



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y FORESTAL**



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL GEOMÁTICO
SOPORTADO CON TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
APLICADO A LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO DE SAN
MIGUEL, 2023.**


David Alfredo Incaluque Sortija

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL Y FORESTAL**

Asesor: M. Sc. Eliana Mullisaca Contreras



**JULIACA - PERÚ
2024**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y FORESTAL**



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL GEOMÁTICO
SOPORTADO CON TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
APLICADO A LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO DE SAN
MIGUEL, 2023.**

David Alfredo Incaluque Sortija

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL Y FORESTAL**

Asesor: M. Sc. Eliana Mullisaca Contreras



**JULIACA - PERÚ
2024**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y FORESTAL**



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL GEOMÁTICO
SOPORTADO CON TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN
APLICADO A LAS ACTIVIDADES DE RECOLECCIÓN DE
RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO DE SAN
MIGUEL, 2023.**

David Alfredo Incaluque Sortija

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL Y FORESTAL**

Asesor: M. Sc. Eliana Mullisaca Contreras

Juliaca - Perú

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Incaluque, D. (2024). Diseño de un sistema de control geomático soportado con tecnologías de la información aplicado a las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos del distrito de San Miguel, 2023 (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca.

AUTOR: David Alfredo Incaluque Sortija.

TÍTULO: Diseño de un sistema de control geomático soportado con tecnologías de la información aplicado a las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos del distrito de San Miguel, 2023.

PUBLICACIÓN: Juliaca, 2024

DESCRIPCIÓN: Cantidad de páginas (136 pp)

NOTA: Tesis (**Escuela profesional de Ingeniería Ambiental y Forestal**)-
Universidad Nacional de Juliaca.

CÓDIGO: 01-000045-01/I21

NOTA: Incluye bibliografía.

ASESOR: MSc. Eliana Mullisaca Contreras

PALABRAS CLAVE:

Tecnologías de la información, Geomática, Análisis espacio-temporal, Modelamiento, Simulación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y FORESTAL

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL GEOMÁTICO SOPORTADO CON
TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APLICADO A LAS ACTIVIDADES
DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS DEL DISTRITO DE
SAN MIGUEL, 2023”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL
Y FORESTAL**

Presentada por:

Bach. David Alfredo Incaluque Sortija

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

M. Sc. Hugo Apaza Aquino
PRESIDENTE DE JURADO




M. Sc. Godofredo Huanca Chambi
JURADO (Secretario)



2° MIEMBRO

Dr. Ebed David Paredes Rodriguez
JURADO (Vocal)




3° MIEMBRO



M. Sc. Eliana Mulisaca Contreras
ASESOR DE TESIS

David Alfredo Incaluque Sortija

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL GEOMÁTICO
SOPORTADO CON TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN APL...**

 Universidad Nacional de Juliaca

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:449101410

140 Páginas

Fecha de entrega

14 abr 2025, 1:31 p.m. GMT-5

34.414 Palabras

Fecha de descarga

14 abr 2025, 1:35 p.m. GMT-5

192.567 Caracteres

Nombre de archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA - DAVID INCALUQUE.pdf

Tamaño de archivo

7.1 MB






9% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report


- › Bibliography
- › Quoted Text
- › Cited Text
- › Small Matches (less than 9 words)

Top Sources

- 8%  Internet sources
- 2%  Publications
- 6%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

1 Integrity Flag for Review

-  **Replaced Characters**
61 suspect characters on 26 pages
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.



DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi mamá Petrona y a mi papá Rubén (**†**), por tener el temple necesario para aguantar mis aventuras y travesuras.

David Alfredo Incaluque Sortija

AGRADECIMIENTO

Al pasado, por representar la verdad de la vida, por ser el camino al lugar en donde hoy estamos y por ser el responsable del musculo mental que nos permite caminar y seguir caminando cada día...

Al presente, por su extraña simpleza, y sus regalos inesperados...

Al futuro, por ser una hoja en blanco, por darnos la opción de redactar nuestro destino y marcar nuestros caminos...

Y a todos los docentes, compañeros, amigos, que con su enseñanza y amistad me ayudaron, me ayudan y me ayudarán a alcanzar mis metas...

David Alfredo Incaluque Sortija

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
ACRÓNIMOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática	2
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.1 Objetivos de investigación	4
1.2.3 Objetivo general	4
1.2.4 Objetivos específicos	4
1.2 Justificación	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de investigación	6
2.1.1 Antecedentes internacionales	6
2.1.2 Antecedentes nacionales	7
2.1.3 Antecedentes locales	8
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 Teoría del Control	9
2.2.2 Modelo estocástico	9
2.2.3 Procesos estocásticos	9
2.2.4 Variable aleatoria	10

2.2.5	Movimiento Browniano	12
2.2.6	Gráficos de control de medias (\bar{X}) y rangos (R)	12
2.2.7	Tecnologías de la información (TI)	13
2.2.8	Geomática	14
2.2.9	Coordenada geográfica	15
2.2.10	Software QGIS	16
2.2.11	Google Maps	17
2.2.12	HTML y JavaScript	17
2.2.13	Google Forms	19
2.2.14	Google Sheets	20
2.2.15	Google Apps Script	22
2.2.16	Looker Studio	22
2.2.17	DashBoard	22
2.2.18	Residuos sólidos urbanos	22
2.2.19	Gestión de residuos sólidos urbanos	23
2.2.20	Punto crítico de acumulación de residuos sólidos urbanos	24
2.2.21	Plan de manejo de residuos sólidos urbanos	24

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Ámbito de estudio	26
3.2	Método de investigación	28
3.3	Diseño de la investigación	28
3.4	Población	29
3.5	Hipótesis de investigación	29
3.5.1	Hipótesis general	29
3.6	Softwares, recursos, equipos y materiales	29
3.6.1	Softwares y recursos	29
3.6.2	Equipos y materiales	29
3.7	Métodos	29
3.7.1	Modelamiento del sistema de control geomático orientado monitoreo y control de las actividades de RRSU del distrito de San Miguel	29
3.7.2	Diseño de un software que soporte el sistema de control geomático aplicado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos del distrito de San Miguel	35

3.7.3 Teoría del Control Simulación del sistema de control geomático aplicado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos del distrito de San Miguel	37
---	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Modelamiento del sistema de control geomático aplicado a las actividades de Recolección de RSU	39
4.1.1 Delimitación del punto crítico y control de rutas de RRSU	39
4.1.2 Desarrollo de variables de estudio longitud recorrida (L), tiempo (T) y velocidad (V)	40
4.1.3 Modelamiento del control de las actividades de RRSU	44
4.2 Diseño del software para el soporte y simulación del sistema de control geomático aplicado a las actividades de RRSU	52
4.2.1 Descripción del sistema	53
4.2.2 Arquitectura del sistema	53
4.2.3 Estructura de control de puntos críticos de acumulación de RSU	56
4.2.4 Estructura de control del recorrido de rutas de RRSU	64
4.3 Simulación del sistema de control geomático aplicado a las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos	74
4.3.1 Simulación del sistema en cuestión de puntos críticos	75
4.3.2 Control de recorrido de rutas de recolección de RSU	78

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	88
5.2 Recomendaciones	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diferencia entre modelo estocástico y proceso estocástico.	10
Tabla 2 Distribución de rutas de recolección de RSU por zonas, puntos de inicio, puntos finales y longitud total.	28
Tabla 3 Estructura de base de datos de puntos críticos de acumulación de RSU, en función del modelamiento del control.	45
Tabla 4 Longitudes recorridas, delimitación de observaciones y cálculos previos de las gráficas de control de medias X y rangos R . Simulación, acumulación de rutas de la Zona A.	46
Tabla 5 Valores simulados de las velocidades aplicadas en ruta.	51
Tabla 6 Captura imagen de estructura de la base de datos referente de los puntos críticos.	57
Tabla 7 Requerimientos funcionales del sistema de control de puntos críticos.	60
Tabla 8 Requerimientos no funcionales del sistema.	61
Tabla 9 Base de datos procesados para el control de puntos críticos.	62
Tabla 10 Rutas de recolección de RSU.	65
Tabla 11 Base de datos referente a la recopilación de información del recorrido de las rutas de RRSU.	66
Tabla 12 Requerimientos funcionales del sistema de control del recorrido de rutas de RRSU.	71
Tabla 13 Requerimientos no funcionales del sistema.	72
Tabla 14 Coordenadas UTM. De los puntos modelados y distancias de error, en la plaza de armas del Distrito de San Miguel.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción grafica de la Latitud y Longitud para la determinación de coordenadas geográficas.	16
Figura 2. Mapa de ubicación del ámbito de estudio, tiene un área de 976 ha aproximadamente.	26
Figura 3. Zonas delimitadas para la recolección de RSU en el distrito de San Miguel.	27
Figura 4. Diagrama del flujo de datos, procesamiento y presentación de información.	30
Figura 5. Modelo de grafica de control de medias	33
Figura 6. Modelo de grafica de control de rangos.	34
Figura 7. Modelo de grafica de serie temporal.	35
Figura 8. Modelo de grafica de control de medias X. Grafica resultante en base a los datos simulados.	49
Figura 9. Modelo de grafica de control de rangos R.	50
Figura 10. Modelo de grafica de serie temporal. Grafica resultante tras la aplicación de la tabla 2.	52
Figura 11. Componentes de la arquitectura del sistema, orientada a eventos del sistema de control.	56
Figura 12. Formulario virtual de puntos críticos, para la alimentación de la base de datos.	58
Figura 13. Interfaz del sistema para el Administrador, puntos críticos.	58
Figura 14. Interfaz del alimentador del sistema, Operario.	59
Figura 15. Interfaz de administrador del sistema, administrador.	59
Figura 16. Mapa virtual, control de puntos críticos.	63
Figura 17. Ruta de RRSU correspondiente a la zona “A”, del día miércoles, esta es la estructura conceptual de todas las rutas de RRSU.	64
Figura 18. Formulario virtual de rutas recorridas por camión compactador.	67
Figura 19. Interfaz del sistema para el Administrador, resultados de ruteo para la RRSU.	68
Figura 20. Interfaz del sistema para el Administrador, resultados de ruteo para la RRSU.	69
Figura 21. Interfaz de gestión de roles del sistema, para alimentar la base de datos.	70
Figura 22. Interfaz de gestión de roles del sistema, para uso administrativo.	70
Figura 23. Mapa de puntos georreferenciados por el sistema, hace referencia a la longitud de error de georreferenciación del sistema, la evaluación se realizó en la plaza de armas del Distrito de San Miguel.	76

Figura 24. Mapa virtual, para el control de puntos críticos.	78
Figura 25. Grafica tabular, para el control y seguimiento de puntos críticos.	78
Figura 26. Rango de ubicación para el llenado del formulario virtual.	79
Figura 27. Mapa virtual, para el control de rutas de RRSU.	80
Figura 28. Grafica tabular, captura de pantalla que muestra la interfaz del control de registro de ruteo.	81
Figura 29. Grafica tabular, captura de pantalla que muestra la interfaz del porcentaje de avance diario por rutas.	81
Figura 30. Grafica tabular, captura de pantalla que muestra la interfaz del porcentaje de avance semanal por zona.	82
Figura 31. Grafica de control de rangos R y de medias X, para la ruta A-LUNES.	82
Figura 32. Grafica de control de rangos R y de medias X, para la acumulación de rutas en la ZONA-A.	83
Figura 33. Grafica de series temporales, para el control de velocidad.	87
Figura 34. Rutas de recolección de RSU para los días lunes en las zonas A y B.	100
Figura 35. Rutas de recolección de RSU para los días martes en las zonas A y B.	101
Figura 36. Rutas de recolección de RSU para los días miércoles en las zonas A y B.	102
Figura 37. Rutas de recolección de RSU para los días jueves en las zonas A y B.	103
Figura 38. Rutas de recolección de RSU para los días viernes en las zonas A y B.	104

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de factores para la elaboración de graficas de control.....	99
Anexo 2. Mapas de rutas de RRSU dispersas en el área urbana del distrito de San Miguel.	100
Anexo 3. Puntos de control, resultados del levantamiento geomático.....	105
Anexo 4. Registro, base de datos, de longitudes recorridas.....	122

ACRÓNIMOS

CR	: Control de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos
PC	: Punto crítico de acumulación de residuos sólidos urbanos
RRSU	: Recolección de residuos sólidos urbanos
RSU	: Residuos sólidos urbanos
SIG	: Sistemas de Información Geográfica

RESUMEN

En el área urbana del distrito de San Miguel las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos (RRSU) son realizadas sin registro de los resultados diarios del servicio con respecto a la velocidad, tiempo y distancias recorridas; esta información es básica para el análisis y modelización de la variabilidad espacio-temporal, que da lugar a la delimitación espacial de la cobertura del servicio, permitiendo monitorear el servicio y diferenciar las áreas con deficiencias o sin servicios prestados de recolección de residuos sólidos urbanos. El objetivo de la investigación fue el de diseñar un sistema de control geomático, soportado con tecnologías de la información. Este sistema permite visualizar geográfica y estadísticamente la cobertura del servicio prestado. La metodología inicio con las mediciones y georreferenciación de todas las rutas de recolección de residuos sólidos, particionadas en cada intersección de las calles, utilizando el software QGIS 3.30.1; para el modelamiento de los gráficos de resultados de ruteo, se hizo con la aplicación de interfaces entre los softwares Google Maps, Google Sheets, formulario de Google, Google Looker Studio, Apps Script, código HTML, y código en Javascript; las interfaces que se implementaron desarrollan los cálculos estadísticos, mapas de resultados y graficas estadísticas, para su análisis de manera automática y en tiempo real. Los resultados muestran que el sistema permite visualizar los resultados de la velocidad, tiempo y longitud de la ruta recorrida de forma analítica, utilizando las gráficas de control \bar{X} y R , gráfica de series temporales, polígonos de frecuencia, graficas tabulares y mapa de resultados georreferenciados. Estas pueden ser visualizadas en cualquier PC o celular Android con acceso a internet.

Palabras clave: Tecnologías de la información, Geomática, Análisis espacio-temporal, recolección de residuos sólidos.

ABSTRACT

In the urban area of the district of San Miguel, urban solid waste (URW) collection activities are carried out without recording the daily results of the service with respect to speed, time and distance traveled; this information is essential for the analysis and modeling of the space-time variability, which leads to the spatial delimitation of the service coverage, allowing the monitoring of the service and differentiating the areas with deficiencies or without urban solid waste collection services provided. The objective of the research was to design a geomatic control system, supported by information technologies. This system allows the geographic and statistical visualization of the service coverage provided. The methodology began with the measurements and georeferencing of all solid waste collection routes, partitioned at each street intersection, using the QGIS 3.30.1 software; for the modeling of the routing results graphics, it was done with the application of interfaces between the software Google Maps, Google Sheets, Google Form, Google Looker Studio, Apps Script, HTML code, and Javascript code; The interfaces implemented develop statistical calculations, result maps and statistical graphs for their analysis automatically and in real time. The results show that the system allows the results of the speed, time and length of the route traveled to be visualized analytically, using the \bar{X} and R control graphs, time series graphs, frequency polygons, tabular graphs and a georeferenced results map. These can be viewed on any PC or Android cell phone with Internet access.

Keywords: Information technologies, Geomatics, Spatio-temporal analysis, solid waste collection.

INTRODUCCIÓN

La gestión de las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos (RRSU) es un desafío crucial para las ciudades muy pobladas. El resultado de la gestión, representada por la cobertura del servicio tiene impactos directos en la salud pública, el medio ambiente y la calidad de vida de los ciudadanos (Segura et al., 2020). En el distrito de San Miguel la recolección de RSU enfrenta problemas de acceso a herramientas de monitoreo y control de las actividades de RRSU y a su consecuente recopilación de información de los resultados de la cobertura del servicio. Es decir, existen limitaciones en la efectividad y precisión de las actividades de control y gestión informada del servicio. Estas limitaciones, requieren soluciones innovadoras para mejorar su eficiencia y efectividad (Alvares, 2022). El sistema de control geomático aplicado a las actividades de RRSU, propuesto en esta investigación, es una herramienta que realiza monitoreos geoespaciales y análisis espacio-temporal de la cobertura del servicio, a la vez, este sistema ofrece una oportunidad significativa para los análisis de optimización de las actividades de RRSU.

La metodología de esta investigación es aplicada (Castro et al., 2023), esta se enfoca en la implementación práctica de un sistema tecnológico que está sujeta a pruebas y evaluaciones en entornos simulados y reales. El sistema fue diseñado integrando tecnologías de la información (X. Barragán, 2022) y geomática, como los sistemas de Información Geográfica (SIG), la percepción remota y el software de geolocalización en tiempo real. Se aplicaron modelos estocásticos (Gasmuri & Crespo, 2024) con el uso de procesos probabilísticos (Walpole et al., 2012) para prevenir problemas operativos ocasionales. Finalmente se desarrolló un software en el que se realizaron simulaciones en diversos escenarios operativos para evaluar su funcionamiento.

El objetivo principal de la presente investigación fue diseñar un sistema de control geomático aplicada a las actividades de RRSU. El cual tiene la finalidad de buscar mejoras y dar soporte al monitoreo y control de las actividades de RRSU. Atendiendo los desafíos existentes en la recolección de los RSU en el distrito (Alvares, 2022). Los objetivos específicos, se enfocaron en el desarrollo de herramientas y procesos tecnológicos que permiten visualizar gráficamente los resultados del servicio de RRSU, proporcionando así una solución integral y eficiente para el monitoreo y análisis del servicio en el distrito de San Miguel.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación problemática

La gestión de las actividades de recolección de RSU es uno de los grandes problemas en todo el mundo (Quiceno, 2023). Este problema surge a causa del aumento significativo y continuo del área urbana, producto del crecimiento poblacional (Huasasquiche & Medina, 2021). Según un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la gestión deficiente de las actividades de RRSU puede llegar a generar graves problemas ambientales, y efectos directos a la salud pública. Así también incrementan los costos operativos que implica el servicio de recolección de RSU (Aguirre & Ortega, 2022). Todas las ciudades, en el mundo, enfrentan la necesidad de implementar sistemas de gestión en las actividades de RRSU. Estos deben de ser eficientes en proporcionar datos, evidencia precisa y en tiempo real. Lo que permitirá mejorar el monitoreo y control en la gestión de la cobertura del servicio. A la vez disminuir el impacto en el medio ambiente (Machado, 2022) por los desbordes operacionales del servicio.

En el Perú, la gestión de las actividades de RRSU realizada por las municipalidades, tiene una gran variedad de desafíos, esto debido al crecimiento demográfico y a una rápida urbanización (Zapana et al., 2021). Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), el estado peruano ha implementado una multitud de políticas para mejorar la recolección y la disposición de RSU (Quispe, 2020). A la vez, reconoce que aún persisten problemas muy significativos en los conceptos de la eficiencia en la cobertura del servicio de recolección de RSU (MINAM, 2021). La carencia de información precisa, actualizada y disponible sobre los resultados espacio-temporales del servicio de recolección de RSU, generan un desconocimiento real de la eficiencia y efectividad de la cobertura del servicio.

En el Distrito de San Miguel, según información del gobierno local, el proceso rutinario de recolección de RSU carece de un control cuantitativo espacio-temporal del servicio (Quispe, 2020). Por este motivo, no existe la posibilidad de realizar una evaluación adecuada de las actividades de recolección de RSU, por lo tanto, la carencia de un sistema que facilite el monitoreo y control espacio-temporal del servicio de RRSU impide la sectorización o delimitación de áreas (Buzai & Montes, 2021) sin cobertura del servicio y a la vez la identificación de puntos críticos.

En el distrito de San Miguel las actividades de RRSU se realizan desconociendo los resultados espacio-temporales del servicio, este desconocimiento representa de manera tácita la incapacidad de decisión, análisis y comprensión de las actividades que conllevan el servicio de RRSU. Según Kant, el desconocimiento del cuándo y el dónde de las operaciones impide construir una comprensión coherente de la situación (Perojo, 1883). Por lo tanto, este desconocimiento impide analizar el servicio y tomar decisiones informadas. La causa principal del problema, es la carencia de un sistema de control que permita acopiar información de los resultados del servicio de RRSU en campo, teniendo como consecuencias de esta carencia, la imposibilidad de implementar estrategias preventivas, análisis predictivo, análisis de riesgos prospectivos (H. Barragán et al., 2023) y análisis de resultados del servicio. Es por ello, que la presente investigación se centra en el Diseño de un sistema de control geomático aplicado a las actividades de RRSU.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Es factible diseñar un sistema de control geomático soportado con tecnologías de la información aplicada para la mejora del monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos del distrito de San Miguel?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Se podrá realizar el modelamiento de un sistema de control geomático orientado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos del distrito de San Miguel?
- ¿Es factible diseñar un software que soporte el sistema de control geomático aplicado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos del distrito de San Miguel?
- ¿Es posible simular el funcionamiento del sistema de control geomático aplicado a las actividades de monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos del distrito de San Miguel?

1.1 Objetivos de investigación

1.2.3 Objetivo general

Diseñar un sistema de control geomático soportado con tecnologías de la información aplicada al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos del distrito de San Miguel.

1.2.4 Objetivos específicos

- Modelar un sistema de control geomático orientado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos del distrito de San Miguel.
- Diseñar un software que soporte el sistema de control geomático aplicado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos del distrito de San Miguel.
- Simular el funcionamiento del sistema de control geomático aplicado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos del distrito de San Miguel.

1.2 Justificación

En lo social, la eficiencia en la gestión de los RSU en el distrito de San Miguel, tiene importancia crucial para la calidad de vida de todos sus habitantes, tomando en cuenta la actual falta de visualización espacio-temporal de los resultados del servicio (Quispe, 2020). Esta situación, representa una falta de monitoreo y control eficiente del proceso de recolección y transporte de RSU (Montilla et al., 2023), de las rutas de recolección y en los puntos de acumulación de RSU. Implementando un sistema de control geomático, soportado por tecnologías de la información, se busca mejorar la eficiencia del monitoreo y control del servicio. Este contribuirá en la gestión de una ciudad más limpia y saludable, disminuyendo la incidencia de enfermedades derivadas de una mala gestión en la recolección de RSU (Vasquez, 2021).

En el aspecto ambiental, la acumulación inadecuada de RSU tiene un impacto perjudicial y muy significativo para el medio ambiente en las zonas urbanas (Escamilla et al., 2024). La implementación de un sistema de control geomático aplicada al monitoreo y control de las actividades de RRSU. Permitirá una gestión y toma de decisiones informada y realista, acerca de los puntos críticos de acumulación de residuos y de las rutas de recolección de

RSU, ayudando a reducir la contaminación en las áreas urbanas. Además de contribuir con información para la optimización de las rutas de recolección de RSU (Suarez et al., 2023).

En lo económico, generar la eficiencia en la recolección de RSU puede dar lugar a un impacto económico positivo y significativo. El sistema de control geomático propuesto, tiene la capacidad de dar la información necesaria para la optimización de las rutas de RRSU, reduciendo así los costos operativos del monitoreo del servicio en el uso de combustible. Mejorar la eficiencia del servicio de RRSU puede liberar recursos financieros que podrían ser destinados a otras áreas de interés (Flores, 2021). La visualización espacio-temporal de los resultados del servicio tiene la capacidad de mejorar las decisiones gerenciales así como también puede aumentar la confianza de la población en el servicio prestado (Pérez, 2022), lo que daría lugar a una mayor disposición a pagar tasas para limpieza pública, asegurando así la sostenibilidad financiera del servicio (MEF, 2020).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.1 Antecedentes internacionales

Gómez (2024), en su tesis “Modelo de priorización de áreas geográficas para la gestión ambiental de los residuos orgánicos residenciales, en Bogotá”. El objetivo de la investigación fue desarrollar un modelo para priorizar áreas geográficas que optimicen la gestión de los residuos orgánicos residenciales en Bogotá, considerando tecnologías adecuadas para su tratamiento. La metodología se dividió en tres fases: en la primera, se realizó una revisión bibliográfica sobre modelos de zonificación territorial y tecnologías de tratamiento, identificando cuatro enfoques de zonificación y seis tecnologías. En la segunda fase, se llevó a cabo un análisis territorial, y se construyó un modelo en ArcGIS que generó un Shapefile con áreas clasificadas en alta, media y baja prioridad. Finalmente, en la tercera fase, se caracterizó el área de alta prioridad y se propusieron tres tecnologías adecuadas para tratar los residuos en función de las características territoriales y ambientales de la zona priorizada.

Carlosama & Quinatoa (2023), diseñaron una “Aplicación móvil para mejorar la calidad de servicio en la distribución de cilindros de gas domésticos en la zona urbana de la ciudad de Ibarra”. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una aplicación móvil para optimizar la distribución de gas licuado de petróleo en Ibarra, mejorando los tiempos de espera mediante la georreferenciación de viviendas. La metodología se basó en el marco de trabajo XP, utilizando la norma ISO/IEC/IEEE 29148-2011 para el levantamiento de requisitos y herramientas como Adobe XD, Node.js, Express y Flutter para el desarrollo de la aplicación. Los resultados mostraron una mejora en la eficiencia operativa y la usabilidad de la aplicación, validada a través de encuestas de satisfacción y pruebas de rendimiento, destacando la reducción de tiempos de entrega y una experiencia de usuario optimizada.

Yanto et al. (2023), en su estudio realizaron un “Análisis de visualización de datos del volumen de producción de residuos en cada distrito de Tangerang Regency en 2021 utilizando Looker Studio y Big Query Platforms Budi”. El objetivo del estudio fue analizar y visualizar datos sobre el volumen de producción de residuos

en cada subdistrito de la regencia de Tangerang en 2021, para apoyar la elaboración de políticas de gestión de residuos. La metodología empleada es descriptiva con un enfoque cuantitativo, utilizando datos secundarios del Servicio Ambiental de la regencia y herramientas como Looker Studio y Big Query para el procesamiento y análisis de datos. Los resultados revelaron diferencias significativas en el volumen de residuos entre subdistritos y destacaron cómo las visualizaciones de datos facilitan la comprensión de patrones y tendencias, lo que contribuye a una toma de decisiones más acertada.

Araujo (2020), en su estudio “Manejo sostenible de residuos sólidos domiciliarios: recolección y transporte al relleno sanitario. Caso cantón Naranjal”. Tuvo como objetivo buscar la mejora del servicio de recolección de residuos sólidos. Se basó en el uso de SIG para modelar rutas preestablecidas, zonificando rutas nuevas de recolección tomando en cuenta la capacidad de los camiones recolectores, producción per cápita de desechos sólidos, densidad poblacional, frecuencia de recolección, el contenido de humedad y el peso específico de los residuos sólidos. Gracias a la herramienta Network Analyst redujo de 24 rutas a 20 rutas de recolección de residuos, a la vez, aumentaron la cobertura y frecuencia del servicio en el área rural. Se dio la propuesta de una recolección variada de los residuos sólidos previamente separada y clasificada desde la fuente generadora, en inorgánicos y orgánicos.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Hermitaño (2019), observó que las distancias generadas del diseño de rutas realizado para el recojo e implementación de un programa computarizado que sirve para diseñar las rutas de recolección de residuos sólidos, con uso de contenedores en el distrito de Huaraz utilizando el código de programación Mosel Ive 2019. Se recopilaron los datos del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) utilizando planos y las rutas de recolección de residuos sólidos. Se aplicó el algoritmo colonia de hormigas para poder modelar la ubicación de contenedores de acuerdo con los puntos críticos, a través del software, determinaron las distancias, y una implementación del software a través de Mosel Ive 2019 como lenguaje de programación. Para la modelación de la ubicación de los cinco contenedores se obtuvo una ruta mínima de 5952.70 metros de recorrido, con una actualización de feromona para el algoritmo de 0.50428.

Tenorio (2019), desarrollo una “Aplicación web para monitorear el servicio de limpieza pública en el municipio distrital de Carmen Alto”. El objetivo de la investigación fue desarrollar una aplicación web para monitorear el servicio de limpieza pública en el municipio distrital de Carmen Alto, con el fin de contar con una herramienta que brinde información detallada y clara para mejorar la gestión del servicio en el distrito. La metodología utilizada es la Programación Extrema (XP), que es una metodología ágil con ciclos de desarrollo cortos, basada en valores y buenas prácticas de desarrollo de software. Los resultados esperados incluyen una mejor gestión de la información, con registros actualizados de rutas, personal y puntos críticos de acumulación de residuos, lo que facilitará la distribución de recursos y mejorará la calidad y cobertura del servicio.

2.1.3 Antecedentes locales

A nivel local no se tiene evidencia bibliográfica sobre estudios similares o relacionados a mi investigación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Teoría del Control

La Teoría del control es un campo interdisciplinario que se enfoca en el análisis y diseño de sistemas dinámicos con el objetivo de regular su comportamiento para alcanzar un desempeño deseado (Y. Torres, 2024). En términos generales, el control se refiere a la capacidad de influir en las variables de un sistema para que este cumpla con ciertos objetivos predeterminados, incluso ante cambios en el entorno o perturbaciones (Muros, 2021).

Según Castillo et al. (2022), la teoría del control se fundamenta en principios básicos como la retroalimentación, un mecanismo esencial para medir la salida de un sistema y ajustar sus entradas, corrigiendo errores y asegurando el cumplimiento de objetivos deseados. Dentro de esta teoría, se distinguen los sistemas de control en lazo abierto, donde las entradas se determinan sin considerar la salida, siendo útiles en entornos estables, y los sistemas de control en lazo cerrado, que emplean retroalimentación para comparar la salida actual con la esperada y ajustar continuamente las entradas. Este último enfoque es más robusto y adaptable a perturbaciones o cambios en el entorno, permitiendo un desempeño más confiable y preciso del sistema.

2.2.2 Modelo estocástico

Un modelo estocástico es una representación matemática que incorpora elementos de incertidumbre o aleatoriedad, se utiliza para describir sistemas o fenómenos que no son completamente deterministas y que dependen de variables aleatorias (Azarang & García, 1998). Estos modelos suelen involucrar distribuciones de probabilidad y permiten hacer predicciones o simulaciones considerando la variabilidad inherente al sistema (Cuervo et al., 2021).

2.2.3 Procesos estocásticos

Procesos estocásticos son fenómenos cuyo comportamiento se desarrolla en el tiempo y se rige por las leyes de las probabilidades (Barbosa & Llinás, 2016). Los procesos o los modelos estocásticos están regidos especialmente por las probabilidades. Esta involucra el tiempo en todos los casos. Ejemplos de tales fenómenos son el movimiento Browniano de una partícula, es decir las partículas que se mueven dentro de un fluido bastante denso; el crecimiento de una población,

tal como una colonia de bacterias; el tamaño de una cola en una estación cliente servidor; la recepción de una señal en presencia de ruido o perturbaciones; los precios de un bien en un lapso de tiempo; y las fluctuaciones de fortuna en un juego al azar (Álvares, 2011).

En muchas aplicaciones existen caracterizaciones de procesos estocásticos cuya variable no es el tiempo sino la ubicación espacial ejemplos de estos procesos estocásticos espaciales son la distribución geográfica de especies de plantas o animales y el estudio de epidemias donde el contagio de una enfermedad en un sitio depende de su proximidad con otros sitios infectados (Caselles, 2008).

Un modelo estocástico utiliza procesos estocásticos para describir sistemas o fenómenos de interés. Por otro lado, un proceso estocástico es un concepto más específico, centrado en la variación aleatoria de una variable en un marco dinámico. Según Altamirano, (2023) y Sabando et al., (2022) podemos expresar algunas de sus diferencias en la tabla 1:

Tabla 1

Diferencia entre modelo estocástico y proceso estocástico.

Aspecto	Modelo estocástico	Proceso estocástico
Naturaleza	Es una herramienta o esquema matemático para representar sistemas.	Es una evolución de variables aleatorias a través del tiempo o el espacio.
Estructura	Incluye ecuaciones o reglas probabilísticas.	Define cómo cambian las variables aleatorias.
Dimensión temporal	Puede o no involucrar el tiempo.	Siempre involucra una dimensión dinámica.
Ejemplo típico	Modelo de predicción del clima.	Evolución de los precios en el mercado bursátil.

Fuente: Altamirano, (2023) y (Sabando et al., 2022)

2.2.4 Variable aleatoria

Una variable aleatoria es una función que asigna un valor numérico a cada posible resultado de un experimento aleatorio (Bizet et al., 2023). Es un concepto clave en probabilidad y estadística que permite cuantificar fenómenos inciertos (Baliño, 2024). Según Soler, (2022) el conjunto de valores que puede tomar las variables aleatorias se clasifican en:

a. Variables aleatorias discretas

Estas variables toman un número finito o contable de valores distintos, cada valor tiene una probabilidad asociada (Soler, 2022), como el número de caras al lanzar tres monedas. La probabilidad de cada valor específico se describe con una función de masa de probabilidad.

Características:

Dominio, representa un conjunto finito o infinito numerable.

Distribución de probabilidad, se describe mediante una función de probabilidad $P(X = x)$.

Función del espacio de probabilidad:

$$\text{incógnita: } P(X = \text{incógnita}_i) \geq 0, \wedge \sum P(X = \text{incógnita}_i) = 1$$

b. Variables aleatorias continuas

Estos pueden tomar cualquier valor en un intervalo (finito o infinito) de números reales. Y se describe mediante una función de densidad de probabilidad (Soler, 2022). Por ejemplo el peso exacto de un boxeador seleccionado al azar en un rango de 80 a 85.3 kilos. Aquí, la probabilidad de un valor específico es técnicamente cero, pero se puede calcular la probabilidad de un rango.

Características:

Dominio representa el conjunto de valores no numerables ejemplo $[0, 1]$; $(-\infty, \infty)$.

Distribución de probabilidad se describe mediante una función de densidad de probabilidad ($f(x)$), donde:

$$P(a \leq \text{incógnita} \leq b) = \int_a^b f(x) dx$$

Función del espacio de probabilidad:

$$\text{incógnita} : f(x) \geq 0, \wedge \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

2.2.5 Movimiento Browniano

El movimiento Browniano es una herramienta muy importante para distintas ciencias como la matemática, la física, la economía y la ingeniería, entre otras (Márquez, 2024). El movimiento browniano es tanto un fenómeno físico como una construcción matemática fundamental en la teoría de procesos estocásticos. Sus propiedades lo convierten en un pilar de los modelos estocásticos modernos (Días, 2024). Se le denominó movimiento Browniano en honor a Robert Brown, que hizo notar el permanente movimiento aleatorio de una partícula en otros medios. Su experimento consistió en dejar una partícula de polen en un vaso lleno de agua y registrar la posición de la partícula. Se esperaba que la partícula con el pasar del tiempo dejara de moverse pero esto nunca ocurrió, la partícula de polen no dejó de moverse erráticamente (Ortiz, 2023).

Por definición el movimiento browniano es un conjunto Ω , previsto de una medida probabilística P , y una familia de variables aleatorias o funciones medibles $B_t: \Omega \rightarrow \mathbb{R}$, para $t \in \mathbb{R}_+$ tal que:

- $P(B_t \in A) = \int_A \frac{1}{\sqrt{2\pi t}} e^{-\frac{x^2}{2t}} dx; (B_t \sim N(0, t))$
- $B_t(\omega)$ es continuo en t , casi seguramente en ω .
- $B_t - B_s$ probabilístico independientemente de B_s , (en general, para $0 \leq t_1 < t_2 < t_3, B_{t_3} - B_{t_2}$ es independiente de $B_{t_2} - B_{t_1}$)

2.2.6 Gráficos de control de medias (\bar{X}) y rangos (R)

Los gráficos de control de medias (\bar{X}) y rangos (R) son herramientas estadísticas utilizadas en el control de calidad para monitorear y analizar la estabilidad de procesos (Uribe, 2021). Ayudan a identificar variaciones en los procesos productivos para distinguir entre causas comunes, inherentes al sistema, y causas especiales, externas o atípicas (Palomar, 2022).

