencias del decisor a través de la asignación de pesos, su

facilidad de implementación y comprensión, y la posibilidad de manejar criterios cuantitativos y cualitativos (Tian y otros, 2023).

Limitaciones.

Es importante considerar que este método asume independencia entre criterios y que los pesos reflejen fielmente las prioridades reales. Además, su eficiencia y confiabilidad disminuyen en presencia de criterios no linealmente independientes o cuando el espacio de soluciones óptimas no es convexo (Mendoza & Martins, 2006).

11. Ingeniería de Características (feature engineering).

Desde un punto de vista científico, la ingeniería de características ("feature engineering") es un proceso fundamental en la preparación de datos para modelos de aprendizaje automático y análisis estadístico. Consiste en transformar datos sin procesar en variables o atributos relevantes y útiles, mediante técnicas de selección, construcción, transformación, extracción y manipulación de datos, con el objetivo de crear un conjunto de variables que mejoren el rendimiento y la precisión de los modelos predictivos (IBM, 2024) (Ultralytics., 2025).

Este proceso optimiza la calidad del dato, eliminando ruido y resaltando la información que más contribuye a la tarea predictiva, lo cual puede impactar más en el desempeño del modelo que la elección del algoritmo en sí (IBM, 2024). En términos científicos, implica aplicar conocimientos del dominio y técnicas matemáticas para mejorar la representatividad de los datos, en un proceso iterativo que puede incluir la creación de nuevas variables a partir de las existentes, la

selección de las variables más relevantes y la reducción de dimensionalidad.

(Ultralytics., 2025).

CAPÍTULO 3 – CASO DE ESTUDIO

1. Situación Actual En El Municipio De Rivadavia.

El municipio ha desarrollado diversas acciones orientadas a mejorar la gestión integral de los residuos, buscando promover prácticas sostenibles y la participación ciudadana. Entre las principales iniciativas se destaca el programa "Barrios Saludables" (Municipalidad de Rivadavia, 2024), que tuvo como objetivo fomentar la clasificación domiciliar de residuos y reducir el volumen destinado a disposición final. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

En el marco de dicho programa se instalaron islas o puntos de reciclaje con dos tipos de contenedores: azules para residuos secos y verdes para residuos orgánicos. La recolección diferenciada se realizaba los días miércoles para los residuos secos y el resto de la semana para los residuos comunes. Sin embargo, la adhesión de los barrios fue desigual y, con el tiempo, el programa perdió continuidad. En la actualidad, solo una minoría de los vecinos realiza la separación en origen. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

A pesar de ello, el municipio mantiene la disposición diferenciada de residuos en la planta de reciclaje, donde se clasifican y destinan a distintos sectores según su tipo. Esta separación genera beneficios económicos, ya que reduce el canon que el municipio debe abonar por el tratamiento de residuos y otorga descuentos por el volumen de material reciclable recuperado. Parte de estos residuos se utilizan además en la producción de compost y otros elementos reutilizables. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

Se proyecta reactivar y modernizar el sistema mediante la implementación de nuevos programas de clasificación, acompañados por campañas de información y concientización. El objetivo es que la población incorpore la práctica de separación como un hábito cotidiano, comprendiendo sus ventajas ambientales y sanitarias. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

En términos económicos, la situación actual del municipio limita la posibilidad de adquirir nuevos contenedores, cuyo costo supera el millón de pesos por unidad. Tampoco se dispone de líneas de financiamiento o créditos específicos vinculados a proyectos sustentables o tecnológicos. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

Respecto a la distribución de los contenedores existentes, esta se realizó a partir de un estudio sobre el comportamiento y las necesidades del departamento. Se buscó ubicarlos en puntos estratégicos y de fácil acceso, aunque surgieron resistencias de algunos vecinos a tenerlos frente a sus domicilios. En esos casos, se promovió el consenso comunitario para determinar lugares adecuados que no entorpezcan la circulación de los camiones recolectores. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

El sistema contempla recambios periódicos de contenedores, trasladando aquellos con menor uso hacia zonas con mayor generación de residuos. Asimismo, se detectaron focos de acumulación en terrenos baldíos, donde se reubican contenedores disponibles para evitar microbasurales. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

En ciertos barrios, especialmente los privados, los camiones municipales no ingresan. La recolección está a cargo del personal interno de cada barrio, que debe cumplir con horarios preestablecidos. En otros sectores sin contenedores, los vecinos depositan los residuos en canastos individuales frente a sus viviendas. Aun así, se observa que, incluso en zonas con contenedores disponibles, muchos vecinos optan por dejar los residuos en la puerta de sus domicilios. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

En algunos casos, los camiones recolectores son rechazados en la planta por contener mezclas de materiales no compatibles, como escombros, hojas o maderas. Frente a esto, se realizan procesos de reclasificación manual, derivando los materiales a unidades específicas para su tratamiento posterior. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

En síntesis, el municipio cuenta con una infraestructura básica y experiencia previa en la gestión de residuos, aunque enfrenta limitaciones económicas, operativas y culturales. El fortalecimiento del sistema requerirá nuevas estrategias de comunicación, incentivos comunitarios y planificación técnica que permitan avanzar hacia un modelo de gestión más eficiente, equitativo y sostenible. (R. Sánchez, comunicación personal, 17 de julio de 2025; véase el Anexo 1)

2. Factores que afectan la generación de residuos.

La densidad poblacional, el nivel educativo y el nivel económico son factores determinantes en la generación y gestión de residuos, cada uno impactando de manera particular y compleja.

2.1 Densidad poblacional.

La densidad poblacional es un factor clave porque las áreas con mayor concentración de personas tienden a generar mayores volúmenes de residuos sólidos. Sin embargo, investigaciones indican que esta relación no es estrictamente lineal ni directa. Por ejemplo, un estudio en La Paz, Bolivia, mostró que, aunque los macrodistritos con mayor densidad poblacional generalmente producen más residuos, otras variables como el sistema de recolección y la infraestructura influyen en la cantidad total de residuos generados (Flores y otros, 2012). Además, en zonas densamente pobladas pueden lograrse economías de escala que hagan más eficiente la recolección y procesamiento de residuos, aunque la generación per cápita puede variar según la urbanización y hábitos de consumo (Vargas, 2025). Esto implica que, aunque se genere un volumen considerable de residuos, su gestión depende también de factores sociales, económicos y estructurales asociados a la población.

2.2 Nivel educativo.

El nivel educativo afecta la conciencia y prácticas ambientales de la población. Los estudios han demostrado que individuos con mayores niveles de educación tienen mayor comprensión del impacto ambiental y mejores hábitos de separación y reciclaje de residuos (Johnstone, 2004). La educación fomenta prácticas responsables, desde la generación hasta la disposición final, mejorando la eficacia de los sistemas de gestión de residuos. Por ende, un mayor nivel educativo suele traducirse en mejor manejo domiciliario y en la adopción de políticas públicas sostenibles.

2.3 Nivel económico.

El nivel económico influye tanto en la cantidad como en el tipo de residuos generados. Las personas o comunidades con mayor poder adquisitivo consumen más productos y generan mayor volumen de residuos (Pérez, 2024). Sin embargo, este mismo nivel económico favorece la capacidad para implementar mejores sistemas de gestión, servicios de recolección eficientes y programas municipales de educación ambiental (Vargas, 2025). Es decir, aunque el volumen sea mayor, la calidad y eficiencia de la gestión también pueden ser superiores, siendo un factor importante para la sostenibilidad urbana.

Estos parámetros son claves para identificar y diferenciar áreas o grupos de población al estudiar la gestión de residuos, lo que ayuda a definir estrategias más efectivas para un manejo sostenible. Por ejemplo, las zonas con baja densidad y un nivel económico bajo podrían necesitar enfoques diferentes en comparación con áreas que tienen alta densidad y un mayor nivel educativo o económico.

CAPÍTULO 4 - DESARROLLO

1. Implementación de metodología CRISP-DM.

1.1 Entendimiento Del Negocio.

Administrar un capital económico escaso, para la gestión de residuos que se adapte a una estrategia de sostenibilidad ambiental. Todo esto en el contexto de promoción de desarrollo sostenible que la ciudad de Rivadavia desea implementar maximizando la probabilidad de éxito, en base a factores territoriales y socioeconómicos.

1.2 Entendimiento De Los Datos.

En los datos censales no se incluyen directamente variables como la densidad poblacional por radio censal, el porcentaje de personas con alto nivel económico o el porcentaje de personas con un nivel de instrucción elevado. Sin embargo, es posible derivar estas variables a partir de la información original del censo.

Por ejemplo, los datos sobre características de los hogares (como la cantidad de habitaciones o de baños) pueden utilizarse como indicadores indirectos del nivel socioeconómico, dado que el Censo Poblacional no releva información específica sobre ingresos.

En cuanto a la densidad poblacional, si bien el censo la presenta discriminada solo a nivel de departamento, puede calcularse para cada radio censal utilizando la superficie y la cantidad de habitantes correspondientes.

Por último, el nivel máximo de instrucción alcanzado se encuentra disponible por radio censal, expresado en términos de la frecuencia de personas según cada categoría educativa.

1.3 Preparación De Los Datos.

Se filtró la totalidad de los datos por radio censal del departamento de Rivadavia mediante la consulta de la plataforma REDATAM.

A continuación, se detallan las consultas realizadas y los filtros aplicados para la obtención de los datos en formato de tablas:

1.3.1 Densidad Poblacional.

En la etapa de Preparación de los datos del marco metodológico CRISP-DM, se trabajó con la plataforma REDATAM, la cual incorpora una base de datos interna que almacena los registros censales organizados por variables clave como DPTO_REDCODEN. Para obtener la información específica del Departamento de Rivadavia, se construyó un filtro en REDATAM que se visualiza en la Imagen 6 mediante una consulta aritmético-lógica que selecciona únicamente aquellos registros donde el valor de DPTO_REDCODEN es igual a 70084, asegurando así que el subconjunto de datos corresponda exclusivamente a ese departamento dentro de la Provincia de San Juan.

Esta base interna integrada en REDATAM permite realizar consultas dinámicas y eficientes, facilitando la extracción precisa de datos mediante códigos geográficos estándar, lo que contribuye a mantener la integridad y coherencia de los datos durante el proceso analítico. De esta forma, la plataforma sirve como ambiente seguro y estructurado para la manipulación de grandes volúmenes de datos censales durante la fase preparatoria antes del análisis exploratorio y modelado.

Así, el uso de REDATAM optimiza la preparación y selección de datos favoreciendo un análisis reproducible y metodológicamente sólido. (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023)

Imagen 6. *Filtro cantidad de habitantes por radio censal.*

The image shows a web-based filter interface titled "Filtro". At the top, a text input field contains the query "DPTO.REDCODEN = 70084". Below this is a toolbar with various operators: +, -, *, /, =, <>, >, >=, <, <=, (,), AND, OR, and a Clear button. On the left, a vertical list of categories is shown: CPV2022, PROV, DPTO (highlighted), FRAC, RADIO, VIVIENDA, HOGAR, and PERSONA. Below this list are buttons for "Variables" and "Categorías". In the center, there is a "Departamento" dropdown menu. On the right, a list of departments is displayed, with "Rivadavia" selected. At the bottom, there are two green buttons: "ACEPTAR" (with a checkmark icon) and "CANCELAR" (with a trash can icon).

La cantidad de habitantes por radio censal corresponde al número total de personas registradas en cada unidad geográfica básica definida para la recolección censal (Instituto Geográfico Nacional, 2023). Esta desagregación espacial es fundamental para análisis precisos de la distribución poblacional y planificación territorial, la consulta realizada se muestra en la

Imagen 7 visualizándose los resultados la Tabla 1.

Imagen 7. Consulta de cantidad de habitantes por radio censal.

Tabla 1. Cantidad de habitantes por radio censal.

Código radio censal	Cantidad de habitantes
700840101	27
700840102	252
700840201	848
700840202	1172
700840203	1032
700840204	1874
700840205	963
700840206	1002
700840207	857
700840208	1279
700840209	816
700840210	791
700840211	798
700840212	597
700840213	681
700840214	561
700840301	1469
700840302	937
700840303	1142
700840304	1211
700840305	1001

700840306	1313
700840307	1134
700840308	898
700840309	1003
700840310	1041
700840311	1248
700840312	1119
700840401	757
700840402	1007
700840403	871
700840404	637
700840405	890
700840406	1739
700840407	928
700840408	1022
700840409	842
700840501	1678
700840502	591
700840503	1222
700840504	1226
700840505	1566
700840506	1529
700840507	1014
700840508	1903
700840509	657
700840510	601
700840511	1380
700840512	1255
700840513	1021
700840601	1608
700840602	1223
700840603	1111
700840604	1022
700840605	853
700840606	870
700840607	917
700840608	941
700840609	1276
700840610	803
700840611	757

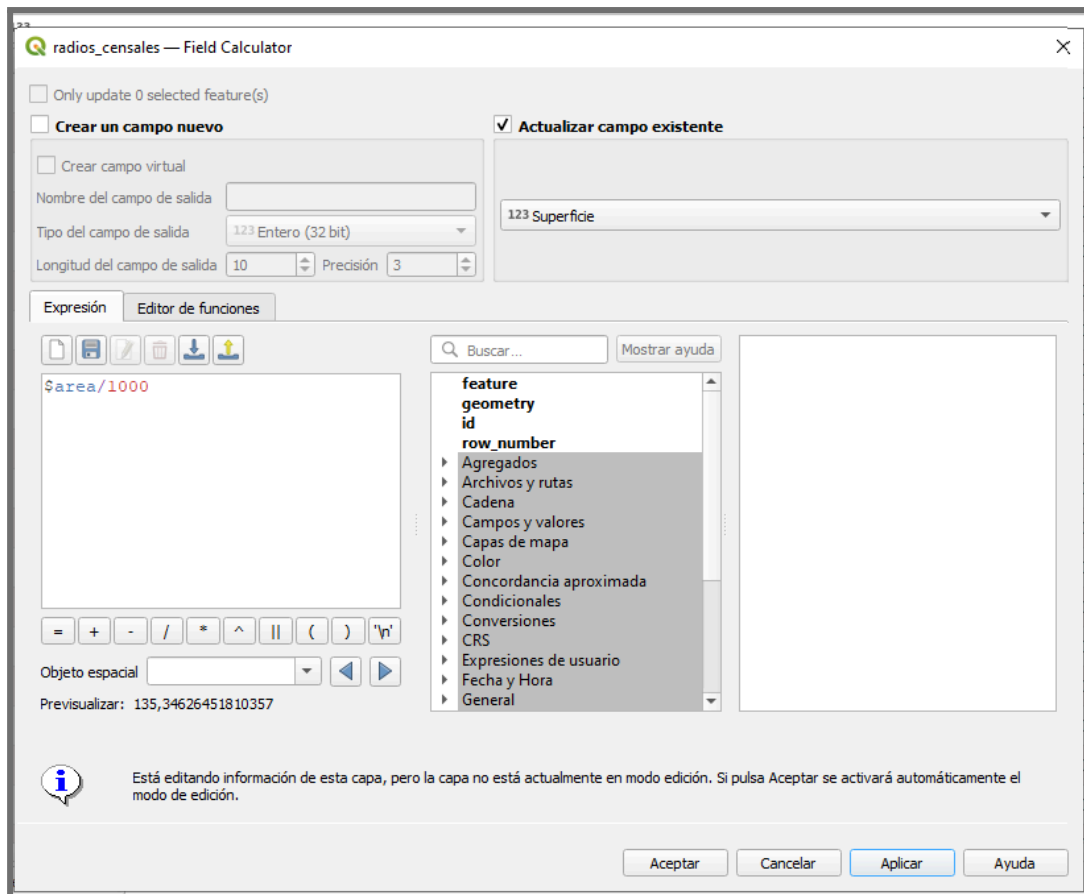
700840612	895
700840613	843
700840614	1381
700840615	1243
700840701	939
700840702	950
700840703	1353
700840704	967
700840705	754
700840706	928
700840707	1142
700840708	898
700840709	1293
700840710	963
700840801	774
700840802	743
700840803	835
700840804	920
700840805	850
700840806	854
700840807	1063
700840808	1171
700840809	854
700840810	27
700840811	252
700840812	848
700840813	1172
700840814	1032
700840901	1874
700840902	963
700840903	1002
700840904	857
700840905	1279
700840906	816
700840907	791
700840908	798
700840909	597
700840910	681
700840911	561
700840912	1469

700840913

937

Se descargó el mapa y la información geoestadística del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 desde el portal geoestadístico oficial del Instituto Nacional de Estadística y Censos (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), 2023). Esta plataforma ofrece datos en formatos vectoriales y tablas alfanuméricas que permiten un análisis espacial detallado y confiable. Al importar estos datos al sistema de información geográfica QGIS, se calculó la superficie de cada radio censal. La combinación de datos vectoriales con tablas alfanuméricas asegura la integridad y coherencia de la información para análisis demográficos y planificación territorial.

Imagen 8. *Cálculo de superficie en KM^2 para cada radio censal en QGIS.*



La densidad poblacional es un indicador demográfico fundamental que expresa la concentración de habitantes en una determinada extensión territorial, medida habitualmente en habitantes por kilómetro cuadrado. Para su cálculo, es esencial contar con la superficie precisa de las unidades territoriales analizadas, en este caso, de cada radio censal. Mediante el uso de SIG, como QGIS, se puede obtener de manera exacta la superficie en kilómetros cuadrados de cada radio censal a partir de datos vectoriales geoestadísticos oficiales, tal como se visualiza en la Imagen 8. Esta superficie permite combinar la variable poblacional con el área geográfica correspondiente para derivar el valor de densidad poblacional, facilitando análisis espaciales rigurosos y la planificación territorial eficiente. (Geogpsperu, 2020) (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), 2023).

La superficie en km² calculada en QGIS (Imagen 8) a partir de los datos vectoriales del radio censal es fundamental, porque la densidad poblacional se define como la relación entre el número de habitantes y el área que ocupan.

Matemáticamente:

Ecuación 3. *Cálculo densidad poblacional.*

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Poblacion total del radio censal}}{\text{superficie en km}^2}$$

Este indicador es esencial para evaluar la concentración y distribución espacial de la población, facilitando análisis de urbanismo, planificación territorial y asignación de recursos públicos. (Geogpsperu, 2020) (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), 2023).

La variable densidad poblacional se visualiza en la

Tabla 2 donde se combinan los datos de la Tabla 1. y el valor de la superficie del radio censal obtenido en la Imagen 8.

Tabla 2. Cálculo de densidad poblacional por radio.

Código radio censal	Sup. en km2	Cantidad de habitantes	Densidad poblacional (Hab/km2)
700840101	23,407	27	1,15347847
700840102	1,179	252	213,7228744
700840201	0,296	848	2864,584213
700840202	0,150	1172	7809,636772
700840203	0,554	1032	1862,419196
700840204	0,955	1874	1962,106427
700840205	1,196	963	805,4048267
700840206	1,618	1002	619,1410993
700840207	0,172	857	4979,54725
700840208	0,592	1279	2160,640861
700840209	0,147	816	5547,246771
700840210	0,126	791	6256,426481
700840211	0,179	798	4466,609575
700840212	0,150	597	3979,416352
700840213	0,100	681	6816,475652
700840214	0,140	561	3998,631484
700840301	0,140	1469	10495,78097
700840302	0,087	937	10829,86593
700840303	0,247	1142	4624,361721
700840304	0,162	1211	7453,913151
700840305	0,146	1001	6871,6963
700840306	0,314	1313	4176,089107
700840307	0,131	1134	8644,215084
700840308	0,095	898	9467,879849
700840309	0,132	1003	7607,129314

700840310	0,172	1041	6066,221461
700840311	0,203	1248	6148,298133
700840312	0,195	1119	5727,476532
700840401	0,246	757	3080,79246
700840402	0,380	1007	2649,623475
700840403	0,266	871	3277,750808
700840404	0,118	637	5419,754452
700840405	0,179	890	4980,915817
700840406	0,455	1739	3824,869792
700840407	0,154	928	6013,010912
700840408	0,710	1022	1439,201483
700840409	0,075	842	11251,1191
700840501	6,109	1678	274,6680739
700840502	56,016	591	10,55063647
700840503	0,171	1222	7149,209024
700840504	0,138	1226	8912,409767
700840505	0,287	1566	5446,994414
700840506	2,227	1529	686,4471802
700840507	0,497	1014	2039,777676
700840508	0,632	1903	3012,701473
700840509	1,833	657	358,4628328
700840510	1,469	601	409,1845245
700840511	0,228	1380	6065,614121
700840512	0,992	1255	1265,308468
700840513	0,112	1021	9142,519431
700840601	0,349	1608	4606,064078
700840602	0,171	1223	7132,775775
700840603	1,296	1111	857,2974066

700840604	0,108	1022	9445,645945
700840605	0,207	853	4119,678346
700840606	0,127	870	6833,551955
700840607	0,152	917	6039,729167
700840608	0,156	941	6024,482061
700840609	0,381	1276	3347,40327
700840610	1,695	803	473,7410023
700840611	1,212	757	624,5111983
700840612	0,115	895	7789,517659
700840613	0,172	843	4891,607093
700840614	0,501	1381	2758,182675
700840615	0,499	1243	2490,273309
700840701	0,312	939	3007,658479
700840702	0,240	950	3963,072508
700840703	0,286	1353	4731,182796
700840704	0,233	967	4155,475817
700840705	0,136	754	5548,891326
700840706	0,218	928	4257,544755
700840707	0,225	1142	5084,074204
700840708	0,138	898	6500,416229
700840709	0,248	1293	5216,044278
700840710	0,193	963	4981,687256
700840801	0,060	774	12860,98834
700840802	0,039	743	19199,95865
700840803	0,335	835	2488,882
700840804	0,424	920	2169,463388
700840805	0,198	850	4285,678272
700840806	0,130	854	6545,66637

700840807	0,326	1063	3258,147668
700840808	0,306	1171	3828,849449
700840809	0,263	854	3245,901764
700840810	0,127	696	5497,282952
700840811	0,126	876	6968,474811
700840812	0,116	727	6276,43961
700840813	0,182	1138	6265,208822
700840814	0,101	879	8707,71212
700840901	0,146	717	4900,955584
700840902	0,185	867	4692,853547
700840903	0,163	963	5901,169204
700840904	0,161	1098	6816,869579
700840905	0,136	1020	7491,516959
700840906	0,051	659	12842,99969
700840907	0,099	871	8782,898054
700840908	0,137	810	5905,985461
700840909	0,155	1088	7033,830917
700840910	0,135	995	7351,528675
700840911	0,098	941	9588,538589
700840912	0,153	700	4580,552284
700840913	0,466	893	1917,724672

1.3.2 Nivel Educativo.

El Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022 (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), 2023) recogió datos de la población mediante cuestionarios que incluyen preguntas sobre el máximo nivel educativo alcanzado por personas de 25 años y más. Esta información se obtuvo a través de un operativo censal bimodal (digital y presencial), que garantiza una cobertura completa y una

alta calidad metodológica. La variable "máximo nivel de instrucción" clasifica a la población según su último grado educativo completado, permitiendo la construcción de tablas que muestran la distribución educativa por grupos etarios, sexos y territorios.

El análisis de dicha tabla es relevante porque permite entender los patrones educativos de la población argentina para el diseño de políticas públicas, la planificación educativa y el seguimiento de metas nacionales e internacionales en educación.

Se realizó una consulta a la base de datos interna REDATAM, que contiene microdatos censales organizados y validados, para identificar a las personas cuyo nivel máximo de instrucción corresponde a "universitario completo", "postgrado completo", "postgrado incompleto" o "terciario completo". La consulta empleó una expresión lógica que filtró los registros donde la variable categoría de nivel educativo cumpla cualquiera de estos cuatro estados completos, garantizando la precisión en la selección del grupo analizado. Este proceso se fundamenta en la integridad y estandarización de las variables dentro de REDATAM, lo cual permite realizar análisis demográficos y socioeconómicos confiables y reproducibles. (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023) ((INDEC), Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023)

En la

Imagen 9 **se puede visualizar la consulta ejecutada con los filtros correspondientes a: posgrado completo, posgrado incompleto, universitario completo y terciario completo. Los resultados obtenidos a partir de esta se detallan en la**

Tabla 3.

Imagen 9. Consulta de máximo nivel de instrucción alcanzado.

Tabla 3. Cantidad de personas con alto nivel de estudio.

Radio	Total, de casos con estudios terciarios completos universitarios completos, postgrados incompletos y posgrado completo
70084010	
1	1
70084010	
2	33
70084020	
1	17
70084020	
2	31
70084020	
3	64
70084020	
4	344
70084020	
5	61

70084020	
6	187
70084020	
7	166
70084020	
8	294
70084020	
9	234
70084021	
0	176
70084021	
1	240
70084021	
2	219
70084021	
3	193
70084021	
4	177
70084030	
1	125
70084030	
2	65
70084030	
3	144
70084030	
4	78
70084030	
5	122
70084030	
6	96
70084030	
7	124
70084030	
8	105
70084030	
9	114
70084031	
0	139
70084031	
1	256
70084031	
2	175
70084040	
1	191
70084040	
2	278
70084040	
3	230

70084040	
4	189
70084040	
5	200
70084040	
6	228
70084040	
7	213
70084040	
8	97
70084040	
9	172
70084050	
1	75
70084050	
2	10
70084050	
3	18
70084050	
4	28
70084050	
5	49
70084050	
6	22
70084050	
7	55
70084050	
8	30
70084050	
9	43
70084051	
0	153
70084051	
1	213
70084051	
2	226
70084051	
3	231
70084060	
1	114
70084060	
2	50
70084060	
3	211
70084060	
4	194
70084060	
5	174

70084060	
6	255
70084060	
7	281
70084060	
8	252
70084060	
9	342
70084061	
0	78
70084061	
1	32
70084061	
2	32
70084061	
3	34
70084061	
4	78
70084061	
5	77
70084070	
1	310
70084070	
2	283
70084070	
3	337
70084070	
4	199
70084070	
5	172
70084070	
6	155
70084070	
7	187
70084070	
8	197
70084070	
9	265
70084071	
0	151
70084080	
1	98
70084080	
2	91
70084080	
3	166
70084080	
4	248

70084080	
5	258
70084080	
6	241
70084080	
7	291
70084080	
8	240
70084080	
9	207
70084081	
0	101
70084081	
1	87
70084081	
2	96
70084081	
3	127
70084081	
4	125
70084090	
1	176
70084090	
2	252
70084090	
3	161
70084090	
4	192
70084090	
5	122
70084090	
6	105
70084090	
7	137
70084090	
8	78
70084090	
9	81
70084091	
0	79
70084091	
1	66
70084091	
2	102
70084091	
3	59

Con los datos de la cantidad de personas con los niveles máximos de instrucción alcanzados y la cantidad de habitantes por radio (Tabla 1), se calcula el porcentaje de personas con nivel alto de estudio respecto a la cantidad de personas, los datos se visualizan en la Tabla 4.

Este procedimiento permite identificar cuantitativamente a la población que ha completado distintos grados educativos, lo cual es un indicador clave para evaluar el capital humano y las condiciones educativas de la sociedad. El cálculo del porcentaje de personas con los niveles máximos de instrucción en relación al total poblacional facilita interpretar el grado de acceso y finalización educativa eficaz en diferentes segmentos demográficos y territoriales.