Los gráficos de control \bar{X} y R son un sub conjunto de gráficos de control, el formato utilizado para estos gráficos debe incluir la especificación del proceso y las características a monitorear, incluidos los promedios y los gráficos de líneas, que generalmente se muestran juntos (Walpole et al., 2012).

a. Gráfico de medias \bar{X}

Este gráfico de control evalúa la variabilidad de las medias de las muestras tomadas del proceso, su propósito es monitorear el desplazamiento en la media del proceso (Moya et al., 2021).

Ejes principales:

- Eje x : Número o secuencia de las muestras.
- Eje y : Media de cada muestra.

Límites de control:

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}, LCI = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

A_2 : Es una constante que depende del tamaño de la muestra.

b. Gráfico de control de rangos R

Este gráfico analiza la dispersión o amplitud dentro de cada muestra. Su propósito es detectar incrementos en la variabilidad del proceso (Palomar, 2022).

Ejes principales:

- Eje x : Número o secuencia de las muestras.
- Eje y : Rango máximo y mínimo de cada muestra.

Límites de control:

$$LCS = \bar{R}D_4, \text{ Línea central } \bar{R}, LCI = \bar{R}D_3$$

D_3 y D_4 : Son constantes que dependen del tamaño de la muestra.

2.2.7 Tecnologías de la información (TI)

Hacen referencia al uso de diversos sistemas, dispositivos y herramientas diseñados para recopilar, almacenar, procesar y distribuir información. Abarcan el desarrollo y la aplicación de hardware, software, redes y sistemas de gestión de datos para permitir que las personas, las organizaciones y la sociedad administren y compartan información de manera eficaz (X. Barragán, 2022).

Las Tecnologías de la Información, en su esencia, facilitan la transmisión y el procesamiento de datos y conocimientos a través de medios digitales, facilitando el

acceso y análisis de grandes cantidades de información (Martínez & Toscano, 2021). Las Tecnologías de la información comprenden diversos componentes como hardware (dispositivos físicos), software (programas para gestión de datos y tareas específicas), redes (sistemas de comunicación para transmitir datos), gestión de datos (almacenamiento y recuperación de grandes volúmenes de información), ciberseguridad (protección de sistemas e información) e inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML) (para análisis y automatización) (Paco et al., 2024). Estos elementos permiten mejorar la eficiencia mediante la automatización de procesos, facilitan la comunicación global, el acceso a la información y la colaboración en tiempo real, impulsando la innovación y el desarrollo de industrias y economía (Avendaño et al., 2022).

2.2.8 Geomática

La geomática es un campo interdisciplinario que combina la tecnología y las ciencias geoespaciales para recopilar, analizar, gestionar y representar información geográfica y espacial (Linares, 2021). Es una disciplina clave para entender, modelar y gestionar el espacio terrestre y fenómenos relacionados (Berné et al., 2023).

a. La geomática incluye diversas tecnologías y métodos como:

- Sistemas de Información Geográfica (SIG), herramientas para analizar y gestionar datos espaciales y su relación con el territorio.
- Cartografía Digital, en la creación y visualización de mapas en formato digital.
- Teledetección, para la obtención de información de la superficie terrestre a través de imágenes satelitales o sensores remotos.
- Geodesia, en el estudio de la forma y dimensiones de la Tierra.
- GPS y GNSS, en los sistemas de posicionamiento global para georreferenciar ubicaciones.
- Fotogrametría, uso de fotografías aéreas para medir y mapear características del terreno.

- Modelado 3D y SIG 4D, para las representaciones dinámicas y tridimensionales de paisajes y estructuras.

b. La geomática se utiliza en numerosos campos, entre ellos:

- Urbanismo, en la planificación del crecimiento urbano y diseño de infraestructuras.
- Gestión ambiental, para el monitoreo de ecosistemas, recursos hídricos y desastres naturales.
- Agricultura, agricultura de precisión basada en análisis geoespaciales.
- Ingeniería civil, en el diseño y monitoreo de obras de infraestructura.
- Minería, prospección y gestión de recursos.
- Transporte y logística, en la optimización de rutas y redes de transporte.

2.2.9 Coordenada geográfica

Una coordenada geográfica, es un conjunto de valores numéricos utilizados para determinar la ubicación espacial exacta de un punto en la superficie de la Tierra. Las coordenadas son importantes en la cartografía y en la navegación, porque proporcionan una manera precisa de ubicar lugares en la tierra (Olaya, 2014). En la actualidad se tienen dos tipos principales de coordenadas geográficas:

- Latitud; esta coordenada indica la distancia angular medida desde el ecuador hasta un punto hacia el norte o sur. Su medida es en grados, minutos y segundos.

- Longitud; esta coordenada que indica la distancia angular medida desde el meridiano de Greenwich hasta un punto determinado hacia el este o el oeste, se mide en grados, minutos y segundos.

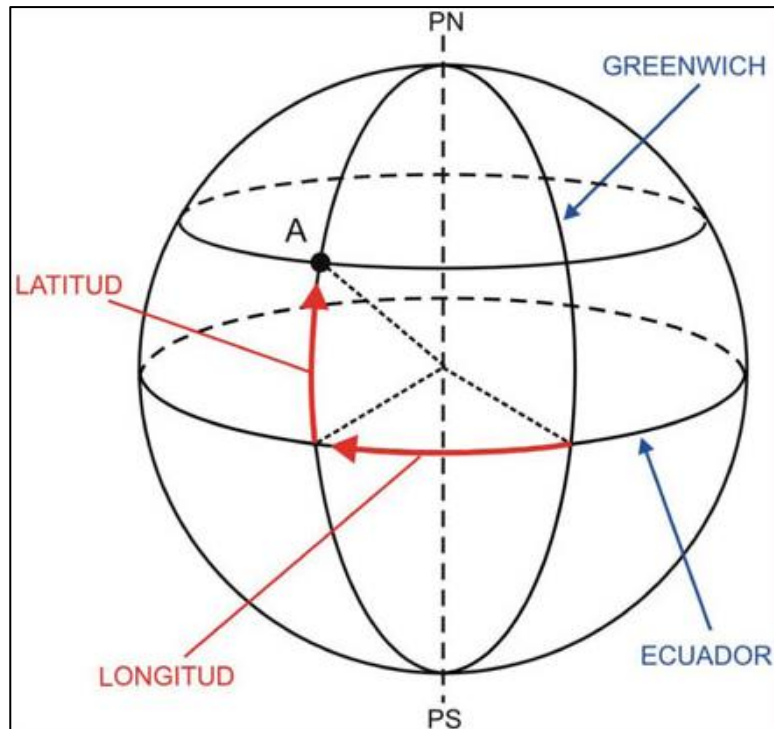


Figura 1. Descripción gráfica de la Latitud y Longitud para la determinación de coordenadas geográficas.
Fuente: D. Fernández, (2024).

2.2.10 Software QGIS

QGIS anteriormente conocido como Quantum GIS, es un software de Sistema de Información Geográfica (SIG) de código abierto, gratuito y multiplataforma, utilizado generalmente para analizar, visualizar y gestionar datos geoespaciales (Congedo, 2021). Se aplica en urbanismo, para la creación de planes urbanos y análisis de uso del suelo; medio ambiente, en el monitoreo de biodiversidad, cambio climático y conservación, agricultura, en la gestión de cultivos mediante análisis geoespacial; infraestructura; en el diseño de redes de transporte y servicios públicos (Cabrero & García, 2022).

QGIS es un software SIG de código abierto, conocido por su interfaz intuitiva y capacidades avanzadas. Permite gestionar datos espaciales en múltiples formatos (shapefiles, GeoJSON, PostGIS, etc.) y realizar análisis como interpolación, modelado de terrenos y análisis de redes, además de personalizar flujos de trabajo con scripts en Python (Congedo, 2021). Ofrece herramientas para crear mapas

temáticos con simbología avanzada y exportación en diversos formatos. Su integración con complementos (plugins), tecnologías como GRASS GIS y SAGA GIS, y servicios web (WMS, WFS) (Duarte et al., 2021) amplía su funcionalidad, haciéndolo una herramienta versátil para profesionales y principiantes.

2.2.11 Google Maps

Lanzado originalmente en 2005, es una aplicación de Google que muestra el mapa de todo el planeta, rutas de las ciudades de diferentes ubicaciones, calcula la ubicación geográfica, y tiene capacidad de implementar mapas diseñados en polígonos y puntos (De Dios, 2021), funciona como interfaz en programación para diferentes objetivos, como la geolocalización en tiempo real y monitoreo de rutas de desplazamiento (SARMIENTO, 2020). Sus principales características incluyen:

- Visualización de mapas y satélite; ofrece modos de mapa estándar y vista satelital detallada.
- Navegación GPS; proporciona rutas para vehículos, peatones, ciclistas y transporte público con instrucciones paso a paso.
- Información en tiempo real; incluye datos sobre tráfico, incidentes y condiciones de las rutas.
- Street View; vista panorámica de calles y lugares específicos a nivel del suelo.
- Negocios locales y reseñas; permite buscar restaurantes, tiendas y otros servicios con calificaciones y comentarios.
- Integración con otras herramientas de Google; compatible con Google My Business, Google Earth y Calendar.
- Personalización y API; los desarrolladores pueden integrar mapas y funciones en aplicaciones mediante la API de Google Maps.

2.2.12 HTML y JavaScript

Ambos códigos se utilizan para desplegar y estructurar páginas web y también se encarga del manejo de sus contenidos. HTML estructura el contenido y JavaScript agrega comportamiento e interactividad, juntos son esenciales para construir sitios

web modernos y dinámicos (P. Fernández, 2023). Para estilos y diseño, se integra CSS (Cascading Style Sheets).

a. HTML (HyperText Markup Language)

Es el lenguaje estándar de marcado para crear la estructura y el contenido de una página web (Luna, 2024).

Función principal

- Definir elementos como encabezados, párrafos, listas, tablas, imágenes y enlaces.

Características

- Usa etiquetas (por ejemplo, <h1>, <p>, <div>) para estructurar contenido.
- No es un lenguaje de programación, sino de marcado.
- Es la base para otros lenguajes como CSS y JavaScript.

Estructura básica

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
  <title>Ejemplo HTML</title>
</head>
<body>
  <h1>Hola Mundo</h1>
  <p>Esto es un párrafo.</p>
</body>
</html>
```

b. JavaScript

Es un lenguaje de programación dinámico y orientado a objetos que permite agregar interactividad y funcionalidad avanzada a los sitios web (Escarcena, 2021).

Función principal

- Controlar el comportamiento del contenido web.

Características

- Compatible con navegadores sin necesidad de configuraciones adicionales.
- Permite manejar eventos (clics, movimientos del mouse, envío de formularios).
- Accede y manipula elementos HTML a través del DOM (Document Object Model).
- Se utiliza junto con APIs para tareas más avanzadas.

Estructura básica

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Ejemplo JavaScript</title>
<script>
function mostrarMensaje() {
alert('¡Hola desde JavaScript!');
}
</script>
</head>
<body>
<button onclick="mostrarMensaje()">Haz clic aquí</button>
</body>
</html>
```

2.2.13 Google Forms

Es un software que administra encuestas, está incluido en el conjunto gratuito de Google Docs Editor, está integrado en la web que ofrece Google (FEN, 2021). Esta plataforma permite crear formularios en línea para recopilar información de manera rápida y sencilla (Quincho et al., 2022). Es ampliamente utilizada para encuestas, exámenes, registros, retroalimentación y otros tipos de recopilación de datos, presenta las siguientes características principales (Franco & Pinargote, 2022).

a. Fácil creación de formularios

- Interfaz intuitiva con opciones para agregar preguntas, descripciones e imágenes.
- Preguntas configurables en diversos formatos: opción múltiple, párrafos, casillas de verificación, escalas lineales, entre otros.

b. Personalización

- Posibilidad de cambiar el tema, colores y fuentes.
- Adición de secciones para organizar preguntas.

c. Compatibilidad y accesibilidad

- Funciona en navegadores web y dispositivos móviles.
- Respuestas almacenadas automáticamente en Google Sheets para análisis en tiempo real.

d. Automatización y configuración avanzada

- Configuración de validación de respuestas.
- Posibilidad de enviar confirmaciones por correo electrónico a los encuestados.

e. Integraciones

- Funciona con otras herramientas de Google Workspace, como Drive, Calendar y Sheets.
- Compatible con complementos para extender funcionalidades.

2.2.14 Google Sheets

Es la hoja de cálculo de Google, es un programa de hojas de cálculo, también es incluido en el conjunto de aplicaciones gratuitas de Google y está integrado en la web que ofrece google, esta tiene la capacidad de funcionar como interfaz de diferentes aplicaciones, también es muy utilizado como base de datos por tener un número de filas ilimitado (OGSIPV, 2020). Google Sheets es una alternativa gratuita a herramientas como Microsoft Excel, con funcionalidades clave para trabajar, compartir y analizar datos de manera colaborativa en tiempo real

(Rodríguez, 2021). Según Google, (2024) presenta las siguientes características principales:

a. Edición en tiempo real y colaboración

- Varias personas pueden editar una hoja de cálculo simultáneamente.
- Cambios reflejados en tiempo real con historial de revisiones para ver quién realizó qué modificaciones.

b. Almacenamiento en la nube

- Los archivos se guardan automáticamente en Google Drive, garantizando acceso desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

c. Funciones avanzadas

- Funciones matemáticas, estadísticas, de texto, y lógicas como VLOOKUP, ARRAYFORMULA, y QUERY.
- Compatibilidad con scripts personalizados a través de Google Apps Script para automatizar tareas.

d. Compatibilidad

- Permite importar/exportar archivos de Microsoft Excel (formato .xlsx) y otros formatos como CSV y PDF.
- Integración con otros servicios de Google, como Forms, Docs y Calendar.

e. Análisis de datos y gráficos

- Creación de tablas dinámicas, gráficos interactivos y análisis de tendencias.
- Integración con Google Data Studio para reportes avanzados.

f. Complementos y API

- Soporte para complementos externos (add-ons) que amplían la funcionalidad, como análisis de datos, conectores a bases de datos y más.

g. Colaboración segura

- Configuración de permisos (lectura, edición, o comentarios) para compartir archivos de manera segura.

2.2.15 Google Apps Script

Google Apps Script es una plataforma de desarrollo basada en la nube proporcionada por Google, que permite automatizar tareas y extender las funcionalidades de las herramientas de Google Workspace (como Sheets, Forms, Docs, Drive y Gmail). Utiliza un entorno de scripting basado en JavaScript, accesible desde cualquier navegador (Sanchez, 2021). Esta plataforma de Google, permite escribir códigos de una forma sencilla y rápida, se utiliza principalmente para la elaboración de proyectos empresariales, utilizando en su código interfaces con otras aplicaciones que pertenecen a Google (B. Torres, 2022).

2.2.16 Looker Studio

Es una herramienta de google, que ayuda a todos sus usuarios a ordenar y personalizar sus informes, mediante datos de diferente fuente, como Google Sheets, Google Analist, Google Ads, BigQuery, AppSheet, MySQL, PostgreSQL y demás fuentes de datos, también trabaja conjuntamente con Google Maps, en la georreferenciación de polígonos o puntos (Conecta, 2023).

2.2.17 DashBoard

Es una de las mejores herramientas de gestión, en ella se presentan resúmenes principales de indicadores, con objetivos de seguimiento y control de las actividades de una empresa. Su principal función es la de servir como herramienta para las decisiones ejecutivas (Piedrahita et al., 2022).

2.2.18 Residuos sólidos urbanos

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM) de Perú, los residuos sólidos se definen como materiales o restos resultantes de actividades humanas o de procesos naturales que no tienen valor económico inmediato para su generador y que necesitan ser gestionados adecuadamente (MINAM, 2017). La gestión integral de estos residuos incluye actividades como la minimización de su generación, valorización material y energética, y su disposición final en condiciones ambientalmente seguras para proteger la salud pública y el ambiente.

La legislación peruana relevante, como el Decreto Legislativo N.º 1278, regula estos aspectos y establece principios y directrices para asegurar que los residuos sean manejados de manera sostenible, priorizando la reducción en su generación y promoviendo el reciclaje y la reutilización (MINAM, 2017).

2.2.19 Gestión de residuos sólidos urbanos

La gestión de residuos sólidos en Perú, según el Ministerio del Ambiente (MINAM), se enfoca en implementar estrategias para el manejo adecuado de los residuos, priorizando el desarrollo sostenible, la inclusión social y la mejora de la calidad ambiental. Este enfoque se articula principalmente a través del Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024 (PLANRES), que establece directrices para el manejo de residuos a nivel nacional, con responsabilidades compartidas entre el sector público, privado y la sociedad civil (MINAM, 2016). Según el ministerio del ambiente las principales acciones incluyen:

- Fortalecimiento de los gobiernos locales, mejorando los servicios de limpieza pública y construyendo infraestructura adecuada.
- Promoción del reciclaje. incrementando las tasas de reciclaje de residuos municipales.
- Educación ambiental, fomentando el consumo responsable y la participación ciudadana en la gestión de residuos.
- Normativas y planes específicos, como los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PIGARS), que guían a las municipalidades en la implementación de soluciones locales.

Este plan también responde a compromisos internacionales relacionados con la protección ambiental y se alinea con metas de desarrollo sostenible y de acción climática.

La gestión de residuos sólidos es un desafío clave para las ciudades modernas debido al crecimiento poblacional y al aumento del consumo. Villarroel & Yanez, (2024) describen algunas estrategias efectivas que incluyen:

- Educación y concienciación, programas que promueven la reducción, reutilización y reciclaje mediante campañas y talleres educativos
- Separación en la fuente, facilita el reciclaje y disminuye los residuos enviados a vertederos. Ejemplos como Milán, Italia, destacan por sus sistemas intensivos de separación de orgánicos, logrando beneficios ambientales y económicos
- Economía circular, transformar residuos en recursos, como en Ciudad de México, que implementó un programa que desvía más de 2000 toneladas de residuos diarios y fomenta empleos verdes
- Infraestructura adecuada, plantas de tratamiento modernas para reciclaje, compostaje y generación de energía, como en Malmö, Suecia, donde los residuos generan biogás y biofertilizantes.

2.2.20 Punto crítico de acumulación de residuos sólidos urbanos

Un punto crítico es una zona en donde se acumulan cantidades considerables de RSU y la principal característica es que no se tiene control de esta acumulación de RSU, generando un problema significativo e cuestión de tiempo y recursos económicos y humanos para su recolección (OEFA, 2019).

2.2.21 Plan de manejo de residuos sólidos urbanos

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos representa un instrumento para la planificación y operación de las actividades de RRSU, orientado a la gestión municipal, el que permite el diagnóstico y la priorización de los problemas actuales y futuros así como los recursos disponibles y necesidades que se tiene para la prestación del servicio (MINAM, 2015).

Para la presente investigación, entre la multitud de componentes que comprende la recolección de residuos sólidos como: generación y separación en la fuente, recolección y transporte, centros de transferencia, tratamiento y procesamiento, disposición final, educación y concienciación, regulación y supervisión (MINAM, 2015). La presente investigación presenta una nueva metodología que se centra en el análisis espacio temporal para lo cual desarrolla las siguientes componentes:

a. Punto crítico de acumulación de residuos sólidos urbanos

Un punto crítico es una zona en donde se acumulan cantidades considerables de RSU y la principal característica es que no se tiene control de esta acumulación de RSU, generando un problema significativo e cuestión de tiempo y recursos económicos y humanos para su recolección (OEFA, 2019).

b. Rutas de recolección de residuos sólidos urbanos

Son rutas pre-establecidas que se siguen en la recogida de RSU seleccionados o no seleccionados de la fuente generadora que pueden ser viviendas, centros comerciales, parques industriales y otras actividades generadoras de RSU (MINAM, 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ámbito de estudio

El ámbito de estudio es el área urbana de la municipalidad distrital de San Miguel, figura 1, ubicado en las coordenadas: Este 379617.00 y Norte: 8289539.00. Para los trabajos semanales el área urbana del distrito de San Miguel se dividió en dos zonas delimitadas en la figura 2. Estas tienen dispersas las rutas de recolección de RSU, los que se detallan en la tabla 1 cuyos mapas están graficadas en el anexo 2.

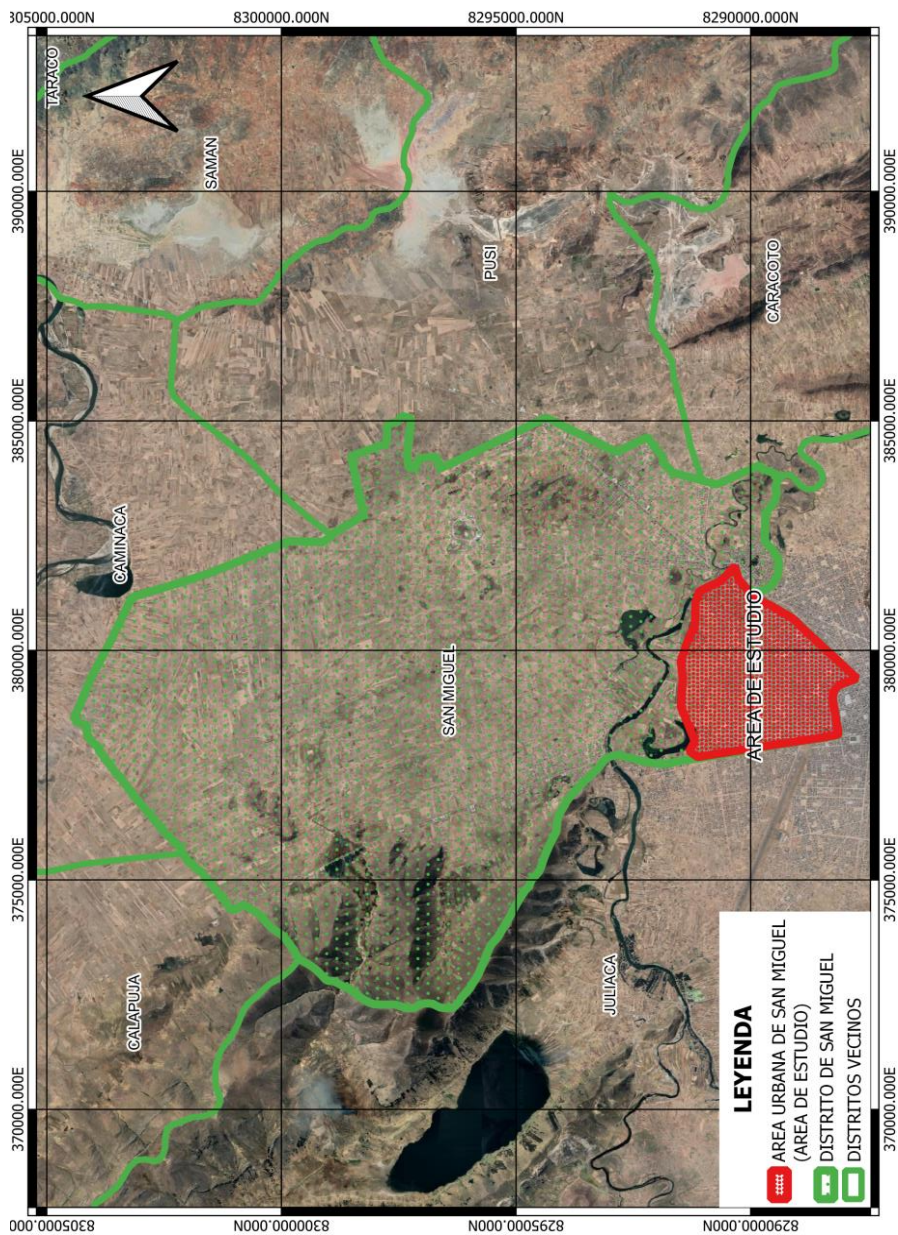


Figura 2. Mapa de ubicación del ámbito de estudio, tiene un área de 976 ha aproximadamente. Fuente: Mapa base de Google (2024a)

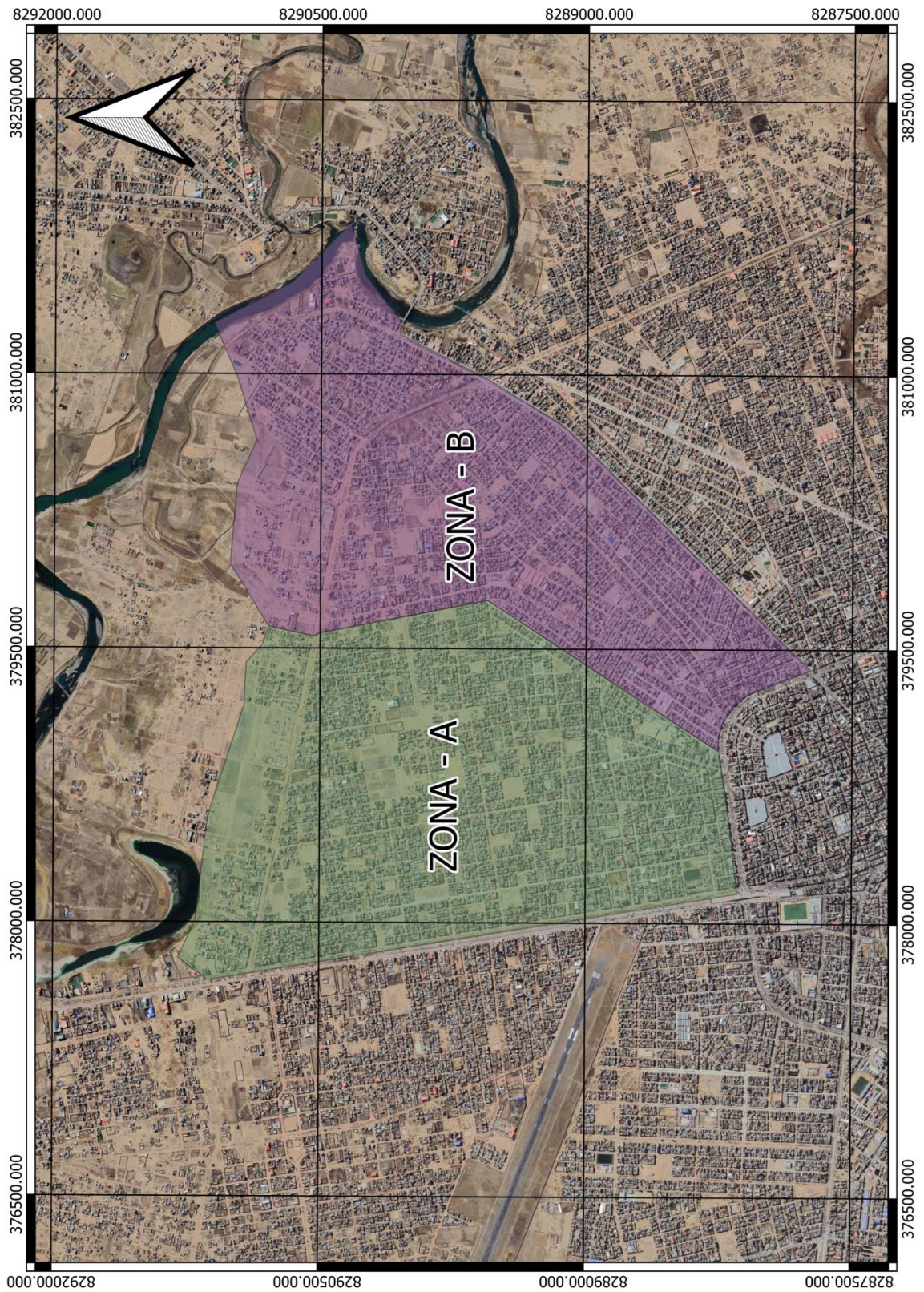


Figura 3. Zonas delimitadas para la recolección de RSU en el distrito de San Miguel.
 Fuente: Mapa base de Google (2024a)

Tabla 2

Distribución de rutas de recolección de RSU por zonas, puntos de inicio, puntos finales y longitud total.

Zona-Día	Cruce de Inicio		Cruce de Final		Longitud (km)
A-Lunes	Av. Circunvalación	Av. 3 de Octubre	Av. Circunvalación	Av. Independencia	5.6704
A-Martes	Av. Circunvalación	Jr. Marineros	Av. Circunvalación	Av. Manco Cápac	5.7539
A-Miércoles	Av. Independencia	Av. Emancipación	Av. Infancia	Jr. Clorinda Matto de Turner	7.7246
A-Jueves	Av. Circunvalación	Jr. Vilcanota	Av. Independencia	Jr. San Isidro	6.3103
A-Viernes	Av. Circunvalación	Av. Infancia	Av. Infancia	Jr. Pardo y Aliaga	4.1541
B-Lunes	Av. Circunvalación	Jr. Volcán	Av. Triunfo	Jr. Babilonia	5.1694
B-Martes	Jr. Miraflores	Av. Huancané	Jr. J. M. Eguren	Jr. Huancas	6.4386
B-Miércoles	Parque la bandera	Av. Triunfo	Av. Triunfo	Av. Ramón Gutiérrez	7.5085
B-jueves	Av. Circunvalación	Jr. Cahuide	Av. Circunvalación	Jr. Cahuide	5.2488
B-Viernes	Av. Circunvalación	Av. Triunfo	Jr. 1 de enero	Jr. Prolongación	3.6791
Total					59.7215
Promedio					5.4292

Nota. La tabla 2 presenta la distribución de rutas de RRSU organizadas por zonas, días de la semana, puntos de inicio y final y la longitud por ruta y el total en kilómetros. Las zonas se clasifican en Zona A y Zona B, con rutas específicas para cada día laboral de la semana, desde lunes hasta el viernes para la Zona A y lunes a viernes para la Zona B, cada ruta incluye los cruces principales que delimitan el inicio y el final de su recorrido, junto con la longitud asociada a cada trayecto. La longitud total de las rutas para ambas zonas es de 59,7215 km, con un promedio de 5,4292 km por ruta.

3.2 Método de investigación

El método de investigación es aplicada, con énfasis en modelamiento y simulación.

3.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es aplicada (Castro et al., 2023), porque se enfoca en la implementación práctica de un sistema de control geomático aplicada a las actividades de RRSU, sistema tecnológico que fue sujeta a pruebas y evaluaciones en entornos simulados y reales.

En la presente investigación se utilizaron datos primarios y secundarios para su diseño:

- Los datos primarios, se generaron a través de observaciones directas y georreferenciación con inspecciones in situ. Con la finalidad de simular la

georreferenciación y registro de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos o los puntos de control de ubicación del camión compactador. Estas simulaciones, se realizaron para verificar el margen de error y la viabilidad operativa del sistema.

- Los datos secundarios, estas se tomaron en cuenta para complementar los datos primarios, y están conformadas por los códigos de programación, para la georreferenciación automática; procesamiento de la información y el desarrollo del DashBoard. Además de instrumentos académicos tecnológicos que sirvieron para la estructuración y el diseño del sistema de control propuesto en la presente investigación.

3.4 Población

El ámbito de estudio está constituido por toda el área urbana que comprende la ciudad de San Miguel. Esta representa un área de 976 hectáreas aproximadamente.

3.5 Hipótesis de investigación

3.5.1 Hipótesis general

El diseño del sistema de control geomático permite el monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos en el distrito de San Miguel.

3.6 Softwares, recursos, equipos y materiales

3.6.1 Softwares y recursos

Software QGIS 3.22, Apps script, código HTML, código Javascript, Formulario de google, Google Sheets, Google Maps, Looker Studio.

3.6.2 Equipos y materiales

Laptop ASUS I9, Celular Redmi 9 note pro, Ploteos, Impresiones, Folders, 334 Marcador, Cuadernos de campo.

3.7 Métodos

3.7.1 Modelamiento del sistema de control geomático orientado monitoreo y control de las actividades de RRSU del distrito de San Miguel

El modelamiento del sistema es de tipo estocástico y se realizó según el siguiente diagrama de flujo, figura 3:



Figura 4. Diagrama del flujo de datos, procesamiento y presentación de información.

a. Delimitación del modelo estocástico.

El objetivo del modelo fue determinar los patrones de comportamiento en las actividades de ruteo, para cada uno de los vehículos compactadores utilizados en el servicio de RRSU. La determinación de los patrones de comportamiento fueron en base a las variables de longitud recorrida, tiempo y velocidad (J. Martínez et al., 2021).

Para la aplicación del modelo se separaron las actividades de recolección de residuos sólidos en dos etapas, en el recorrido de las rutas pre-asignadas y en los puntos críticos de acumulación de RSU.

Para el caso del control de las actividades realizadas en el recorrido de las rutas de RRSU pre-asignadas, se controlaron la longitud recorrida, velocidad y tiempo.

En el caso del control de los puntos críticos, estas se individualizaron para su control, el criterio para su control fue determinado según el nivel de

persistencia de cada punto crítico. Este nivel de persistencia fue determinado en días.

b. Reconocimiento de las variables de estudio.

Para el modelamiento del sistema de control geomático orientada a las actividades de RRSU, se reconocieron las variables de estudio según el espacio de probabilidad (Ω, \mathcal{F}, P) aplicable en cada una de las variables aleatorias, donde X es cualquier función de la forma $X : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$. Las variables aleatorias en el presente estudio son por tanto funciones del azar (Saavedra et al., 2014). Siendo consideradas las siguientes variables:

Variabes aleatorias discretas; que para el presente estudio representa la longitud (L) recorrida en cada una de las rutas planteadas. Esta es una variable discreta porque el número de valores que puede tomar, según la metodología, es finito.

Variabes aleatorias continuas; que para el presente estudio, estas representan la velocidad (V) y tiempo (T). Son variables continuas porque pueden tomar valores infinitos.

c. Para las gráficas de control \bar{X} con parámetros estimados

Para el control del recorrido de las rutas de RRSU con las gráficas de control \bar{X} , se aplicó la metodología descrita por Walpole et al., (2012). La gráfica de control \bar{X} usa el teorema del límite central. Se emplearon los valores simulados de las longitudes recorridas para la determinación de la media; desviación estándar del proceso; y determinación de los límites de control. Un valor \bar{X} que cae fuera de estos límites se considera evidencia de un cambio en la media μ , y, por lo tanto, de la posibilidad de que el proceso esté fuera de control respecto a los resultados comunes de las longitudes recorridas en cada una de las rutas.

Para los resultados se proporcionaron datos simulados aleatoriamente. Haciendo ver casos en que la actividad está bajo control y otros casos en que la actividad está en descontrol. En ese sentido se generó información antecedente o de inicio. Esta información está estructurada en subgrupos

racionales de cuatro semanas consecutivas cada una. Cada subgrupo conforma una observación.

Los tamaños de cada observación se agruparon por cada 4 semanas $n = 4$. Para el control de longitud de rutas recorridas se tomaron k observaciones $k = 13$. La información reunida durante este periodo, incluyeron las medias muestrales en el subgrupo, la media general y el rango de la muestra en cada subgrupo.