Tabla 4. *Porcentaje de personas con alto nivel de estudio.*

Código Radio Censal	Cantidad de habitantes	Total, de casos con estudios terciarios completos/universitarios completos, postgrados incompletos y posgrado completo	Porcentaje de personas con alto nivel de estudio
700840101	27	1	3,70%
700840102	252	33	13,10%
700840201	848	17	2,00%
700840202	1172	31	2,65%
700840203	1032	64	6,20%
700840204	1874	344	18,36%
700840205	963	61	6,33%
700840206	1002	187	18,66%
700840207	857	166	19,37%
700840208	1279	294	22,99%
700840209	816	234	28,68%
700840210	791	176	22,25%
700840211	798	240	30,08%
700840212	597	219	36,68%
700840213	681	193	28,34%
700840214	561	177	31,55%
700840301	1469	125	8,51%
700840302	937	65	6,94%
700840303	1142	144	12,61%
700840304	1211	78	6,44%
700840305	1001	122	12,19%

700840306	1313	96	7,31%
700840307	1134	124	10,93%
700840308	898	105	11,69%
700840309	1003	114	11,37%
700840310	1041	139	13,35%
700840311	1248	256	20,51%
700840312	1119	175	15,64%
700840401	757	191	25,23%
700840402	1007	278	27,61%
700840403	871	230	26,41%
700840404	637	189	29,67%
700840405	890	200	22,47%
700840406	1739	228	13,11%
700840407	928	213	22,95%
700840408	1022	97	9,49%
700840409	842	172	20,43%
700840501	1678	75	4,47%
700840502	591	10	1,69%
700840503	1222	18	1,47%
700840504	1226	28	2,28%
700840505	1566	49	3,13%
700840506	1529	22	1,44%
700840507	1014	55	5,42%
700840508	1903	30	1,58%
700840509	657	43	6,54%
700840510	601	153	25,46%
700840511	1380	213	15,43%
700840512	1255	226	18,01%
700840513	1021	231	22,62%
700840601	1608	114	7,09%
700840602	1223	50	4,09%
700840603	1111	211	18,99%
700840604	1022	194	18,98%
700840605	853	174	20,40%
700840606	870	255	29,31%
700840607	917	281	30,64%
700840608	941	252	26,78%
700840609	1276	342	26,80%
700840610	803	78	9,71%
700840611	757	32	4,23%
700840612	895	32	3,58%
700840613	843	34	4,03%
700840614	1381	78	5,65%
700840615	1243	77	6,19%
700840701	939	310	33,01%
700840702	950	283	29,79%
700840703	1353	337	24,91%
700840704	967	199	20,58%

700840705	754	172	22,81%
700840706	928	155	16,70%
700840707	1142	187	16,37%
700840708	898	197	21,94%
700840709	1293	265	20,49%
700840710	963	151	15,68%
700840801	774	98	12,66%
700840802	743	91	12,25%
700840803	835	166	19,88%
700840804	920	248	26,96%
700840805	850	258	30,35%
700840806	854	241	28,22%
700840807	1063	291	27,38%
700840808	1171	240	20,50%
700840809	854	207	24,24%
700840810	696	101	14,51%
700840811	876	87	9,93%
700840812	727	96	13,20%
700840813	1138	127	11,16%
700840814	879	125	14,22%
700840901	717	176	24,55%
700840902	867	252	29,07%
700840903	963	161	16,72%
700840904	1098	192	17,49%
700840905	1020	122	11,96%
700840906	659	105	15,93%
700840907	871	137	15,73%
700840908	810	78	9,63%
700840909	1088	81	7,44%
700840910	995	79	7,94%
700840911	941	66	7,01%
700840912	700	102	14,57%
700840913	893	59	6,61%

El cálculo del porcentaje de personas con alto nivel de estudio se realiza a nivel de radio censal. Este indicador surge de la relación entre la cantidad de habitantes que han completado estudios terciarios, universitarios o de posgrado dentro de cada radio y la población total de dicho radio. Este indicador representa la proporción de la población con formación académica avanzada, un factor clave para el análisis del capital humano y su impacto socioeconómico. La metodología implica filtrar los datos censales para identificar los casos que cumplen con estos

criterios educativos y dividirlos entre el total poblacional, multiplicando por 100 para expresar el resultado en porcentaje. Este porcentaje es útil para evaluar el nivel educativo alcanzado, monitorear avances en educación superior y planificar políticas públicas orientadas al desarrollo educativo y económico. (Errandonea y otros, 2023) (Ministerio de Educacion, 2021)

1.3.3 Índice Económico.

El origen de las variables que describen hogares en base a la cantidad de baños y cantidad de habitaciones se basa en la recolección censal. Esta información se obtuvo mediante cuestionarios que registran características estructurales de los hogares. Estas variables son indicadores relevantes del nivel socioeconómico de las viviendas, reflejando el acceso a recursos e infraestructura básica.

En cuanto al impacto de estas variables en el índice económico, la cantidad de baños y cantidad de habitaciones es un indicador indirecto del nivel socioeconómico de un hogar, ya que viviendas con mayor número de habitaciones suelen asociarse a mejores condiciones de vida o mayor capacidad económica. Por ende, se puede obtener información relevante sobre el nivel económico del área, dado que esta variable contribuye a dimensionar la calidad y tamaño del hábitat residencial, lo cual forma parte de los indicadores socioeconómicos que influyen en los índices económicos elaborados.

En el presente trabajo se aplicó un filtro considerando que los hogares con 3 o más baños y más de 3 habitaciones cumple con un nivel económico elevado.

La consulta específica realizada a la base de datos interna REDATAM, parte de la selección de aquellas viviendas que cuentan con 3 o más baños, esto se logró aplicando a un filtro combinado que cumple dos condiciones: primero, seleccionar únicamente los registros censales correspondientes al Departamento con código geográfico DPTO.REDCODEN = 70084, que identifica específicamente a Rivadavia, en la Provincia de San Juan; segundo, restringir la selección a aquellos hogares donde la cantidad total de habitaciones o piezas supera las tres unidades (HOGAR.H20 > 3) (

Imagen 10).

Este doble criterio permite extraer un subconjunto poblacional específico que reúne las características territoriales y estructurales del hogar para análisis posteriores.

Esto facilita la interpretación y el diseño de políticas públicas focalizadas en mejorar el bienestar y desarrollo económico, reforzando la utilidad de REDATAM como herramienta para análisis demográficos, espaciales y económicos, sustentada en datos censales confiables y estandarizados. (Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023) ((INDEC), Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023)

Imagen 10. Filtro viviendas con más de 3 habitaciones.

The screenshot shows a filter configuration window titled "Filtro". At the top, a text box contains the query: `DPTO.REDCODEN = 70084 AND HOGAR.H20 > 3`. Below this is a toolbar with operators: `+`, `-`, `*`, `/`, `=`, `<>`, `>`, `>=`, `<`, `<=`, `()`, `AND`, `OR`, and a `Clear` button. On the left, a "Variables" list includes CPV2022, PROV, DPTO, FRAC, RADIO, VIVIENDA, HOGAR, and PERSONA. In the center, a "Categorías" list includes NBI Hacinamiento, NBI Vivienda de tipo inconveniente, Necesidades básicas insatisfechas, Procedencia del agua para beber y cocinar, Propiedad de la vivienda, Servicio sanitario, Tenencia de agua, Tenencia de escritura o boleto, Tipo de hogar agregado, and Total de habitaciones o piezas. At the bottom, there are `✓ ACEPTAR` and `🗑 CANCELAR` buttons.

Aplicados los filtros anteriores, se realiza la consulta detallada en la **Imagen 11**, donde se obtienen los datos que figuran en la

Tabla 5.

Imagen 11. Consulta cantidad de hogares con 3 o más baños y más de 3 habitaciones.

The screenshot shows the "Definir parámetros" (Define parameters) interface. At the top, a message states: "En los procesamientos disponibles para fracción y radio, se debe seleccionar una jurisdicción para realizar la consulta". The "Título de la tabla" (Table title) is "Consulta cantidad de hogares con 3 o más baños y más de 3 habitaciones". Under "Selección de una o más condiciones" (Select one or more conditions), "Cantidad de baños" (Number of bathrooms) is selected with the value "Tres o más". Under "Corte de área" (Area cut), "Radio" is selected. Under "Área geográfica" (Geographic area), "San Juan" is selected. Under "Definición del universo" (Definition of the universe), "toda la base" (entire base) is selected. The filter expression `DPTO REDCODEN = 70084 AND HOGAR.H20 > 3` is shown. Under "Tipo de salida" (Output type), "Tabla" (Table) is selected. Buttons for "Construir filtro" (Build filter) and "Ejecutar" (Execute) are visible. On the right, "Cálculos a incluir en la tabla de salida" (Calculations to include in the output table) includes "Total" and "Seleccionado". A sidebar on the left shows a tree view of "Conteos" (Counts) and "Lista de áreas" (List of areas).

Tabla 5. Cantidad de hogares con 3 o más baños y más de 3 habitaciones.

Código	Total, de hogares	Cantidad de hogares con 3 o más 3 baños y más de 3 habitaciones
70084010	7	0
1		
70084010	69	0
2		
70084020	220	1
1		
70084020	287	1
2		
70084020	268	4
3		
70084020	535	29
4		
70084020	254	0
5		
70084020	303	8
6		
70084020	241	5
7		
70084020	406	52
8		
70084020	280	11
9		
70084021	250	7
0		
70084021	278	42
1		
70084021	214	21
2		
70084021	232	13
3		
70084021	204	6
4		
70084030	423	3
1		
70084030	263	1
2		
70084030	388	5
3		
70084030	367	0
4		

70084030		
5	319	7
70084030		
6	383	6
70084030		
7	377	12
70084030		
8	274	1
70084030		
9	334	6
70084031		
0	333	5
70084031		
1	392	19
70084031		
2	384	5
70084040		
1	383	3
70084040		
2	388	43
70084040		
3	257	54
70084040		
4	233	13
70084040		
5	279	27
70084040		
6	545	8
70084040		
7	376	9
70084040		
8	319	5
70084040		
9	295	8
70084050		
1	490	4
70084050		
2	136	2
70084050		
3	311	0
70084050		
4	321	1
70084050		
5	407	5
70084050		
6	384	0
70084050		
7	287	1

70084050		
8	505	3
70084050		
9	203	1
70084051		
0	177	16
70084051		
1	409	5
70084051		
2	425	15
70084051		
3	323	9
70084060		
1	411	3
70084060		
2	323	5
70084060		
3	338	12
70084060		
4	331	12
70084060		
5	292	8
70084060		
6	308	9
70084060		
7	299	12
70084060		
8	292	3
70084060		
9	405	60
70084061		
0	242	0
70084061		
1	211	3
70084061		
2	230	1
70084061		
3	221	2
70084061		
4	379	6
70084061		
5	337	2
70084070		
1	300	56
70084070		
2	310	30
70084070		
3	455	40

70084070		
4	348	21
70084070		
5	240	10
70084070		
6	281	10
70084070		
7	386	17
70084070		
8	308	25
70084070		
9	396	35
70084071		
0	320	5
70084080		
1	253	4
70084080		
2	237	2
70084080		
3	243	22
70084080		
4	310	31
70084080		
5	287	38
70084080		
6	309	31
70084080		
7	345	38
70084080		
8	401	34
70084080		
9	286	59
70084081		
0	214	19
70084081		
1	260	8
70084081		
2	227	4
70084081		
3	361	23
70084081		
4	263	8
70084090		
1	247	13
70084090		
2	285	19
70084090		
3	282	20

70084090		
4	358	14
70084090		
5	305	20
70084090		
6	207	12
70084090		
7	258	7
70084090		
8	232	10
70084090		
9	303	4
70084091		
0	279	6
70084091		
1	264	14
70084091		
2	217	10
70084091		
3	250	5

La variable que representa la cantidad de hogares con tres o más baños y más de tres habitaciones se utiliza como una aproximación para identificar hogares con altos niveles de ingresos económicos, basándose en que la infraestructura residencial refleja el nivel socioeconómico de sus habitantes.

El índice económico se elabora expresando el porcentaje de hogares con estas características específicas respecto al total de hogares en cada radio censal, el mismo se detalla en la Tabla 6. Este porcentaje se interpreta como una medida relativa de concentración de hogares económicamente acomodados, que influye directamente en la caracterización socioeconómica de la población. La infraestructura del hogar es un indicador robusto en estudios socioeconómicos porque refleja capacidad adquisitiva y condiciones de vida superiores, aspectos que se asocian a un mayor poder adquisitivo y acceso a recursos. (Velazquez y otros, 2021)

Este índice económico es útil para el análisis territorial, la planificación de políticas públicas focalizadas y el monitoreo de la desigualdad económica a escala local, contribuyendo a un entendimiento integrado de las dinámicas sociales y económicas según datos censales confiables.

Tabla 6. Cálculo de índice económico.

CÓDIGO RADIO CENSAL	TOTAL, DE HOGARES	CANTIDAD DE HOGARES CON 3 O MÁS BAÑOS Y MAS DE 3 HABITACIONES	PORCENTAJE DE HOGARES CON 3 O MÁS BAÑOS Y MAS DE 3 HABITACIONES
70084010 1	7	0	0,00%
70084010 2	69	0	0,00%
70084020 1	220	1	0,46%
70084020 2	287	1	0,35%
70084020 3	268	4	1,49%
70084020 4	535	29	5,42%
70084020 5	254	0	0,00%
70084020 6	303	8	2,64%
70084020 7	241	5	2,08%
70084020 8	406	52	12,81%
70084020 9	280	11	3,93%
70084021 0	250	7	2,80%
70084021 1	278	42	15,11%
70084021 2	214	21	9,81%
70084021 3	232	13	5,60%
70084021 4	204	6	2,94%
70084030 1	423	3	0,71%

70084030				
2	263	1		0,38%
70084030				
3	388	5		1,29%
70084030				
4	367	0		0,00%
70084030				
5	319	7		2,19%
70084030				
6	383	6		1,57%
70084030				
7	377	12		3,18%
70084030				
8	274	1		0,37%
70084030				
9	334	6		1,80%
70084031				
0	333	5		1,50%
70084031				
1	392	19		4,85%
70084031				
2	384	5		1,30%
70084040				
1	383	3		0,78%
70084040				
2	388	43		11,08%
70084040				
3	257	54		21,01%
70084040				
4	233	13		5,58%
70084040				
5	279	27		9,68%
70084040				
6	545	8		1,47%
70084040				
7	376	9		2,39%
70084040				
8	319	5		1,57%
70084040				
9	295	8		2,71%
70084050				
1	490	4		0,82%
70084050				
2	136	2		1,47%
70084050				
3	311	0		0,00%
70084050				
4	321	1		0,31%