Una parte de la información muestral de estas k muestras tomaron la forma, $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_k$, donde la variable aleatoria \bar{X}_i represento el promedio de los valores en la i -ésima muestra

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{X}_i .$$

Éste estimo la media del proceso, y a la vez, represento la línea central en la gráfica de control \bar{X} . Para los controles se definió

$$R_i = X_{máx,i} - X_{mín,i}$$

Donde $X_{máx,i}$ y $X_{mín,i}$ representan la i -ésima muestra. Representando también la observación más grande y la más pequeña en la muestra.

El estimado apropiado de la desviación estándar (σ) es una función del rango promedio

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i .$$

Al finalizar, se tiene el límite de control superior LCS y el límite de control inferior LCI .

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}, LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} .$$

Para simplificar el procedimiento se utilizaron los valores tabulados de A_2 . En la tabla 7, anexo 1 se incluyen valores de A_2 para varios tamaños de la muestra (Walpole et al., 2012).

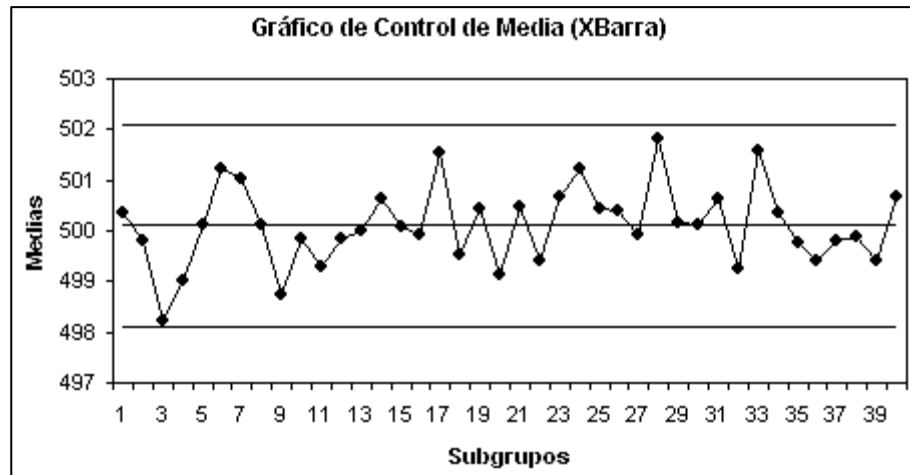


Figura 5. Modelo de grafica de control de medias
Fuente: Hernández, (2013)

d. Gráficas de control R para el control de variación

Para la gráfica de control R aplicada al control del recorrido de las rutas de RRSU. Se aplicó la metodología descrita por Walpole et al., (2012), aplicando los mismos procedimientos que se utilizaron en la gráfica de control \bar{X} . Donde \bar{R} es la línea central y los límites de control superior (LCS) y los límites de control inferior (LCI) dependen de las constantes D_4 y D_3 . Constantes que se remplazaron en las formulas $LCS = \bar{R}D_4$, $LCI = \bar{R}D_3$. Las constantes están en la tabla 7, anexo 1 (Walpole et al., 2012). Para lo cual se tomaron las siguientes especificaciones.

Los tamaños de cada observación constan de 4 semanas. Para el control de longitud de rutas recorridas, y se tomaron 13 observaciones, con $k = 13$.

La información importante reunida durante este periodo incluyo el rango

$$R_i = L_{m\acute{a}x,i} - L_{m\acute{i}n,i},$$

de la muestra en cada subgrupo, la diferencia del recorrido de la ruta de RRSU más grande y la más pequeña en la muestra.

El estimado apropiado de σ es una función del rango promedio

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i.$$

por consiguiente, las cantidades que definieron la gráfica R son:

$$LCS = \bar{R}D_4, \text{ Línea central } \bar{R}, LCI = \bar{R}D_3,$$

donde las constantes D_4 y D_3 (que dependen solo de n) se encuentran en la tabla A (Walpole et al., 2012).

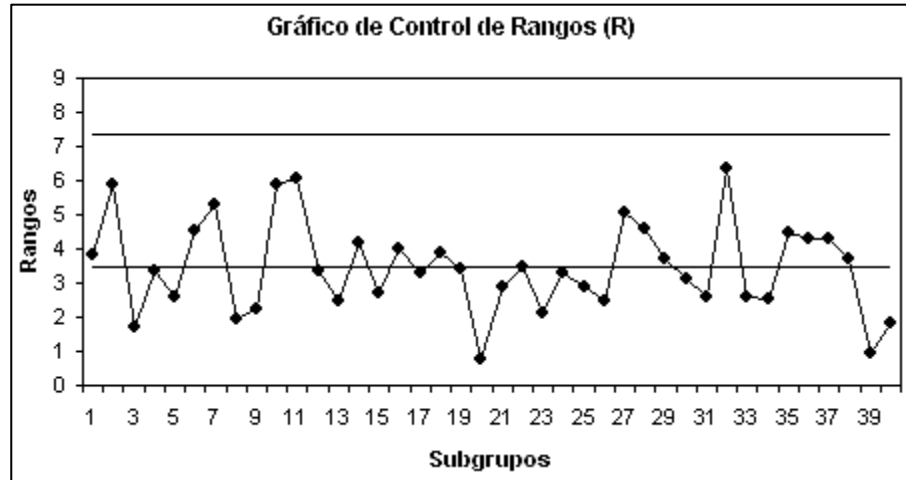


Figura 6. Modelo de grafica de control de rangos.
Fuente: Hernández, (2013)

e. Graficas de series temporales

La grafica de series temporales se aplicó al control de la variable velocidad (V), para la aplicación de las gráficas de series temporales, se tomaron en cuenta las indicaciones del acápite 4.1.2. en el título “Velocidad (V)”.

Para el control de la velocidad aplicada en los camiones compactadores durante el ruteo. Se utilizaron N observaciones en orden cronológico (Gallego, 2008). Para nuestro modelo, este será representado por los resultados de la velocidad V_i aplicada durante el ruteo, donde:

$$V_i = [v_1, v_2, \dots, v_i >$$

y para el orden cronológico tendremos a las realizaciones

$$\delta_i = [\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_i >$$

Los que ordenaran la gráfica según la fecha de registro.

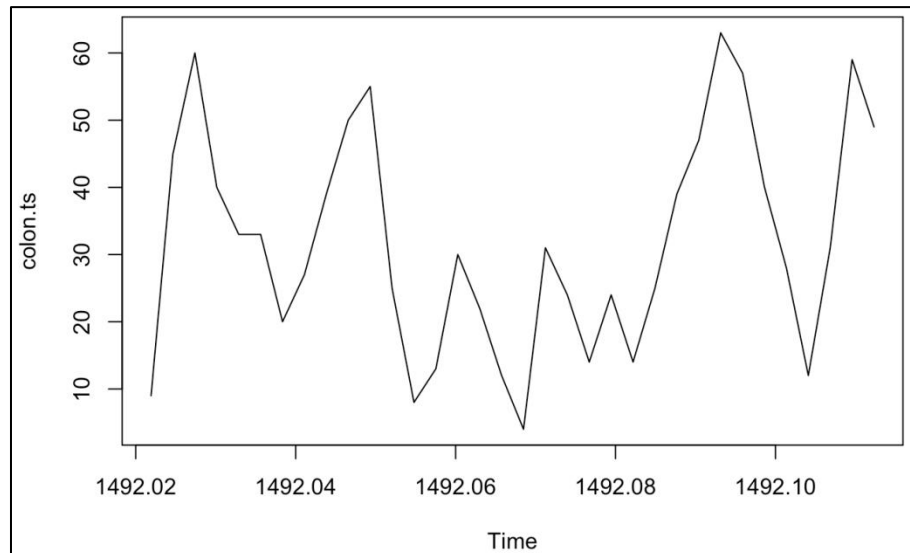


Figura 7. Modelo de grafica de serie temporal.
Fuente: Morales, (2023)

3.7.2 Diseño de un software que soporte el sistema de control geomático aplicado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos del distrito de San Miguel

a. Levantamiento geomático

Con el software QGIS se identificó en gabinete las coordenadas UTM, con el fin de georreferenciar y codificar las intersecciones de las calles de la ruta por donde circula el camión compactador. Las coordenadas UTM permitieron realizar mediciones de las distancias entre cada intersección de calle con las subsiguientes, desde el inicio hasta el final de la ruta. Estas mediciones se realizaron para la determinación de la distancia y velocidad aplicada en el ruteo del camión compactador (Baghdadi et al., 2018).

b. Habilitación de un mapa virtual de rutas de recolección de residuos sólidos

Con el uso de la información adquirida en el proceso de levantamiento geomático, se realizó la georreferenciación de todas las rutas de recolección de RSU en el aplicativo Google Maps, este software se utilizó para la habilitación visual y georreferenciada de todas las rutas de recolección de residuos sólidos. Este mapa virtual se diseñó para uso exclusivo del chofer del vehículo compactador, con el fin de ver su ubicación en tiempo real.

c. Habilitación de un formulario virtual que permite la acumulación en base de datos

Para el control de las actividades de RRSU en puntos críticos de acumulación de RSU, se diseñó un formulario virtual insertando código de programación. Este formulario permite la georreferenciación del Smartphone, la georreferenciación queda almacenada en una base de datos, en forma de coordenadas geográficas, latitud y longitud, además de los datos personales del chofer el vehículo. utilizado dentro del camión compactador. El formulario esta codificado en lenguaje de programación HTML y Javascript. La codificación fue aplicada en el editor se secuencias de comando (Apps Script) del formulario virtual de Google. Este proceso se realizó con el fin de que el Formulario de Google permita la georreferenciación de cada uno de los puntos críticos dispersos en la ciudad.

Para el ruteo del camión recolector, el formulario de Google se diseñó, con los atributos descritos en el párrafo arriba. Este formulario también permite registrar el nombre del chofer del vehículo; el formulario de google permite el registro por defecto de la fecha y hora en que el camión recolector deja la ruta, estos datos no son registrados por el operador sino por el sistema.

Con el uso de Google Sheets, se habilito una base de datos para el funcionamiento del sistema propuesto, también este se utiliza como calculadora para la determinación de tiempos de recorrido, longitudes parciales y velocidades del recorrido. Tomando en cuenta los límites del software Google Sheets, se utilizó lenguaje de programación en HTML y JavaScript en el editor de secuencias de comando (Apps Script) para los cálculos y procesamiento de datos necesarios para la automatización del sistema.

d. Generación de un informe actualizado en tiempo real, para uso exclusivo de la gerencia y mandos del servicio de recolección de residuos sólidos

Con la información procesada en el Google Sheets, se realizó un vínculo con el software Looker Studio para la implementación del Dashboard. Este permite visualizar el informe estadístico y analítico de gráficas de control \bar{X}

y R , polígonos de frecuencia y gráficas tabulares que se actualizaron en tiempo real. Esta información es alimentada por los operadores a través de los formularios virtuales desde un Smartphone y procesada automáticamente. La información es visible tanto en un Computador con acceso a internet y de igual manera en un Smartphone (Yanto et al., 2023).

3.7.3 Teoría del Control Simulación del sistema de control geomático aplicado al monitoreo y control de las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos del distrito de San Miguel

Para el proceso de simulación. Se delimito aleatoriamente y con rangos en una tendencia media de resultados ficticios. Eventos de carácter discreto y continuo de la longitud de distancias recorridas, velocidades registradas y tiempo. Simulando de esta manera la capacidad operativa del servicio de recolección de residuos sólidos. El software recibió como entrada un plan de recolección de residuos sólidos (anexo 2). Y simulo el funcionamiento del sistema calculando la longitud recorrida (L), la velocidad (V) y el tiempo (T) (Montes, 2007). Esta fue simulada desde el 02 de enero del 2023 al 28 de diciembre del 2026.

Para la simulación se propusieron tres variables a estudiar:

- La variable longitud recorrida. Es una variable discreta que está representada por $L_r(\delta, c, l)$, donde L_r representa el valor resultante de una de las rutas en estudio y de las rutas acumuladas por semana, δ representa la realización, c representa el ciclo de trabajo y l que representa la longitud acumulada en una ruta en todo el ciclo semanal.
- En cuestión de la variable velocidad es una variable continua y está representada por $V_r(\delta, v)$, donde V_r representa la velocidad resultante por actividad de ruteo realizada (no toma en cuenta el ciclo semanal de trabajo sino solamente la realización), δ representa la realización, v representa la velocidad registrada.
- Y por último la variable continua tiempo $T_r(\delta, t)$ donde T_r representa el tiempo de persistencia resultante de cada punto crítico (esta se medirá en días), δ representa la realización, t representa el tiempo acumulado registrado.

En cuestión de la generación de datos aleatorios estas muestran distintos escenarios tanto en situaciones de control y descontrol.

Para la simulación de mapas de control, gráficas de control \bar{X} y R , tabulaciones y polígonos de frecuencia se tomarán en cuenta las siguientes especificaciones:

- Mapas de control; se implementaron dos mapas que grafican los resultados de todas las rutas de RRSU propuestas diferenciando los tramos de ruta recorridos de las no recorridas y un segundo mapa que gráfica y ubica geográficamente los puntos críticos.
- Gráficas de control \bar{X} y R ; estas gráficas controlan los tramos recorridos de todas las rutas de RRSU.
- Gráficas de series temporales; estas gráficas controlan las velocidades de los tramos recorridos de todas las rutas de RRSU.
- Gráficas tabulares; en estas gráficas se tabulan el control de puntos críticos de acumulación de RSU y recorrido de las rutas de RRSU y un resumen general de resultados.
- Polígonos de frecuencia; en esta gráfica presentamos una comparación que diferenciada los resultados de las velocidades de recorrido de rutas de las zonas A y B diferenciados en el plan de recolección de residuos sólidos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Modelamiento del sistema de control geomático aplicado a las actividades de Recolección de RSU

Para el modelamiento del sistema de control de las actividades de RRSU. Las actividades se separaron en dos componentes. En la recolección de RSU en ruta y en puntos críticos.

4.1.1 Delimitación del punto crítico y control de rutas de RRSU

En cuestión de los componentes de recolección de RSU en ruta y en puntos críticos. Para su análisis, estas dependen esencialmente de su carácter espacio-temporal. El análisis espacial, para este modelo, se apoya en la ubicación georreferenciada de un punto crítico o del punto de control de ruta. Por lo tanto, la georreferenciación se expresó por una coordenada geográfica en un punto

$$\mathcal{P}(\phi, \lambda)$$

donde el punto (\mathcal{P}) está ubicada según su latitud (ϕ) y según su longitud (λ) (Olaya, 2014).

Las coordenadas geográficas, en este modelo, acompañan a las componentes de longitud recorrida (L), la velocidad (V) y el tiempo (T). El tiempo y el espacio no son magnitudes físicas independientes, son componentes de una medida en donde para medir el espacio hay que considerar el tiempo y viceversa, es decir, no son independientes el uno del otro. Estas son interdependientes para el estudio espacio-temporal (Pardo, 2021) al que es objeto este modelo.

En tal sentido infiere que el acto de control de un punto crítico en el modelo depende del tiempo (T) y su ubicación $\mathcal{P}(\phi, \lambda)$ entonces:

$$PC(T, \mathcal{P}(\phi, \lambda))$$

De igual manera el acto de control de las rutas (CR) de RRS dependen de la longitud recorrida (L), la velocidad (V) y el tiempo (T) por lo tanto:

$$CR(L, V, T, \mathcal{P}(\phi, \lambda))$$

4.1.2 Desarrollo de variables de estudio longitud recorrida (L), tiempo (T) y velocidad (V)

a. Longitud recorrida (L)

La longitud recorrida es la diferencia entre el punto de partida y el punto final del recorrido de la ruta de RRSU. Las rutas, para las actividades de control, están pre establecidas en el sistema (anexo 2). La variable longitud recorrida está representada por $L_i(\delta_k, c_j, l_i)$ dónde: L_i representa la longitud resultante acumulada del recorrido alcanzado en una o más realizaciones dentro de un ciclo de trabajo, δ_k que representa la realización, c_j representa el ciclo de trabajo y l_i que representa la longitud alcanzada en una realización, en el recorrido de una ruta de RRSU. Para este sistema se toman las siguientes consideraciones:

- Para la realización (δ_k); la realización es el recorrido que realiza el camión compactador en una ruta pre establecida, esta es delimitada por ciclo de trabajo el cual es semanal para este estudio, pudiendo realizarse más de una realización δ_k en una misma ruta y en diferentes horarios, con el fin de completar la ruta de RRSU.
- Esta realización se aplica con el fin de acumular las longitudes recorridas de las rutas de RRSU. Por lo tanto, según el método de agrupación descrita por Lipschutz, (2000) se estableció al conjunto de realizaciones como:

$$\delta_k = [\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_k]$$

- Para el ciclo de trabajo (c_j); el ciclo de trabajo comprende el inicio y fin de las operaciones de recolección de RSU. Esta representa la culminación de las actividades semanales planificadas con el fin de dar reinicio a un nuevo ciclo de trabajo. Por lo tanto según el método de agrupación descrita por Lipschutz, (2000) se estableció al conjunto de ciclos de trabajo como:

$$c_j = [c_1, c_2, \dots, c_j >$$

- Para la longitud alcanzada (l_i); esta representa la longitud recorrida entre el punto de inicio y punto final de una ruta de recolección de

RSU en una sola realización. Cada longitud recorrida se registró en kilómetros (km).

- Para la longitud resultante (L_i); esta depende del número de realizaciones (δ_k) por ruta de recolección de RSU, dentro del ciclo de trabajo (c_j) y acumula sus longitudes recorridas (l_i), en consecuencia para hallar la longitud resultante (L_i) según Mikenberg, (2013) la sumatoria de las longitudes recorridas se representó como:

$$L_i = \sum_{i=1}^{\delta_k} l_i$$

donde i es el índice que recorre cada valor de l ; δ_k es el numero total de realizaciones que tiene l ; l_i representa cada valor específico de l en la posición i . Esta expresión indica que se suma todos los valores de l desde l_i hasta l_{δ_k} .

Para el caso de la acumulación de las rutas recorridas por semana o ciclo de trabajo (c_j), tomando en cuenta la suma de todas las rutas de recolección de RSU, el procedimiento es el mismo, teniendo que separar los resultados por zona de trabajo.

b. Tiempo (T)

El tiempo es la diferencia entre la hora de partida y la hora final del recorrido de la ruta de RRSU pre establecida en el sistema (anexo 2). La variable tiempo está representada por $T_i(\delta_k, t_i)$ donde: T_i representa el tiempo resultante del recorrido alcanzado en una realización dentro de un ciclo de trabajo, δ_k representa la realización, t_i que representa el tiempo en que dura una realización. Esta variable no se acumula, ya que funciona como complemento para la determinación de las velocidades. Para este sistema se toman las siguientes consideraciones:

- Para la realización (δ_k); la realización es el recorrido que realiza el camión compactador en una ruta pre establecida. El tiempo de la realización, tiene la función de complemento para el cálculo de la velocidad. La realización empareja por origen de información la

longitud y el tiempo para el cálculo de las velocidades. Por lo tanto según el método de agrupación descrita por Lipschutz, (2000) se estableció al conjunto de realizaciones como:

$$\delta_k = [1, 2, 3, \dots, k >, \delta \in \mathbb{N}$$

- Para el tiempo registrado (t_i); esta representa el tiempo que dura el recorrido entre el punto de inicio y punto final de una ruta de recolección de RSU. En una sola realización, cada tiempo registrado fue en horas (h).
- Para tiempo resultante (T_i); para el tiempo, la actividad de ruteo realizada no toma en cuenta el ciclo semanal de trabajo sino solamente la realización (δ_k). Entonces no hay operaciones de acumulación de tiempos. Por lo tanto, tomando en cuenta su diferenciación por fecha y hora de registro, el tiempo resultante será igual al tiempo registrado:

$$T_i = t_i$$

c. Velocidad (V)

La velocidad es el cambio de posición del camión recolector en un intervalo de tiempo, esta es medida durante el recorrido de la ruta de recolección de RSU. La variable velocidad está representada por $V_i(\delta_i, v_i)$, donde: V_i representa la velocidad resultante por realización, δ_k representa la realización, v_i representa la velocidad registrada, en el recorrido de una ruta de RRSU. Para este sistema se toman las siguientes consideraciones:

- Para la realización (δ_i); para la velocidad, la realización es el recorrido longitudinal que realiza el camión compactador en una ruta pre establecida en un tiempo determinado. Para el control de la velocidad no se delimito su registro por ciclo de trabajo. Este se acopio por realización δ_i según fecha y hora de registro. Por lo tanto según el método de agrupación descrita por Lipschutz, (2000) se estableció al conjunto de realizaciones como:

$$\delta_i = [\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_i >$$

- Para la velocidad registrada (v_i); la velocidad registrada comprende la relación entre la longitud recorrida y el tiempo ($V = \frac{L}{T}$), registrados durante una realización. Por lo tanto según el método de agrupación descrita por Lipschutz, (2000) se estableció al conjunto de velocidades como:

$$v_i = [v_1, v_2, \dots, v_i >$$

- Para la velocidad resultante (V_i); la actividad de ruteo realizada no toma en cuenta el ciclo semanal de trabajo sino solamente la realización. Entonces no hay operaciones de acumulación de velocidades. Por lo tanto la velocidad resultante será igual a la velocidad registrada:

$$V_i = v_i$$

d. Tiempo (T), en cuestión de los puntos críticos.

El tiempo registrado para el control de los puntos críticos, es la diferencia entre la fecha de registro de un punto crítico y la fecha final, en que se considera eliminado el punto crítico. Este modelo se implementó para el control de todos los puntos críticos dispersos en el área de estudio. La variable tiempo está representada por $T_i(\delta, t_i)$, donde T_i representa el tiempo acumulado o tiempo de persistencia de un punto crítico, su medida es registrada en días, δ_k que representa la realización, t_i que representa el tiempo de persistencia del punto crítico. Para este sistema se toman las siguientes consideraciones:

- Para la realización (δ); la realización es el registro del punto crítico, cada punto crítico solo tiene una realización en su tiempo de existencia.
- Para el tiempo registrado (t_i); esta representa el tiempo de persistencia del punto crítico desde su registro hasta su eliminación. Esta medida se determinó en días d_i . Por lo tanto según el método de agrupación descrita por Lipschutz, (2000) se estableció la acumulación de días como:

$$t_i = [d_1, d_2, d_3, \dots, n >$$

- Para tiempo resultante (T_i); para el tiempo, actividad de ruteo realizada no toma en cuenta el ciclo semanal de trabajo sino solamente la realización, entonces no hay operaciones de acumulación de tiempos ni de otro tipo por lo tanto, tomando en cuenta su diferenciación por fecha y hora de registro, según (Mikenberg, 2013) el tiempo resultante será igual al tiempo registrado que equivale a los días transcurridos:

$$T_i = \sum_{i=1}^{\delta_k} d_i$$

donde i es el índice de cada día, que empieza desde el día 1 hasta el día n ; d_i representa cada día individual, en este caso $d_i = 1$ ya que cada día cuenta como una unidad de tiempo.

4.1.3 Modelamiento del control de las actividades de RRSU

Las actividades de recolección de RSU se dividieron en dos, según la rutina de trabajo aplicada en el distrito de San Miguel: en la primera, al iniciar con la jornada de trabajo se empezó con el recojo de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos. En la segunda fase se realizó el recorrido de las rutas de recolección de RSU.

a. Recolección en puntos críticos de acumulación de RSU

El modelo aplicado al control del tiempo de persistencia de los puntos críticos depende del tiempo (T) y su ubicación $\mathcal{P}(\phi, \lambda)$, entonces:

$$PC(T, \mathcal{P}(\phi, \lambda))$$

Para registrar un punto crítico se necesitó una realización (δ_i) por cada punto crítico. Entonces el número de puntos críticos dependió del número de realizaciones:

$$\delta_i = [\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots, \delta_i >$$

Cada una de las realizaciones generó un código único de identificación que responda a la realización $PC\delta_i$, ejemplo $(PC1, PC2, PC3, \dots, PC\delta_i)$ en consecuencia se determinó el aspecto del control del punto crítico:

$$PC\delta_i \equiv PC(T, P(\phi, \lambda))_i$$

Tabla 3

Estructura de base de datos de puntos críticos de acumulación de RSU, en función del modelamiento del control.

Marca temporal	Nombre del encargado	Cód.	Coordenada geográfica	Tiempo de persistencia (días)
14/8/2023 10:20:29	Víctor Manuel	PC1	-15.8389025,-70.0307662	280
11/9/2023 10:28:22	Diana Alexia	PC2	-15.8389607,-70.0307942	55
14/11/2023 15:37:50	Víctor Manuel	PC3	-15.8389025,-70.0307662	237
14/11/2023 15:42:08	Joseph Ortiz	PC4	-12.075008,-77.0244608	110
14/11/2023 15:43:08	Claudio Aranda	PC5	-12.075008,-77.0244608	491
14/11/2023 15:44:25	Joseph Ortiz	PC6	-12.075008,-77.0244608	236
14/11/2023 15:46:01	Víctor Manuel	PC7	-12.075008,-77.0244608	483
14/11/2023 15:46:42	Diana Alexia	PC8	-15.8389025,-70.0307662	53
14/11/2023 15:47:39	Víctor Manuel	PC9	-12.075008,-77.0244608	62
14/11/2023 16:00:16	Joseph Ortiz	PC10	-15.8389025,-70.0307662	269
14/11/2023 16:16:59	Claudio Aranda	PC11	-15.8389607,-70.0307951	171
14/11/2023 16:17:37	Joseph Ortiz	PC12	-15.8389607,-70.0307951	114
14/11/2023 16:18:15	Víctor Manuel	PC13	-15.8389607,-70.0307951	128
...

Nota. La Tabla 3 es la representación simulada de la información recolectada para el monitoreo de puntos críticos. En esta tabla se organizan los datos del proceso de control, en donde se registró cada punto crítico según su ubicación geográfica y según su tiempo de persistencia. Cada punto crítico fue identificado a través de una única realización que genere un código único de identificación a partir del modelo $PC(T, \mathcal{P}(\phi, \lambda))$. Este considera el tiempo de persistencia (T) y las coordenadas de su ubicación $\mathcal{P}(\phi, \lambda)$. A la vez, en cada punto crítico se registró una marca temporal, el nombre del encargado y el tiempo de persistencia del punto crítico (en días).

b. Control de las actividades de recorrido en las rutas preestablecidas para la recolección de RSU en las variables de longitud (L) y velocidad (V)

Control de longitud de rutas recorridas en las actividades de recolección de RSU. Para dar valor a la variable longitud recorrida (L). En la aplicación de las gráficas de control \bar{X} y R se tomaron en cuenta las indicaciones del acápite 4.1.2. en el título Longitud recorrida.

Tabla 4

Longitudes recorridas, delimitación de observaciones y cálculos previos de las gráficas de control de medias \bar{X} y rangos R . Simulación, acumulación de rutas de la Zona A.

Número de muestra	Observaciones				\bar{X}	R
	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4		
1	20.6077	20.2377	20.5877	20.6761	20.5273	0.4383
2	20.2377	20.3626	20.4852	20.3671	20.3631	0.2474
3	20.8525	20.5921	20.4852	20.7858	20.6789	0.3674
4	20.4388	20.5614	20.4705	20.4941	20.4912	0.1227
5	20.6642	20.4919	20.8789	20.5486	20.6459	0.387
6	20.5666	20.3533	20.6685	20.6886	20.5692	0.3352
7	20.7215	20.6064	20.6297	20.4406	20.5995	0.2809
8	20.6213	20.7762	20.6068	20.8004	20.7012	0.1936
9	20.973	20.2993	20.5886	20.6898	20.6377	0.6737
10	20.5546	20.6203	20.2345	20.3744	20.446	0.3858
11	20.5705	20.6068	20.6703	20.9354	20.6957	0.365
12	20.6491	20.7918	20.4437	20.4456	20.5826	0.3482
13	20.4164	20.5642	20.9122	20.4942	20.5967	0.4959
14	20.2799	20.5666	19.7543	19.7833	20.096	0.8123
15	19.9695	20.0808	19.7244	20.1436	19.9796	0.4192
16	19.9682	20.0081	20.2446	20.2297	20.1127	0.2764
17	20.2022	19.9225	20.257	20.187	20.1422	0.3345
18	19.5802	20.3197	20.4537	19.9173	20.0677	0.8735
19	20.0355	20.187	20.332	19.9251	20.1199	0.4069
20	19.9572	20.1229	20.0957	19.7135	19.9723	0.4094
21	19.8202	19.9925	20.2642	20.2022	20.0698	0.444
22	20.2697	20.0148	20.2389	19.9783	20.1254	0.2915
23	19.7818	19.7636	19.6483	19.9111	19.7762	0.2628
...

Nota. La Tabla 4 muestra la suma de las longitudes en las rutas de recolección de RSU, recorridas durante un ciclo semanal de trabajo, estas fueron distribuidas en la zona A. La tabla presenta los cálculos previos del promedio y rango de cada observación, además sus datos se usaron en los cálculos descritos para las gráficas de control, descritas posteriormente.

Aplicación gráficas de control \bar{X} con parámetros estimados

Para la aplicación de las gráficas de control \bar{X} Según Shewhart & Deming, (1986) modificado, se usó el teorema del límite central empleado valores conocidos de la media y desviación estándar del proceso, a la vez, se usaron límites de control de las longitudes recorridas, en ruta, en las actividad de RRSU. Un valor \bar{X} que cae fuera de estos límites se consideró evidencia de

un cambio en la media μ , y, por lo tanto, de la posibilidad de que el proceso esté fuera de control. Respecto a los resultados comunes de las velocidades aplicadas en el recorrido de las rutas de RRSU o en las longitudes acumuladas. Se hace presente que el estudio de rutas recorridas abarca desde la unidad de ruta, hasta un control general de todas las rutas recorridas por zona.

Para los resultados, se proporcionó valores estimados, estos valores se simularon aleatoriamente haciendo ver casos en que la actividad está bajo control y otros casos en que la actividad está en descontrol. En ese sentido se generó información antecedente o de inicio, eligiendo una base de subgrupos racionales de cuatro semanas consecutivas cada una ($n = 4$). Estos subgrupos, para el presente estudio se diferencian por ruta y por zona, haciendo notar que tenemos 10 rutas y dos zonas en total, cada zona tiene 5 rutas asignadas (anexo 2).

Para el control de longitud de rutas recorridas. Los tamaños de cada observación fueron de 4 semanas ($n = 4$), y se tomaron 13 observaciones $k = 13$, la información importante reunida durante este periodo incluye las medias muestrales en el subgrupo, la media general y el rango de la muestra en cada subgrupo, teniendo la formula

$$\bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad \text{ó} \quad \bar{X}_i = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_i}{n}$$

Aplicando ($n = 4$) como unidad de observación \bar{X}_i , para las 13 observaciones se determinaron de aplicando los datos de la tabla 2 en la siguiente formula:

$$\bar{X}_1 = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}{4}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{20.6077 + 20.2377 + 20.5877 + 20.6761}{4} = 20.5273 \text{ km}$$

$$\bar{X}_4 = \frac{20.4388 + 20.5614 + 20.4705 + 20.4941}{4} = 20.4912 \text{ km}$$

$$\bar{X}_8 = \frac{20.6213 + 20.7762 + 20.6068 + 20.8004}{4} = 20.7012 \text{ km}$$

$$\bar{X}_{13} = \frac{20.4164 + 20.5642 + 20.9122 + 20.4942}{4} = 20.5967 \text{ km}$$

Una parte de la información muestral de estas k muestras tomó la forma, $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \dots, \bar{X}_{13}$, donde la variable aleatoria \bar{X}_i , es el promedio de los valores en la i -ésima muestra. Determinando el promedio global de la variable aleatoria. Aplicando los datos de la tabla 2 se determinó:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \bar{X}_i .$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{20.5273 + 20.3631 + 20.6789 + 20.4912 + 20.6459 + 20.5692 + 20.5995 + 20.7012 + 20.6377 + 20.446 + 20.6957 + 20.5826 + 20.5967}{13} = 20.5796 \text{ km}$$

$$\bar{\bar{X}} = 20.5796 \text{ km}$$

Ésta fórmula determino la media del proceso, y representa la línea central en la gráfica de control \bar{X} .

Para los controles se definio

$$R_i = L_{m\acute{a}x,i} - L_{m\acute{i}n,i}$$

como el rango para los datos en la i -ésima muestra. Aquí $L_{m\acute{a}x,i}$ y $L_{m\acute{i}n,i}$ son, respectivamente, la longitud recorrida en la ruta de RRSU más grande y la más pequeña de la observación. El estimado de la desviación estándar σ es la función del rango promedio. Aplicando los datos de la tabla 2 se obtuvo:

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i .$$

$$\bar{R} = \frac{0.4383 + 0.2474 + 0.3674 + 0.1227 + 0.387 + 0.3352 + 0.2809 + 0.1936 + 0.6737 + 0.3858 + 0.365 + 0.3482 + 0.4959}{13} = 0.3570$$

$$\bar{R} = 0.3570$$

En donde finalmente se reemplazó en:

$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCS = 20.5796 + 0.729 * 0.3570,$$

$$LCS = 20.8399 \text{ km}$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$LCI = 20.5796 - 0.729 * 0.3570$$

$$LCI = 20.3194 \text{ km}$$

Las formulas descritas arriba se aplican con los valores tabulados de A_2 . En la tabla 15 (anexo 1) se incluyen valores de A_2 para varios tamaños de la muestra (Walpole et al., 2012). A continuación presentamos los resultados de la gráfica de control de medias \bar{X} .

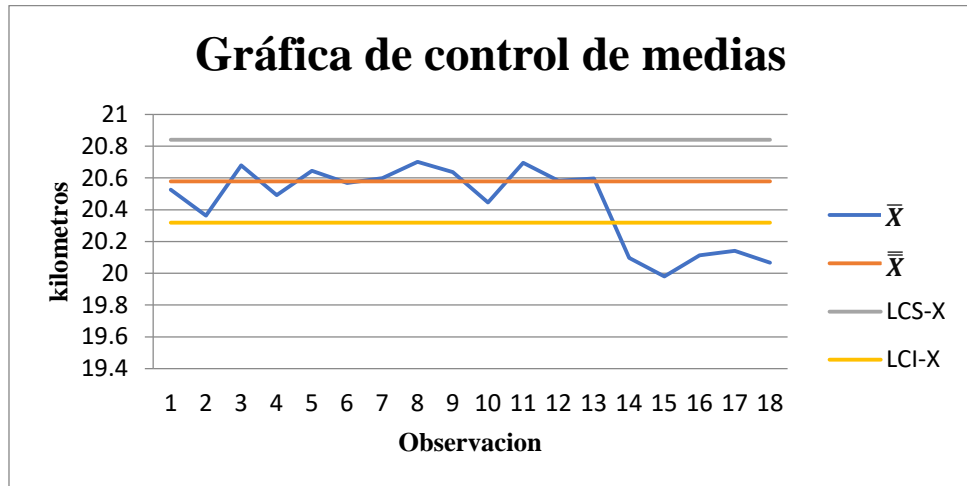


Figura 8. Modelo de grafica de control de medias \bar{X} . Grafica resultante en base a los datos simulados.

Gráficas de control R para el control de variación

Para el caso de la gráfica de rangos se utilizó la misma estructura general, como en el caso de la gráfica de control \bar{X} , donde \bar{R} es la línea central y los límites de control dependen del reemplazo de las constantes D_4 y D_3 en las formulas:

$$LCS = \bar{R}D_4 \text{ y } LCI = \bar{R}D_3$$

las constantes D_4 y D_3 figuran en la tabla A. para lo cual se toman en cuenta las siguientes especificaciones.

Los tamaños de cada observación son de 4 semanas ($n = 4$) para el control de longitud de rutas recorridas. Y se tomaron 13 observaciones, con $k = 13$. La información importante reunida durante este periodo incluyo el rango

$$R_i = L_{m\acute{a}x,i} - L_{m\acute{i}n,i}$$

de la muestra en cada subgrupo. Que representa la diferencia del recorrido de la ruta de RRSU más grande y la más pequeña en cada observación. El estimado apropiado de la desviación estándar σ se representó con la función del rango promedio. Aplicando los datos de la tabla 2 se obtuvo:

$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_i .$$

$$\bar{R} = \frac{0.4383 + 0.2474 + 0.3674 + 0.1227 + 0.387 + 0.3352 + 0.2809 + 0.1936 + 0.6737 + 0.3858 + 0.365 + 0.3482 + 0.4959}{13} = 0.3570$$

$$\bar{R} = 0.3570$$

Por consiguiente, los valores que definieron la gráfica **R** son:

$$LCS = \bar{R}D_4$$

$$LCS = 0.3570 * 2.282$$

$$LCS = 0.8147$$

$$\text{Línea central } \bar{R}$$

$$\bar{R} = 0.3570$$

$$LCI = \bar{R}D_3$$

$$LCI = 0.3570 * 0$$

$$LCI = 0$$

donde las constantes D_4 y D_3 (que dependen solo de n) se encuentran en la tabla 15 (anexo 1) (Walpole et al., 2012). A continuación presentamos los resultados de la gráfica de control de medias **R**, grafica resultante en función de los datos simulados.

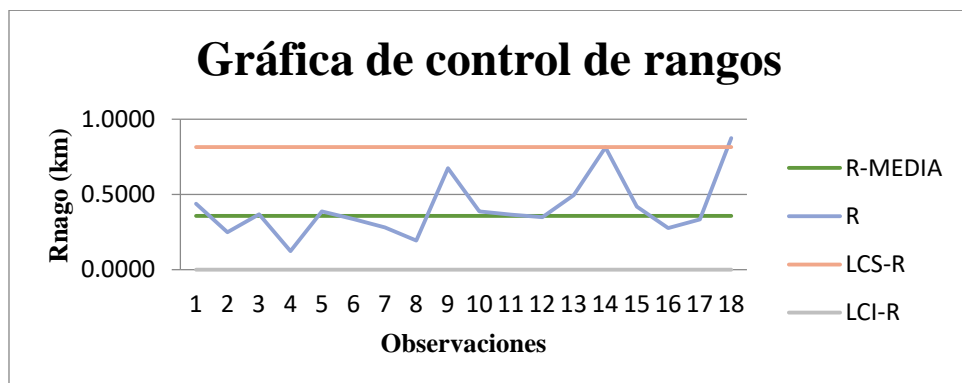


Figura 9. Modelo de grafica de control de rangos R.

Control de longitud de rutas recorridas en las actividades de recolección de RSU, para dar valor a la velocidad (V), en la aplicación de las gráficas de serie temporal, se tomaron en cuenta las indicaciones del acápite 4.1.2. en el título Velocidad.

Tabla 5

Valores simulados de las velocidades aplicadas en ruta.

Nº	Fecha	Velocidad A-Lunes (km/h)	Chofer	Velocidad B-Lunes (km/h)	Chofer
1	2/01/2023	0.4964	Víctor Manuel	0.4077	Diana Alexia
2	2/01/2023	0.4734	Claudio Aranda	0.4504	Joseph Ortiz
3	9/01/2023	0.4816	Víctor Manuel	0.4219	Diana Alexia
4	9/01/2023	0.4960	Claudio Aranda	0.4956	Joseph Ortiz
5	16/01/2023	0.5070	Víctor Manuel	0.4083	Diana Alexia
6	16/01/2023	0.5380	Claudio Aranda	0.4416	Joseph Ortiz
7	23/01/2023	0.4547	Víctor Manuel	0.3692	Diana Alexia
8	23/01/2023	0.5277	Claudio Aranda	0.4862	Joseph Ortiz
9	30/01/2023	0.5109	Víctor Manuel	0.4142	Diana Alexia
10	30/01/2023	0.5034	Claudio Aranda	0.4386	Joseph Ortiz
11	6/02/2023	0.4868	Víctor Manuel	0.3950	Diana Alexia
12	6/02/2023	0.5657	Claudio Aranda	0.4668	Joseph Ortiz
13	13/02/2023	0.4868	Víctor Manuel	0.3503	Diana Alexia
14	13/02/2023	0.5390	Claudio Aranda	0.4859	Joseph Ortiz
15	20/02/2023	0.4794	Víctor Manuel	0.4110	Diana Alexia
16	20/02/2023	0.5105	Claudio Aranda	0.4219	Joseph Ortiz
17	27/02/2023	0.5376	Víctor Manuel	0.3547	Diana Alexia
18	27/02/2023	0.5431	Claudio Aranda	0.4817	Joseph Ortiz

Nota. La Tabla 5 muestra las velocidades registradas diariamente en las rutas de recolección de RSU, ruta LUNES de la Zona A y ruta LUNES de la zona B. Indica el desempeño de dos choferes. Estos datos de velocidad están ordenados cronológicamente y fueron utilizados para simular el análisis de velocidades mediante gráficos de series temporales para monitorear la consistencia y variabilidad en la velocidad aplicada por los conductores en ruta.

Control de velocidades aplicadas en las de rutas recorridas para la RRSU

Para dar valor a la variable velocidad (V) se tomaron en cuenta las indicaciones del acápite 4.1.2 en el título Velocidad.

Para el control de la velocidad aplicada en ruta se utilizaron las gráficas de series temporales siguiendo la metodología de Gallego, (2008). Se simularon n observaciones en orden cronológico. Nuestro modelo representó los resultados de velocidad V_i , donde:

$$V_i = [v_1, v_2, \dots, v_i >$$

y para representar el orden cronológico se tomaron en cuenta las realizaciones

$$\delta_i = [\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_i >$$

Estas permitieron ordenar cronológicamente la información según la fecha de registro. Permitiendo obtener la gráfica de series temporales, que presentamos a continuación:

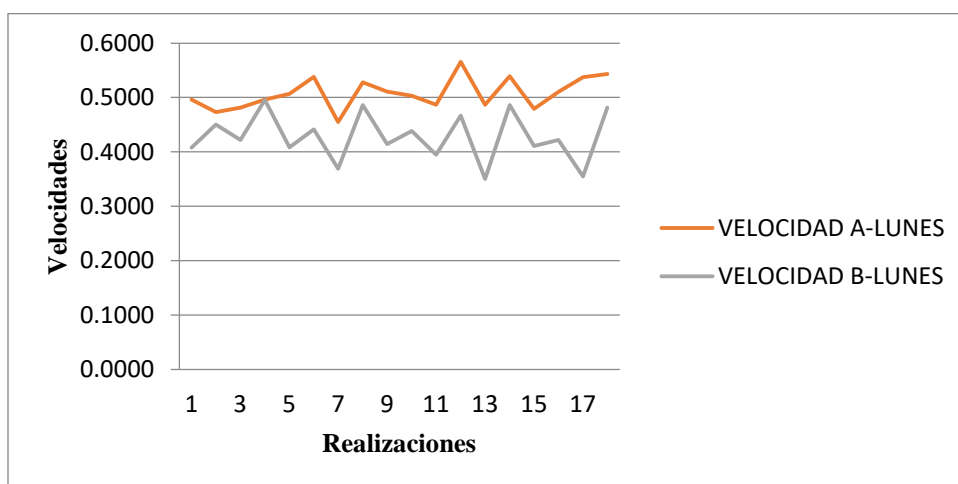


Figura 10. Modelo de grafica de serie temporal. Grafica resultante tras la aplicación de la tabla 2.

4.2 Diseño del software para el soporte y simulación del sistema de control geomático aplicado a las actividades de RRSU

Se desarrolló un sistema de control geomático en un sistema web que automatiza el registro virtual de los resultados del servicio de recolección de RSU. Este sistema tiene la capacidad de funcionar en distintos dispositivos móviles y equipos de escritorio. Ambos tienen la necesidad de acceso a internet.

Todo el análisis espacio-temporal depende de la georreferenciación Tanto de las rutas de RRSU y de los puntos críticos. Por lo tanto, es imprescindible que el software tenga la capacidad de georreferenciación automática, para la ubicación de los puntos críticos y la ubicación de los camiones compactadores durante su ruteo. Otro aspecto indispensable es el levantamiento geomático descrito en el *literal “a) levantamiento geomático, del ítem 3.7.2 Diseño de un software que soporte el sistema de control geomático aplicado a las actividades de recolección de residuos sólidos del distrito de San Miguel”*, donde se realizó la codificación y georreferenciación de todas las rutas de RRSU.

4.2.1 Descripción del sistema

Se desarrolló un sistema de control geomático automatizado aplicado a las actividades de RRSU, el sistema tiene como objetivo principal apoyar la gestión y toma de decisiones. El funcionamiento del sistema se realiza en cualquier dispositivo móvil o de escritorio con acceso a internet.

- El sistema tiene los siguientes alcances fundamentales:
- Permite la gestión de roles, usuarios y permisos acorde a los diferentes usuarios.
- Registra información del recorrido de rutas y ubicación de puntos críticos de acumulación de residuos sólidos, ambas informaciones tienen consideración geoespacial y temporal para su análisis.
- Genera información geográfica, graficas estadísticas y graficas tabulares. De los resultados diarios de las actividades de RRSU para su control en tiempo real.

4.2.2 Arquitectura del sistema

En esta etapa, de acuerdo con los requerimientos funcionales identificados para el sistema. Se ha determinado su implementación en un entorno web. Siguiendo una arquitectura orientada a eventos descritas en la figura 10, el cual contiene los siguientes componentes:

a. Generadores o productores (1)

Generan los distintos eventos del sistema, estos eventos se registran a través del formulario virtual implementado en Google Forms. Añadiendo en el editor de secuencias de comando una estructura de código de programación en lenguaje HTML y JavaScript. En el sistema se implementaron dos formularios, los que permiten recolectar información de eventos relacionados a:

Control de puntos críticos de acumulación de RSU, con este formulario se solicitó:

- Nombre del operador.

- Opción de identificación de nuevo punto crítico o eliminar punto crítico inexistente.

Recorrido de las rutas delimitadas para la recolección de RSU, con el formulario se solicitó:

- Nombre del operador.
- Nombre de la ruta.
- Código de intersección de calle.
- Número de salida.

b. Los mensajes o eventos (2)

Contienen la información del evento. En el presente estudio los dos formularios propuestos acopian la siguiente información:

Recolección de puntos críticos de acumulación de RSU, en este formulario se solicitó:

- Nombre del encargado, que se refiere directamente al chofer de la unidad quien está encargado del llenado del formulario virtual.
- Tipo de registro, en el que se registra el nuevo punto crítico o la opción de eliminar punto crítico, la opción de nuevo punto crítico genera automáticamente un código único del punto crítico y la opción eliminar punto crítico solicita el código de punto crítico a eliminar.

Recorrido de las rutas delimitadas para la RRSU, en su formulario se solicita:

- Nombre del encargado, que se refiere directamente al chofer de la unidad quien está encargado del llenado del formulario virtual.
- Nombre de la ruta, esta diferencia cada una de las diez rutas de RRSU que se tienen para el modelado y simulación del sistema.
- Escribir número de esquina, cada una de las intersecciones de calle que cubren las rutas de RRSU están codificadas para su fácil ubicación.

- Número de salida, el trabajo se registra por ruta recorrida y generalmente esta se ejecuta dos veces por día, es por este motivo que al recorrido por la mañana corresponde la numeración 1 y al recorrido de la tarde la numeración 2 y si por algún motivo hubiera una tercera se le numerara con el número 3 y así sucesivamente.

Cada una de los formularios tiene una opción de georreferenciación automática, la cual georreferencia los puntos críticos y puntos de acumulación de RSU. En cuestión del control de las rutas de RRSU, se le aplico un algoritmo adicional. En el que, a través de un rango de ubicación permite la validación del registro espacio-temporal dentro de la ruta. Si el registro se realiza fuera del rango de control, este registro se invalida. Este algoritmo tiene la función de evitar el sesgo en la información acumulada.

c. Componente de mensajería (3)

Se encarga de recibir el mensaje, hacer un procesamiento, si es necesario, y luego informar a los distintos consumidores o partes interesadas acerca del evento ocurrido. Para la presente investigación se utiliza como base de datos, cálculos previos y procesamiento de la información el software Google Sheets y el lenguaje de programación en JavaScript.

d. Canales (4)

Los canales hacen el puente entre el componente de mensajería y el componente que está interesado en el evento. En el presente trabajo utilizamos como canal de visualización el software LookerStudio para el diseño del DashBoard.

e. Procesadores o consumidores (5)

Son los componentes que están interesados en los eventos, y está dirigido a los consumidores de la información como gerencia o directores de las actividades de RRSU.

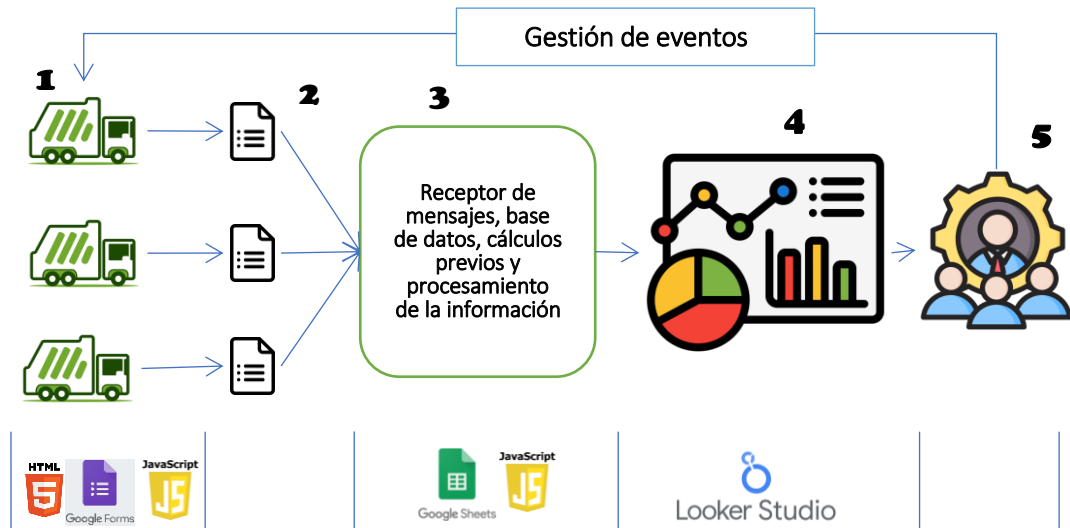


Figura 11. Componentes de la arquitectura del sistema, orientada a eventos del sistema de control.

4.2.3 Estructura de control de puntos críticos de acumulación de RSU

En este acápite se desarrolló a detalle todos los aspectos necesarios para el control de los puntos críticos de acumulación de RSU, los cuales responden a la arquitectura del sistema.

a. Datos a gestionar

Datos recopilados con el formulario virtual.

- Marca temporal; información recopilada por defecto, es decir, esta información no es registrada por el operador. Esta es registrada automáticamente por el sistema, la marca temporal registra el día, mes, año y hora de registro.
- Nombre del encargado; esta información tiene un pre registro del nombre de los operadores dentro del formulario virtual en una lista desplegable, esta estructura permite un rápido registro.
- Tipo de registro; en esta pregunta se despliegan dos alternativas, la primera es “NUEVO PUNTO CRITICO”, alternativa que al ser seleccionada permitirá la georreferenciación automática. A la vez, genera un código único de identificación del punto crítico, asigna un color de vigencia del punto crítico, georreferencia su ubicación en el mapa virtual asignado para su control visual e inicia el conteo de días de vigencia del punto crítico. La segunda opción es “ELIMINAR PUNTO CRITICO”, esta opción no elimina su

ubicación en el mapa, tampoco el registro histórico; solamente detiene el conteo de días de persistencia del punto crítico y cambia el color del punto con el que se georreferencio.

- Coordenada geográfica; este dato es registrado por el sistema, por lo tanto su asignación es automática, este aspecto es importante para que el registro de nuevos puntos críticos y la eliminación, según sea el caso. La georreferenciación no necesita de personal con conocimientos técnicos en, cualquier persona puede hacer esta actividad.

Tabla 6

Captura imagen de estructura de la base de datos referente de los puntos críticos.

Marca temporal	Nombre del encargado	Tipo de registro	Coordena PC / Código PC a eliminar
14/8/2023 10:20:29	Víctor Manuel	Nuevo punto crítico	-15.8389025,-70.0307662
11/9/2023 10:28:22	Diana Alexia	Nuevo punto crítico	-15.8389607,-70.0307942
14/11/2023 15:37:50	Víctor Manuel	Nuevo punto crítico	-15.8389025,-70.0307662
14/11/2023 15:42:08	Joseph Ortiz	Nuevo punto crítico	-12.075008,-77.0244608
14/11/2023 15:43:08	Claudio Aranda	Nuevo punto crítico	-12.075008,-77.0244608
14/11/2023 15:44:25	Joseph Ortiz	Nuevo punto crítico	-12.075008,-77.0244608
14/11/2023 15:46:01	Víctor Manuel	Nuevo punto crítico	-12.075008,-77.0244608
14/11/2023 15:46:42	Diana Alexia	Nuevo punto crítico	-15.8389025,-70.0307662
14/11/2023 15:47:39	Víctor Manuel	Nuevo punto crítico	-12.075008,-77.0244608
14/11/2023 16:00:16	Joseph Ortiz	Nuevo punto crítico	-15.8389025,-70.0307662
14/11/2023 16:16:59	Claudio Aranda	Nuevo punto crítico	-15.8389607,-70.0307951
14/11/2023 16:17:37	Joseph Ortiz	Eliminar punto crítico	2
14/11/2023 16:18:15	Víctor Manuel	Eliminar punto crítico	5
14/11/2023 16:29:48	Víctor Manuel	Eliminar punto crítico	8

Nota. La tabla 6 describe la estructura de una base de datos, esta recepción el registro de los puntos críticos de acumulación de RSU mediante un formulario virtual. Cada registro incluye información relevante para la identificación, seguimiento y manejo de estos puntos críticos como: la marca temporal, que indica la fecha y hora en el que se realizó el registro, esta información es generado automáticamente por el sistema; nombre del encargado, es el nombre de la persona que realizó el registro; tipo de registro, que identifica la acción realizada, esta genera un nuevo punto crítico o permite el registro para eliminar punto crítico.

b. Modelado del sistema

En esta etapa, se describen los roles del sistema y las funcionalidades usando interfaces para los usuarios, tanto en la actividad de llenado del formulario virtual figura 12 y la vista procesada de los datos DashBoard figura 13.

The screenshot shows a mobile application interface for 'Puntos críticos'. At the top, it displays the user's email 'davidincaluque3@gmail.com' and a 'Cambiar de cuenta' link. Below this, there is a 'No compartido' status and a share icon. A red asterisk indicates that the following question is mandatory. The form contains two main sections: 'NOMBRE DEL ENCARGADO *' with a dropdown menu currently showing 'Elige', and 'TIPO DE REGISTRO *' with two radio button options: 'NUEVO PUNTO CRITICO' and 'ELIMINAR PUNTO CRITICO'. At the bottom, there are two buttons: 'Siguiente' and 'Borrar formulario'.

Figura 12. Formulario virtual de puntos críticos, para la alimentación de la base de datos.



Figura 13. Interfaz del sistema para el Administrador, puntos críticos.

Roles

Los roles permiten dar acceso a ciertas funcionalidades del sistema, en este sistema se utilizaran dos roles, alimentador del sistema y administrador del sistema.

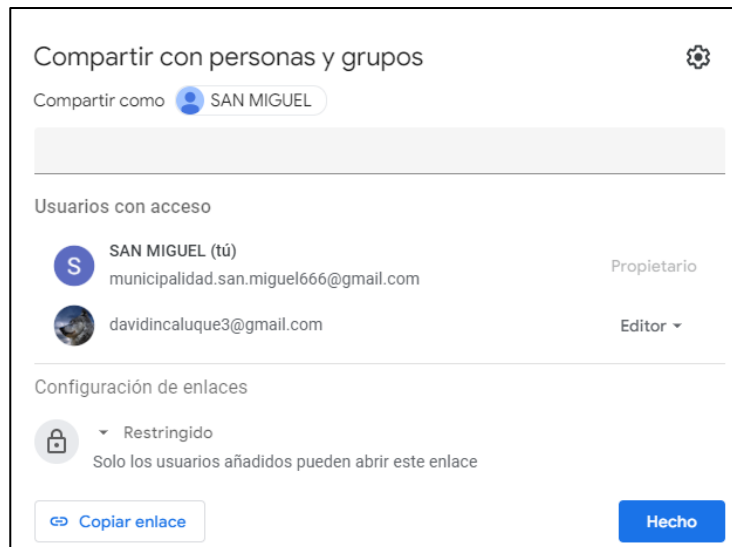


Figura 14. Interfaz del alimentador del sistema, Operario.

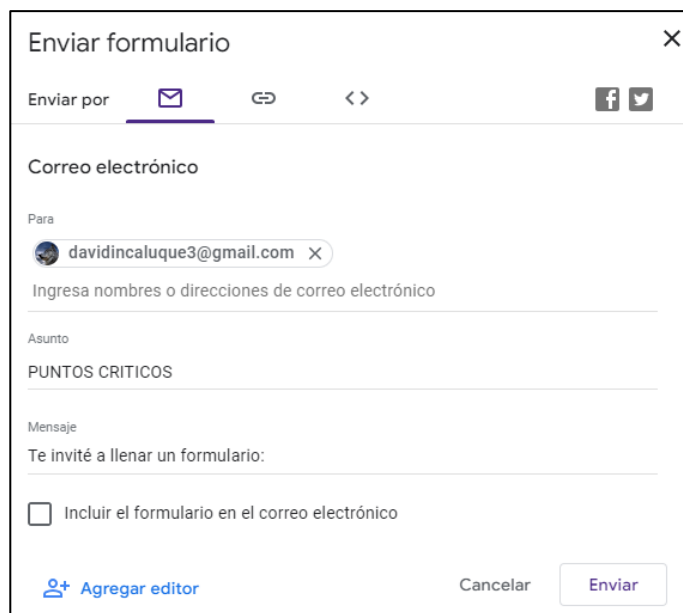


Figura 15. Interfaz de administrador del sistema, administrador.

Requerimientos funcionales

Son características importantes que ofrece el sistema de acuerdo con la estrategia implementada en los casos de uso. A continuación presentamos la lista de requerimientos funcionales, Tabla 7.

Tabla 7*Requerimientos funcionales del sistema de control de puntos críticos.*

Código	Nombre	Descripción
RF001	Rellenar el formulario con la ubicación del punto crítico.	El usuario podrá rellenar un formulario, teniendo que estar a un lado apegado del punto crítico y activar la ubicación del dispositivo Smartphone.
RF002	Mostrar el nombre del encargado de llenar el formulario.	El nombre del encargado tiene que estar ya incluido en una lista desplegable, para facilidad del llenado del formulario y cumplir con necesidades de reconocimiento en el proceso de programación.
RF003	Tipo de registro.	Esta tiene dos alternativas, “nuevo punto crítico” y “eliminar punto crítico”.
RF004	Nuevo punto crítico.	Esta opción debe permitir la generación de un nuevo punto crítico, georreferenciar automáticamente su ubicación en el mapa virtual con un punto de color que represente su vigencia, generar automáticamente un código único de identificación e iniciar el conteo de días de persistencia del punto crítico para su rastreo constante.
RF005	Eliminar punto crítico.	Esta opción detiene el conteo de días de persistencia del punto crítico, no elimina el punto georreferenciado en el mapa virtual sino que cambia el color que representa su vigencia a otro color que representa su eliminación.
RF006	Código de punto crítico a eliminar.	Esta pregunta es fundamental para el enlace de toda la historia de vigencia del punto crítico, el código que se asigna a esta pregunta es el código autogenerado en el registro del nuevo punto crítico.
RF007	Clic en enlace para georreferenciar nuevo punto crítico.	En esta etapa se da el acto de georreferenciación del punto crítico, en esta etapa es necesario activar la opción permitir registrar ubicación del Smartphone.
RF008	Enviar formulario.	Esta opción da por finalizada el proceso de registro o eliminación del punto crítico.

Nota. La tabla 7 detalla los requerimientos funcionales del sistema diseñado para el control y monitoreo de puntos críticos, cada requerimiento está identificado por un código único y describe funciones específicas que el sistema debe ofrecer, estas incluyen el registro georreferenciado de nuevos puntos críticos, la eliminación de puntos en el mapa virtual con cambios en su estado visual, y la facilidad para completar formularios mediante listas desplegadas y generación automática de códigos únicos. Estas funciones garantizan un seguimiento eficaz y organizado de los puntos críticos a lo largo del tiempo.

Requerimientos no funcionales

En esta etapa se definen las restricciones, las características y los atributos de calidad, diseño y la operación del sistema Tabla 8.

Tabla 8

Requerimientos no funcionales del sistema.

Código	Nombre	Descripción
RNF001	Usabilidad.	El sistema es intuitivo y fácil de usar por cualquier persona con o sin conocimientos técnicos ni informáticos.
RNF002	Eficiencia.	El sistema procesa en tiempo real los datos recibidos, esto gracias a los softwares utilizados para su desarrollo.
RNF003	Seguridad.	El sistema garantiza la protección de la información, dando responsabilidad y acceso solo a los trabajadores involucrados en la alimentación del sistema.
RNF004	Disponibilidad	El sistema está disponible para su uso en todo momento, solo siendo necesario un Smartphone con acceso a internet.
RNF005	Portabilidad	El sistema es compatible y funciona correctamente en diferentes sistemas operativos y dispositivos, como Android y Windows.

Nota. La tabla 8 describe los requerimientos no funcionales del sistema, enfocándose en atributos de calidad y restricciones operativas, estos incluyen usabilidad, asegurando un diseño intuitivo; eficiencia, con procesamiento en tiempo real; y seguridad, mediante acceso restringido a personal autorizado. Además, garantiza disponibilidad constante del sistema con acceso a internet y portabilidad, asegurando compatibilidad en múltiples plataformas y dispositivos, como Android y Windows. Estas características aseguran un desempeño confiable y accesible.

c. Implementación

En esta etapa se menciona la metodología y los lenguajes de programación utilizados en la construcción del sistema.

Metodología de desarrollo, control de Puntos Críticos de acumulación de RSU.

La metodología para la personalización del formulario de Google tuvo como objetivo agregar la funcionalidad de geolocalización, además de los otros datos solicitados, permitiendo a los usuarios el registro por defecto de su ubicación geográfica al completar el formulario.

Para la configuración de la georreferenciación se accede a la opción de secuencia de comandos del editor en el formulario en el que se escribe un script, conjunto de instrucciones, utilizando “Google Apps Script”. Al obtener la latitud y la longitud del celular Android, se asigna el script como un activador de envío para que se ejecute automáticamente al enviar respuestas.

Para el registro de la información generada de la ubicación y los demás datos adjuntos al formulario, el formulario de Google se vinculó a una hoja de cálculo de Google Sheets. En la hoja de cálculo de Google Sheets se implementó una serie de códigos de programación, necesaria para el inicio del conteo de los días de persistencia del Punto crítico. Esta, aunada con los demás de datos relacionados a los registrados por el operador y datos registrados por el sistema, corresponden a la base de datos referencial para su incorporación en el DashBoard. Se visualizan los resultados en la tabla 9 y Figura 16.

Tabla 9

Base de datos procesados para el control de puntos críticos.

Marca temporal	Nombre del encargado	Tipo de registro	Coordenada	Hoy	Fecha de eliminación	Días de persistencia
7/3/2023 6:20:52	Víctor Manuel	Nuevo punto crítico	-15.4808515933019, -70.1335859351932	17/11/2024	27/2/2024 17:52:42	357
7/3/2023 8:14:19	Diana Alexia	Nuevo punto crítico	-15.4782127712383, -70.1273186171424	17/11/2024		621
7/3/2023 8:17:7	Víctor Manuel	Nuevo punto crítico	-15.480099557028, -70.1285697447848	17/11/2024	28/2/2024 6:29:5	358
7/3/2023 13:10:1	Diana Alexia	Nuevo punto crítico	-15.4693597151511, -70.1103073932879	17/11/2024		621
7/3/2023 13:9:9	Claudio Aranda	Nuevo punto crítico	-15.4751467608888, -70.1283148197181	17/11/2024	28/2/2024 8:14:13	358
7/3/2023 17:30:8	Joseph Ortiz	Nuevo punto crítico	-15.4683158378537, -70.1096706735387	17/11/2024		621
7/3/2023 17:56:41	Claudio Aranda	Nuevo punto crítico	-15.4662445986593, -70.1085998801567	17/11/2024		621
8/3/2023 6:30:18	Joseph Ortiz	Nuevo punto crítico	-15.4671508062722, -70.1090604387596	17/11/2024		620
8/3/2023 6:30:32	Víctor Manuel	Nuevo punto crítico	-15.4650899219099, -70.1080222607582	17/11/2024		620
8/3/2023 8:10:32	Diana Alexia	Nuevo punto crítico	-15.4623855861316, -70.1065864567981	17/11/2024		620
8/3/2023 8:12:59	Víctor Manuel	Nuevo punto crítico	-15.4824905241419, -70.1251965405057	17/11/2024	29/2/2024 6:21:7	358
8/3/2023 13:12:13	Diana Alexia	Nuevo punto crítico	-15.4633093353452, -70.1070470903894	17/11/2024		620
8/3/2023 13:11:59	Claudio Aranda	Nuevo punto crítico	-15.4843320961919, -70.1244768710948	17/11/2024	29/2/2024 8:7:11	358
8/3/2023 17:44:56	Joseph Ortiz	Nuevo punto crítico	-15.4700134629308, -70.118811848964	17/11/2024	29/2/2024 13:3:4	358

Nota. La tabla 9 muestra los datos procesados para el control de puntos críticos de acumulación de RSU, incluyendo información como la marca temporal, nombre del encargado, tipo de registro, coordenadas geográficas, fecha de eliminación y días de persistencia. Estos datos permiten un seguimiento detallado de la vigencia y ubicación de

los puntos críticos registrados en el sistema, sirviendo como base para su análisis y visualización en el dashboard.



Figura 16. Mapa virtual, control de puntos críticos.

Lenguajes de programación y aplicaciones

- Lenguajes de programación
- HTML, JavaScript.
- Aplicaciones
- Google Sheets, Google Apps Script, Google Forms y Looker Studio.

d. Requisitos mínimos a nivel de hardware

Para el funcionamiento del sistema, para el control de puntos críticos, se necesita:

Celulares Smartphone con las siguientes características:

- Acceso a internet
- GPS
- Pantalla táctil
- Cámara fotográfica.

Laptops o computadoras personales PC:

- Acceso a internet

Los equipos necesarios son genéricos, los que solo tienen que cumplir con los requerimientos especificados.

4.2.4 Estructura de control del recorrido de rutas de RRSU

En este acápite se desarrolló a detalle todos los aspectos necesarios para el control del recorrido de las rutas de RRSU, los cuales responden a la arquitectura del sistema, derivados de la estructura conceptual de las rutas de recolección de RSU figura 17, que contiene el trazo de la ruta, numeración de intersección de calles.



Figura 17. Ruta de RRSU correspondiente a la zona “A”, del día miércoles, esta es la estructura conceptual de todas las rutas de RRSU.

Fuente: mapa base de Google (2024a)

a. Datos a gestionar

Datos recopilados con el formulario virtual.

Marca temporal; información recopilada por defecto, es decir, esta información no es registrada por el operador, esta información es registrada automáticamente por el sistema. La marca temporal registra el día, mes, año y hora de registro.

Nombre del encargado; este dato tiene que estar ya registrado dentro del formulario virtual en una lista desplegable, para su rápida selección.

Nombre de la ruta; para este estudio se establecieron 10 rutas de RRSU las cuales tienen un código único para su reconocimiento.

Tabla 10

Rutas de recolección de RSU.

Ítem	Día	Zona	Nombre de ruta
1	Lunes	A	A-Lunes
2	Martes	A	A-Martes
3	Miércoles	A	A-Miercoles
4	Jueves	A	A-Jueves
5	Viernes	A	A-Viernes
6	Lunes	B	B-Lunes
7	Martes	B	B-Martes
8	Miércoles	B	B-Miercoles
9	Jueves	B	B-Jueves
10	Viernes	B	B-Viernes

Nota. La tabla 10 presenta las rutas de recolección de RSU organizadas por día y zona, asignando un nombre único a cada ruta para su identificación. Estas rutas abarcan dos zonas (A y B) y se distribuyen de lunes a viernes, facilitando su reconocimiento y gestión en el sistema mediante códigos específicos descritos en la columna 4 (*Nombre de ruta*).

Numero de intersección de calle; en esta pregunta se nombra el número de intersección de calle, en donde el camión compactador termina su ruteo. El número está especificado en el conjunto de mapas de rutas en el anexo 2.

Numero de salida; en esta pregunta se debe de anotar si es el primer recorrido que se registra en la ruta o si es el segundo recorrido complementario de la ruta en el día. El primer ruteo es en las horas de la mañana e inicia desde el punto 01 de la ruta a recorrer hasta el punto donde se terminó el primer recorrido, el segundo ruteo es desde el punto en donde termino el recorrido en el turno de la mañana hasta el punto donde llegue el camión compactador.

Tabla 11

Base de datos referente a la recopilación de información del recorrido de las rutas de RRSU.


Marca temporal	Nombre/Iniciales	Nombre de ruta	Punto N°	Salida número
2/1/2023 6:23:20	Víctor Manuel	A-Lunes	1	1
2/1/2023 6:27:43	Diana Alexia	B-Lunes	1	1
2/1/2023 8:17:40	Víctor Manuel	A-Lunes	12	1
2/1/2023 8:10:48	Diana Alexia	B-Lunes	10	1
2/1/2023 13:11:07	Claudio Aranda	A-Lunes	12	2
2/1/2023 13:04:05	Joseph Ortiz	B-Lunes	10	2
2/1/2023 17:56:42	Claudio Aranda	A-Lunes	47	2
2/1/2023 17:49:16	Joseph Ortiz	B-Lunes	40	2
3/1/2023 6:20:34	Víctor Manuel	A-Martes	1	1
3/1/2023 6:24:11	Diana Alexia	B-Martes	1	1
3/1/2023 8:01:18	Víctor Manuel	A-Martes	8	1
3/1/2023 8:12:13	Diana Alexia	B-Martes	10	1
3/1/2023 13:12:17	Claudio Aranda	A-Martes	8	2
3/1/2023 13:03:04	Joseph Ortiz	B-Martes	10	2
3/1/2023 17:30:38	Claudio Aranda	A-Martes	30	2
3/1/2023 17:43:19	Joseph Ortiz	B-Martes	38	2
4/1/2023 6:20:29	Víctor Manuel	A-Miércoles	1	1
4/1/2023 6:18:51	Diana Alexia	B-Miércoles	1	1
4/1/2023 8:20:37	Víctor Manuel	A-Miércoles	23	1
4/1/2023 8:07:37	Diana Alexia	B-Miércoles	25	1
4/1/2023 13:12:48	Claudio Aranda	A-Miércoles	23	2
4/1/2023 13:14:34	Joseph Ortiz	B-Miércoles	25	2


Nota. La tabla 11 recopila información sobre los recorridos de las rutas de recolección de RSU, incluye la marca temporal, el nombre del operador, el nombre de la ruta, el número del punto de intersección donde inicia o finaliza el recorrido, y el número de salida, que indica si corresponde al primer o segundo recorrido del día. Estos datos permiten rastrear y analizar el cumplimiento de las rutas en cada jornada, diferenciando entre los turnos de mañana (1) y tarde (2), y facilitando la gestión del servicio.

b. Modelado del sistema

En esta etapa, se describen los roles del sistema y las funcionalidades usando interfaces para los usuarios, tanto en la actividad de llenado del formulario virtual figura 18 y la vista procesada de los datos Dashboard figura 19 y 20.