70084050	407	5	1,23%
5			
70084050	384	0	0,00%
6			
70084050	287	1	0,35%
7			
70084050	505	3	0,59%
8			
70084050	203	1	0,49%
9			
70084051	177	16	9,04%
0			
70084051	409	5	1,22%
1			
70084051	425	15	3,53%
2			
70084051	323	9	2,79%
3			
70084060	411	3	0,73%
1			
70084060	323	5	1,55%
2			
70084060	338	12	3,55%
3			
70084060	331	12	3,63%
4			
70084060	292	8	2,74%
5			
70084060	308	9	2,92%
6			
70084060	299	12	4,01%
7			
70084060	292	3	1,03%
8			
70084060	405	60	14,82%
9			
70084061	242	0	0,00%
0			
70084061	211	3	1,42%
1			
70084061	230	1	0,44%
2			
70084061	221	2	0,91%
3			
70084061	379	6	1,58%
4			
70084061	337	2	0,59%
5			

70084070	300	56	18,67%
1			
70084070	310	30	9,68%
2			
70084070	455	40	8,79%
3			
70084070	348	21	6,03%
4			
70084070	240	10	4,17%
5			
70084070	281	10	3,56%
6			
70084070	386	17	4,40%
7			
70084070	308	25	8,12%
8			
70084070	396	35	8,84%
9			
70084071	320	5	1,56%
0			
70084080	253	4	1,58%
1			
70084080	237	2	0,84%
2			
70084080	243	22	9,05%
3			
70084080	310	31	10,00%
4			
70084080	287	38	13,24%
5			
70084080	309	31	10,03%
6			
70084080	345	38	11,01%
7			
70084080	401	34	8,48%
8			
70084080	286	59	20,63%
9			
70084081	214	19	8,88%
0			
70084081	260	8	3,08%
1			
70084081	227	4	1,76%
2			
70084081	361	23	6,37%
3			
70084081	263	8	3,04%
4			

70084090 1	247	13	5,26%
70084090 2	285	19	6,67%
70084090 3	282	20	7,09%
70084090 4	358	14	3,91%
70084090 5	305	20	6,56%
70084090 6	207	12	5,80%
70084090 7	258	7	2,71%
70084090 8	232	10	4,31%
70084090 9	303	4	1,32%
70084091 0	279	6	2,15%
70084091 1	264	14	5,30%
70084091 2	217	10	4,61%
70084091 3	250	5	2,00%

Dada la importancia de la normalización de variables fundamentada en el marco teórico (pág.), se procede a aplicar el criterio Min-Max expresado en la Ecuación 1. Este procedimiento permite realizar las comparaciones adecuadas y modelar la combinación de variables, tal como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Índices normalizados.

Radio	Densidad normalizada	% altos estudios normalizados	Índice económico normalizado
-------	----------------------	-------------------------------	------------------------------

700840101	0	0,0642611	0
700840102	0,01107201	0,33072867	0
700840201	0,1491463	0,01605547	0,021633
700840202	0,40671715	0,03422378	0,01658278
700840203	0,09694696	0,13513292	0,07103372
700840204	0,10213932	0,4800061	0,25797854
700840205	0,0418907	0,13890148	0
700840206	0,03218886	0,48869447	0,12565701
700840207	0,25930748	0,50876056	0,09873982
700840208	0,1124803	0,611381	0,6095603
700840209	0,288877	0,77281757	0,1869709
700840210	0,32581574	0,59048722	0,13325926
700840211	0,23259031	0,81250362	0,71902478
700840212	0,20721409	1	0,46703011
700840213	0,35498679	0,76329	0,26668263
700840214	0,20821494	0,85437146	0,13997821
700840301	0,5466292	0,20060796	0,03375361
700840302	0,56403054	0,15600089	0,01809604
700840303	0,24080708	0,31694553	0,06133066
700840304	0,38818872	0,14192567	0
700840305	0,35786304	0,30498212	0,10443516
700840306	0,2174581	0,16662572	0,07455759
700840307	0,45018747	0,26942862	0,15148836
700840308	0,49308935	0,29093281	0,01736956
700840309	0,39616923	0,28166194	0,08549568
700840310	0,31590862	0,3380293	0,07146035
700840311	0,32018371	0,54118897	0,23067838
700840312	0,29826455	0,40290221	0,06196952
700840401	0,16040785	0,67506365	0,03727879
700840402	0,13794973	0,74246629	0,52744368
700840403	0,17066673	0,70840932	1
700840404	0,28223636	0,8010165	0,26553807
700840405	0,25937876	0,59677455	0,46057348
700840406	0,19916429	0,33117541	0,06986069
700840407	0,31313706	0,61041285	0,11391844
700840408	0,07490299	0,22847052	0,07459654
700840409	0,58597217	0,53876967	0,12906466
700840501	0,01424644	0,08599219	0,0388511
700840502	0,00048947	0,00718404	0,06998911
700840503	0,37231773	0,00096883	0
700840504	0,46415682	0,02397535	0,01482635
700840505	0,2836552	0,04795468	0,05846756
700840506	0,0356946	0	0
700840507	0,10618495	0,11307315	0,01658278
700840508	0,15686122	0,00390441	0,02827283
700840509	0,01861102	0,14487487	0,02344463
700840510	0,02125294	0,68148719	0,43021553
700840511	0,31587698	0,39710896	0,05818165

700840512	0,0658455	0,47011838	0,16797386
700840513	0,47614244	0,60111472	0,13261094
700840601	0,23985402	0,16032835	0,03473912
700840602	0,37146178	0,07517353	0,07367274
700840603	0,0445936	0,49803562	0,16896778
700840604	0,49193126	0,49776574	0,17254112
700840605	0,21451985	0,53794798	0,13039066
700840606	0,35587623	0,79080259	0,13906926
700840607	0,31452872	0,82862566	0,19100706
700840608	0,31373455	0,7190093	0,0488965
700840609	0,17429469	0,71964732	0,70507545
700840610	0,02461547	0,23478015	0
700840611	0,03246857	0,07911471	0,06766719
700840612	0,40566921	0,06062126	0,02069243
700840613	0,25472698	0,07361037	0,04307022
700840614	0,14360421	0,11942925	0,07534447
700840615	0,12964973	0,13493828	0,02824486
700840701	0,15659855	0,89588261	0,88839506
700840702	0,20636279	0,804397	0,46057348
700840703	0,24637103	0,66588314	0,41839642
700840704	0,21638442	0,54306983	0,28719668
700840705	0,28896266	0,60641464	0,19830247
700840706	0,22170084	0,43308056	0,16936866
700840707	0,26475193	0,42377969	0,20960468
700840708	0,33852433	0,58161559	0,38630351
700840709	0,2716258	0,54068258	0,4206416
700840710	0,25941894	0,40407126	0,07436343
700840801	0,66982475	0,31842211	0,07524521
700840802	1	0,30667976	0,04016253
700840803	0,12957726	0,52324065	0,43087944
700840804	0,11293984	0,72401718	0,47592593
700840805	0,22316622	0,82038435	0,63014583
700840806	0,34088126	0,75987004	0,47746614
700840807	0,16964567	0,73590074	0,52420827
700840808	0,19937157	0,54069195	0,40352822
700840809	0,16900782	0,64690896	0,98180523
700840810	0,28627456	0,37091234	0,42255106
700840811	0,3629039	0,2409636	0,14643875
700840812	0,32685816	0,3338416	0,0838636
700840813	0,32627319	0,27581784	0,3032215
700840814	0,45349482	0,36266174	0,14476834
700840901	0,25521391	0,65564354	0,25048733
700840902	0,24437459	0,78386249	0,31728395
700840903	0,30731161	0,43353457	0,33753612
700840904	0,35500731	0,4553181	0,18611628
700840905	0,39014738	0,29854062	0,31208257
700840906	0,66888778	0,41125155	0,27589909
700840907	0,45741099	0,40545817	0,12912719

700840908	0,30756247	0,23239838	0,20514049
700840909	0,36630808	0,17040935	0,06282851
700840910	0,38285587	0,18444969	0,10234966
700840911	0,49937405	0,15817944	0,25238496
700840912	0,2385252	0,37261287	0,2193207
700840913	0,09982763	0,14663519	0,09518519

1.4 Modelado.

Con las variables ya normalizadas se analizaron y procesaron a través de Ingeniería de Características (feature engineering) creando nuevas variables para la toma de decisiones.

En esta etapa, se aplicó el método de Suma Ponderada (WSM) o Adición Lineal Ponderada (WLC) —descrito en la Ecuación 2— a las variables normalizadas, generando tres variables compuestas:

- Densidad con Estudio: Integración densidad poblacional y nivel educativo
- Densidad con Nivel Económico: Combinación densidad poblacional y condiciones socioeconómicas
- Densidad - Estudio con Densidad - Nivel Económico

En todos los casos el peso asignado a las variables fue de 50% (0,5); esto garantiza dar la misma importancia a las variables obtenidas. Se presenta en la Tabla 8. los resultados obtenidos en primera instancia con la combinación de las variables estudio-densidad y estudio-índice económico.

Tabla 8. *Combinación densidad poblacional con nivel de estudio e Índice económico.*

Radio	Combinación estudio densidad 50%-50%	Combinación económico densidad 50%-50%
700840101	0,03213055	0
700840102	0,17090034	0,00553601
700840201	0,08260088	0,08538965
700840202	0,22047046	0,21164997
700840203	0,11603994	0,08399034
700840204	0,29107271	0,18005893
700840205	0,09039609	0,02094535
700840206	0,26044167	0,07892293
700840207	0,38403402	0,17902365
700840208	0,36193065	0,3610203
700840209	0,53084729	0,23792395
700840210	0,45815148	0,2295375
700840211	0,52254696	0,47580755
700840212	0,60360704	0,3371221
700840213	0,5591384	0,31083471
700840214	0,5312932	0,17409658
700840301	0,37361858	0,29019141
700840302	0,36001572	0,29106329
700840303	0,2788763	0,15106887
700840304	0,2650572	0,19409436
700840305	0,33142258	0,2311491
700840306	0,19204191	0,14600784
700840307	0,35980805	0,30083792
700840308	0,39201108	0,25522945
700840309	0,33891558	0,24083245
700840310	0,32696896	0,19368448
700840311	0,43068634	0,27543105
700840312	0,35058338	0,18011704
700840401	0,41773575	0,09884332
700840402	0,44020801	0,33269671
700840403	0,43953802	0,58533337
700840404	0,54162643	0,27388722
700840405	0,42807665	0,35997612
700840406	0,26516985	0,13451249

700840407	0,46177496	0,21352775
700840408	0,15168676	0,07474977
700840409	0,56237092	0,35751842
700840501	0,05011932	0,02654877
700840502	0,00383675	0,03523929
700840503	0,18664328	0,18615886
700840504	0,24406609	0,23949158
700840505	0,16580494	0,17106138
700840506	0,0178473	0,0178473
700840507	0,10962905	0,06138387
700840508	0,08038282	0,09256702
700840509	0,08174294	0,02102782
700840510	0,35137007	0,22573423
700840511	0,35649297	0,18702932
700840512	0,26798194	0,11690968
700840513	0,53862858	0,30437669
700840601	0,20009118	0,13729657
700840602	0,22331765	0,22256726
700840603	0,27131461	0,10678069
700840604	0,4948485	0,33223619
700840605	0,37623392	0,17245526
700840606	0,57333941	0,24747275
700840607	0,57157719	0,25276789
700840608	0,51637193	0,18131553
700840609	0,446971	0,43968507
700840610	0,12969781	0,01230773
700840611	0,05579164	0,05006788
700840612	0,23314524	0,21318082
700840613	0,16416867	0,1488986
700840614	0,13151673	0,10947434
700840615	0,132294	0,07894729
700840701	0,52624058	0,5224968
700840702	0,50537989	0,33346813
700840703	0,45612708	0,33238372
700840704	0,37972713	0,25179055
700840705	0,44768865	0,24363257
700840706	0,3273907	0,19553475
700840707	0,34426581	0,23717831
700840708	0,46006996	0,36241392
700840709	0,40615419	0,3461337

700840710	0,3317451	0,16689119
700840801	0,49412343	0,37253498
700840802	0,65333988	0,52008126
700840803	0,32640895	0,28022835
700840804	0,41847851	0,29443288
700840805	0,52177529	0,42665602
700840806	0,55037565	0,4091737
700840807	0,45277321	0,34692697
700840808	0,37003176	0,30144989
700840809	0,40795839	0,57540653
700840810	0,32859345	0,35441281
700840811	0,30193375	0,25467132
700840812	0,33034988	0,20536088
700840813	0,30104551	0,31474735
700840814	0,40807828	0,29913158
700840901	0,45542873	0,25285062
700840902	0,51411854	0,28082927
700840903	0,37042309	0,32242386
700840904	0,4051627	0,27056179
700840905	0,344344	0,35111498
700840906	0,54006967	0,47239343
700840907	0,43143458	0,29326909
700840908	0,26998043	0,25635148
700840909	0,26835872	0,21456829
700840910	0,28365278	0,24260276
700840911	0,32877675	0,37587951
700840912	0,30556903	0,22892295
700840913	0,12323141	0,09750641

Con base en las variables obtenidas en la Tabla 8, se procedió a realizar una nueva normalización que se visualiza en la segunda y tercera columna de la Tabla 9 para luego efectuar una nueva combinación entre las variables densidad–nivel de estudio y densidad–índice económico, con el objetivo de determinar la variable de mayor relevancia para el caso de estudio.

Como resultado, se definió la variable denominada combinación densidad-índice económico y densidad-nivel de estudio, cuyos resultados se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. *Combinación densidad - índice económico y densidad - nivel de estudio.*

Radio	Normalización combinación estudio densidad	Normalización económico densidad	Combinación densidad índice económico - densidad nivel de estudio
700840101	0,04356222	0	0,02178111
700840102	0,25721753	0,00945787	0,1333377
700840201	0,12126828	0,14588208	0,13357518
700840202	0,33353759	0,36158876	0,34756318
700840203	0,17275234	0,14349146	0,1581219
700840204	0,44223953	0,30761775	0,37492864
700840205	0,13327009	0,03578362	0,08452685
700840206	0,39507879	0,13483416	0,26495648
700840207	0,58536633	0,30584904	0,44560769
700840208	0,55133514	0,61677724	0,58405619
700840209	0,81140569	0,40647598	0,60894083
700840210	0,69948043	0,39214833	0,54581438
700840211	0,79862619	0,81288301	0,8057546
700840212	0,92342941	0,57594889	0,74968915
700840213	0,85496377	0,53103877	0,69300127
700840214	0,81209223	0,29743149	0,55476186
700840301	0,56933033	0,49577117	0,53255075
700840302	0,54838683	0,49726072	0,52282378
700840303	0,42346147	0,25809031	0,34077589
700840304	0,40218504	0,33159627	0,36689066
700840305	0,50436374	0,39490163	0,44963269
700840306	0,28976789	0,24944391	0,2696059
700840307	0,5480671	0,51395996	0,53101353
700840308	0,59764813	0,43604119	0,51684466
700840309	0,51590026	0,41144494	0,4636726
700840310	0,49750677	0,33089602	0,4142014
700840311	0,65719404	0,47055415	0,5638741
700840312	0,53386445	0,30771702	0,42079073
700840401	0,63725481	0,16886671	0,40306076
700840402	0,67185397	0,56838842	0,6201212
700840403	0,67082244	1	0,83541122
700840404	0,82800168	0,46791663	0,64795916
700840405	0,65317607	0,61499334	0,6340847
700840406	0,40235849	0,22980492	0,3160817
700840407	0,70505927	0,36479682	0,53492805
700840408	0,22763555	0,12770461	0,17767008

700840409	0,8599407	0,61079453	0,73536761
700840501	0,07125841	0,04535666	0,05830754
700840502	0	0,06020379	0,03010189
700840503	0,28145596	0,31803904	0,2997475
700840504	0,36986632	0,40915417	0,38951024
700840505	0,24937245	0,29224608	0,27080927
700840506	0,02157118	0,03049083	0,026031
700840507	0,16288189	0,10486993	0,13387591
700840508	0,11785326	0,15814411	0,13799869
700840509	0,11994737	0,03592453	0,07793595
700840510	0,53507566	0,38565072	0,46036319
700840511	0,54296308	0,31952615	0,43124461
700840512	0,40668809	0,19973179	0,30320994
700840513	0,82338607	0,52000571	0,67169589
700840601	0,30216087	0,23456132	0,2683611
700840602	0,33792123	0,38024017	0,3590807
700840603	0,4118192	0,18242714	0,29712317
700840604	0,75598057	0,56760166	0,66179112
700840605	0,573357	0,29462742	0,43399221
700840606	0,8768282	0,42278941	0,64980881
700840607	0,87411502	0,43183578	0,6529754
700840608	0,78911887	0,30976455	0,54944171
700840609	0,68226654	0,75117035	0,71671844
700840610	0,19378052	0,02102688	0,1074037
700840611	0,07999174	0,08553738	0,08276456
700840612	0,35305216	0,36420412	0,35862814
700840613	0,24685319	0,25438256	0,25061788
700840614	0,196581	0,18702905	0,19180502
700840615	0,19777772	0,13487578	0,16632675
700840701	0,80431302	0,89264825	0,84848064
700840702	0,77219511	0,56970635	0,67095073
700840703	0,69636359	0,56785371	0,63210865
700840704	0,57873528	0,43016606	0,50445067
700840705	0,68337146	0,41622873	0,54980009
700840706	0,4981561	0,33405707	0,41610659
700840707	0,52413767	0,4052021	0,46466988
700840708	0,7024342	0,61915815	0,66079617
700840709	0,6194234	0,59134456	0,60538398
700840710	0,50486031	0,2851216	0,39499096
700840801	0,75486423	0,63644924	0,69565673
700840802	1	0,88852147	0,94426074
700840803	0,49664456	0,47875	0,48769728
700840804	0,63839839	0,50301742	0,57070791
700840805	0,79743809	0,72891116	0,76317463
700840806	0,84147231	0,69904387	0,77025809
700840807	0,69119983	0,5926998	0,64194982
700840808	0,56380792	0,51500549	0,5394067
700840809	0,62220122	0,98304071	0,80262097

700840810	0,5000079	0,60548882	0,55274836
700840811	0,4589616	0,43508766	0,44702463
700840812	0,50271217	0,35084431	0,42677824
700840813	0,45759404	0,53772323	0,49765863
700840814	0,6223858	0,51104481	0,56671531
700840901	0,69528837	0,43197712	0,56363274
700840902	0,78564947	0,47977663	0,63271305
700840903	0,56441043	0,55083801	0,55762422
700840904	0,61789687	0,46223539	0,54006613
700840905	0,52425806	0,59985471	0,56205638
700840906	0,82560482	0,80705024	0,81632753
700840907	0,65834607	0,50102917	0,57968762
700840908	0,40976504	0,43795808	0,42386156
700840909	0,40726819	0,36657451	0,38692135
700840910	0,43081551	0,41446939	0,42264245
700840911	0,50029011	0,64216313	0,57122662
700840912	0,46455862	0,39109841	0,42782852
700840913	0,1838246	0,16658269	0,17520365

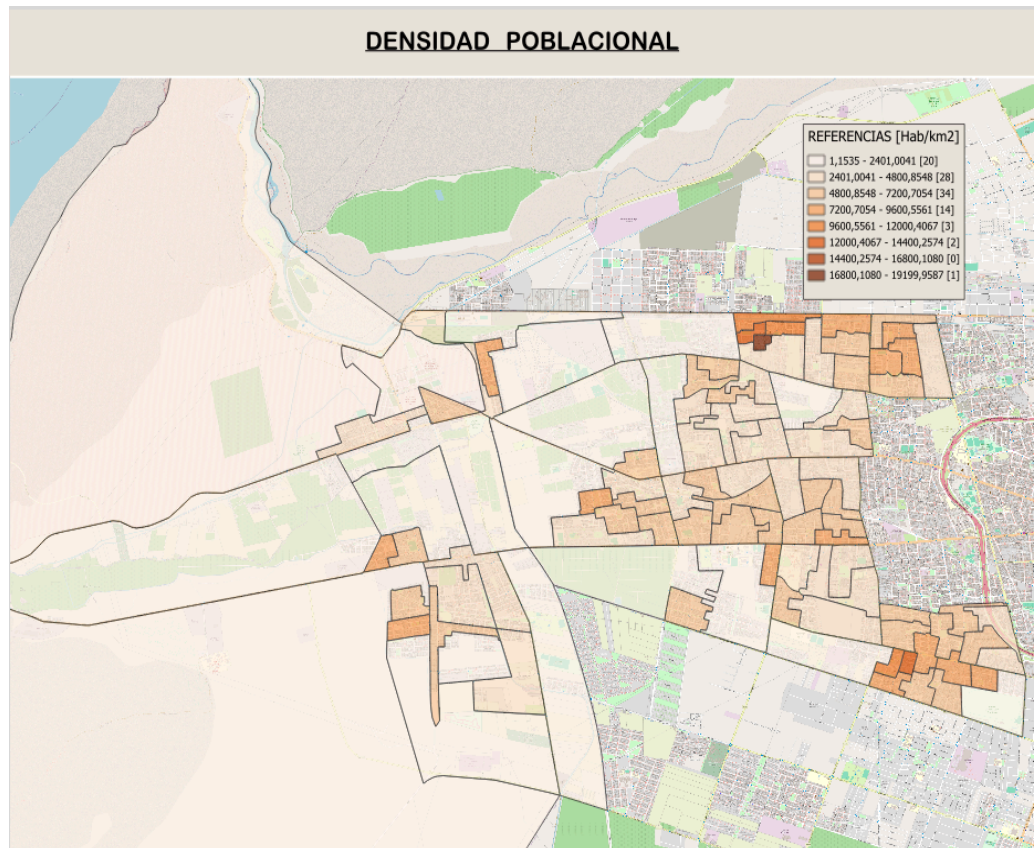
1.5 Evaluación.

Implementación en QGIS.

Todas las variables que se obtuvieron, fueron modeladas en QGIS mediante mapas interactivos programados en Python (Ver ANEXO 2 – PROGRAMACIÓN EN PYTHON) que permiten seleccionar la variable a visualizar, utilizando diferentes colores. Esta herramienta facilita la interpretación de la información, presentándola de manera clara, sintética y estratégica para el usuario final, favoreciendo así la toma de decisiones.

A continuación, se muestran los mapas obtenidos:

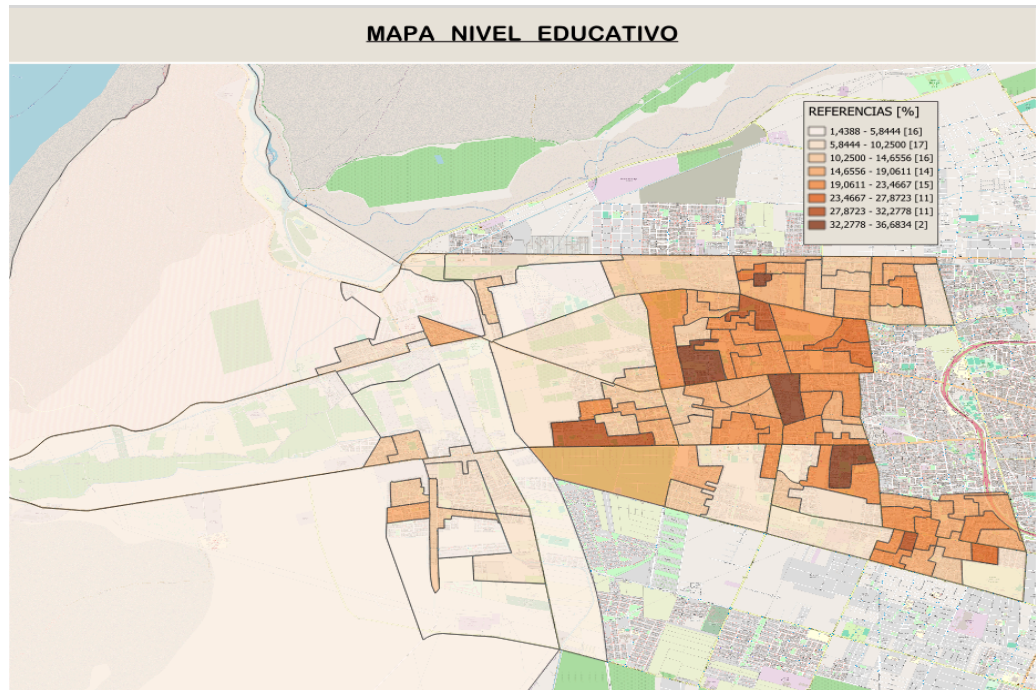
Imagen 12. Mapa densidad poblacional.



Nota. Para identificar qué color corresponde a cada radio, remítase a la

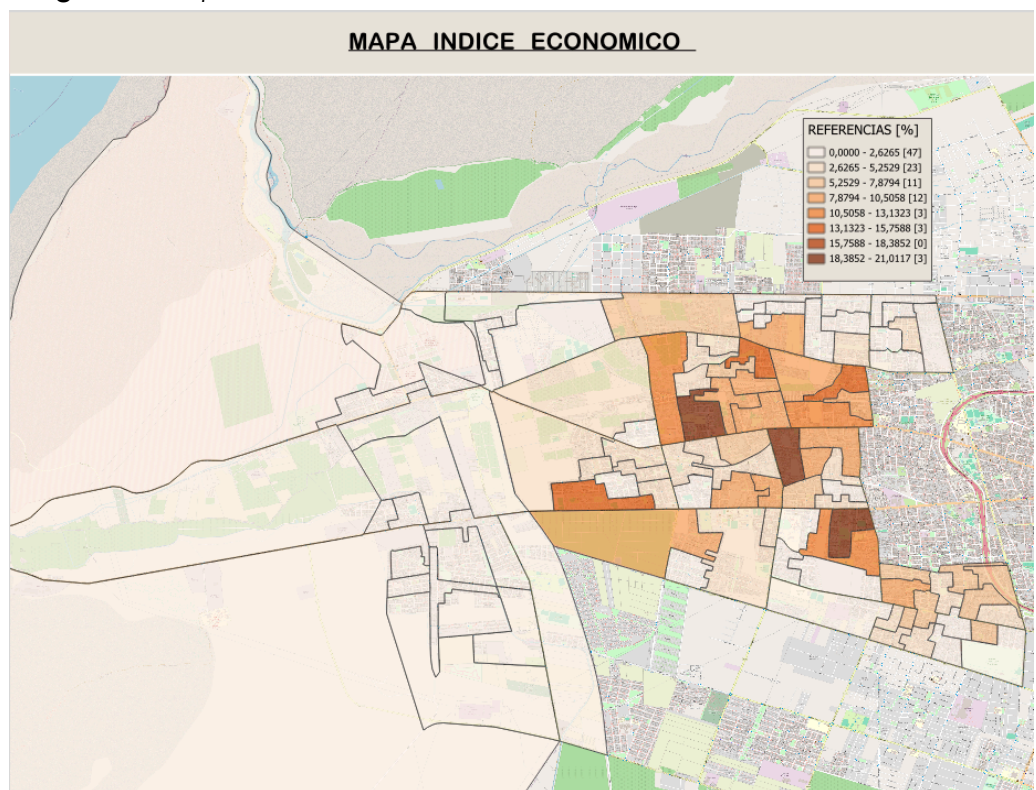
Tabla 2. Cálculo de densidad poblacional por radio. En dicha tabla, la celda de cada densidad poblacional está resaltada con su color asignado.

Imagen 13. Mapa Nivel Educativo.



Nota. Para identificar qué color corresponde a cada radio, remítase a la Tabla 4. Porcentaje de personas con alto nivel de estudio. En dicha tabla, la celda de cada nivel de estudio está resaltado con su color asignado.

Imagen 14. Mapa Nivel Económico.



Nota. Para identificar qué color corresponde a cada radio, remítase a la Tabla 6. *Cálculo de índice económico*. En dicha tabla, la celda de cada nivel de económico está resaltado con su color asignado.