Registro de rutas recorridas por camión compactador

davidincaluque3@gmail.com [Cambiar de cuenta](#) 


 No compartido

*** Indica que la pregunta es obligatoria**

NOMBRE DEL CHOFER *

Elige 


NOMBRE DE RUTA *

Elige 

ESCRIBIR NUMERO DE INTERSECCION DE CALLE *

Tu respuesta

NUMERO DE SALIDA *

Elige 

Enviar [Borrar formulario](#)

Figura 18. Formulario virtual de rutas recorridas por camión compactador.

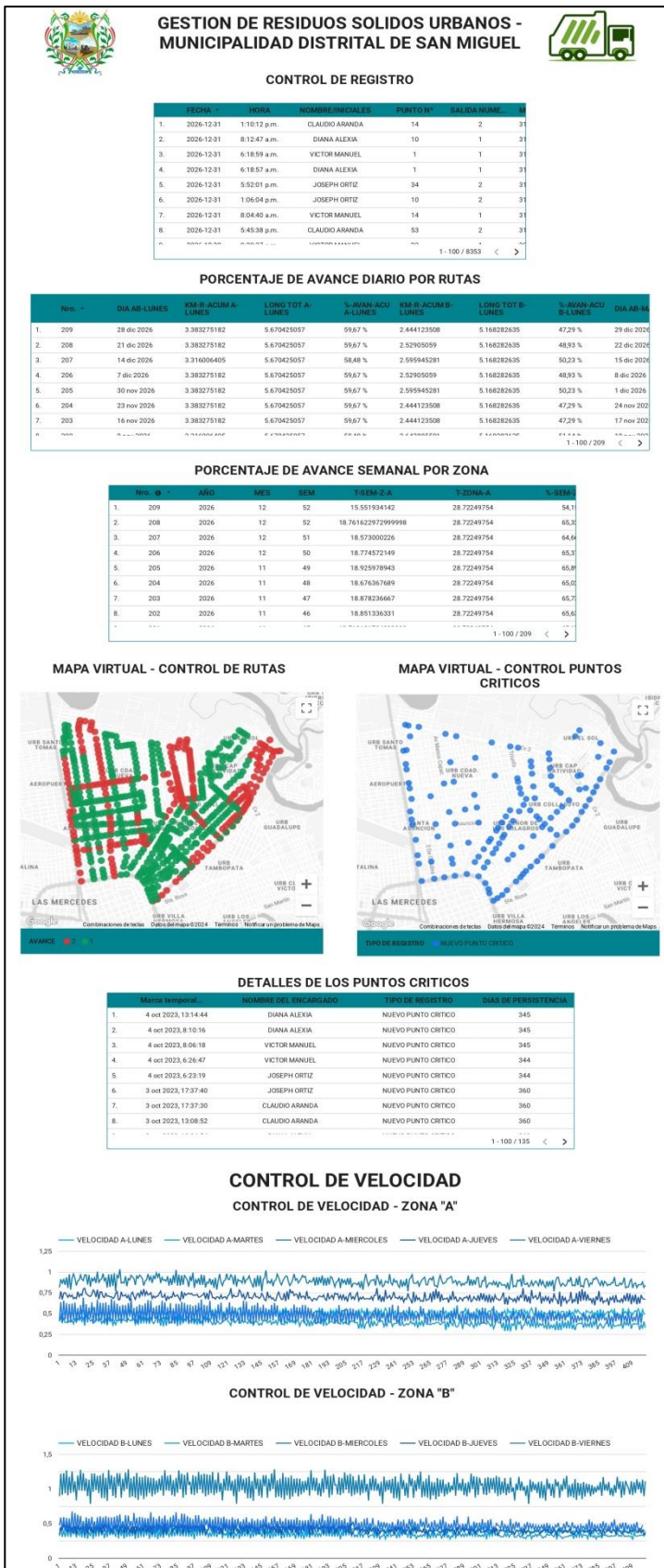


Figura 19. Interfaz del sistema para el Administrador, resultados de ruteo para la RRSU.

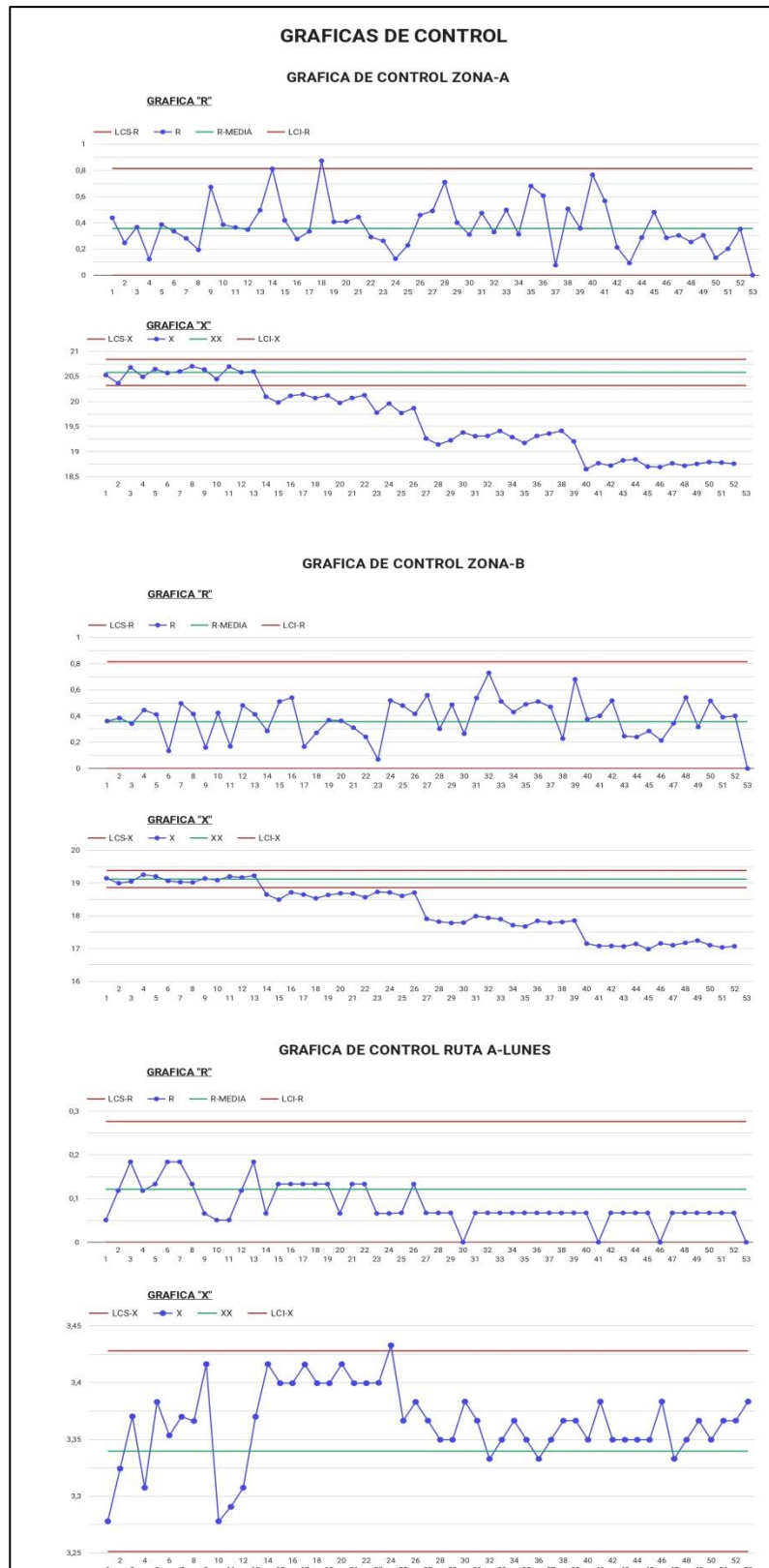


Figura 20. Interfaz del sistema para el Administrador, resultados de ruteo para la RRSU.

Roles

Los roles permiten dar acceso a ciertas funcionalidades del sistema, en este sistema se utilizan dos roles, alimentador del sistema (figura 21) y administrador del sistema (figura 22).

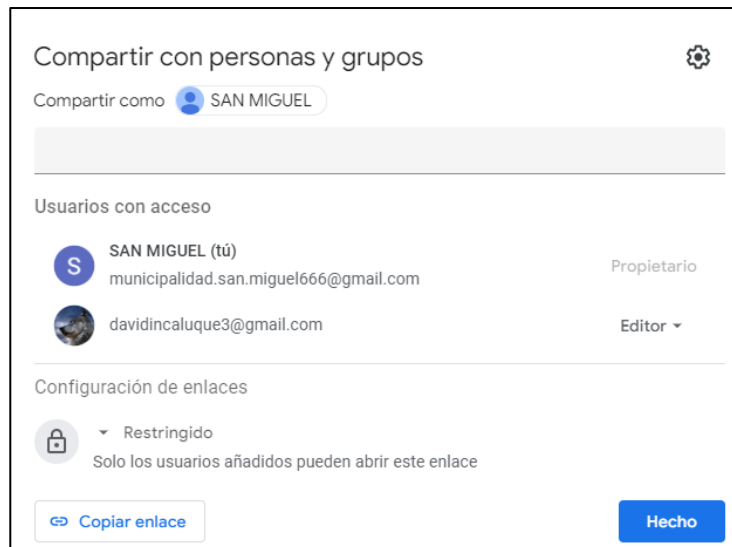


Figura 21. Interfaz de gestión de roles del sistema, para alimentar la base de datos.

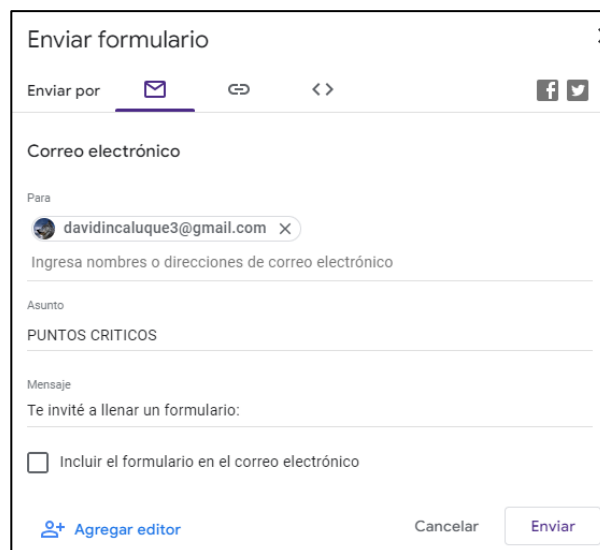


Figura 22. Interfaz de gestión de roles del sistema, para uso administrativo.

Requerimientos funcionales

Son características importantes que ofrece el sistema de acuerdo con la estrategia implementada en los casos de uso. A continuación presentamos la lista de requerimientos funcionales Tabla 12.

Tabla 12

Requerimientos funcionales del sistema de control del recorrido de rutas de RRSU.

Código	Nombre	Descripción
RF001	Rellenar el formulario con la ubicación del punto crítico.	El usuario podrá rellenar el formulario, teniendo que estar en la intersección de la calle en donde inicia el recorrido de la ruta de RRU, es importante la ubicación dentro de la intersección y tener activada la ubicación del dispositivo Smartphone, para el correcto funcionamiento del sistema y evitar sesgos de información.
RF002	Mostrar el nombre del chofer.	El nombre del chofer, el que es el encargado de alimentar el sistema, tiene que estar ya incluido en una lista desplegable, para facilidad el llenado del formulario y cumplir con necesidades de reconocimiento en el proceso de programación.
RF003	Nombre de la ruta.	El nombre de la ruta, tiene que estar ya incluido en una lista desplegable, para facilidad el llenado del formulario y cumplir con necesidades de reconocimiento en el proceso de programación en la gestión de coordenadas.
RF004	Escribir número de intersección de calle.	Esta opción necesita la digitalización del código de la intersección de calle en donde se encuentra el camión compactador, tiene que digitarse el código de la intersección al inicio y al final de cada recorrido de la ruta, cabe aclarar que el formulario debe de llenarse dos veces, una al principio del recorrido y otra al final del recorrido.
RF006	Número de salida.	Esta pregunta representa el número de veces por día que es recorrida la ruta de RRSU, en general se realizan dos recorridos, una durante la mañana después del recojo de los RSU en los puntos críticos y la segunda como complemento al recorrido diario de la misma ruta de RRSU.
RF007	Enviar formulario.	Esta opción da por finalizada el proceso de registro o eliminación del punto crítico.

Nota. La tabla 12 presenta los requisitos funcionales del sistema diseñado para el control de rutas de RRSU, incluye funciones como el registro de la ubicación inicial y final del recorrido, el nombre del chofer y de la ruta seleccionada desde listas desplegables para facilitar el llenado del formulario, y el ingreso del número de intersección donde opera el camión compactador. Además, se registra el número de salidas diarias, generalmente dos por ruta, y se finaliza el proceso mediante el envío del formulario.

Requerimientos no funcionales

En esta etapa se definieron las restricciones, las características y los atributos de calidad, diseño y la operación del sistema, Tabla 13.

Tabla 13*Requerimientos no funcionales del sistema.*

Código	Nombre	Descripción
RNF001	Usabilidad.	El sistema es intuitivo y fácil de usar por cualquier persona con o sin conocimientos técnicos ni informáticos.
RNF002	Eficiencia.	El sistema procesa en tiempo real los datos recibidos, esto gracias a los softwares utilizados para su desarrollo.
RNF003	Seguridad.	El sistema garantiza la protección de la información, dando responsabilidad y acceso solo a los trabajadores involucrados en la alimentación del sistema.
RNF004	Disponibilidad	El sistema está disponible para su uso en todo momento, solo siendo necesario un Smartphone con acceso a internet.
RNF005	Portabilidad	El sistema es compatible y funciona correctamente en diferentes sistemas operativos y dispositivos, como Android y Windows.

Nota. La tabla 13 detalla los requerimientos no funcionales del sistema, enfocándose en su usabilidad (facilidad de uso sin conocimientos técnicos), eficiencia (procesamiento en tiempo real), seguridad (protección de la información y acceso restringido), disponibilidad (uso constante con Smartphone e internet), y portabilidad (compatibilidad con Android y Windows).

c. Implementación

En esta etapa, se menciona la metodología y los lenguajes de programación utilizados en la construcción del sistema.

Metodología de desarrollo, control de recorrido de rutas para la RRSU

La metodología para la personalización del formulario de Google tuvo como objetivo agregar la funcionalidad de geolocalización, además de los otros datos solicitados, permitiendo a los usuarios el registro por defecto su ubicación geográfica al completar el formulario. Esto con la intención de demarcar la unidad móvil dentro de un radio, área delimitada para control de ubicación, asegurando así su ubicación en la intersección de calle en donde el operario tiene que iniciar su recorrido. Este radio de control de ubicación es delimitado con el fin de asegurar la veracidad de la información y la eliminación de datos sesgados.

Para la configuración de la georreferenciación se accede a la opción de Secuencia de comandos del editor en el formulario. En el que se escribe un script, conjunto de instrucciones, utilizando “Google Apps Script” para capturar la geolocalización del dispositivo móvil o Smartphone, obtener la latitud y la longitud.

El registro de la ubicación y demás información adjuntas al formulario de Google se vincula a una hoja de cálculo de Google Sheets. En esta se implementa la programación necesaria para realizar los cálculos de velocidad y longitud de rutas recorridas por día. Ésta, sumada a los demás datos, relaciona los datos registrados por el operador con los datos pre establecidos en el sistema, que corresponden a la base de datos referencial para su incorporación en el DashBoard. Al referirnos a los datos pre-establecidos nos referimos a los datos que derivan de los trabajos previos del levantamiento geomático.

Para la implementación del informe del comportamiento o resultados acumulados del control de rutas de RRSU se realiza una vinculación entre Google Sheets y LookerStudio en donde finalmente se visualizan los resultados, figura 18 y 19.

Lenguajes de programación y aplicaciones

- Lenguajes de programación; HTML, JavaScript.
- Aplicaciones; Google Sheets, Google Apps Script, Google Forms y Looker Studio.

d. Requisitos mínimos a nivel de hardware

Para el funcionamiento del sistema, para el control de puntos críticos, se necesitaron:

Celulares Smartphone con las siguientes características:

- Acceso a internet
- GPS
- Pantalla táctil
- Cámara fotográfica.

Laptops o computadoras personales PC:

- Acceso a internet

Los equipos necesarios son genéricos, los que solo tienen que cumplir con los requerimientos especificados.

En comparación con el estudio de Yanto et al. (2023), que se centra en la visualización de datos para analizar la producción y apoyar la toma de decisiones mediante herramientas como Looker Studio y Big Query, el sistema de control geomático desarrollado va más allá, al integrar un enfoque operativo y dinámico en la gestión de residuos. Mientras que Yanto et al. (2023) se limita al análisis descriptivo de datos secundarios, el software diseñado no solo procesa y visualiza información, sino que automatiza el registro y monitoreo de las actividades de recolección, incorporando algoritmos de validación espacio-temporal y georreferenciación de puntos críticos. Esto asegura no solo un análisis más confiable y preciso, sino también una intervención directa en la operación diaria del sistema de gestión de residuos. En este sentido, el sistema geomático amplía la utilidad de las herramientas analíticas al integrarlas con un enfoque práctico que evita sesgos y optimiza el control en tiempo real, mientras que el enfoque de Yanto et al. (2023) se limita a interpretar tendencias pasadas.

4.3 Simulación del sistema de control geomático aplicado a las actividades de recolección de residuos sólidos urbanos

En este ítem, se dan a conocer todos los resultados de la simulación del tiempo, velocidad y longitudes recorridas, haciendo referencia a las características principales del sistema de control geomático aplicada a las actividades de RRSU, para evitar los sesgos en el proceso de acopio de datos, para ello se realizó el siguiente procesamiento.

La recopilación de datos mediante encuestas en el caso de Tenorio (2019) es útil para actualizar información básica, pero la falta de georreferenciación automática limitó su capacidad de respuesta ante variaciones geográficas y temporales en las rutas de recolección de RSU y en los puntos críticos. En contraste, en la presente investigación, la georreferenciación permitió realizar ajustes automáticos y precisos de las rutas de recolección basadas en el análisis espacial.

4.3.1 Simulación del sistema en cuestión de puntos críticos

El control de los puntos críticos, abarca el control de los días de persistencia del punto crítico (acumulación de residuos sólidos) y el día en que se considera eliminado dicho punto crítico. La simulación requiere de la georreferenciación de cada punto crítico, para ello se incorporaron al sistema la función de georreferenciación automática, y control de persistencia del punto crítico medido en días. Estos aspectos coinciden con Gómez, (2024) al destacar la relevancia de los datos geoespaciales.

a. Georreferenciación automática

Este aspecto tuvo como principal inconveniente el margen de error de ubicación, tras la evaluación en campo (figura 22) se tuvieron un margen de error entre 3.66 mínimo a 19.41 máximo y una media de 8.86 metros (tabla 14), error aceptable para el control de puntos críticos, ya que el punto crítico se podrá hallar o visualizar a siempre vista.

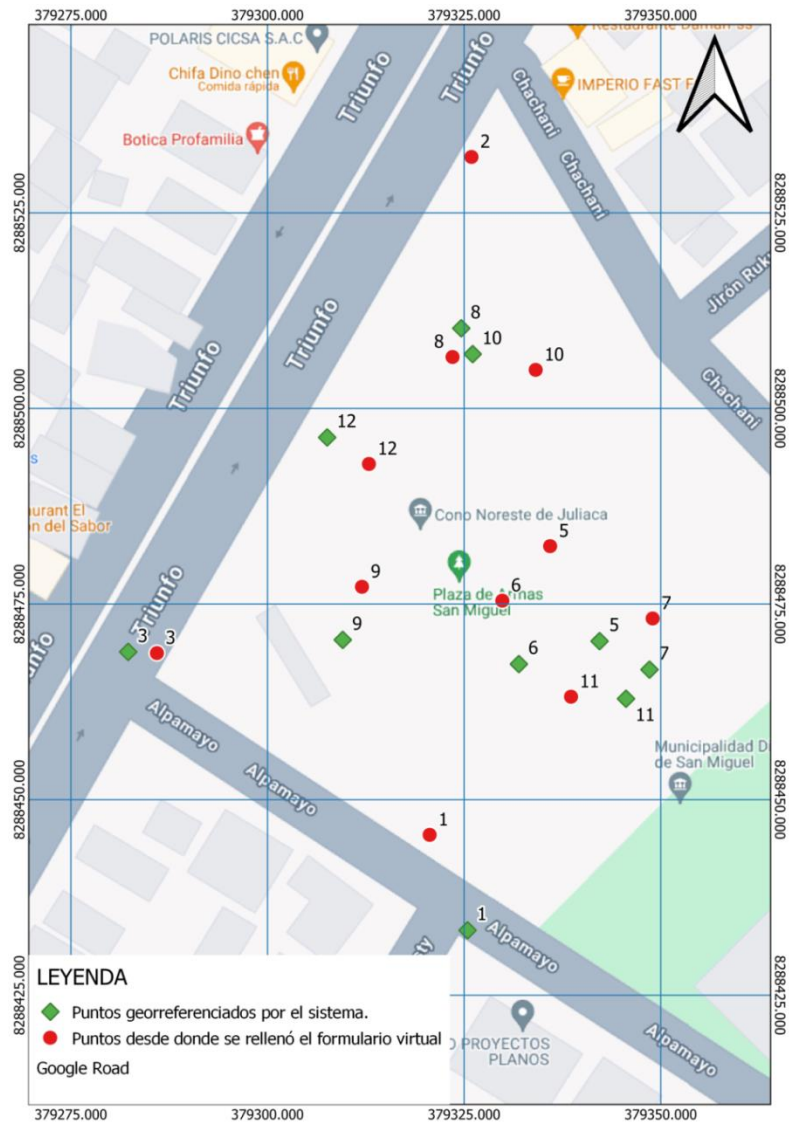


Figura 23. Mapa de puntos georreferenciados por el sistema, hace referencia a la longitud de error de georreferenciación del sistema, la evaluación se realizó en la plaza de armas del Distrito de San Miguel.

Fuente: mapa base de Google (2024a)

EL control de puntos críticos de acumulación de RSU mediante la georreferenciación automática, asegura la precisión de la ubicación. En cambio, Carlosama & Quinatoa (2023) emplearon esta técnica para mapear las viviendas y optimizar la distribución de gas licuado de petróleo (GLP) en Ibarra, con el objetivo de mejorar los tiempos de espera y la eficiencia operativa. Aunque los objetivos hayan sido diferentes ambas validan su necesidad entre sí.

Tabla 14

Coordenadas UTM. De los puntos modelados y distancias de error, en la plaza de armas del Distrito de San Miguel.

N°	Coordenadas UTM				Longitud del error de ubicación
	Puntos georreferenciados por el sistema.		Puntos desde donde se rellenó el formulario virtual		
	X	Y	X	Y	
1	379325.441	8288433.290	379320.624	8288445.510	13.14
2	379329.446	8288551.240	379325.942	8288532.150	19.41
3	379282.286	8288468.870	379285.945	8288468.740	3.66
5	379342.23	8288470.250	379335.944	8288482.410	13.69
6	379331.968	8288467.320	379329.865	8288475.440	8.39
7	379348.579	8288466.610	379348.985	8288473.160	6.56
8	379324.64	8288510.240	379323.544	8288506.580	3.82
9	379309.572	8288470.410	379312.025	8288477.220	7.23
10	379326.095	8288506.940	379334.109	8288504.930	8.26
11	379345.595	8288462.890	379338.598	8288463.160	7.00
12	379307.591	8288496.290	379312.908	8288492.910	6.30
				Max	19.41
				Min	3.66
				Media	8.86

Nota. La Tabla 14 presenta las coordenadas UTM de los puntos georreferenciados por el sistema y las distancias de error entre los puntos reales y los registrados por el formulario virtual. El margen de error varía entre 3,66 metros y 19,41 metros, con un promedio de 8,86 metros. Este rango de error se considera aceptable para el control de puntos críticos, ya que la localización de los puntos es precisa dentro del área de interés.

Este aspecto es similar al trabajo de Araujo & Delgado (2021), quienes emplearon SIG para modelar rutas de recolección, tomando en cuenta características del área como la densidad poblacional y la producción de residuos. La precisión en la georreferenciación de los puntos críticos es clave en ambos estudios, al comparar el margen de error aceptable.

b. Implementación de mapa virtual

El mapa virtual es de actualización en tiempo real, está incluido en el DashBoard del sistema y tiene la siguiente estructura en la figura 24:



Figura 24. Mapa virtual, para el control de puntos críticos.

c. Grafica tabular para el control y seguimiento de puntos críticos

La grafica tabular es de actualización en tiempo real, está incluido en el Dashboard del sistema y tiene la siguiente estructura figura 25:

DETALLES DE LOS PUNTOS CRITICOS				
Marca temporal...	NOMBRE DEL ENCARGADO	TIPO DE REGISTRO	DIAS DE PERSISTENCIA	
4 oct 2023, 13:14:44	DIANA ALEXIA	NUEVO PUNTO CRITICO	345	-15.4
4 oct 2023, 8:10:16	DIANA ALEXIA	NUEVO PUNTO CRITICO	345	-15.4
4 oct 2023, 8:06:18	VICTOR MANUEL	NUEVO PUNTO CRITICO	345	-15.4
4 oct 2023, 6:26:47	VICTOR MANUEL	NUEVO PUNTO CRITICO	344	-15.4
4 oct 2023, 6:23:19	JOSEPH ORTIZ	NUEVO PUNTO CRITICO	344	-15.4
3 oct 2023, 17:37:40	JOSEPH ORTIZ	NUEVO PUNTO CRITICO	360	-15.4
3 oct 2023, 17:37:30	CLAUDIO ARANDA	NUEVO PUNTO CRITICO	360	-15.4
3 oct 2023, 13:08:52	CLAUDIO ARANDA	NUEVO PUNTO CRITICO	360	-15.4

1 - 100 / 135 < >

Figura 25. Grafica tabular, para el control y seguimiento de puntos críticos.

4.3.2 Control de recorrido de rutas de recolección de RSU

El control del recorrido de rutas de RRSU abarca el control longitud recorrida, y velocidad, para el control optimo del sistema es necesaria georreferenciación de la ubicación del camión compactador, para ello se incorporaron al sistema la función

de georreferenciación automática, para ello se habilitó un rango de ubicación, cubre un radio de 40 metros desde el centro de la intersección de la calle en donde el camión compactador inicia y termina su recorrido, en donde se tiene que rellenar el formulario virtual, fuera de este rango la información proporcionada por el operador queda inválida y es descartada de la base de datos para su análisis.

a. Georreferenciación dentro del radio.

El operador podrá llenar su formulario virtual en cualquiera de las esquinas que estén dentro del radio, figura 26, este procedimiento es importante para evitar el sesgo de la información acumulada. El rango responde al mismo margen de error evaluado en la georreferenciación de los puntos críticos.

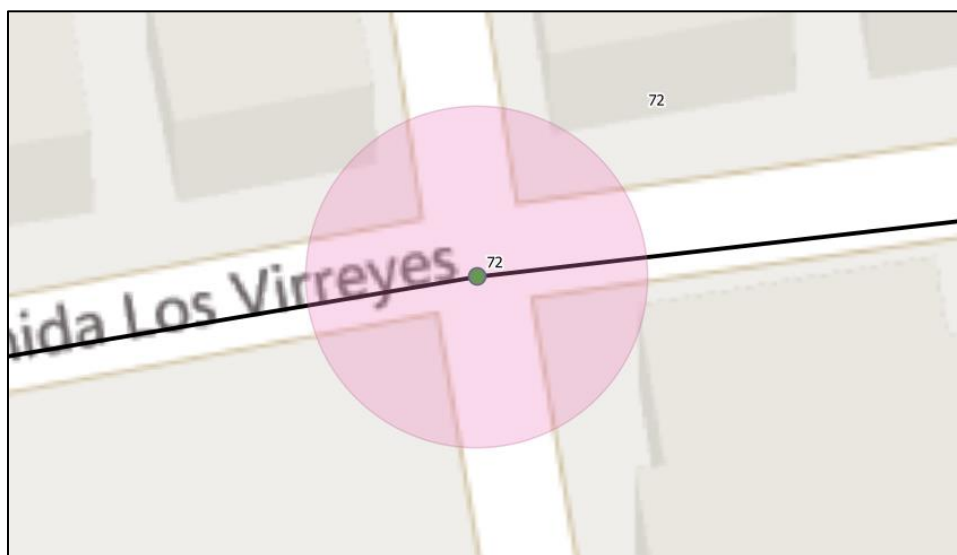


Figura 26. Rango de ubicación para el llenado del formulario virtual.

El trabajo utilizó georreferenciación automática con un margen de error aceptable para sistemas urbanos, destacando la actualización en tiempo real. Además, el rango de 40 metros desde intersecciones de las calles para la validación de datos garantiza precisión en la recolección de información. Gómez (2024) implementó un modelo espacial basado en SIG para optimizar rutas de recolección, priorizando factores socioeconómicos y ambientales. La actualización en tiempo real del sistema con los tiempos de respuesta del modelo de Gómez (2024), difieren en la capacidad de actualización automática, siendo el sistema desarrollado en la presente investigación más eficiente para el monitoreo del servicio de recolección de RSU.

b. Implementación de mapa virtual

El mapa virtual es de actualización en tiempo real, está incluido en el DashBoard del sistema y tiene la siguiente estructura, figura 27:

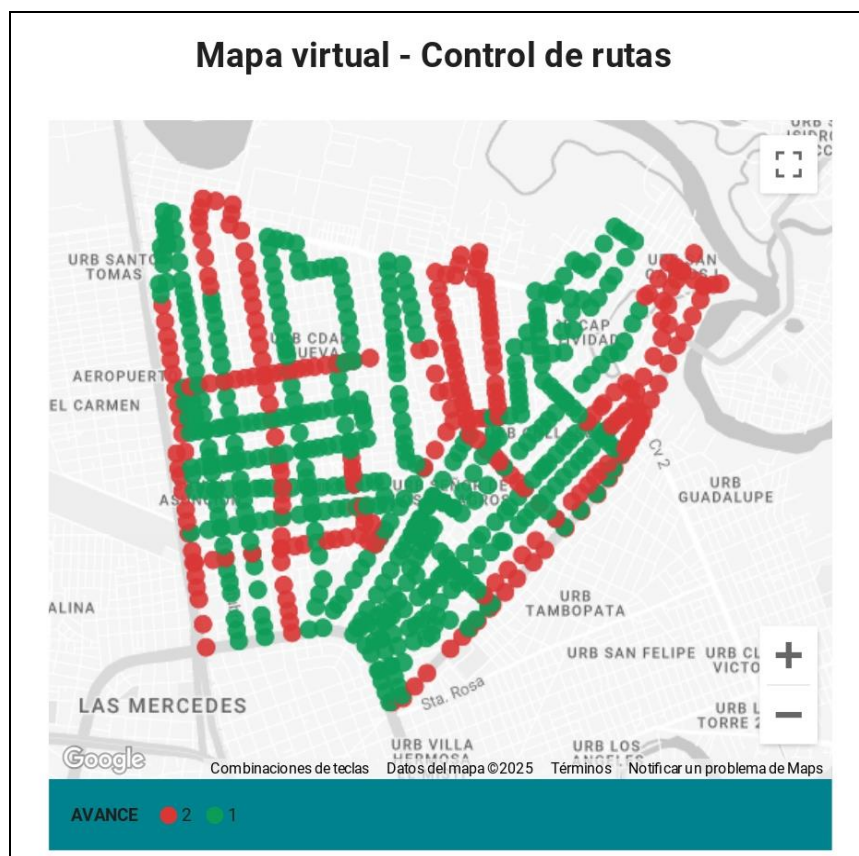


Figura 27. Mapa virtual, para el control de rutas de RRSU.

Este aspecto de visualización es importante, porque permite hacer un seguimiento espacial de los trabajos de RRSU, además de que una mirada diaria de estos resultados visuales permiten delimitar eficientemente la áreas con falta del servicio de RRSU, así también su ampliación o disminución según sea el caso.

Gómez (2024) destacó la necesidad de una distribución equitativa de recursos basándose en datos poblacionales y ambientales. Sin embargo, se crítica la falta de componentes espacio-temporales en estudios similares, como los de Araujo & Delgado (2021), estudios que no demuestran la dinámica diaria del servicio de recolección de RSU. La metodología utilizada en esta investigación abordó la brecha espacio- tiempo al integrar la variabilidad horaria y la actualización en tiempo real del recorrido de los camiones compactadores.

c. Implementación de graficas tabulares

Según La grafica tabular es de actualización en tiempo real, está incluido en el DashBoard del sistema y tienen las siguientes utilidades y estructuras:

En el control de registro, figura 28, tiene función de verificar el oportuno llenado del formulario virtual.

Control de registro						
	FECHA	HORA	NOMBRE/INICIALES	PUNTO N°	SALIDA NUME...	M
1.	31 dic 2026	1:10:12 p.m.	CLAUDIO ARANDA	14	2	31
2.	31 dic 2026	8:12:47 a.m.	DIANA ALEXIA	10	1	31
3.	31 dic 2026	6:18:59 a.m.	VICTOR MANUEL	1	1	31
4.	31 dic 2026	6:18:57 a.m.	DIANA ALEXIA	1	1	31
5.	31 dic 2026	5:52:01 p.m.	JOSEPH ORTIZ	34	2	31
6.	31 dic 2026	1:06:04 p.m.	JOSEPH ORTIZ	10	2	31
7.	31 dic 2026	8:04:40 a.m.	VICTOR MANUEL	14	1	31
8.	31 dic 2026	5:45:38 p.m.	CLAUDIO ARANDA	53	2	31
9.	31 dic 2026	8:00:07 a.m.	VICTOR MANUEL	33	1	31

1 - 100 / 8352 < >

Figura 28. Grafica tabular, captura de pantalla que muestra la interfaz del control de registro de ruteo.

En la figura 28 se muestra la gráfica tabular se encuentran todos los porcentajes de avance diario por ruta, además de las fechas de realización, longitudes recorridas en el día, y longitud total de la ruta.