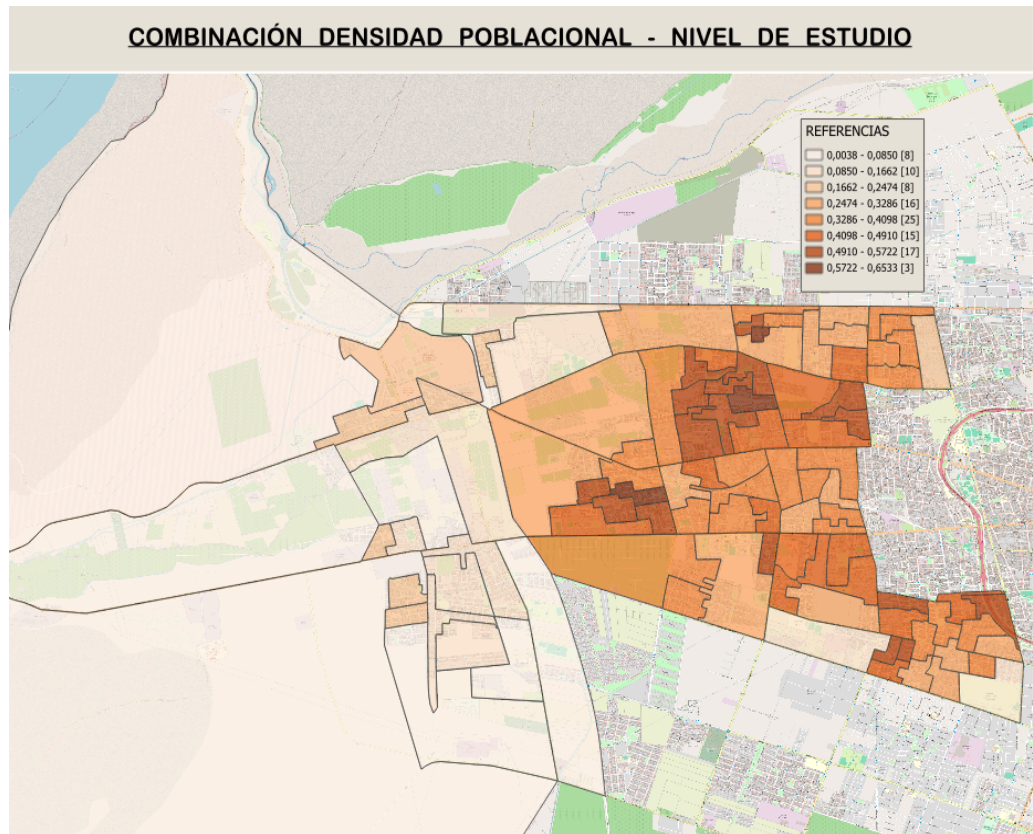
En la Imagen 12, Imagen 13 y

Imagen 14 se presentan los mapas con las variables obtenidas por radio

censal en una primera instancia: densidad poblacional (

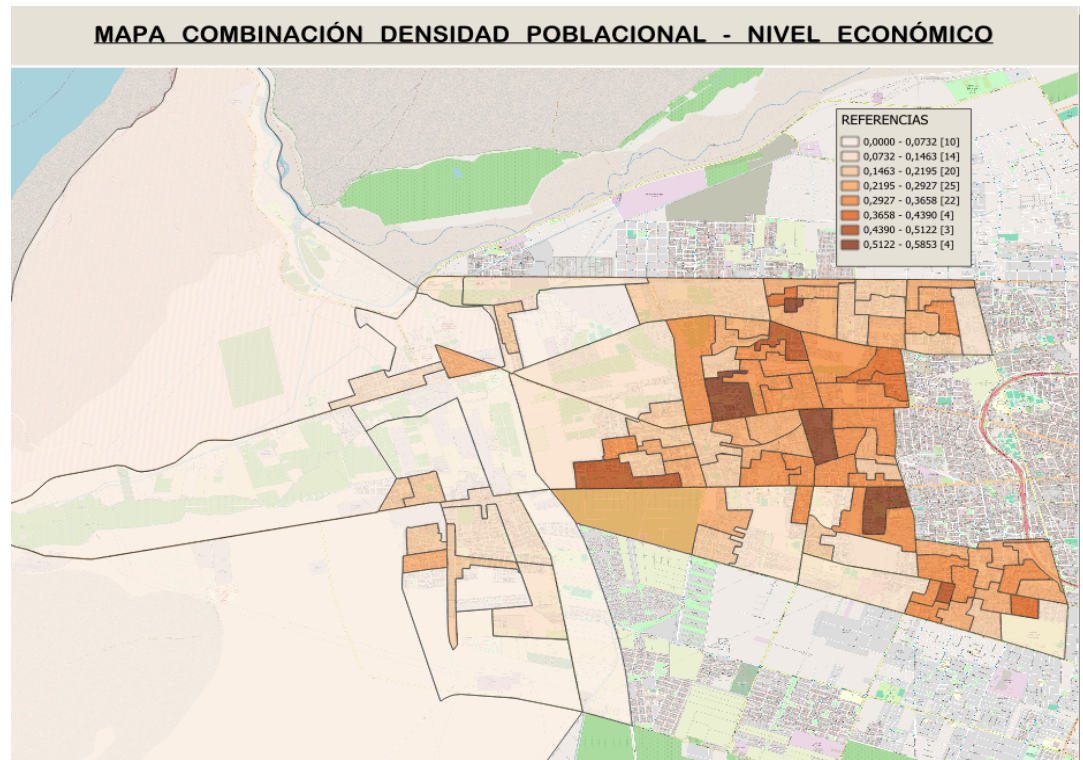
Tabla 2), porcentaje de personas con estudios superiores (Tabla 4) y porcentaje de personas con alto nivel económico (Tabla 6), respectivamente.

Imagen 15. Mapa de combinación densidad poblacional y nivel de estudio.



Nota. Para identificar qué color corresponde a cada radio, remítase a la Tabla 8. *Combinación densidad poblacional con nivel de estudio e Índice económico* En dicha tabla, la celda de la variable combinación de densidad poblacional y estudio está resaltada con su color asignado.

Imagen 16. Mapa combinación densidad poblacional y nivel económico.

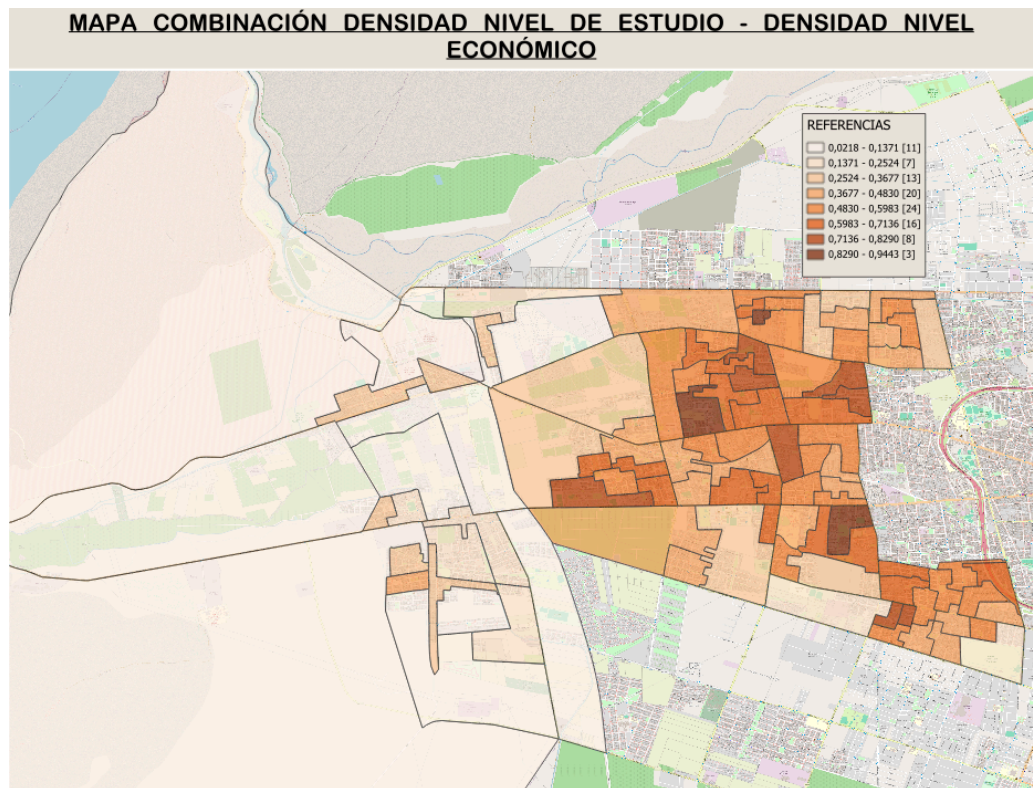


Nota. Para identificar qué color corresponde a cada radio, remítase a la Tabla 8. *Combinación densidad poblacional con nivel de estudio e Índice económico* En dicha tabla, la celda de la variable combinación de densidad poblacional y nivel económico está resaltada con su color asignado.

En la Imagen 15 e

Imagen 16 se muestra la relación entre la densidad poblacional (como variable común) con el nivel educativo y el nivel económico (Tabla 8).

Imagen 17. Mapa combinación Densidad-Estudio con Densidad-Nivel Económico.



Nota. Para identificar qué color corresponde a cada radio, remítase a la Tabla 9. Combinación densidad - índice económico y densidad - nivel de estudio. En dicha tabla, la celda de la variable Combinación densidad índice económico - densidad nivel de estudio está resaltada con su color asignado.

Finalmente, a partir de la combinación de estas variables -que dieron origen a la Imagen 15 e

Imagen 16- se elaboró el mapa final representado en la Imagen 17, donde se identifican las nuevas áreas de estudio e interés para abordar la problemática analizada.

1.6 Despliegue.

A partir de los mapas generados y tomando en consideración las limitaciones presupuestarias, la obligatoriedad de clasificar los residuos y los datos sociodemográficos disponibles, se propone implementar una estrategia mixta fundamentada en criterios de impacto, eficiencia y sostenibilidad.

Esta metodología brinda mayor precisión para definir la ubicación y el tipo de contenedores necesarios. En este sentido, la estrategia se articula en dos pasos: primero, caracterizar el tipo de zona según los datos procesados; y segundo, definir el esquema de clasificación de residuos y el acompañamiento educativo adecuado para cada caso.

Imagen 18. *Referencias presentadas en*

Imagen 17.

REFERENCIAS	
□	0,0218 - 0,1371 [11]
□	0,1371 - 0,2524 [7]
□	0,2524 - 0,3677 [13]
□	0,3677 - 0,4830 [20]
□	0,4830 - 0,5983 [24]
□	0,5983 - 0,7136 [16]
□	0,7136 - 0,8290 [8]
□	0,8290 - 0,9443 [3]

De acuerdo con las referencias de la Imagen 18, el territorio se segmentó en cuatro categorías (Zona 1 a Zona 4). Esta clasificación responde a los valores arrojados por las variables combinadas de *densidad poblacional-índice económico* y *densidad poblacional-nivel educativo*:

Zona 1: Alta densidad poblacional, alto nivel educativo y nivel económico alto. Rango de valores: [0,7136 – 0,9443].

Zona 2: Densidad poblacional media-alta, nivel educativo y económico medio. Rango de valores: [0,4830 – 0,7136].

Zona 3: Densidad poblacional media-baja, nivel educativo y económico bajo. Rango de valores: [0,2524 – 0,4830].

Zona 4: Zonas vulnerables o informales. Rango de valores: [0,0218 – 0,1371].

La información resultante se presenta en la tabla 10.

Tabla 10. Tipo de clasificación y acompañamiento educativo según tipo de zona.

Tipo de Zona	Tipo de clasificación	Acompañamiento educativo
Zona 1: Alta densidad poblacional, alto nivel educativo y nivel económico alto	reciclables / orgánicos / resto	No obligatorio, puede haber información gráfica
Zona 2: Densidad poblacional media-alta, nivel educativo y económico medio.	reciclables / resto	Sí, Con promotor ambiental o cartelera intensiva
Zona 3: Densidad poblacional media-baja, nivel educativo y económico bajo.	reciclables / resto	Opcional, puede reforzarse con redes sociales o app
Zona 4: Zonas vulnerables o informales	Resto como inicio	Sí o sí: educación + recolección frecuente
Zona 5: Comercios o zonas públicas (plazas, escuelas, lugares turísticos)	papel/plástico - orgánicos - resto	Síntesis visual clara, con pictogramas

1.6.1 Propuesta de solución.

Se propone un plan de implementación en diferentes etapas:

Etapa 1: Abordar las zonas 1 y 5, considerando estas zonas como los lugares en donde se estima una mayor probabilidad de éxito, promoviendo una buena visibilidad para la comunidad, debido a que estará implementada en zona de considerable concurrencia de personas.

Etapa 2: Considerando exitosa la etapa 1, se continúa en zonas 2 y 3 de manera gradual priorizando las zonas donde los indicadores sean más elevados. Esto permitiría que la mayoría de la población, que en promedio presenta estos niveles y constituye el sector más representativo de la ciudad de Rivadavia,

acceda a este tipo de política. Esta implementación es la que se considera llevará más tiempo, trabajo, inversión y esfuerzo combinado entre municipio y habitantes para obtener resultados positivos.

Etapa 3: Esta etapa se implementa, luego de un determinado tiempo, en concurrencia con la etapa 2, abordando la zona 4 con trabajo social, acompañamiento y campañas de promoción para la implementación de la misma. Para ello, se propone implementar puntos de reciclaje que cubran amplias áreas inicialmente, para luego incrementar su cantidad de manera gradual, reduciendo la extensión de cobertura de cada uno y ampliando su presencia en las distintas zonas vulnerables.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

1. Conclusiones.

El desarrollo de este trabajo de fin de carrera, permitió cumplir con los objetivos propuestos mediante la construcción de una herramienta de gestión eficiente. Integrando ciencia de datos y análisis geoespacial, esta solución genera propuestas para la distribución inteligente de contenedores, adaptándose a las características de cada zona y al tipo de residuo. Por otra parte, el relevamiento de la situación actual en el departamento de Rivadavia proporcionó un panorama claro del sistema de recolección vigente, lo que facilitó la identificación de sus puntos críticos y de las desigualdades territoriales que afectan la calidad del servicio.

Asimismo, la investigación de métodos y modelos propios de la ciencia de datos, junto con técnicas de análisis geoespacial y herramientas SIG, permitió seleccionar enfoques adecuados para abordar la problemática. Esta integración resultó fundamental para construir indicadores y generar información precisa y confiable.

La elaboración de mapas interactivos posibilitó una representación clara de las zonas relevantes para el caso de estudio. Estas visualizaciones no solo facilitan la interpretación de los resultados, sino que también cumplen la función de mostrar de forma directa y comprensible los datos obtenidos durante el análisis.

En conjunto, los análisis realizados y las herramientas desarrolladas brindan un respaldo técnico importante para formular propuestas de políticas públicas que permitan optimizar los recursos municipales, mejorar la cobertura del servicio y avanzar hacia una gestión de residuos más sostenible. La incorporación de técnicas de ciencia de datos y sistemas de información geográfica muestra, además, el

potencial de estas herramientas para fortalecer la toma de decisiones y hacer más efectivas las estrategias ambientales del municipio.

Los resultados obtenidos evidencian que combinar ciencia de datos con análisis geoespacial es un camino clave para diseñar propuestas de gestión eficiente y de distribución inteligente de contenedores en Rivadavia. La integración de modelos analíticos, indicadores espaciales y visualizaciones interactivas permitió construir una base técnica sólida que respalda la planificación pública, orientada a optimizar recursos y mejorar la cobertura. En definitiva, este estudio demuestra que aplicar tecnologías de datos y herramientas SIG aporta criterios objetivos y sostenibles para las decisiones municipales en este caso de estudio.

2. Líneas futuras de investigación.

Sería valioso avanzar hacia la incorporación de tecnologías emergentes que complementen y potencien el análisis realizado. Entre ellas, el uso de sensores de internet de las cosas (IoT) para medir en tiempo real la ocupación de los contenedores permitiría conocer de manera continua el estado del sistema, evitando desbordes, reduciendo recorridos innecesarios y optimizando la planificación de rutas de recolección.

Se podría realizar una mejora a la propuesta planteada, para lograr determinar la cantidad y ubicación óptima de los contenedores a utilizar en cada uno de los radios censales, esto permitiría ser más precisos en la solución.

Optimización de Rutas en Tiempo Real: Utilizando los datos de la predicción de llenado y la ubicación con Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los vehículos, se pueden generar rutas de recolección que cambien día a día para

visitar solo los contenedores que realmente lo necesiten. Esto maximizaría la eficiencia, reduciría el gasto de combustible y disminuiría el tiempo de trabajo.

Modelos de Predicción: Desarrollar modelos que puedan predecir cuándo y dónde se acumularán más residuos con anticipación. Esto se haría integrando variables como el clima, las fechas festivas y los patrones de ocupación urbana, permitiendo que el municipio se anticipe a los problemas de capacidad.

Plataforma de Monitoreo (Dashboard): Crear una plataforma digital centralizada que muestre, en un solo lugar, la ubicación en vivo de la flota, el estado de los contenedores y las alertas de incidentes. Esto brindará a los gestores un control total sobre el servicio y facilitará la toma de decisiones rápidas y basadas en datos.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias

Basílico , G., & Iglesias, G. (2024). Guía introductoria a los Sistemas de Información Geográfica en QGIS: herramientas básicas y aplicaciones ambientales. *Revista del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (Revistas IPGH)*, 214 páginas (es un libro o guía).
<https://www.revistasipgh.org/index.php/rcar/article/view/6019/6745>

Espinosa Zúñiga, J. (29 de Febrero de 2020). *Aplicación de metodología CRISP-DM para segmentación geográfica de una base de datos pública*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-7743202000100008

Flores, C., Rodríguez, I., & Llanos, M. (2012). Relación de la densidad poblacional y la generación de residuos sólidos en ocho Macrodistrictos del Municipio de La Paz, Bolivia. *Actas del V Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población* (pág. 23). Montevideo, Uruguay: Asociación Latinoamericana de Población .

Galvis González, J. (2016). Residuos sólidos: problema, conceptos básicos y algunas reflexiones. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 45(1), 49-57.

Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC). (04 de Enero de 2022). *La metodología CRISP-DM en ciencia de datos*.
<https://www.iic.uam.es/innovacion/metodologia-crisp-dm-ciencia-de-datos/>

Lic. Geog. Mara Carolina Rojas (IDECOR, autor corporativo). (2023). *Explorando la caja de herramientas de QGIS.*

<https://www.idecor.gob.ar/explorando-la-caja-de-herramientas-de-qgis/>

Muñoz Farías, D., Pietragalla, V., & Dal Pont, S. (s.f. de s.f. de s.f.). *Número de habitantes y nivel económico, factores clave en la generación de residuos en la provincia de Buenos Aires.*

<https://sobrelatierra.agro.uba.ar/numero-de-habitantes-y-nivel-economico-factores-clave-en-la-generacion-de-residuos-en-la-provincia-de-buenos-aires/>

Schmitz, O. (23 de Marzo de 2025). *CRISP-DM: La guía definitiva para maximizar el valor de tus datos.*

<https://martescoach.oscarschmitz.com/p/crisp-dm-la-guia-definitiva-para>

(INDEC), Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Guía para usuarios de la base de datos Redatam para el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022.* Buenos Aires (sede oficial del INDEC): Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).

https://indec.gob.ar/webdescargas/sistemas/redatam/Guia_Usuario_Redatam.pdf

Aggarwal, C. C. (2015 (abril)). *Data Mining: The Textbook.* Cham, Suiza (Sede editorial de Springer International Publishing): Springer International Publishing.

Amazon Web Services. (2024). *¿Qué es la ciencia de datos?*

<https://aws.amazon.com/es/what-is/data-science/>

Banco Interamericano de Desarrollo. (2024). *Ciencia de Datos: definición, aplicaciones y recursos*.

<https://blogs.iadb.org/conocimiento-abierto/es/ciencia-de-datos/>

Belton, V., & Stewart, T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Boston, Estados Unidos: Springer Science & Business Media (Kluwer Academic Publishers).

Bravo, J. D. (2000). *Breve Introducción a la Cartografía y a los Sistemas de Información Geográfica (SIG)*. Madrid, España: CIEMAT.

Cady, F. (2025). *The Data Science Handbook Second Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Hoboken.

CELADE, División de Población de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (21 de Agosto de 2025). *Procesamiento en línea con Redatam*. <https://redatam.org/es/procesar-en-linea>

Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2023). *Manual de usuario de Redatam: Procesamiento y análisis de microdatos censales*. Santiago de Chile (sede principal de CEPAL): Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). https://www.cepal.org/sites/default/files/manual_redatam.pdf

Chapman, P., Clinton, J., Khabaza, T., Reinartz, T., & Wirth, R. (1999). *The CRIP-DM Consortium*.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2025). *Fortalecimiento de capacidades geoestadísticas en América Latina y el Caribe*.
<https://www.cepal.org>

Dran, A. (2022). *Análisis y estudio sobre las prácticas de gestión de Residuos Sólidos Urbanos en dos zonas de diferente densidad poblacional y nivel adquisitivo de la Localidad de Ramos Mejía, Provincia de Buenos Aires (Tesis de licenciatura, Universidad Siglo 21)*. Córdoba, Argentina: Universidad Siglo 21.
<https://repositorio.21.edu.ar/items/3aa06395-d82e-4ac0-a8c8-6f7034a2e651/full>

Elkabalawy, M. (2024). *Enfoque basado en datos y CRISP-DM para la predicción del consumo energético de edificios utilizando factores interiores y ambientales*.
<https://www.mdpi.com/2071-1050/16/17/7249>

Equipo de Codecademy. (30 de Julio de 2025). *Normalización Min-Max y Normalización Z-Score*.
<https://www.codecademy.com/article/min-max-zscore-normalization>

Errandonea, G. (., Orós, C., Yozzi, M., & Pereira, L. (2023). *Manual para la elaboración de indicadores de educación superior*. Montevideo: Universidad de la República, Uruguay.

Exactas UBA. . (2025). *Ciencias de Datos - Universidad de Buenos Aires*.
<https://exactas.uba.ar/ensenanza/carreras-de-grado/ciencias-de-datos/>

Gazaba, F. J. (17 de mayo de 2021). *Introducción a los Sistemas de Información Geográfica con QGIS*. Municipalidad de Pergamino:
<https://pergamino.ar/descargas/introduccion-a-los-sig-con-qgis.pdf>

Geogpsperu. (2020). *Densidad poblacional QGIS: Fórmula Estadística*.
<https://www.geogpsperu.com/2020/07/densidad-poblacional-qgis-formula.html>

Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data Mining: Concepts and Techniques (3rd edition)*. Burlington, Massachusetts, EE. UU. (sede principal de Morgan Kaufmann): Morgan Kaufmann (una división de Elsevier).

Hwang, C., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlín / Nueva York (ciudades principales de la editorial Springer-Verlag): Springer-Verlag.

IBM. (2024). *¿Qué es la ciencia de datos?*.
<https://www.ibm.com/es-es/topics/data-science>

IBM. (19 de enero de 2024). *¿Qué es la ingeniería de características?* IBM:
<https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/feature-engineering>

Indec - Argentina. (28 de 09 de 2025). *Indec*. Indec:
<https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-1-16-81>

Indec Argentina. (21 de 08 de 2025). *Indec*. Indec:
<https://www.indec.gov.ar/indec/web/Institucional-Indec-Glosario>

Instituto Geográfico Nacional. (2023). *Metadato - Cantidad de población por radio*.
Instituto Geografico Nacional:

https://www.ign.gov.ar/capas-sig/metadatos/cant_poblacion_radio_indec.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados definitivos*. Buenos Aires: Marcelo Costanzo.

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de Argentina. (21 de Agosto de 2025). *Portal geoestadístico*.
<https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-Tema-1-16-81>

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de la República Argentina. (21 de Agosto de 2025). *Glosario*. <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Institucional->

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022: Cartografía y código geográficos*.
<https://www.indec.gov.ar/indec/web/Institucional-Indec-Codgeo>

Johnstone, M. &. (2004). Environmental education and sustainable development: a comparative study. *International Journal of Environmental Studies*, 77-86.

Keeney , R., & Raiffa , H. (1993). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: Cambridge University Press.

La metodología CRISP-DM en ciencia de datos. (4 de Enero de 2022). *Instituto de Ingeniería del Conocimiento - IIC - Universidad Autónoma de Madrid (UAM)*. Madrid, Comunidad de Madrid, España: Instituto de Ingeniería del Conocimiento (IIC), Universidad Autónoma de Madrid.

Londoño, G. A., & Diego Alejandro Moreno Gallon, M. H. (2024). *Introducción a la ciencia y análisis de datos con Python: una visión empresarial*. Pereira, Colombia: Universidad Tecnología de Pereira.

Mendoza, G., & Martins, H. (2006). Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modeling paradigms. *Forest Ecology and Management*, 1-22.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112706002258?via%3Dihub>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Argentina. (2023). *Aprender de los residuos*. Buenos Aires / Argentina: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (Argentina) junto con el Ministerio de Desarrollo Social.

Ministerio de Educación. (2021). *Cómo interpretar información censal*.
<https://www.educ.ar/recursos/90504/como-interpretar-informacion-censal>

Moya, M. C. (26 de Diciembre de 2022). *Software Qgis*.
<https://michaelmoyablog.webflow.io/blog/software-qgis>

Municipalidad de Rivadavia. (29 de 10 de 2024). *Barrios Saludables*.
<https://rivadavia.gob.ar/barrios-saludables/>

Natacha, L., & Gentile, M. T. (2022). *Sistema de indicadores económicos y sociales: la importancia del análisis integrado*. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales:
<https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00408.pdf>

- O'Neil, C., & Schutt, R. (3 de Diciembre de 2013). *Doing Data Science: Straight Talk from the Frontline*. Sebastopol, CA (EE. UU.): O'Reilly Media.
- Padilla, J. G.-J.-A.-Á.-W. (2018). *Ciencia de datos Técnicas analíticas y aprendizaje estadístico*. Bogota: Publicaciones Altaria, S.L.
- Pérez, A. V. (2024). Mapa de generación de residuos sólidos urbanos (RSU) del Área Metropolitana de Mendoza: desafíos en manejo eficiente y sostenibilidad. *Revista de Estudios Ambientales* 12(2), 153-167.
- Pratt, M. K. (9 de Enero de 2025). *18 data science tools to consider using in 2025*. <https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/feature/15-data-science-tools-to-consider-using>
- QGIS Development Team (Equipo de Desarrollo de QGIS). (31 de Octubre de 2024). *Documentation* — QGIS. https://docs.qgis.org/3.40/es/docs/user_manual/introduction/general_tools.html
- Quiroz González, S. A. (2009). *Los residuos sólidos urbanos: El caso del Municipio de Huanusco, Zacatecas*. Zacatecas, México: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Repsol. (07 de Julio de 2024). Tipos de residuos: según su origen, composición y peligrosidad. Bogotá, Bogotá D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Farmacia.

Rheinwerk Computing. (s.f- de s.f. de 1999). Python en la educación y su influencia en la próxima generación de programadores. Bonn, Renania del Norte-Westfalia, Alemania. blog.rheinwerk-computing.com

Rodríguez, G. M. (2021). Poblacion de Buenos Aires. *Estadística Ciudad*, 22-33.

Saltz, J. (15 de Diciembre de 2021). *CRISP-DM para la ciencia de datos: Fortalezas, debilidades y posibles pasos a seguir*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9671634>

Schröer, C., Kruse, F., & Gómez, J. (2021). Revisión sistemática de la literatura sobre la aplicación del CRISP-DM en minería de datos. *Procedia Computer Science*, volumen 181 (págs. 526-534). Sede en Amsterdam, Países Bajos: Elsevier.

Tábara Yaguachi, J. R. (2020). *Influencia entre la densidad poblacional y el servicio de recolección de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Sullana-Piura*. Sullana, en la región Piura, Perú: Red de Repositorios de acceso abierto a la Ciencia (LA Referencia) y la plataforma Alicia del CONCYTEC.

Tian, X., Zhang, Y., & Xu, D. (2023). Weighted linear combination method for multi-criteria decision-making in renewable energy site selection. *Sustainability*, 15(3), 1-22. (<https://www.mdpi.com/journal/sustainability>)

Toselli, P. A., & Toselli, L. A. (2022). *Uso del lenguaje de programación Python como alternativa a software de cálculo específico para la enseñanza en ingeniería*. Villa María, Argentina: Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química (GISIQ), Facultad Regional Villa María, Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina.

UCAECE. (2024). *Licenciatura en Ciencia de Datos*.