Porcentaje de avance diario por rutas									
Nro.	DIA AB-LUNES	KM-R-ACUM A-LUNES	LONG TOT A-LUNES	%-AVAN-ACU A-LUNES	KM-R-ACUM B-LUNES	LONG TOT B-LUNES	%-AVAN-ACU B-LUNES	DIA AB-LUNES	
1.	209	28 dic 2026	3.383275182	5.670425057	59,67 %	2.444123508	5.168282635	47,29 %	29 dic 2026
2.	208	21 dic 2026	3.383275182	5.670425057	59,67 %	2.52905059	5.168282635	48,93 %	22 dic 2026
3.	207	14 dic 2026	3.316006405	5.670425057	58,48 %	2.595945281	5.168282635	50,23 %	15 dic 2026
4.	206	7 dic 2026	3.383275182	5.670425057	59,67 %	2.52905059	5.168282635	48,93 %	8 dic 2026
5.	205	30 nov 2026	3.383275182	5.670425057	59,67 %	2.595945281	5.168282635	50,23 %	1 dic 2026
6.	204	23 nov 2026	3.383275182	5.670425057	59,67 %	2.444123508	5.168282635	47,29 %	24 nov 2026
7.	203	16 nov 2026	3.383275182	5.670425057	59,67 %	2.444123508	5.168282635	47,29 %	17 nov 2026
8.	202	9 nov 2026	3.316006405	5.670425057	58,48 %	2.595945281	5.168282635	50,23 %	2 nov 2026

1 - 100 / 209 < >

Figura 29. Grafica tabular, captura de pantalla que muestra la interfaz del porcentaje de avance diario por rutas.

En la figura 30 se muestra la gráfica tabular del porcentaje de avance semanal por zona, se encuentran todos los porcentajes de avance semanal por zona, además de las fechas de realización, longitudes recorridas en la semana, y longitud total de todas las rutas.

Porcentaje de avance semanal por zona							
Nro.	AÑO	MES	SEM	T-SEM-Z-A	T-ZONA-A	%-SEM-Z	
1.	209	2026	12	52	15.551934142	28.72249754	54,11
2.	208	2026	12	52	18.761622972999998	28.72249754	65,31
3.	207	2026	12	51	18.573000226	28.72249754	64,64
4.	206	2026	12	50	18.774572149	28.72249754	65,31
5.	205	2026	11	49	18.925978943	28.72249754	65,88
6.	204	2026	11	48	18.676367689	28.72249754	65,00
7.	203	2026	11	47	18.878236667	28.72249754	65,71
8.	202	2026	11	46	18.851336331	28.72249754	65,63
^	201	2026	11	45	18.710101701000000	28.72249754	65,14

Figura 30. Grafica tabular, captura de pantalla que muestra la interfaz del porcentaje de avance semanal por zona.

d. Implementación de graficas de control \bar{X} y R para control de rutas

En las figuras 31 y 32 se muestran las gráficas de control $\bar{X} - R$. Estas se realizaron para el seguimiento y control estadístico de los servicios de recolección de RSU en ruta. Estas graficas permiten detectar la variabilidad, consistencia y control del servicio. A continuación presentamos los resultados simulados de la para la ruta A-LUNES, figura 31, y gráficas para la ZONA-A, FIGURA 32:

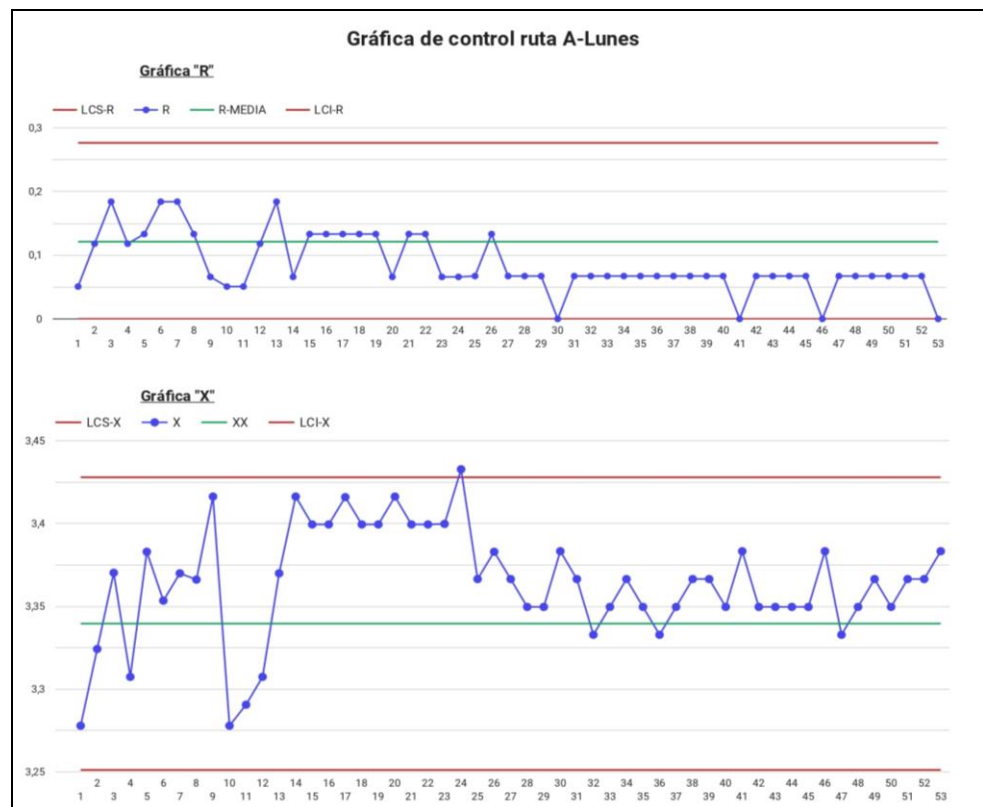


Figura 31. Grafica de control de rangos R y de medias \bar{X} , para la ruta A-LUNES.

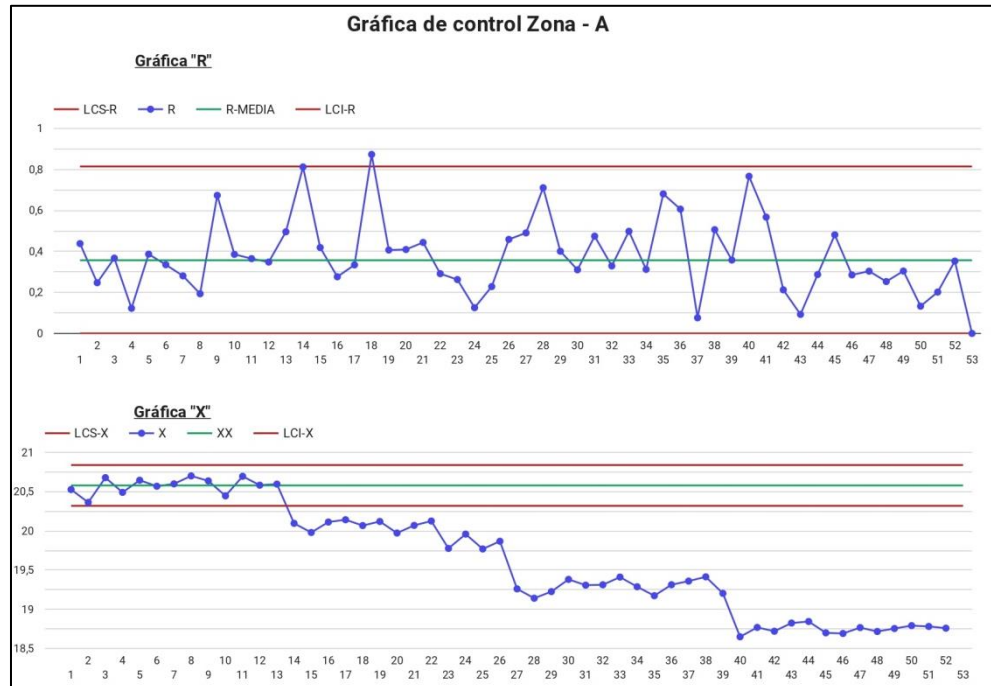


Figura 32. Grafica de control de rangos R y de medias \bar{X} , para la acumulación de rutas en la ZONA-A.

e. Análisis de la gráfica de medias (\bar{X})

La gráfica de control de medias (\bar{X}), figuras 30 y 31. Permiten observar si la longitud de las rutas de recolección de RSU mantiene un patrón estable. En este estudio, el patrón de comportamiento se analizó delimitando observaciones de cuatro semanas cada una. Al analizar las medias observacionales, de 4 semanas consecutivas. Se identificaron patrones o tendencias estacionales en la cobertura de las rutas de recolección de RSU.

- Tendencias de la cobertura de rutas
 - Cada punto en la gráfica \bar{X} representa la media de las longitudes de las rutas recorridas durante un periodo observacional.
 - En las observaciones. en los que los valores de las medias tienen una consistencia alta o baja. Estos resultados indican una estacionalidad recurrente.
 - Un incremento en las medias observacionales. Indica que se tiene una mayor cobertura del servicio. Y una reducción de las medias observacionales, indica que se tienen una menor cobertura del

servicio. Estas pueden estar sujetas a una multitud de causas como a factores estacionales, festividades, vacaciones, entre otras.

- Puntos fuera de control en la gráfica de medias \bar{X}
 - Cuando uno de los puntos se ubica fuera de los límites de control superior (LCS-X) o inferior (LCI-X). Cualquiera de estos, indica una anomalía que puede necesitar un ajuste. En estos casos se recomienda una observación o análisis de los procesos y actividades causantes de ese resultado.
 - En caso obtener una secuencia cronológica de varios puntos fuera de control. Estos resultados señalan un cambio de la cantidad de residuos sólidos generados. Estas se diferencian según el análisis por ruta de recolección de RSU o según la acumulación de rutas por zona.
- Cambios graduales
 - Si las medias observacionales muestran una tendencia creciente o decreciente en períodos sucesivos. Se estaría produciendo un cambio estructural en la cobertura de las rutas de RRSU. Estas situaciones pueden derivarse de aspectos como el crecimiento poblacional o urbano.

f. Análisis de la gráfica de rangos (R)

La gráfica de control de rangos (*R*), figuras 30 y 31, ayudaron a comprender la variabilidad en la longitud de las rutas dentro de cada periodo observacional, mostrando la fluctuación, en función del rango de recorrido de cada periodo observacional.

- Variabilidad por periodo observacional en la cobertura
 - El rango indica la diferencia de la longitud recorrida máxima y mínima. De cada una de las rutas y de la acumulación de ellas por zona. Un rango elevado, implica una alta variabilidad semanal, el que refleja eventos esporádicos, a la vez indica necesidades de recolección más intensa en ciertas semanas del periodo observacional dependiendo de su recurrencia.

- Esta información permite identificar las semanas dentro de cada periodo observacional con demandas del servicio de recolección de RSU extraordinarias, las que requieren ajustes en la frecuencia del servicio o en la distribución de los camiones compactadores.
- Puntos fuera de control en la gráfica **R**
 - Los puntos fuera de control en la gráfica de rangos R , indican situaciones excepcionales en la variabilidad de las rutas dentro de un periodo observacional. Estos resultados están relacionados a eventos específicos en ciertas semanas dentro del periodo observacional que aumentan la producción de residuos.
- Estabilidad vs. cambios temporales en la gráfica de control **R**
 - Una estabilidad en los rangos dentro de los límites de control. Indica una consistencia en las rutas por periodo observacional.
 - Sin embargo, si existen aumentos o disminuciones resaltantes en el rango. Este comportamiento señala variaciones temporales que justifican ajustes temporales en las rutas de recolección de RSU.

g. Análisis conjunto de las gráficas de control de medias \bar{X} y Rangos R

Combinando cronológicamente los resultados de las gráficas \bar{X} y R . Se construye un panorama completo de la estabilidad del servicio.

- Identificación de Patrones Estacionales
 - Si vemos un aumento en la media y el rango en periodos observacionales continuos o intermitentes con recurrencia anual, se podría delimitar un patrón estacional, donde la demanda del servicio en ciertas épocas del año se incrementa y varía significativamente.
 - Los patrones estacionales dan lugar a la planificación del servicio en periodos predecibles de alta demanda.
- Cambios sostenidos en la Cobertura
 - Un cambio sostenido en la media observacional (\bar{X}) que este acompañado de una estabilidad en el rango (R), indica que la demanda del servicio de RRSU ha aumentado o disminuido de

forma estructural en ciertas áreas urbanas cubiertas por las rutas de recolección de RSU. Este evento refleja la necesidad de modificación de las rutas de forma permanente. Ya que esta situación refleja un cambio en la cobertura necesaria.

- Eficiencia y consistencia en la cobertura rutas
 - Comparar meses de alta y baja variabilidad permite identificar los períodos con más estabilidad, esta información puede permitir la planificación del servicio.

h. Pautas adicionales

- Las anomalías identificadas, deben de ser investigadas a fondo, estas anomalías podrían ser el resultado de un evento extraordinario o un cambio importante en la zona que afecte el servicio de recolección de RSU.
- Se tiene que tomar en cuenta que las gráficas de control de medias y de rangos, así como el sistema de control propuesto, identifican y registran la existencia de un problema, pero el sistema no caracteriza el problema en sí. Por ejemplo, si ocurre la avería de una de las unidades móviles, el sistema continuará registrando los resultados, pero no identificará la razón de la disminución de la cobertura del servicio, este caso es solamente un ejemplo. Dado que la variación de la cobertura del servicio puede tener una multitud de causas económicas, demográficas, sociales u operativas entre otras. Los problemas identificados deben de ser investigados y analizados, con el fin de evitar su recurrencia.

Gómez (2024) analizó patrones temporales, pero podría haber aplicado herramientas específicas para identificar anomalías o variaciones en el tiempo real. En este caso, se argumentó que las gráficas de control utilizadas en esta investigación eran más robustas para detectar problemas operativos de manera rápida. Las gráficas \bar{X} y R permitieron identificar patrones estacionales y cambios estructurales en la cobertura de manera efectiva, superando a la propuesta de Gómez (2024).

i. Implementación de graficas de series temporales para el control de velocidades aplicadas en la RRSU

Las velocidades que se muestran, figura 32, indican una media diferente de velocidad aplicada entre cada conductor y ruta, esta se utiliza para reformular los tiempos de recorrido, no necesariamente de la velocidad del móvil, sino del tiempo de estadía en cada intersección de calle, los tiempos de estadía son reformulables y no pueden ser rígidos, porque esta depende de la rapidez de los vecinos al sacar sus residuos sólidos y no de las capacidades del chofer del vehículo.

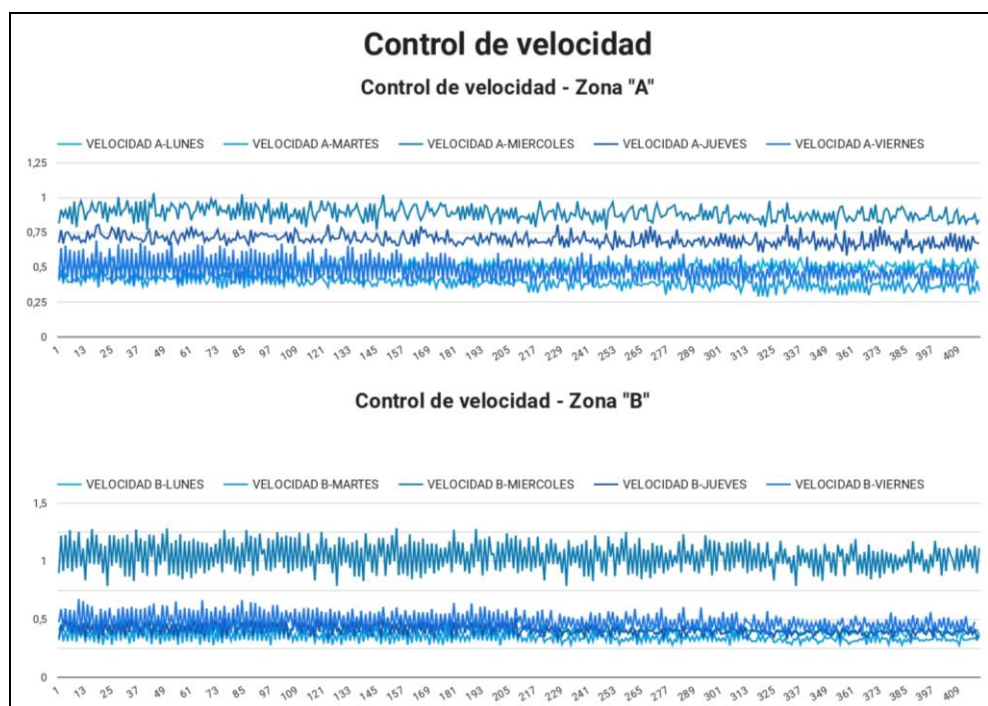


Figura 33. Grafica de series temporales, para el control de velocidad.

El análisis de velocidades, figura 32, deriva factores como el tiempo de estadía en intersecciones de calle, este aspecto innovador no estuvo explícitamente presente en el trabajo de Gómez (2024). Esta dimensión tiene posibilidades para la refinación de las rutas, no solo en términos de distancia, sino también en tiempo operativo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se desarrolló un modelo de control geomático orientado al monitoreo de las actividades de recolección de RSU en el distrito de San Miguel, considerando su naturaleza estocástica en los aspectos espacio-temporales. Este modelo permite analizar variables como la velocidad, el tiempo y la longitud de los recorridos de las rutas de recolección, así como la acumulación de residuos en puntos críticos. A través del uso de las gráficas de control \bar{X} y R , se evaluaron las variaciones en el proceso de recolección, lo que permitió identificar posibles desviaciones y mantener el proceso dentro de los límites de control. Además, las gráficas de serie de tiempo proporcionaron una visión de las velocidades aplicadas en los ruteos.

Se diseñó un software para el sistema de control geomático, utilizando lenguajes como HTML y JavaScript, junto con herramientas como Google Sheets, Looker Studio y Google Forms, su objetivo es garantizar la precisión y confiabilidad de los datos, evitando la acumulación de información sesgada. El sistema automatiza el registro y monitoreo de las actividades de recolección, integrando la georreferenciación de puntos críticos y un algoritmo de validación espacio-temporal para asegurar que los registros se realicen dentro de los límites establecidos. Además, ofrece visualización de los resultados en tiempo real a través de Looker Studio.

La simulación del funcionamiento del sistema de control geomático aplicado a las actividades de recolección de RSU en el distrito de San Miguel permitió evaluar la precisión de la georreferenciación automática, esencial para detectar y mitigar sesgos en la recolección de datos. Se midieron los márgenes de error en la localización de puntos críticos y rutas de recolección, obteniendo un margen de error promedio de 8.86 metros, considerado aceptable para el control de puntos críticos. Este enfoque permitió un monitoreo en tiempo real, mejorando la precisión y confiabilidad de la información recolectada. La integración de herramientas como gráficos de control \bar{X} y R facilitó la identificación de patrones estacionales y variaciones en las rutas. En conjunto, la simulación validó el sistema como una solución robusta para la mejora del proceso de monitoreo de los servicios de recolección de RSU.

5.2 Recomendaciones

En el presente estudio no se consideró las variables de peso de los RSU, esta variable también es importante y de fácil inclusión en la base de datos tomando en cuenta la racionalidad de su origen, si esta se quisiera incluir a este sistema primero se debería de solucionar la logística necesaria para ubicar sus puntos de acopio, los que están dispersos en coordenadas diferentes, en todo el espacio que ocupa el área urbana del distrito de San Miguel, Esta investigación tiene como base el análisis espacio-temporales, y hasta la fecha no se puede resolver la logística necesaria para ubicar en el espacio los valores de peso en los puntos diferenciados geográficamente de acopio de RSU.

Durante el diseño del presente sistema se trató de ver la dispersión poblacional para delimitar las áreas de mayor producción de RSU que se representan en las áreas con mayor presencia de personas, no se alcanzó este objetivo por razones técnicas y de tiempo, pero la utilización de la ubicación espacio-temporal de los celulares Smartphone pueden darnos mucha información sobre el desplazamiento de la población en el espacio tiempo y delimitar las áreas de mayor producción de RSU, campo dejado al uso de Big Data, cuyo problema a solucionar dejamos a futuros investigadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J., & Ortega, J. (2022). Costos operativos de los sistemas de recolección de residuos sólidos en los cantones de Ecuador. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de La Investigación y Publicación Científico-Técnica Multidisciplinaria)*, 7(1), 1–18. <https://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/529>
- Altamirano, P. (2023). Análisis estocástico en modelos de redes neuronales biológicas. *Universidad de Buenos Aires*.
- Álvares, H. (2011). *Introducción a la Simulación, Documento para acompañar a los cursos de Diseño de Sistemas Estocásticos, Investigación de Operaciones 2 y Simulación aplicada a la Logística*.
- Alvares, R. (2022). *Juliaca: Gerente municipal reconoce problemas en el área de residuos sólidos*. <https://www.pachamamaradio.org/juliaca-gerente-municipal-reconoce-problemas-en-el-area-de-residuos-solidos/>
- Araujo, A. (2020). Manejo sostenible de residuos sólidos domiciliarios: recolección y transporte al relleno sanitario. Caso cantón Naranjal. *Universidad de Azuay*. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/10499>
- Avendaño, W., Hernández, C., & Gamboa, A. (2022). Tecnologías de la información y crecimiento empresarial. *Revista Boletín Redipe*, 11(1), 523–533. <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i1.1660>
- Azarang, M., & García, E. (1998). Libro Simulación y Análisis de Modelos Estocásticos. In *McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES*.
- Baliño, M. (2024). Análisis comparativo de pruebas de dominancia estocástica. *Universidad de Oviedo*. <https://hdl.handle.net/10651/72833>
- Barbosa, R., & Llinás, H. (2016). Procesos estocásticos con aplicaciones. *Editorial Universidad Del Norte*.
- Barragán, H., Cataño, K., Sevincha, M., & Vargas, O. (2023). La inteligencia artificial y la video-vigilancia en la predicción y detección de delitos en espacio-tiempo: una revisión sistemática. *Revista Criminalidad*, 65(1), 11–25. <https://doi.org/10.47741/17943108.398>

- Barragán, X. (2022). Posmodernidad, gestión pública y tecnologías de la información y comunicación en la Administración pública de Ecuador. *Estado & Comunes, Revista de Políticas y Problemas Públicos*, 1(14), 113–131. https://doi.org/10.37228/estado_comunes.v1.n14.2022.244
- Berné, J., Garrido, N., & Capilla, R. (2023). GNNS: Geodesia espacial y geomática. *Universidad Politécnica de Valencia*, 1–38. <https://riunet.upv.es/handle/10251/193985>
- Bizet, V., Molina, E., Ruz, F., & Contreras, J. (2023). Elaboración de una Guía de Situaciones-Problemas sobre Variable Aleatoria y sus Aplicaciones a partir del Currículo Escolar Chileno. *Educacion Matematica*, 35(1), 169–196. <https://doi.org/10.24844/EM3501.07>
- Buzai, G., & Montes, E. (2021). Estadística Espacial_libroEstadística espacial: Fundamentos y aplicación con sistemas de información geográfica. In *INIGEO*.
- Cabrero, M., & García, A. (2022). Análisis estadístico de datos espaciales con QGIS y R. In *Editorial UNED*.
- Carlosama, E., & Quinatoa, P. (2023). Aplicación Móvil Para Mejorar La Calidad De Servicio En La Distribución De Cilindros De Gas Domésticos En La Zona Urbana De La Ciudad De Ibarra. *Universidad Técnica Del Norte*. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15181/2/04 SOF 025 Tesis.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15181/2/04%20SOF%20025%20Tesis.pdf)
- Caselles, A. (2008). *Modelización y simulación de sistemas complejos*.
- Castillo, A., Garcia, P., & Albertos, P. (2022). Reguladores basados en observadores de perturbaciones: principios de funcionamiento y métodos de diseño. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, 19(4), 343–355. <https://doi.org/10.4995/RIAI.2022.16856>
- Castro, J., Gómez, L., & Camargo, E. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140–174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>
- Conecta. (2023). Looker Studio: La guía completa para análisis web. *Conecta Software*. <https://www.conectasoftware.com/magazine/data-studio-la-guia-completa-para->

analisis-web/

- Congedo, L. (2021). Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software*, 6(64), 3172. <https://doi.org/10.21105/joss.03172>
- Cuervo, R., Martínez, J., & Orjuela, J. (2021). Modelos logísticos estocásticos aplicados a la cadena de suministro: una revisión de la literatura. *Ingeniería (Colombia)*, 26(3), 334–366. <https://doi.org/10.14483/23448393.16357>
- De Dios, E. (2021). Desarrollo de software de geolocalización y personalización de trayectorias de Google Maps utilizando React Native. *Universidad de Montemorelos*, 2(2), 1–13. <http://anuarioinvestigacion.um.edu.mx/index.php/a2020/article/view/208>
- Días, J. (2024). Reajuste estocástico para la difusión en dos estados del movimiento browniano. *Universidad de La Habana*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21523.90400>
- Duarte, L., Queirós, C., & Teodoro, C. (2021). *Análisis comparativo de cuatro plugins de QGIS para la creación de mapas web*. 34(C), 8–26.
- Escamilla, P., Ángeles, L., Pérez, F., & Rivera, G. (2024). Los Residuos Sólidos Urbanos , afectaciones ambientales y sociales : Una revisión crítica. *M+A Revista Electrónica de Medioambiente*, October, 28–51.
- Escarcena, M. (2021). Programación Páginas Web JavaScript y PHP. In *Ra-Ma Editorial*.
- FEN. (2021). *Guía de uso de Google Forms para la creación de pruebas, controles y solemnes virtuales*.
- Fernández, D. (2024). Sistema de coordenadas geográficas - Latitud y Longitud. *Instituto Superior de Navegación*. <https://www.isndf.com.ar/latitud-y-longitud/>
- Fernández, P. (2023). Construcción y diseño de páginas web con HTML, CSS y JavaScript. Edición 2023. In *Ra-Ma Editorial*.
- Flores, R. (2021). *Gestión de los residuos sólidos urbanos. Experiencias en América Latina y Austria*. 194.
- Franco, L., & Pinargote, M. (2022). Google Sites Como Recurso Didáctico En El Proceso De Enseñanza-Aprendizaje De Los Estudiantes Del Séptimo Grado De Básica Media.

- Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 6, 81–99.
<https://doi.org/https://doi.org/10.46296/yc.v6i11edespnov.0245>
- Gasmuri, P., & Crespo, F. (2024). Modelos estocásticos para la gestión de sistemas. In E. UC (Ed.), *Pontificia Universidad Católica de Chile*.
- Gómez, L. (2024). Modelo de priorización de áreas geográficas para la gestión ambiental de los residuos orgánicos residenciales, en Bogotá. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Google. (2024a). Google Maps - Recuperado el 9 de diciembre de 2024. *Google Maps Platform*. <https://www.google.com/maps>
- Google. (2024b). Herramientas de productividad y colaboración para todas las formas de trabajo - Hojas de cálculo de Google. *Google*. <https://workspace.google.com/products/sheets/>
- Hermitaño, M. . (2019). Optimización de rutas para la recolección de residuos sólidos con uso de contenedores aplicando el algoritmo colonia de hormigas en la ciudad de Huaraz. *Ciencia e Investigación*, 4(1), 78–79.
- Huwasquiche, M., & Medina, C. (2021). La segregación de residuos sólidos: nuevo paradigma ambiental para el siglo XXI. *Digital Publisher*, 6(6), 336–347.
- Linares, C. (2021). Aporte de las diversas disciplinas de la geomática al área forense. *Revista Cathedra*, 16, 11–29. <https://doi.org/10.37594/cathedra.n16.546>
- Luna, A. (2024). CREACIÓN DE PÁGINAS WEB: HTML 5. In *ICB, S.L. (Interconsulting Bureau S.L.)*.
- Machado, J. (2022). Manejo de residuos sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente: Revisión sistemática. *Libro Compilación Resultados de Investigación*, 1(1), 578–601. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2605
- Márquez, D. (2024). El movimiento browniano. *Investigación y Ciencia (Scientific American)* - *MIXBA'AL*, *ABRIL*(103), 36. <https://doi.org/http://www.doi.org/10.24275/uami/dcbi/mix/v15n1/damaco>
- Martínez, D., & Toscano, A. (2021). La gamificación para la formación del profesional en

- ciencias de la información mediante las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Revista Concrado*, 17(81), 7–16. <https://orcid.org/0000-0002-9360-1846>
- MEF. (2020). Manual de Tributos Municipales, Tribunal Fiscal. In *Ministerio de Economía y Finanzas*.
- MINAM. (2015). Plan Nacional de Gestión Integral de residuos solidos. *Ministerio Del Ambiente*.
- MINAM. (2016). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024 | SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. *MINAM*, 85. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- MINAM. (2017). Decreto Supremo N° 014-2017: Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *El Peruano*, 32. <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- MINAM. (2021). Política Nacional del Ambiente al 2030. In *Minam* (p. 600). [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2037169/POLITICA NACIONAL DEL AMBIENTE AL 2030.pdf.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2037169/POLITICA_NACIONAL_DEL_AMBIENTE_AL_2030.pdf.pdf)
- Montilla, L., Ordoñez, V., Ruíz, J., Gallo, A., Ruiz, C., Mendoza, K., Paredes, E., Sánchez, K., & Ordoñez, K. (2023). Gestión municipal en el contexto de la gestión de residuos sólidos en un Distrito de Perú. *Revista de Climatología*, 23, 2173–2191. <https://doi.org/10.59427/rcli/2023/v23cs.2173-2191>
- Moya, P., Álvarez, E., & Blanco, F. (2021). Efecto del incumplimiento de la hipótesis de normalidad en los gráficos de control de la media. *Revista de Metodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 31, 128–143. <https://doi.org/10.46661/REVMETODOSCUANTECONEMPRESA.4307>
- Muros, F. J. (2021). El control coalicional en el marco de la teoría de juegos cooperativos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 18(2), 97. <https://doi.org/10.4995/riai.2020.13456>
- OEFA. (2019). Actividad. 4: Erradicación De Puntos Críticos Y Prevención De Puntos

- Críticos Potenciales. *Dirección de Supervisión Ambiental En Infraestructura y Servicios*, 1–23.
- OGSIPV. (2020). Manual Google Sheets. *Universidad Nacional de Cajamarca*.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*.
- Ortiz, S. (2023). Sobre el movimiento Browniano : Historia , modelamiento y simulación. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*.
- Paco, W., De la Cruz, J., & Yacu, R. (2024). *El impacto de las TICs en la competitividad global - Transformación Digital Empresarial* (Issue October).
- Palomar, I. (2022). Diseño de gráficos de control no paramétricos para el coeficiente de correlación de Spearman. *Universidad Politécnica de València*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/185973>
- Pérez, E. (2022). Aspectos socioeconómicos y su relación con la gestión de los residuos sólidos en un distrito del Perú – 2022. *Universidad César Vallejo*, 1–5.
- Perojo, D. J. (1883). *Obras de Kant Crítica de la Razon Pura*. 436.
- Piedrahita, D., Álvarez, J., Aguirre, V., & García, D. (2022). Tablero de Control Dashboard para Procesos Logísticos en el sector comercial. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 9(2), 267–274. <https://doi.org/10.26495/icti.v9i2.2276>
- Quiceno, A. (2023). Revisión del estado del arte, de algunos sistemas de gestión integral de residuos sólidos en Colombia y en el mundo, para generar recomendaciones de implementación de buenas prácticas, en el municipio de Sopetrán departamento de Antioquia. *Eafit*, 1–128.
- Quincho, R., Cárdenas, J., Quispe, C., Flores, I., & Inga, V. (2022). Formularios de Google y elaboración de instrumentos de evaluación por competencias. *Scielo*, 9, 356–363.
- Quispe, J. (2020). Determinación de la Eficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos en las Municipalidades Distritales de la Región de Puno - Perú Determination of the Efficiency in the Management of Solid Waste in the District Municipalities of the Region of Puno - Peru Ab. *Ciencia Latina*, 4, 476–512.
- Rodríguez, B. (2021). Visualización de Datos en procesos internos de entidades

financieras. *Utadeo*, 5–24.

Sabando, Á., Ugando, M., Armas, R., Higuerey, Á., Espín, G., & Villalón, A. (2022). Modelación econométrica y estocástica en los pronósticos de ventas de jengibre en Ecuador. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 22(1), 25–43. <https://doi.org/10.19053/1900771x.v22.n1.2022.14453>

Sanchez, L. (2021). Uso de herramientas T.I. para dar soluciones informáticas al área de analítica y gestión de la información. *Tecnológico de Antioquia – Institución Universitaria*, 31.

SARMIENTO. (2020). *Google Maps y Street View*.

Segura, Á. M., Rojas, L. A., & Pulido, Y. A. (2020). Referentes mundiales en sistemas de gestión de residuos sólidos. *Revista Espacios*.

Soler, D. (2022). Probabilidad y estadística. *Universidad Mondragon Unibertsitatea*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48764/k79b-rc39>

Suarez, A., Meza, A., & Vilela, J. (2023). *El sistema integrado de gestión SIG para potenciar la gestión de residuos sólidos en la carretera tramo: puente Las Moras - Aeropuerto - Huachog en la ciudad de Huánuco*.

Tenorio, K. (2019). *Aplicación web para monitorear el servicio de limpieza pública en el Municipio Distrital de Carmen Alto*.

Torres, B. (2022). Desarrollo de un add-on sobre la plataforma google spreadsheets para la interpretación de gráficos usando técnicas de sonorización enfocado a personas no videntes. *Escuela Politécnica Nacional*, 69. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22416>

Torres, Y. (2024). Diseño e implementación de un sistema de control lineal cuadrático Gaussiano en un sistema no lineal electromecánico denominado Robot Balancín. *UPSE*, 110–118.

Uribe, J. (2021). Fundamentos de control estadístico de procesos para gestores y administradores tecnológicos. In *Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM*.

Vasquez, P. (2021). Universidad ricardo palma escuela de posgrado. *Universidad Ricardo*

Palma, 103. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4619/M-ECOL-T030_46021444_M_MARIN_SANCHEZ_Ulert.pdf?sequence=1

Villarroel, K., & Yanez, Á. (2024). Gestión de residuos urbanos para ciudades más limpias: hacia una economía circular en LAC. *BID - Mejorando Vidas*. <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/gestion-de-residuos-urbanos-para-ciudades-mas-limpias-hacia-una-economia-circular-en-lac/>

Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9ª edición).

Yanto, B., Sudaryanto, A., & Hasri, A. (2023). Análisis de visualización de datos del volumen de producción de residuos en cada distrito de Tangerang Regency en 2021 utilizando Looker Studio y Big Query Platforms Budi. *Journal of Ict Applications and System*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.56313/jictas.v2i1.239>

Zapana, L., March, H., & Sauri, D. (2021). Las desigualdades en el acceso al agua en ciudades latinoamericanas de rápido crecimiento: el caso de Arequipa, Perú. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2021(80), 369–389. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022021000300369>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de factores para la elaboración de graficas de control (Walpole et al., 2012).