<https://www.ucaece.edu.ar/es/carrera/licenciatura-en-ciencia-de-datos>

Ultralytics. (2025). *Ingeniería de características: Definición y técnicas*.

<https://www.ultralytics.com/es/glossary/feature-engineering>

Van Rossum, G. (1995 (abril)). *Python tutorial*. Ámsterdam: Centrum voor Wiskunde en Informatica (CWI).

Vargas, C. d. (20 de 02 de 2025). Manejo y gestion de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de México. *European Public & Social*, 1-14.

<https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1712>

Velazquez, G., Celemin, J. P., Linares, S., Tisnés, A., Manzano, F., Mikkelsen, C., & Macchia, M. L. (2021). *Atlas histórico y geográfico de la Argentina : calidad de vida I*. Tandil (Argentina): Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making*. Nueva York, Estados Unidos: McGraw-Hill.

ANEXO

ANEXO 1 – ENTREVISTA A RICARDO SÁNCHEZ

Se procede a detallar la conversación que se mantuvo el día 17 de Julio de 2025 con Ricardo Sánchez, encargado del área de residuos dependiente de la Secretaría de Servicio de la Municipalidad de Rivadavia.

— ¿Existe actualmente algún plan de gestión de residuos?

Sí. Se implementó el programa *Barrios Saludables*, que comenzó como una prueba piloto en un sector del departamento. Allí se colocaron dos tipos de contenedores y se estableció un sistema donde los días miércoles se retiraban exclusivamente los residuos secos, mientras que el resto de la semana se recolectaban los residuos comunes.

— ¿Qué ocurrió con ese programa?

Con el tiempo, algunos barrios se adherieron y otros no. Eso generó que los días miércoles, destinados a los residuos secos, se desperdiciaran en muchos sectores porque la gente no hacía la clasificación. El programa fue decayendo y actualmente muy pocos barrios la realizan. De todos modos, tenemos expectativas de relanzarlo; creemos que, con una campaña de comunicación más fuerte, la comunidad podría acostumbrarse y adoptar el hábito, ya que es beneficioso para la salud y el ambiente.

— ¿El objetivo principal es que la población clasifique los residuos?

Exactamente. La planta de tratamiento recicla los residuos secos y tiene distintos lugares de disposición según el tipo: los secos van a un sector, las ramas a otro, etc.

En cuanto a los residuos orgánicos, nos generan un beneficio económico: si llevamos menos cantidad, se reduce el canon que debemos pagar.

— **¿Tienen pensado implementar un nuevo programa?**

Sí. Estamos por lanzar uno similar, con otro nombre: “*San Juan Suma*”. La idea es retomar el espíritu de *Barrios Saludables*. Sin embargo, hoy el municipio no está en condiciones económicas de adquirir más contenedores.

— **En nuestro estudio se pudo parametrizar el nivel económico de las zonas.**

¿Querían saber si eso influye en la cantidad de residuos?

Sí, y efectivamente influye. Incluso en la planta saben de dónde proviene cada camión. Por ejemplo, el camión N.º 5 viene del barrio *Ayres del Libertador*, y ya saben cómo derivarlo. El camión N.º 3, que viene de *La Bebida*, va a otro espacio.

— **¿Ingresan a los barrios privados?**

No. Ellos tienen contenedores ubicados en los accesos y allí depositan sus residuos. No tenemos ingreso directo.

— **¿Dentro de los barrios privados hay personal propio que gestiona los residuos?**

Sí. Estamos trabajando en coordinar mejor esa tarea, porque suelen sacar la basura a cualquier horario. La idea es acordar horarios de recolección para mantener la ciudad más ordenada y limpia.

— **¿Cómo funciona el reciclaje en los sitios turísticos?**

El departamento está dividido en comunas: La Bebida, Marquesado, zona Sur, zona Centro y zona Norte. La comuna de La Bebida, por ejemplo, se encarga de los

espacios turísticos como el Jardín de los Poetas, donde se realiza la recolección con camiones de “caja abierta”.

— Cuando hablan de “caja abierta”, ¿a qué se refieren?

A los camiones que levantan escombros, hojas y ramas. En cambio, los camiones compactadores son los que recolectan residuos domiciliarios. Actualmente contamos con 26 o 27 camiones de caja abierta distribuidos en las cinco comunas.

—¿Y cuántos compactadores tienen?

Actualmente tenemos cinco.

— ¿Sabes cuántos contenedores hay en total?

Estamos realizando un relevamiento, ya que no contamos con un número preciso. Muchos contenedores han sido robados o quemados.

— ¿Cómo distribuyen los contenedores? ¿Lo hacen por cuadra o según algún parámetro?

En su momento se hizo un estudio para evaluar el comportamiento urbano y ubicar los contenedores en zonas estratégicas. También se trabaja con los vecinos para que acuerden dónde colocarlos, evitando que sean una obstrucción para los camiones.

Además, existe un sistema de recambio: si se detecta un contenedor vacío o mal ubicado, se traslada a otra zona con mayor demanda.

En ocasiones también se colocan contenedores en puntos donde se forman focos de basura, como esquinas de baldíos, para evitar acumulaciones.

— ¿La gente siempre deposita los residuos en contenedores?

No. Hay barrios que no tienen contenedores; en esos casos la gente deja la basura

en canastos en la puerta de su casa. No contamos con la cantidad suficiente para cubrir todo el departamento.

—¿Cuánto pagan por el canon de residuos?

Rivadavia tiene un beneficio del 50% porque la planta de tratamiento está dentro del departamento. Con ese descuento, el mes pasado pagamos entre 42 y 43 millones de pesos, descontados directamente de la coparticipación.

Las tarifas son:

- Residuos mezclados: \$30.000 por tonelada
- Escombros: \$5.000 por tonelada
- Ramas: \$7.500 por tonelada

— ¿Recorren todos los días las rutas de recolección?

Sí. Generalmente los contenedores están llenos, por eso pasamos a diario.

— ¿Cómo se descargan los contenedores?

El camión tiene un sistema que eleva y descarga el contenedor directamente en el compactador. También contamos con un sistema de recambio y limpieza: se colocan contenedores mantenidos y a los que se retiran se les realiza desinfección, limpieza y reparación (generalmente se rompen las ruedas). En zonas comerciales esto se hace de manera continua.

ANEXO 2 – PROGRAMACIÓN EN PYTHON

Descripción

Este programa implementa una herramienta interactiva de visualización cartográfica dentro de QGIS que permite configurar automáticamente la simbología temática y el etiquetado de datos geospaciales a partir de variables numéricas. Sus objetivos principales son facilitar el análisis espacial de indicadores socioeconómicos, automatizar la representación temática de datos, mejorar la interpretación visual de la información territorial y reducir los errores manuales en la clasificación cartográfica.

El sistema está orientado al análisis de unidades territoriales, siendo aplicado en este ejemplo a nivel de radios censales.

El funcionamiento de la herramienta permite, a través de una ventana de diálogo que se activa con el clic derecho, elegir una variable numérica a partir del dataset y seleccionar una rampa de colores para su representación. Además, ofrece la opción de activar o desactivar la visualización de las etiquetas correspondientes a cada radio censal, produciendo como resultado final un mapa temático personalizado según los parámetros establecidos.

Implementación

```
# -*- coding: utf-8 -*-  
# --- 1. IMPORTACIÓN DE MÓDULOS ---  
from qgis.core import (  
    QgsProject,  
    QgsVectorLayer,  
    QgsGraduatedSymbolRenderer,  
    QgsSymbol,
```

```
        QgsStyle,  
        QgsPalLayerSettings,  
        QgsVectorLayerSimpleLabeling,  
        QgsTextFormat,  
        QgsTextBufferSettings  
    )  
    from qgis.gui import (  
        QgsMapTool,  
        QgsMapToolEmitPoint  
    )  
    from qgis.PyQt.QtWidgets import (  
        QDialog,  
        QVBoxLayout,  
        QLabel,  
        QComboBox,  
        QPushButton,  
        QMessageBox,  
        QCheckBox  
    )  
    from qgis.PyQt.QtCore import Qt  
    from qgis.PyQt.QtGui import QColor, QFont  
    from qgis.utils import iface  
    # --- 2. CLASE PARA LA VENTANA DE DIÁLOGO  
    class SymbologySelectorDialog(QDialog):  
  
        def __init__(self, layer, parent=None):  
            super(SymbologySelectorDialog, self).__init__(parent)  
            self.layer = layer  
            self.setWindowTitle("Configurar Simbología")  
            layout = QVBoxLayout(self)  
  
            # --- Selección de Campo ---  
            layout.addWidget(QLabel("1. Selecciona el campo a visualizar:"))
```

```
self.field_combo_box = QComboBox()

self.populate_fields()

layout.addWidget(self.field_combo_box)

# --- Selección de Rampa de Color ---

layout.addWidget(QLabel("\n2. Selecciona la rampa de color:"))

self.color_ramp_combo_box = QComboBox()

self.populate_color_ramps()

layout.addWidget(self.color_ramp_combo_box)

# Checkbox para controlar las etiquetas

self.labels_checkbox = QCheckBox("Mostrar etiquetas en el mapa")

self.labels_checkbox.setChecked(False)

layout.addWidget(self.labels_checkbox)

# --- Botón de Aplicar ---

apply_button = QPushButton("Aplicar Simbología")

apply_button.setStyleSheet("font-weight: bold; margin-top: 10px;")

layout.addWidget(apply_button)

# --- Conexiones de eventos ---

apply_button.clicked.connect(self.apply_symbology_and_labels)

def populate_fields(self):

    self.field_combo_box.clear()

    fields = self.layer.fields()

    numeric_field_names = [field.name() for field in fields if

field.isNumeric()]

    self.field_combo_box.addItem(numeric_field_names)

def populate_color_ramps(self):

    self.color_ramp_combo_box.clear()

    ramp_names = QgsStyle.defaultStyle().colorRampNames()

    self.color_ramp_combo_box.addItem(ramp_names)

    default_ramp_index = self.color_ramp_combo_box.findText('Greys')

    if default_ramp_index != -1:

        self.color_ramp_combo_box.setCurrentIndex(default_ramp_index)

def apply_symbology_and_labels(self):
```

```
selected_field_name = self.field_combo_box.currentText()
if not selected_field_name:
    QMessageBox.warning(self, "Sin Selección", "Por favor,
selecciona un campo.")
    return
symbol = QgsSymbol.defaultSymbol(self.layer.geometryType())
if symbol.symbolLayers():
    outline_symbol_layer = symbol.symbolLayer(0)
    outline_symbol_layer.setStrokeColor(QColor('black'))
    outline_symbol_layer.setStrokeWidth(0.4)
    outline_symbol_layer.setStrokeStyle(Qt.SolidLine)
selected_ramp_name = self.color_ramp_combo_box.currentText()
color_ramp = QgsStyle.defaultStyle().colorRamp(selected_ramp_name)
if not color_ramp:
    QMessageBox.critical(self, "Error", f"No se pudo encontrar la
rampa de color '{selected_ramp_name}'.")
    return
renderer = QgsGraduatedSymbolRenderer.createRenderer(
    self.layer, selected_field_name, 8,
    QgsGraduatedSymbolRenderer.EqualInterval, symbol, color_ramp
)
self.layer.setRenderer(renderer)
show_labels = self.labels_checkbox.isChecked()
if show_labels:
    # 1. Generar Título y Unidades internamente
    clean_title = selected_field_name.replace('_', ' ').replace('.',
' ')

    if clean_title.upper().startswith("DATOSCOMPUESTOS"):
        clean_title = clean_title[15:]
    label_title = clean_title.strip().title()
    field_lower = selected_field_name.lower()
```

```

        if 'porc' in field_lower or '%' in field_lower or 'pct' in
field_lower:

            label_units = '%'
        else:
            label_units = ''

# 2. Construir la expresión
expression_parts = []
if label_title:
    expression_parts.append(f"{label_title}: ")
expression_parts.append(f'format_number("{selected_field_name}",
2)')

if label_units:
    expression_parts.append(f" {label_units}")
label_expression = ' || '.join(expression_parts)
# 3. Aplicar la configuración de la etiqueta
label_settings = QgsPalLayerSettings()
label_settings.isExpression = True
label_settings.fieldName = label_expression
label_settings.enabled = True
text_format = QgsTextFormat()
text_format.setFont(QFont("Arial", 8))
text_format.setSize(8)
buffer_settings = QgsTextBufferSettings()
buffer_settings.setEnabled(True)
buffer_settings.setSize(0.6)
buffer_settings.setColor(QColor("white"))
text_format.setBuffer(buffer_settings)
label_settings.setFormat(text_format)
labeling_engine = QgsVectorLayerSimpleLabeling(label_settings)
self.layer.setLabeling(labeling_engine)
self.layer.setLabelsEnabled(show_labels)
# --- Parte 3: Refrescar la visualización ---

```

```
        self.layer.triggerRepaint()

        iface.layerTreeView().refreshLayerSymbology(self.layer.id())

        self.accept()

# --- 3. CLASE PARA LA HERRAMIENTA DE MAPA

class SymbologyMapTool(QgsMapToolEmitPoint):

    def __init__(self, canvas, layer):

        super(SymbologyMapTool, self).__init__(canvas)

        self.canvas = canvas

        self.layer = layer

    def canvasReleaseEvent(self, event):

        if event.button() == Qt.RightButton:

            dialog = SymbologySelectorDialog(self.layer)

            dialog.exec_()

# --- 4. CÓDIGO PRINCIPAL DE EJECUCIÓN

def setup_symbology_tool():

    """Busca la capa, crea la herramienta de mapa y la activa."""

    layer_name = "radios_censales"

    layers = QgsProject.instance().mapLayersByName(layer_name)

    if not layers:

        iface.messageBar().pushWarning("Error", f"La capa '{layer_name}' no
fue encontrada.")

        return

    target_layer = layers[0]

    canvas = iface.mapCanvas()

    iface.symbology_tool_instance = SymbologyMapTool(canvas, target_layer)

    canvas.setMapTool(iface.symbology_tool_instance)

    iface.messageBar().pushInfo(

        "Herramienta Activada",

        "Haz clic derecho sobre el mapa para abrir el menú de
configuración."

    )

# --- Ejecutar la configuración ---

setup_symbology_tool()
```