Observaciones en la muestra	Gráfica para las desviaciones estándar										Gráfica para rangos			
	Gráfica para promedios					Factores para los límites de línea central					factores para la línea central		Factores para los límites de control	
	A2	A3	C4	I/C4	B3	B4	B5	B6	d2	1/d2	d3	D3	D4	
2	1.88	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.267	
3	1.023	1.954	0.8862	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	2.574	
4	0.729	1.628	0.9213	1.0854	0	2.266	0	2.088	2.059	0.4857	0.88	0	2.282	
5	0.577	1.427	0.94	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	2.114	
6	0.483	1.287	0.9515	1.051	0.03	1.97	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	2.004	
7	0.419	1.182	0.9594	1.0423	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.076	1.924	
8	0.373	1.099	0.965	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.82	0.136	1.864	
9	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.97	0.3367	0.808	0.184	1.816	
10	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.223	1.777	
11	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.256	1.744	
12	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.61	3.258	0.3069	0.778	0.283	1.717	
13	0.249	0.85	0.9794	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.77	0.307	1.693	
14	0.235	0.817	0.981	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	0.328	1.672	
15	0.223	0.789	0.9823	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.288	0.756	0.347	1.653	
16	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.44	1.526	3.532	0.2831	0.75	0.363	1.637	
17	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	0.378	1.622	
18	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.64	0.2747	0.739	0.391	1.608	
19	0.187	0.698	0.9862	1.014	0.497	1.503	0.49	1.483	3.689	0.2711	0.734	0.403	1.597	
20	0.18	0.68	0.9869	1.0133	0.51	1.49	0.504	1.47	3.735	0.2677	0.729	0.415	1.585	
21	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	0.425	1.575	
22	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.72	0.434	1.566	
23	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	0.443	1.557	
24	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	0.451	1.548	
25	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.42	3.931	0.2544	0.708	0.459	1.541	

Anexo 2. Mapas de rutas de RRSU dispersas en el área urbana del distrito de San Miguel.

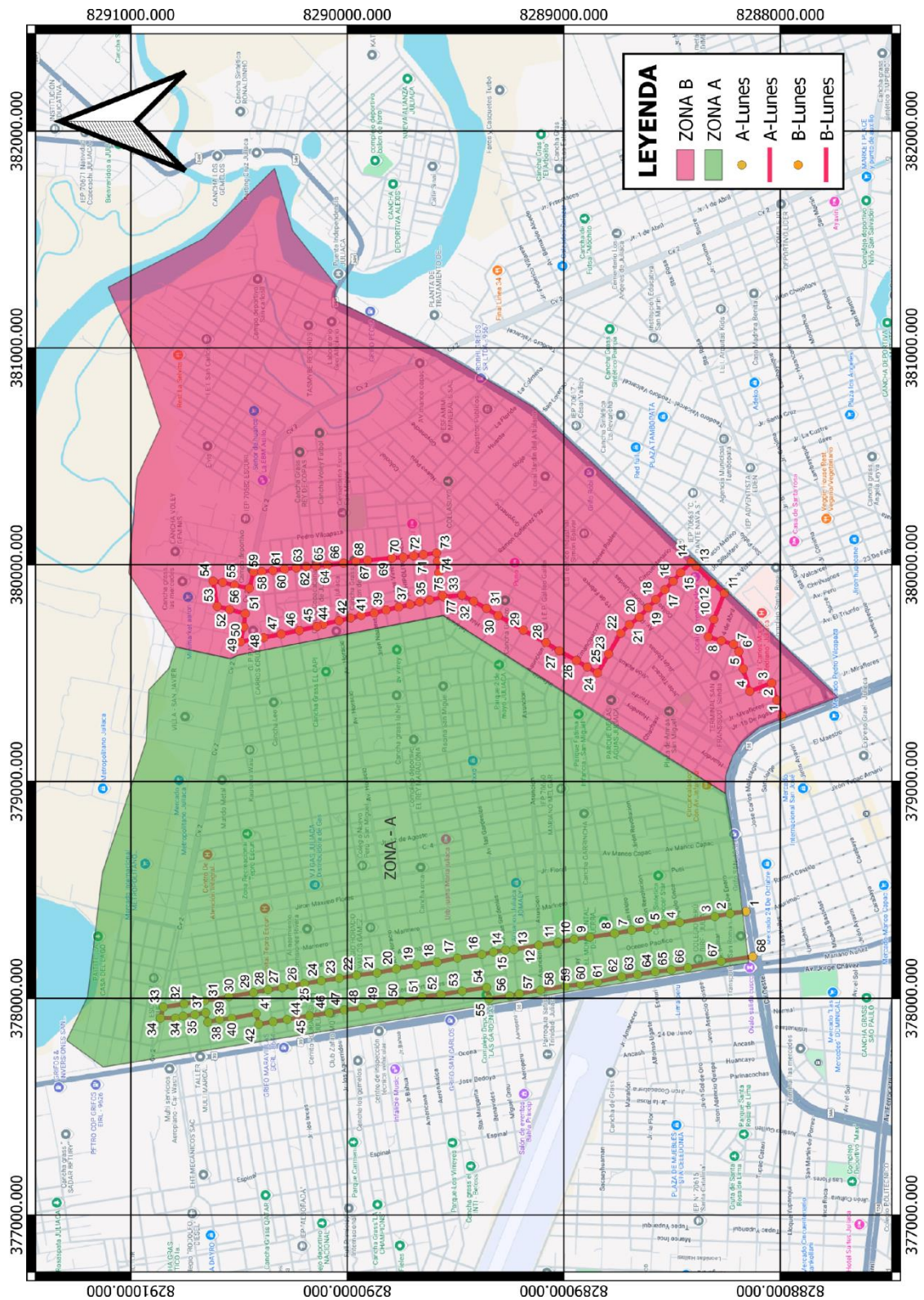


Figura 34. Rutas de recolección de RSU para los días lunes en las zonas A y B.
Fuente: mapa base de Google (2024a)

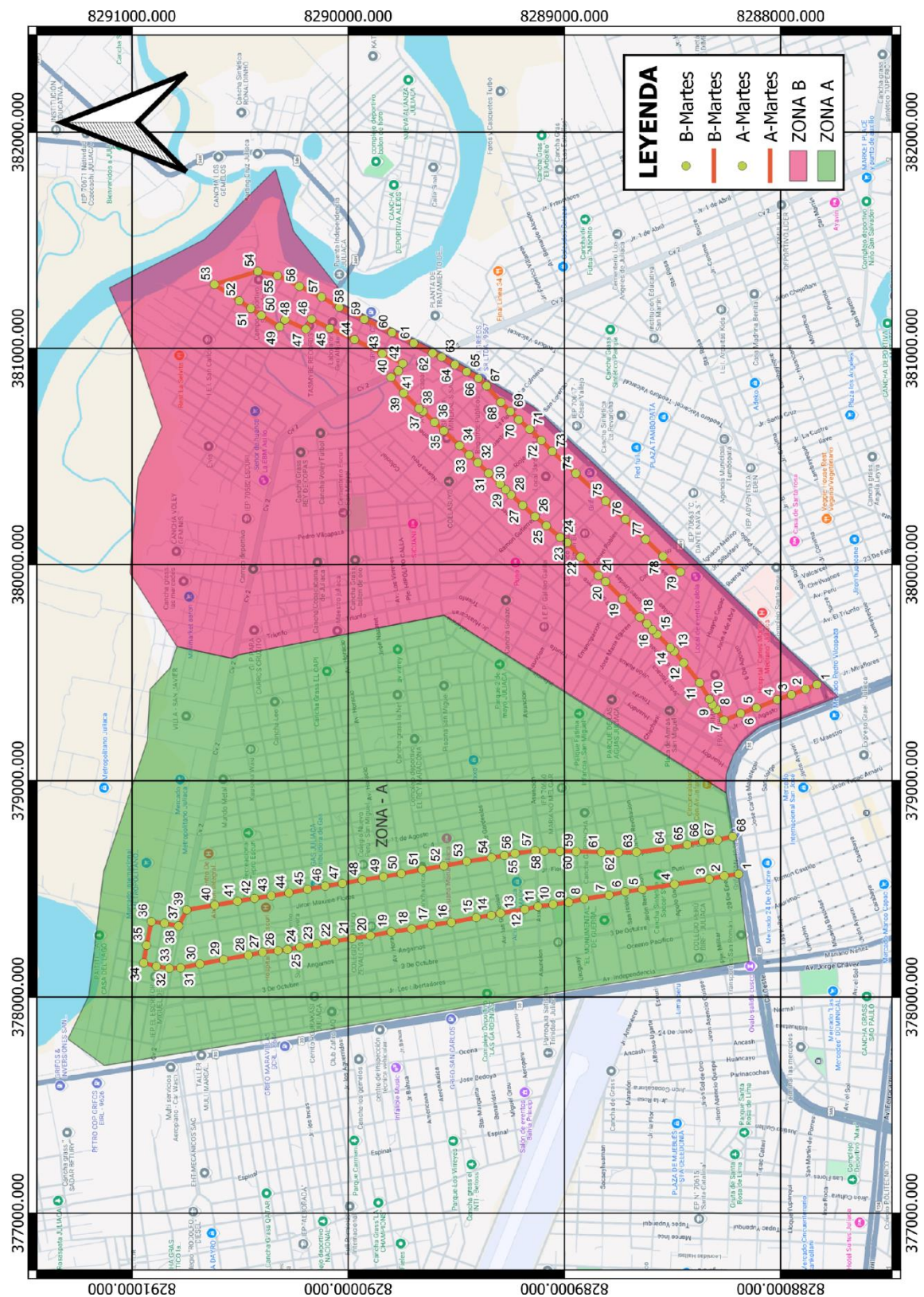


Figura 35. Rutas de recolección de RSU para los días martes en las zonas A y B.
 Fuente: mapa base de Google (2024a)

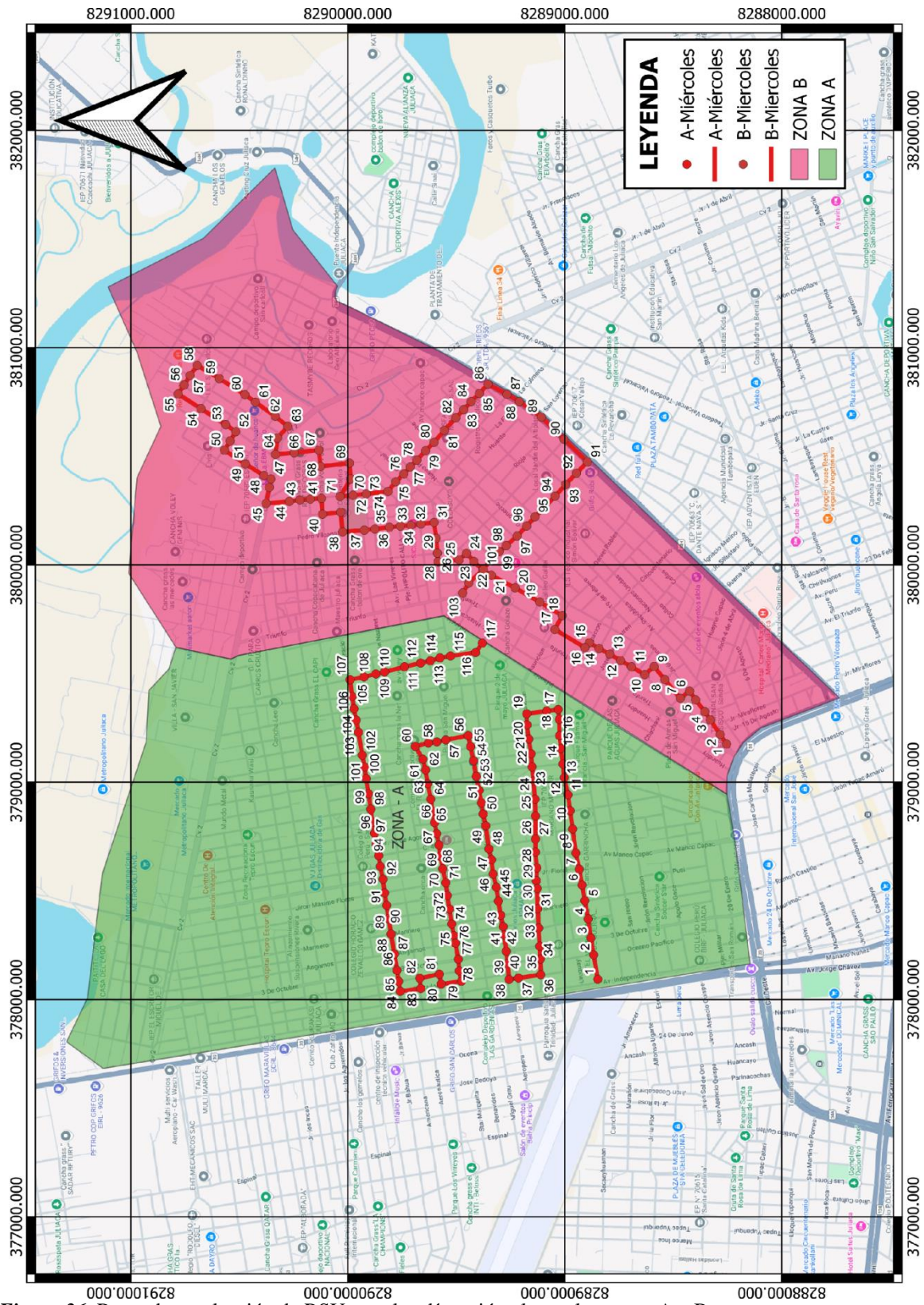


Figura 36. Rutas de recolección de RSU para los días miércoles en las zonas A y B.
 Fuente: mapa base de Google (2024a)

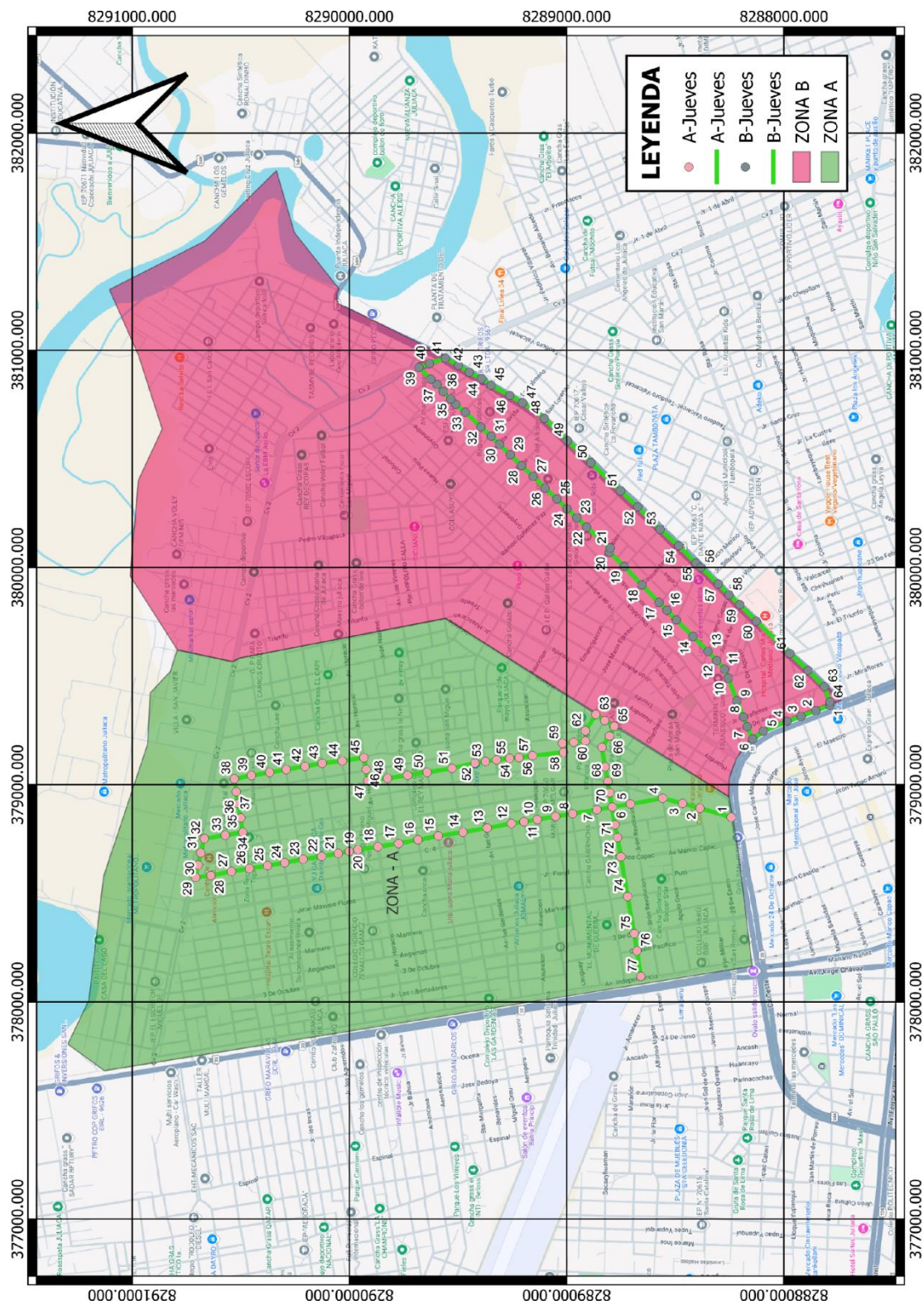


Figura 37. Rutas de recolección de RSU para los días jueves en las zonas A y B.
 Fuente: mapa base de Google (2024a)

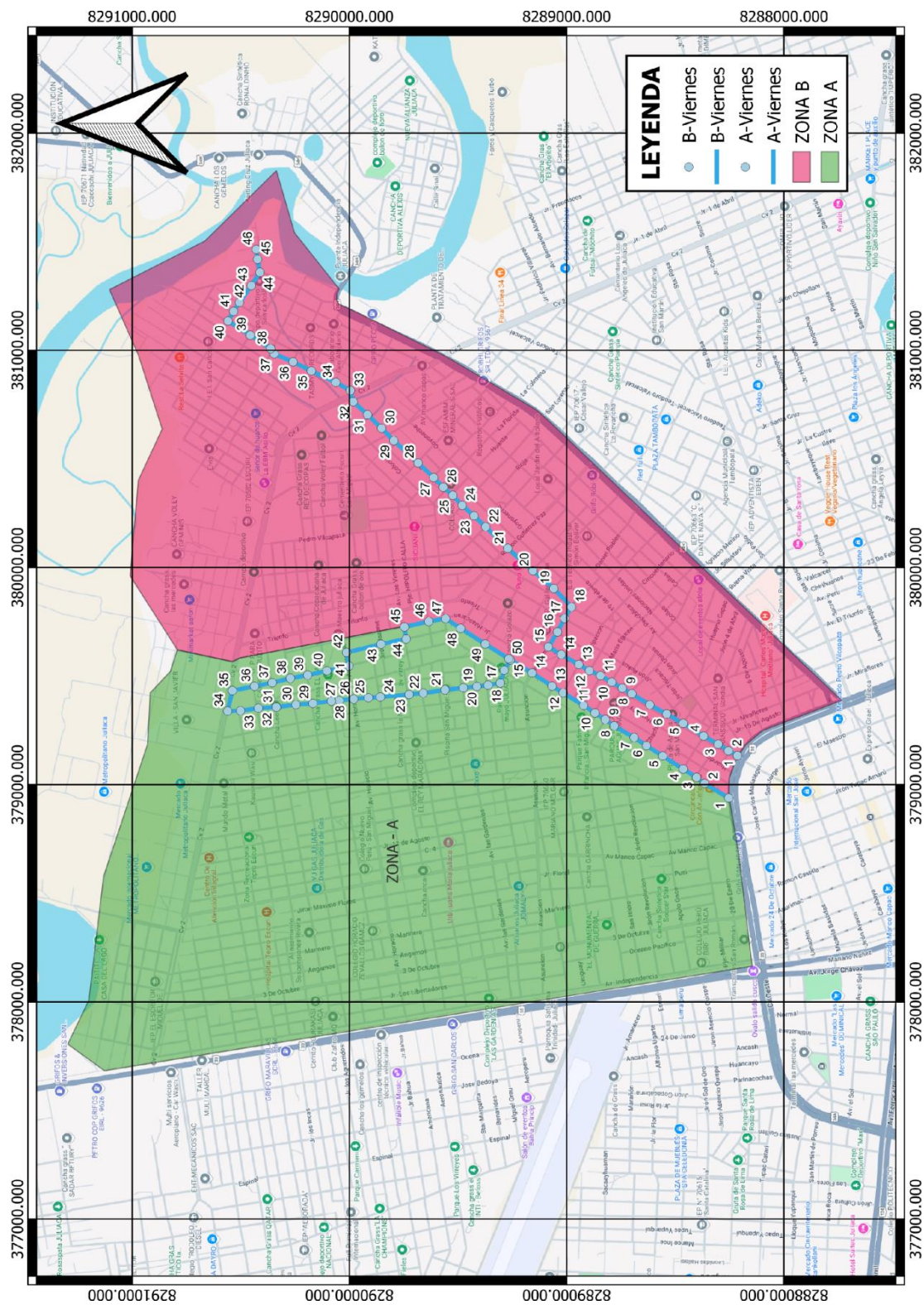


Figura 38. Rutas de recolección de RSU para los días viernes en las zonas A y B.
 Fuente: mapa base de Google (2024a)

Anexo 3. Puntos de control, resultados del levantamiento geomático.

Nombre punto	Nombre de ruta	n°	Coordenadas	Long. Total
A-Lunes1	A-Lunes	1	-15.4808515933019, -70.1335859351932	5.67042506
A-Lunes2	A-Lunes	2	-15.4802337398344, -70.1337020684867	5.67042506
A-Lunes3	A-Lunes	3	-15.4795922838664, -70.1338095344293	5.67042506
A-Lunes4	A-Lunes	4	-15.4781401815258, -70.1340406194133	5.67042506
A-Lunes5	A-Lunes	5	-15.477503559004, -70.1341273891794	5.67042506
A-Lunes6	A-Lunes	6	-15.4768358419945, -70.1342810450207	5.67042506
A-Lunes7	A-Lunes	7	-15.476138898293, -70.1343699179297	5.67042506
A-Lunes8	A-Lunes	8	-15.4754311593462, -70.1344892206431	5.67042506
A-Lunes9	A-Lunes	9	-15.4744133405686, -70.1346604753141	5.67042506
A-Lunes10	A-Lunes	10	-15.4737552277634, -70.134786748652	5.67042506
A-Lunes11	A-Lunes	11	-15.4730819078608, -70.1348818438951	5.67042506
A-Lunes12	A-Lunes	12	-15.4722748321878, -70.1350018141726	5.67042506
A-Lunes13	A-Lunes	13	-15.4712617467152, -70.135171878909	5.67042506
A-Lunes14	A-Lunes	14	-15.470880731673, -70.1352210108013	5.67042506
A-Lunes15	A-Lunes	15	-15.4703766401287, -70.1352889801408	5.67042506
A-Lunes16	A-Lunes	16	-15.4699020402808, -70.1353717529179	5.67042506
A-Lunes17	A-Lunes	17	-15.468877147139, -70.1355386931599	5.67042506
A-Lunes18	A-Lunes	18	-15.4680148364185, -70.1357071336322	5.67042506
A-Lunes19	A-Lunes	19	-15.4671699728088, -70.1358171437517	5.67042506
A-Lunes20	A-Lunes	20	-15.4663177099229, -70.1359880696464	5.67042506
A-Lunes21	A-Lunes	21	-15.4655127955481, -70.1361482915842	5.67042506
A-Lunes22	A-Lunes	22	-15.4646810077975, -70.1362449490432	5.67042506
A-Lunes23	A-Lunes	23	-15.4639460319128, -70.1363714095974	5.67042506
A-Lunes24	A-Lunes	24	-15.4632111873489, -70.1364722575152	5.67042506
A-Lunes25	A-Lunes	25	-15.4624821229513, -70.136598739659	5.67042506
A-Lunes26	A-Lunes	26	-15.4619733160661, -70.1366642460064	5.67042506
A-Lunes27	A-Lunes	27	-15.4615553658018, -70.1367680418649	5.67042506
A-Lunes28	A-Lunes	28	-15.4609683904654, -70.1368575033652	5.67042506
A-Lunes29	A-Lunes	29	-15.4603528822637, -70.1369760746924	5.67042506
A-Lunes30	A-Lunes	30	-15.4593256632856, -70.1371362886975	5.67042506
A-Lunes31	A-Lunes	31	-15.4583018971713, -70.1373123647321	5.67042506
A-Lunes32	A-Lunes	32	-15.4574522115448, -70.1374406259189	5.67042506
A-Lunes33	A-Lunes	33	-15.4565883157125, -70.1375724715917	5.67042506
A-Lunes34	A-Lunes	34	-15.4564593736654, -70.1380436104683	5.67042506
A-Lunes35	A-Lunes	35	-15.4571251573904, -70.1380362656837	5.67042506
A-Lunes36	A-Lunes	36	-15.4574436212479, -70.1379624173146	5.67042506
A-Lunes37	A-Lunes	37	-15.4579145595783, -70.1379028035137	5.67042506
A-Lunes38	A-Lunes	38	-15.4583655076483, -70.1378211405447	5.67042506
A-Lunes39	A-Lunes	39	-15.4584627781665, -70.1382227963789	5.67042506
A-Lunes40	A-Lunes	40	-15.4589369477483, -70.1381095625325	5.67042506

A-Lunes41	A-Lunes	41	-15.4594565763327, -70.1380666743616	5.67042506
A-Lunes42	A-Lunes	42	-15.460473341382, -70.13787044067	5.67042506
A-Lunes43	A-Lunes	43	-15.4605703045711, -70.1383318516967	5.67042506
A-Lunes44	A-Lunes	44	-15.4611662321039, -70.1382259835994	5.67042506
A-Lunes45	A-Lunes	45	-15.4617597162462, -70.1381347253746	5.67042506
A-Lunes46	A-Lunes	46	-15.4626899825271, -70.1379739859024	5.67042506
A-Lunes47	A-Lunes	47	-15.4635349094047, -70.1378517948288	5.67042506
A-Lunes48	A-Lunes	48	-15.4641575044271, -70.1377332729995	5.67042506
A-Lunes49	A-Lunes	49	-15.4648958424825, -70.1376421977081	5.67042506
A-Lunes50	A-Lunes	50	-15.4656911586442, -70.1375099844484	5.67042506
A-Lunes51	A-Lunes	51	-15.4665385787637, -70.1373634121568	5.67042506
A-Lunes52	A-Lunes	52	-15.4673954285868, -70.1372217744093	5.67042506
A-Lunes53	A-Lunes	53	-15.4682097043529, -70.1370799033552	5.67042506
A-Lunes54	A-Lunes	54	-15.4690712403964, -70.1369480481648	5.67042506
A-Lunes55	A-Lunes	55	-15.4700985090137, -70.1367780705956	5.67042506
A-Lunes56	A-Lunes	56	-15.4701952600965, -70.1372809605717	5.67042506
A-Lunes57	A-Lunes	57	-15.4710519344645, -70.1371734622626	5.67042506
A-Lunes58	A-Lunes	58	-15.471454465602, -70.1370781082451	5.67042506
A-Lunes59	A-Lunes	59	-15.4723492117711, -70.1369269246707	5.67042506
A-Lunes60	A-Lunes	60	-15.4733907466624, -70.1367423988312	5.67042506
A-Lunes61	A-Lunes	61	-15.4740533466349, -70.136663096693	5.67042506
A-Lunes62	A-Lunes	62	-15.4747349403959, -70.1365692732556	5.67042506
A-Lunes63	A-Lunes	63	-15.4757340102922, -70.1363649943469	5.67042506
A-Lunes64	A-Lunes	64	-15.4763966191245, -70.1362857000096	5.67042506
A-Lunes65	A-Lunes	65	-15.4771351942966, -70.1361482834565	5.67042506
A-Lunes66	A-Lunes	66	-15.4778024463843, -70.136083638387	5.67042506
A-Lunes67	A-Lunes	67	-15.4784747352608, -70.1359604930336	5.67042506
A-Lunes68	A-Lunes	68	-15.4798937911825, -70.135717048918	5.67042506
A-Lunes69	A-Lunes	69	-15.4812096855904, -70.1355291347868	5.67042506
A-Martes1	A-Martes	1	-15.4806221304845, -70.1320264324361	5.7539377
A-Martes2	A-Martes	2	-15.4800249353841, -70.1321013337167	5.7539377
A-Martes3	A-Martes	3	-15.4793895577225, -70.1322346387343	5.7539377
A-Martes4	A-Martes	4	-15.4779390571235, -70.1324514261422	5.7539377
A-Martes5	A-Martes	5	-15.476592808691, -70.1326590099138	5.7539377
A-Martes6	A-Martes	6	-15.4758817971517, -70.1327625948933	5.7539377
A-Martes7	A-Martes	7	-15.4751989954276, -70.132905406505	5.7539377
A-Martes8	A-Martes	8	-15.4741656537806, -70.1330560689806	5.7539377
A-Martes9	A-Martes	9	-15.4735112297888, -70.1332088016077	5.7539377
A-Martes10	A-Martes	10	-15.4728571466479, -70.1332931570967	5.7539377
A-Martes11	A-Martes	11	-15.4722220184025, -70.1333776153553	5.7539377
A-Martes12	A-Martes	12	-15.4716719466396, -70.1335016091573	5.7539377
A-Martes13	A-Martes	13	-15.4706574914367, -70.1336621476685	5.7539377
A-Martes14	A-Martes	14	-15.4702686596565, -70.1337479450068	5.7539377
A-Martes15	A-Martes	15	-15.4696429451552, -70.1338422207815	5.7539377
A-Martes16	A-Martes	16	-15.468599879889, -70.134041673446	5.7539377

A-Martes17	A-Martes	17	-15.4677751924737, -70.1341446234398	5.7539377
A-Martes18	A-Martes	18	-15.4669406818776, -70.1343159048983	5.7539377
A-Martes19	A-Martes	19	-15.4660874663683, -70.1344382434154	5.7539377
A-Martes20	A-Martes	20	-15.4652151138319, -70.134599548763	5.7539377
A-Martes21	A-Martes	21	-15.4644377408325, -70.1347125307042	5.7539377
A-Martes22	A-Martes	22	-15.4637076734463, -70.1348355375059	5.7539377
A-Martes23	A-Martes	23	-15.4629587692173, -70.1349389053502	5.7539377
A-Martes24	A-Martes	24	-15.4622665525157, -70.1350718848114	5.7539377
A-Martes25	A-Martes	25	-15.461744989911, -70.1351764897509	5.7539377
A-Martes26	A-Martes	26	-15.4613468849494, -70.13522315085	5.7539377
A-Martes27	A-Martes	27	-15.4607023741323, -70.1352880144409	5.7539377
A-Martes28	A-Martes	28	-15.4601049367959, -70.1354117404245	5.7539377
A-Martes29	A-Martes	29	-15.4590714434351, -70.1355916962553	5.7539377
A-Martes30	A-Martes	30	-15.4580757826563, -70.1357816243951	5.7539377
A-Martes31	A-Martes	31	-15.457269739969, -70.1359432815685	5.7539377
A-Martes32	A-Martes	32	-15.4567959923537, -70.1359602352994	5.7539377
A-Martes33	A-Martes	33	-15.456256493743, -70.1358693880062	5.7539377
A-Martes34	A-Martes	34	-15.45572675924, -70.1357199894727	5.7539377
A-Martes35	A-Martes	35	-15.4558538099562, -70.1349588253318	5.7539377
A-Martes36	A-Martes	36	-15.4560579411317, -70.1339441238928	5.7539377
A-Martes37	A-Martes	37	-15.4566070228763, -70.1340154738449	5.7539377
A-Martes38	A-Martes	38	-15.4571937373788, -70.1341358761837	5.7539377
A-Martes39	A-Martes	39	-15.45753831144, -70.1334442611625	5.7539377
A-Martes40	A-Martes	40	-15.4587139980799, -70.1332455330924	5.7539377
A-Martes41	A-Martes	41	-15.4596621338307, -70.1330846370569	5.7539377
A-Martes42	A-Martes	42	-15.4603732458049, -70.1329615223905	5.7539377
A-Martes43	A-Martes	43	-15.4610747939302, -70.1328578905871	5.7539377
A-Martes44	A-Martes	44	-15.4618143246192, -70.1327349384301	5.7539377
A-Martes45	A-Martes	45	-15.4625918969157, -70.1325828795223	5.7539377
A-Martes46	A-Martes	46	-15.4633314864925, -70.1324501490019	5.7539377
A-Martes47	A-Martes	47	-15.4640520212066, -70.1323368499771	5.7539377
A-Martes48	A-Martes	48	-15.464886431019, -70.1321850973658	5.7539377
A-Martes49	A-Martes	49	-15.4657680648127, -70.1320629042965	5.7539377
A-Martes50	A-Martes	50	-15.4665171180463, -70.1319302221075	5.7539377
A-Martes51	A-Martes	51	-15.4673895192665, -70.1317591370357	5.7539377
A-Martes52	A-Martes	52	-15.4682997123445, -70.131607801595	5.7539377
A-Martes53	A-Martes	53	-15.4692574787959, -70.1314176416093	5.7539377
A-Martes54	A-Martes	54	-15.470300293085, -70.1312670148656	5.7539377
A-Martes55	A-Martes	55	-15.4708312684164, -70.1311722165881	5.7539377
A-Martes56	A-Martes	56	-15.4712769462789, -70.131086722934	5.7539377
A-Martes57	A-Martes	57	-15.4721206287905, -70.1309740855429	5.7539377
A-Martes58	A-Martes	58	-15.47250896998, -70.1309859627819	5.7539377
A-Martes59	A-Martes	59	-15.4731530718308, -70.1309992291548	5.7539377
A-Martes60	A-Martes	60	-15.4738350744849, -70.1310127016051	5.7539377
A-Martes61	A-Martes	61	-15.4748958862888, -70.1310477687309	5.7539377

A-Martes62	A-Martes	62	-15.4755967757734, -70.1310711129041	5.7539377
A-Martes63	A-Martes	63	-15.4763547025264, -70.131055693344	5.7539377
A-Martes64	A-Martes	64	-15.4776722319005, -70.1309065544861	5.7539377
A-Martes65	A-Martes	65	-15.4784782808712, -70.1307448674113	5.7539377
A-Martes66	A-Martes	66	-15.4791326038494, -70.1306116610695	5.7539377
A-Martes67	A-Martes	67	-15.4797581586215, -70.1305466876104	5.7539377
A-Martes68	A-Martes	68	-15.4803841215881, -70.1304035574118	5.7539377
A-Miércoles1	A-Miércoles	1	-15.4746883647669, -70.1364241057506	6.8337045
A-Miércoles2	A-Miércoles	2	-15.4745232141955, -70.1353779876385	6.8337045
A-Miércoles3	A-Miércoles	3	-15.4744132444488, -70.1346545373306	6.8337045
A-Miércoles4	A-Miércoles	4	-15.4743037725309, -70.1338334065793	6.8337045
A-Miércoles5	A-Miércoles	5	-15.4741656787744, -70.1330511849303	6.8337045
A-Miércoles6	A-Miércoles	6	-15.4740554514722, -70.1323765770533	6.8337045
A-Miércoles7	A-Miércoles	7	-15.4739452311041, -70.1317019697972	6.8337045
A-Miércoles8	A-Miércoles	8	-15.4738066805778, -70.1310076632065	6.8337045
A-Miércoles9	A-Miércoles	9	-15.4736793457337, -70.1299715350637	6.8337045
A-Miércoles10	A-Miércoles	10	-15.4735791297782, -70.1291895321686	6.8337045
A-Miércoles11	A-Miércoles	11	-15.4734878861905, -70.128505252688	6.8337045
A-Miércoles12	A-Miércoles	12	-15.4733401011406, -70.127762066676	6.8337045
A-Miércoles13	A-Miércoles	13	-15.473286197945, -70.1271854422547	6.8337045
A-Miércoles14	A-Miércoles	14	-15.4732043215647, -70.1265207609036	6.8337045
A-Miércoles15	A-Miércoles	15	-15.4731503157461, -70.1259636731065	6.8337045
A-Miércoles16	A-Miércoles	16	-15.4731443683291, -70.1252700976861	6.8337045
A-Miércoles17	A-Miércoles	17	-15.4730991872549, -70.1248400463353	6.8337045
A-Miércoles18	A-Miércoles	18	-15.4726157273281, -70.1249058132602	6.8337045
A-Miércoles19	A-Miércoles	19	-15.4717909831861, -70.1250185778785	6.8337045
A-Miércoles20	A-Miércoles	20	-15.4717980239807, -70.1254972618331	6.8337045
A-Miércoles21	A-Miércoles	21	-15.4718707288521, -70.1261032791491	6.8337045
A-Miércoles22	A-Miércoles	22	-15.4719622288191, -70.1267387126468	6.8337045
A-Miércoles23	A-Miércoles	23	-15.4719972870083, -70.1272956854335	6.8337045
A-Miércoles24	A-Miércoles	24	-15.4720605138639, -70.1279016616299	6.8337045
A-Miércoles25	A-Miércoles	25	-15.4721133700012, -70.1286834017765	6.8337045
A-Miércoles26	A-Miércoles	26	-15.4721286304477, -70.1294063285212	6.8337045
A-Miércoles27	A-Miércoles	27	-15.4721235964011, -70.1303928981015	6.8337045
A-Miércoles28	A-Miércoles	28	-15.4721207036242, -70.1309594335252	6.8337045
A-Miércoles29	A-Miércoles	29	-15.4721740979806, -70.1316337350965	6.8337045
A-Miércoles30	A-Miércoles	30	-15.4721523560081, -70.132180631397	6.8337045
A-Miércoles31	A-Miércoles	31	-15.4721885494991, -70.132512949742	6.8337045
A-Miércoles32	A-Miércoles	32	-15.4722030475138, -70.133382396253	6.8337045
A-Miércoles33	A-Miércoles	33	-15.4722366881247, -70.1342128738022	6.8337045
A-Miércoles34	A-Miércoles	34	-15.47227902982, -70.1349958623678	6.8337045
A-Miércoles35	A-Miércoles	35	-15.4723053107812, -70.1355417149689	6.8337045
A-Miércoles36	A-Miércoles	36	-15.4723134898252, -70.1362134032075	6.8337045
A-Miércoles37	A-Miércoles	37	-15.4713880915263, -70.136352277578	6.8337045
A-Miércoles38	A-Miércoles	38	-15.4709923248571, -70.1364100883835	6.8337045

A-Miércoles39	A-Miércoles	39	-15.470937643759, -70.1357321575843	6.8337045
A-Miércoles40	A-Miércoles	40	-15.4708822011779, -70.1352041388182	6.8337045
A-Miércoles41	A-Miércoles	41	-15.4708043726884, -70.1345020905962	6.8337045
A-Miércoles42	A-Miércoles	42	-15.4707596915612, -70.1341420359825	6.8337045
A-Miércoles43	A-Miércoles	43	-15.4706575061374, -70.1336557443538	6.8337045
A-Miércoles44	A-Miércoles	44	-15.470567557529, -70.1330495795923	6.8337045
A-Miércoles45	A-Miércoles	45	-15.4704833887037, -70.1324494399489	6.8337045
A-Miércoles46	A-Miércoles	46	-15.4703525101675, -70.1318850344642	6.8337045
A-Miércoles47	A-Miércoles	47	-15.470285853847, -70.1312729949603	6.8337045
A-Miércoles48	A-Miércoles	48	-15.4701835304573, -70.1308106871023	6.8337045
A-Miércoles49	A-Miércoles	49	-15.470054850669, -70.1298145281504	6.8337045
A-Miércoles50	A-Miércoles	50	-15.4699522728533, -70.1293110966344	6.8337045
A-Miércoles51	A-Miércoles	51	-15.4698799053839, -70.1288338622178	6.8337045
A-Miércoles52	A-Miércoles	52	-15.4697874481305, -70.1282934082146	6.8337045
A-Miércoles53	A-Miércoles	53	-15.4696681122571, -70.1276896980832	6.8337045
A-Miércoles54	A-Miércoles	54	-15.4695626996841, -70.1270229528995	6.8337045
A-Miércoles55	A-Miércoles	55	-15.4694433868612, -70.1264122348331	6.8337045
A-Miércoles56	A-Miércoles	56	-15.4693437696844, -70.1259418641183	6.8337045
A-Miércoles57	A-Miércoles	57	-15.468411183158, -70.1261191460784	6.8337045
A-Miércoles58	A-Miércoles	58	-15.4680366999257, -70.1262082875696	6.8337045
A-Miércoles59	A-Miércoles	59	-15.4676828584874, -70.1262484482855	6.8337045
A-Miércoles60	A-Miércoles	60	-15.4671380736303, -70.1263927603814	6.8337045
A-Miércoles61	A-Miércoles	61	-15.4674480809313, -70.1269484020036	6.8337045
A-Miércoles62	A-Miércoles	62	-15.4675613624342, -70.1274048150282	6.8337045
A-Miércoles63	A-Miércoles	63	-15.4676467748952, -70.1279943168528	6.8337045
A-Miércoles64	A-Miércoles	64	-15.4677725861611, -70.128661166648	6.8337045
A-Miércoles65	A-Miércoles	65	-15.4678447488988, -70.129180468649	6.8337045
A-Miércoles66	A-Miércoles	66	-15.467923886622, -70.1296647442976	6.8337045
A-Miércoles67	A-Miércoles	67	-15.4680098564147, -70.130142048146	6.8337045
A-Miércoles68	A-Miércoles	68	-15.4681025779128, -70.1306299027185	6.8337045
A-Miércoles69	A-Miércoles	69	-15.4681647098294, -70.1311140962992	6.8337045
A-Miércoles70	A-Miércoles	70	-15.4682503809757, -70.1316509960671	6.8337045
A-Miércoles71	A-Miércoles	71	-15.468376521488, -70.1322512359878	6.8337045
A-Miércoles72	A-Miércoles	72	-15.4684349283727, -70.1327985114156	6.8337045
A-Miércoles73	A-Miércoles	73	-15.4685271773847, -70.1333775311182	6.8337045
A-Miércoles74	A-Miércoles	74	-15.4686191017303, -70.1340196600325	6.8337045
A-Miércoles75	A-Miércoles	75	-15.4687083528375, -70.1345180214053	6.8337045
A-Miércoles76	A-Miércoles	76	-15.4687678858771, -70.13484442171	6.8337045
A-Miércoles77	A-Miércoles	77	-15.4688833540954, -70.1355357630058	6.8337045
A-Miércoles78	A-Miércoles	78	-15.4689250019892, -70.1360338658309	6.8337045
A-Miércoles79	A-Miércoles	79	-15.4690077209706, -70.1364795960144	6.8337045
A-Miércoles80	A-Miércoles	80	-15.4681638461169, -70.1365977082817	6.8337045
A-Miércoles81	A-Miércoles	81	-15.4680912333818, -70.1361695672262	6.8337045
A-Miércoles82	A-Miércoles	82	-15.467274278313, -70.1363404144348	6.8337045
A-Miércoles83	A-Miércoles	83	-15.4673128138856, -70.1367823954586	6.8337045

A-Miércoles84	A-Miércoles	84	-15.4664621504633, -70.136896964425	6.8337045
A-Miércoles85	A-Miércoles	85	-15.466396344483, -70.1364688639749	6.8337045
A-Miércoles86	A-Miércoles	86	-15.4663239829977, -70.1359916363603	6.8337045
A-Miércoles87	A-Miércoles	87	-15.4662187746609, -70.1352898364515	6.8337045
A-Miércoles88	A-Miércoles	88	-15.4660871106164, -70.1344406368727	6.8337045
A-Miércoles89	A-Miércoles	89	-15.4659952766906, -70.1337809841887	6.8337045
A-Miércoles90	A-Miércoles	90	-15.4659098167006, -70.1332055222884	6.8337045
A-Miércoles91	A-Miércoles	91	-15.465824140111, -70.1326721234269	6.8337045
A-Miércoles92	A-Miércoles	92	-15.4657659474523, -70.1320827829371	6.8337045
A-Miércoles93	A-Miércoles	93	-15.4656531321191, -70.1315352098563	6.8337045
A-Miércoles94	A-Miércoles	94	-15.4655857861896, -70.1310720396872	6.8337045
A-Miércoles95	A-Miércoles	95	-15.4654829049945, -70.13057711743	6.8337045
A-Miércoles96	A-Miércoles	96	-15.4654173011574, -70.1301069481922	6.8337045
A-Miércoles97	A-Miércoles	97	-15.4653245065671, -70.1296331179096	6.8337045
A-Miércoles98	A-Miércoles	98	-15.4652729244018, -70.129078869679	6.8337045
A-Miércoles99	A-Miércoles	99	-15.4651827914339, -70.1284174871758	6.8337045
A-Miércoles100	A-Miércoles	100	-15.4650841239517, -70.1277613064083	6.8337045
A-Miércoles101	A-Miércoles	101	-15.4650203587972, -70.127260791416	6.8337045
A-Miércoles102	A-Miércoles	102	-15.4649294090034, -70.126758927298	6.8337045
A-Miércoles103	A-Miércoles	103	-15.4647728892771, -70.1257763738008	6.8337045
A-Jueves1	A-Jueves	1	-15.4801986175154, -70.1294029396309	6.31032287
A-Jueves2	A-Jueves	2	-15.4789017959429, -70.1290031924095	6.31032287
A-Jueves3	A-Jueves	3	-15.4781794355594, -70.1287959150333	6.31032287
A-Jueves4	A-Jueves	4	-15.4773508825476, -70.1285670164956	6.31032287
A-Jueves5	A-Jueves	5	-15.4760099311303, -70.1288086945556	6.31032287
A-Jueves6	A-Jueves	6	-15.4752532503996, -70.1289324581	6.31032287
A-Jueves7	A-Jueves	7	-15.4746079013537, -70.1290449310106	6.31032287
A-Jueves8	A-Jueves	8	-15.4736023203584, -70.129213426347	6.31032287
A-Jueves9	A-Jueves	9	-15.4728894492501, -70.1293255316817	6.31032287
A-Jueves10	A-Jueves	10	-15.4721315749829, -70.1294528557066	6.31032287
A-Jueves11	A-Jueves	11	-15.471576282921, -70.129542614799	6.31032287
A-Jueves12	A-Jueves	12	-15.4710510794108, -70.1296170827608	6.31032287
A-Jueves13	A-Jueves	13	-15.4700453994259, -70.1298049044326	6.31032287
A-Jueves14	A-Jueves	14	-15.4690323861569, -70.129977221729	6.31032287
A-Jueves15	A-Jueves	15	-15.4680043563554, -70.1301340025073	6.31032287
A-Jueves16	A-Jueves	16	-15.4671562946609, -70.1302917491725	6.31032287
A-Jueves17	A-Jueves	17	-15.4663532474673, -70.1304497483566	6.31032287
A-Jueves18	A-Jueves	18	-15.4654902990652, -70.1305842225549	6.31032287
A-Jueves19	A-Jueves	19	-15.4646574901783, -70.1307111327092	6.31032287
A-Jueves20	A-Jueves	20	-15.4642971987069, -70.1307787553614	6.31032287
A-Jueves21	A-Jueves	21	-15.4638393869595, -70.1308613113157	6.31032287
A-Jueves22	A-Jueves	22	-15.4631490339604, -70.1309889836455	6.31032287
A-Jueves23	A-Jueves	23	-15.4623761425538, -70.1311007540012	6.31032287
A-Jueves24	A-Jueves	24	-15.4616087483878, -70.1312512053033	6.31032287
A-Jueves25	A-Jueves	25	-15.4608883345018, -70.1313709857132	6.31032287

A-Jueves26	A-Jueves	26	-15.4601380011394, -70.1314906123672	6.31032287
A-Jueves27	A-Jueves	27	-15.4593875773772, -70.1316102285372	6.31032287
A-Jueves28	A-Jueves	28	-15.458532023812, -70.1317833867528	6.31032287
A-Jueves29	A-Jueves	29	-15.4579017854509, -70.1318572764036	6.31032287
A-Jueves30	A-Jueves	30	-15.458009413362, -70.1313321708804	6.31032287
A-Jueves31	A-Jueves	31	-15.4581171304549, -70.1308070652202	6.31032287
A-Jueves32	A-Jueves	32	-15.4582701138651, -70.1301971756234	6.31032287
A-Jueves33	A-Jueves	33	-15.4591406042706, -70.1300550073701	6.31032287
A-Jueves34	A-Jueves	34	-15.4598704086112, -70.1299372031508	6.31032287
A-Jueves35	A-Jueves	35	-15.4597910343393, -70.1293183128927	6.31032287
A-Jueves36	A-Jueves	36	-15.4596742364537, -70.1286992203436	6.31032287
A-Jueves37	A-Jueves	37	-15.4596093636469, -70.128196363604	6.31032287
A-Jueves38	A-Jueves	38	-15.4595296697007, -70.1276393224268	6.31032287
A-Jueves39	A-Jueves	39	-15.4602426783718, -70.1275001589417	6.31032287
A-Jueves40	A-Jueves	40	-15.4610005523016, -70.1273728319213	6.31032287
A-Jueves41	A-Jueves	41	-15.4616909551446, -70.1272528751784	6.31032287
A-Jueves42	A-Jueves	42	-15.4624714660043, -70.1271179425104	6.31032287
A-Jueves43	A-Jueves	43	-15.4631918274954, -70.1269904104267	6.31032287
A-Jueves44	A-Jueves	44	-15.4640245683859, -70.1268944108765	6.31032287
A-Jueves45	A-Jueves	45	-15.4649250278705, -70.1267601246009	6.31032287
A-Jueves46	A-Jueves	46	-15.4650199128742, -70.127263156429	6.31032287
A-Jueves47	A-Jueves	47	-15.4650848656777, -70.1277505544801	6.31032287
A-Jueves48	A-Jueves	48	-15.4659064177808, -70.1276506383668	6.31032287
A-Jueves49	A-Jueves	49	-15.4667393160833, -70.1275237159354	6.31032287
A-Jueves50	A-Jueves	50	-15.4675571700506, -70.1274044474748	6.31032287
A-Jueves51	A-Jueves	51	-15.4685926699062, -70.1272360987021	6.31032287
A-Jueves52	A-Jueves	52	-15.4695459888346, -70.1270170556397	6.31032287
A-Jueves53	A-Jueves	53	-15.4699850100311, -70.1269498513064	6.31032287
A-Jueves54	A-Jueves	54	-15.4704464481567, -70.126882768036	6.31032287
A-Jueves55	A-Jueves	55	-15.4709940798803, -70.1268238778379	6.31032287
A-Jueves56	A-Jueves	56	-15.471385048762, -70.1267849253862	6.31032287
A-Jueves57	A-Jueves	57	-15.4719458559446, -70.1267125815162	6.31032287
A-Jueves58	A-Jueves	58	-15.4732324945777, -70.1265745739733	6.31032287
A-Jueves59	A-Jueves	59	-15.4731931621607, -70.1261858643639	6.31032287
A-Jueves60	A-Jueves	60	-15.4736620042339, -70.1261381505723	6.31032287
A-Jueves61	A-Jueves	61	-15.4741458512306, -70.1260905084634	6.31032287
A-Jueves62	A-Jueves	62	-15.4741480527187, -70.1256575699211	6.31032287
A-Jueves63	A-Jueves	63	-15.4745846815689, -70.1249583101533	6.31032287
A-Jueves64	A-Jueves	64	-15.4749562988017, -70.1252231893774	6.31032287
A-Jueves65	A-Jueves	65	-15.4753487232906, -70.1254669114315	6.31032287
A-Jueves66	A-Jueves	66	-15.4751516274058, -70.1258833443706	6.31032287
A-Jueves67	A-Jueves	67	-15.4748380245583, -70.126368718338	6.31032287
A-Jueves68	A-Jueves	68	-15.4749612066056, -70.1272082391326	6.31032287
A-Jueves69	A-Jueves	69	-15.4750742601305, -70.1278350840326	6.31032287
A-Jueves70	A-Jueves	70	-15.4751467518497, -70.1283148196691	6.31032287

A-Jueves71	A-Jueves	71	-15.4753571044675, -70.1296960034184	6.31032287
A-Jueves72	A-Jueves	72	-15.4754668591243, -70.130241664958	6.31032287
A-Jueves73	A-Jueves	73	-15.4756012938906, -70.1310696460821	6.31032287
A-Jueves74	A-Jueves	74	-15.475869967363, -70.132779737179	6.31032287
A-Jueves75	A-Jueves	75	-15.4761355155591, -70.1343738423039	6.31032287
A-Jueves76	A-Jueves	76	-15.4762441770733, -70.1351127830358	6.31032287
A-Jueves77	A-Jueves	77	-15.4764035280906, -70.1362076365747	6.31032287
A-Viernes1	A-Viernes	1	-15.480099557028, -70.1285697447848	4.15410741
A-Viernes2	A-Viernes	2	-15.4790980718868, -70.1279419291059	4.15410741
A-Viernes3	A-Viernes	3	-15.4787657499832, -70.1276811206029	4.15410741
A-Viernes4	A-Viernes	4	-15.4782127712383, -70.1273186171424	4.15410741
A-Viernes5	A-Viernes	5	-15.4773646583716, -70.1267534986252	4.15410741
A-Viernes6	A-Viernes	6	-15.4766883924493, -70.1263052782052	4.15410741
A-Viernes7	A-Viernes	7	-15.4761765882206, -70.1259546003504	4.15410741
A-Viernes8	A-Viernes	8	-15.4753506458721, -70.1254514582176	4.15410741
A-Viernes9	A-Viernes	9	-15.4749809031911, -70.1251788610522	4.15410741
A-Viernes10	A-Viernes	10	-15.4745512461431, -70.1248904869758	4.15410741
A-Viernes11	A-Viernes	11	-15.4740805380799, -70.124567087864	4.15410741
A-Viernes12	A-Viernes	12	-15.4732323182513, -70.1240213235909	4.15410741
A-Viernes13	A-Viernes	13	-15.4727726962921, -70.1237289152865	4.15410741
A-Viernes14	A-Viernes	14	-15.4719433295706, -70.1231600600724	4.15410741
A-Viernes15	A-Viernes	15	-15.4710389801219, -70.1225946735351	4.15410741
A-Viernes16	A-Viernes	16	-15.4707855566388, -70.1230378559115	4.15410741
A-Viernes17	A-Viernes	17	-15.470617826861, -70.1235858647795	4.15410741
A-Viernes18	A-Viernes	18	-15.470107543339, -70.1236720139875	4.15410741
A-Viernes19	A-Viernes	19	-15.4696424238489, -70.1237236306534	4.15410741
A-Viernes20	A-Viernes	20	-15.4690798055813, -70.1237824387599	4.15410741
A-Viernes21	A-Viernes	21	-15.4683146102022, -70.1238672211637	4.15410741
A-Viernes22	A-Viernes	22	-15.4674104547677, -70.1240015012686	4.15410741
A-Viernes23	A-Viernes	23	-15.4668216064318, -70.1240563081405	4.15410741
A-Viernes24	A-Viernes	24	-15.465625201845, -70.1241580842632	4.15410741
A-Viernes25	A-Viernes	25	-15.4651302081809, -70.1241863393096	4.15410741
A-Viernes26	A-Viernes	26	-15.4645151388629, -70.124237136008	4.15410741
A-Viernes27	A-Viernes	27	-15.4639112552797, -70.1242995969479	4.15410741
A-Viernes28	A-Viernes	28	-15.4635887488717, -70.1243210463351	4.15410741
A-Viernes29	A-Viernes	29	-15.4628159918965, -70.1244173798227	4.15410741
A-Viernes30	A-Viernes	30	-15.4621072050312, -70.1244676700889	4.15410741
A-Viernes31	A-Viernes	31	-15.4612969235847, -70.1245715268815	4.15410741
A-Viernes32	A-Viernes	32	-15.4605469590873, -70.1246099998819	4.15410741
A-Viernes33	A-Viernes	33	-15.4598041544395, -70.1247142291919	4.15410741
A-Viernes34	A-Viernes	34	-15.4592661217715, -70.1247287177617	4.15410741
A-Viernes35	A-Viernes	35	-15.4594711330831, -70.1238523798988	4.15410741
A-Viernes36	A-Viernes	36	-15.4603905394418, -70.1236679378936	4.15410741
A-Viernes37	A-Viernes	37	-15.4611298081919, -70.1235211659079	4.15410741
A-Viernes38	A-Viernes	38	-15.4618842686609, -70.1233358323903	4.15410741

A-Viernes39	A-Viernes	39	-15.4626047117428, -70.1232044197401	4.15410741
A-Viernes40	A-Viernes	40	-15.4634078913322, -70.1230232053709	4.15410741
A-Viernes41	A-Viernes	41	-15.4643236438989, -70.1228194068893	4.15410741
A-Viernes42	A-Viernes	42	-15.4642291130329, -70.1222390753852	4.15410741
A-Viernes43	A-Viernes	43	-15.4656629354143, -70.1218911791646	4.15410741
A-Viernes44	A-Viernes	44	-15.4667099773184, -70.1216726086855	4.15410741
A-Viernes45	A-Viernes	45	-15.4666413517987, -70.1211581301669	4.15410741
A-Viernes46	A-Viernes	46	-15.4676547088256, -70.1209277883859	4.15410741
A-Viernes47	A-Viernes	47	-15.4683563541543, -70.1208078589467	4.15410741
A-Viernes48	A-Viernes	48	-15.4689802614201, -70.1212325611482	4.15410741
A-Viernes49	A-Viernes	49	-15.4700002827903, -70.1219068013173	4.15410741
A-Viernes50	A-Viernes	50	-15.4709792219461, -70.1225499002987	4.15410741
B-Lunes1	B-Lunes	1	-15.4824905241419, -70.1251965405057	5.16828264
B-Lunes2	B-Lunes	2	-15.4822672258212, -70.1245117705287	5.16828264
B-Lunes3	B-Lunes	3	-15.4820616448262, -70.1237731176593	5.16828264
B-Lunes4	B-Lunes	4	-15.48114401313, -70.1241279373401	5.16828264
B-Lunes5	B-Lunes	5	-15.4808785125895, -70.1231641171727	5.16828264
B-Lunes6	B-Lunes	6	-15.4806904176797, -70.1224165789443	5.16828264
B-Lunes7	B-Lunes	7	-15.4804739636789, -70.1221006134812	5.16828264
B-Lunes8	B-Lunes	8	-15.4799688656241, -70.121944984655	5.16828264
B-Lunes9	B-Lunes	9	-15.4794245879687, -70.1217756576965	5.16828264
B-Lunes10	B-Lunes	10	-15.4796594998404, -70.1210304038257	5.16828264
B-Lunes11	B-Lunes	11	-15.4801056940761, -70.1198995272118	5.16828264
B-Lunes12	B-Lunes	12	-15.4796281725937, -70.1194652351392	5.16828264
B-Lunes13	B-Lunes	13	-15.4789297113356, -70.1187374439518	5.16828264
B-Lunes14	B-Lunes	14	-15.4787256722561, -70.1185519645384	5.16828264
B-Lunes15	B-Lunes	15	-15.4782828961468, -70.1190082904912	5.16828264
B-Lunes16	B-Lunes	16	-15.4779670174709, -70.1193798496803	5.16828264
B-Lunes17	B-Lunes	17	-15.4776184802421, -70.1197422371579	5.16828264
B-Lunes18	B-Lunes	18	-15.4772413137346, -70.1201584387907	5.16828264
B-Lunes19	B-Lunes	19	-15.476912444806, -70.1205119346749	5.16828264
B-Lunes20	B-Lunes	20	-15.4765506237742, -70.1209124727661	5.16828264
B-Lunes21	B-Lunes	21	-15.4761281277637, -70.1212384868385	5.16828264
B-Lunes22	B-Lunes	22	-15.4757664878516, -70.1216030438145	5.16828264
B-Lunes23	B-Lunes	23	-15.4752561156279, -70.1224862133223	5.16828264
B-Lunes24	B-Lunes	24	-15.4747940619756, -70.1233021734832	5.16828264
B-Lunes25	B-Lunes	25	-15.4743614150849, -70.1230502603667	5.16828264
B-Lunes26	B-Lunes	26	-15.4739136627913, -70.1227645342564	5.16828264
B-Lunes27	B-Lunes	27	-15.4731962252706, -70.1223424443013	5.16828264
B-Lunes28	B-Lunes	28	-15.4726441498109, -70.1219887037846	5.16828264
B-Lunes29	B-Lunes	29	-15.4717049089967, -70.1214440109374	5.16828264
B-Lunes30	B-Lunes	30	-15.4706527122382, -70.1208132804855	5.16828264
B-Lunes31	B-Lunes	31	-15.4701701881134, -70.1205048864503	5.16828264
B-Lunes32	B-Lunes	32	-15.4696353359699, -70.1201962218021	5.16828264
B-Lunes33	B-Lunes	33	-15.4691526287791, -70.1199238173549	5.16828264

B-Lunes34	B-Lunes	34	-15.4683890152842, -70.1200051459162	5.16828264
B-Lunes35	B-Lunes	35	-15.4677953087926, -70.1201233748954	5.16828264
B-Lunes36	B-Lunes	36	-15.4673805324585, -70.1202155727264	5.16828264
B-Lunes37	B-Lunes	37	-15.4669787764744, -70.1203213366062	5.16828264
B-Lunes38	B-Lunes	38	-15.4665028816309, -70.1204267014212	5.16828264
B-Lunes39	B-Lunes	39	-15.4659789251712, -70.1205497961689	5.16828264
B-Lunes40	B-Lunes	40	-15.4654811141243, -70.1206775328682	5.16828264
B-Lunes41	B-Lunes	41	-15.4649311258332, -70.1207735034281	5.16828264
B-Lunes42	B-Lunes	42	-15.464494455935, -70.1208835700055	5.16828264
B-Lunes43	B-Lunes	43	-15.4640097699011, -70.1210023721977	5.16828264
B-Lunes44	B-Lunes	44	-15.4633505103823, -70.1211472269091	5.16828264
B-Lunes45	B-Lunes	45	-15.463088345446, -70.1212447442554	5.16828264
B-Lunes46	B-Lunes	46	-15.4623461105046, -70.1214116229188	5.16828264
B-Lunes47	B-Lunes	47	-15.4615908868728, -70.121560451553	5.16828264
B-Lunes48	B-Lunes	48	-15.4608574427682, -70.121713888945	5.16828264
B-Lunes49	B-Lunes	49	-15.4598971569652, -70.1218795910425	5.16828264
B-Lunes50	B-Lunes	50	-15.4600345191133, -70.1212455762189	5.16828264
B-Lunes51	B-Lunes	51	-15.4600919496722, -70.1206748633962	5.16828264
B-Lunes52	B-Lunes	52	-15.4594425541878, -70.1204940057786	5.16828264
B-Lunes53	B-Lunes	53	-15.4589271887591, -70.1203571346896	5.16828264
B-Lunes54	B-Lunes	54	-15.4587606608478, -70.1192704231605	5.16828264
B-Lunes55	B-Lunes	55	-15.4591589698119, -70.1193244761495	5.16828264
B-Lunes56	B-Lunes	56	-15.459657615914, -70.1194482811904	5.16828264
B-Lunes57	B-Lunes	57	-15.4602694964741, -70.1195813444504	5.16828264
B-Lunes58	B-Lunes	58	-15.4604492011209, -70.1188901495931	5.16828264
B-Lunes59	B-Lunes	59	-15.4607975026664, -70.1188747207138	5.16828264
B-Lunes60	B-Lunes	60	-15.4612634604885, -70.1188253073793	5.16828264
B-Lunes61	B-Lunes	61	-15.4617462167452, -70.118771659385	5.16828264
B-Lunes62	B-Lunes	62	-15.462233198013, -70.1187137092015	5.16828264
B-Lunes63	B-Lunes	63	-15.4626571961744, -70.1186640701519	5.16828264
B-Lunes64	B-Lunes	64	-15.4630685026411, -70.1186359957347	5.16828264
B-Lunes65	B-Lunes	65	-15.4635301788478, -70.1186038669235	5.16828264
B-Lunes66	B-Lunes	66	-15.4642102326658, -70.1185296535855	5.16828264
B-Lunes67	B-Lunes	67	-15.4647266603003, -70.1184545522914	5.16828264
B-Lunes68	B-Lunes	68	-15.4652135759607, -70.1184095749552	5.16828264
B-Lunes69	B-Lunes	69	-15.466233564697, -70.1183155521848	5.16828264
B-Lunes70	B-Lunes	70	-15.4667077795982, -70.1182921395549	5.16828264
B-Lunes71	B-Lunes	71	-15.4671360463151, -70.1182295477256	5.16828264
B-Lunes72	B-Lunes	72	-15.467551677855, -70.1181755375019	5.16828264
B-Lunes73	B-Lunes	73	-15.4680932355969, -70.1181092285446	5.16828264
B-Lunes74	B-Lunes	74	-15.4681417924479, -70.1184642364239	5.16828264
B-Lunes75	B-Lunes	75	-15.4681875632741, -70.118955498654	5.16828264
B-Lunes76	B-Lunes	76	-15.4682208726997, -70.1194207358107	5.16828264
B-Lunes77	B-Lunes	77	-15.4683294513793, -70.1199361318096	5.16828264
B-Martes1	B-Martes	1	-15.4839370679162, -70.1238701672424	6.43859015

B-Martes2	B-Martes	2	-15.4834660521785, -70.1240629535452	6.43859015
B-Martes3	B-Martes	3	-15.4828685029487, -70.1243056985335	6.43859015
B-Martes4	B-Martes	4	-15.4822711282924, -70.1245122670037	6.43859015
B-Martes5	B-Martes	5	-15.4814064463972, -70.1248620753056	6.43859015
B-Martes6	B-Martes	6	-15.4807422696768, -70.1251008391413	6.43859015
B-Martes7	B-Martes	7	-15.4800462617912, -70.1253900625288	6.43859015
B-Martes8	B-Martes	8	-15.4797294547358, -70.1249181212241	6.43859015
B-Martes9	B-Martes	9	-15.4795656475234, -70.1247110596649	6.43859015
B-Martes10	B-Martes	10	-15.4794370771744, -70.1244716297406	6.43859015
B-Martes11	B-Martes	11	-15.479033764387, -70.1237641151851	6.43859015
B-Martes12	B-Martes	12	-15.4783681366736, -70.122906878795	6.43859015
B-Martes13	B-Martes	13	-15.4779813180675, -70.1224056252097	6.43859015
B-Martes14	B-Martes	14	-15.4778137352954, -70.1222491888204	6.43859015
B-Martes15	B-Martes	15	-15.4772659519127, -70.1216711125253	6.43859015
B-Martes16	B-Martes	16	-15.4770670238917, -70.1214710999236	6.43859015
B-Martes17	B-Martes	17	-15.4768473091854, -70.12121853514	6.43859015
B-Martes18	B-Martes	18	-15.4765400981606, -70.1209275069686	6.43859015
B-Martes19	B-Martes	19	-15.4758355040322, -70.1201424303506	6.43859015
B-Martes20	B-Martes	20	-15.4751237461431, -70.1193862437335	6.43859015
B-Martes21	B-Martes	21	-15.474823409427, -70.1191241994576	6.43859015
B-Martes22	B-Martes	22	-15.4740838367988, -70.1183172389438	6.43859015
B-Martes23	B-Martes	23	-15.473525748343, -70.1176921130499	6.43859015
B-Martes24	B-Martes	24	-15.4732322411307, -70.1174662752634	6.43859015
B-Martes25	B-Martes	25	-15.472659537378, -70.1169568233084	6.43859015
B-Martes26	B-Martes	26	-15.4721844587624, -70.1165636354425	6.43859015
B-Martes27	B-Martes	27	-15.4716747814702, -70.116076225404	6.43859015
B-Martes28	B-Martes	28	-15.4711929872261, -70.1156251321401	6.43859015
B-Martes29	B-Martes	29	-15.4709626431772, -70.1153924051568	6.43859015
B-Martes30	B-Martes	30	-15.4707323442584, -70.1151524552644	6.43859015
B-Martes31	B-Martes	31	-15.4702576259513, -70.1146869381342	6.43859015
B-Martes32	B-Martes	32	-15.4698039222541, -70.1142287685108	6.43859015
B-Martes33	B-Martes	33	-15.4694478545883, -70.1138868687393	6.43859015
B-Martes34	B-Martes	34	-15.4690429586076, -70.1134868363336	6.43859015
B-Martes35	B-Martes	35	-15.4683937312832, -70.1128467765646	6.43859015
B-Martes36	B-Martes	36	-15.4680027255461, -70.1124757633236	6.43859015
B-Martes37	B-Martes	37	-15.4675280460415, -70.1120030257962	6.43859015
B-Martes38	B-Martes	38	-15.4673602913124, -70.1118791527903	6.43859015
B-Martes39	B-Martes	39	-15.4667181817994, -70.1112174426669	6.43859015
B-Martes40	B-Martes	40	-15.4661954775355, -70.1105274417402	6.43859015
B-Martes41	B-Martes	41	-15.4665055332401, -70.1102542087606	6.43859015
B-Martes42	B-Martes	42	-15.4666895292672, -70.1099368968827	6.43859015
B-Martes43	B-Martes	43	-15.4658375582811, -70.1095019394627	6.43859015
B-Martes44	B-Martes	44	-15.4646751558329, -70.1088917278233	6.43859015
B-Martes45	B-Martes	45	-15.4636463222075, -70.1084015928568	6.43859015
B-Martes46	B-Martes	46	-15.4628836358314, -70.1079996800617	6.43859015

B-Martes47	B-Martes	47	-15.4626429487606, -70.1084324196403	6.43859015
B-Martes48	B-Martes	48	-15.4617750645533, -70.1080227169378	6.43859015
B-Martes49	B-Martes	49	-15.4615490576125, -70.1083253347165	6.43859015
B-Martes50	B-Martes	50	-15.46078684081, -70.1078293953887	6.43859015
B-Martes51	B-Martes	51	-15.460346389811, -70.1075232366545	6.43859015
B-Martes52	B-Martes	52	-15.4598639603627, -70.1071951583778	6.43859015
B-Martes53	B-Martes	53	-15.4588291813997, -70.1064880072035	6.43859015
B-Martes54	B-Martes	54	-15.460649023596, -70.1059262040245	6.43859015
B-Martes55	B-Martes	55	-15.4614689131783, -70.1061113997013	6.43859015
B-Martes56	B-Martes	56	-15.4623855861316, -70.1065864567981	6.43859015
B-Martes57	B-Martes	57	-15.4633093353452, -70.1070470903894	6.43859015
B-Martes58	B-Martes	58	-15.4640507454303, -70.1074959006858	6.43859015
B-Martes59	B-Martes	59	-15.4650899219099, -70.1080222607582	6.43859015
B-Martes60	B-Martes	60	-15.4662445986593, -70.1085998801568	6.43859015
B-Martes61	B-Martes	61	-15.4671508062722, -70.1090604387596	6.43859015
B-Martes62	B-Martes	62	-15.4679378950464, -70.1094914262205	6.43859015
B-Martes63	B-Martes	63	-15.4683158378537, -70.1096706735387	6.43859015
B-Martes64	B-Martes	64	-15.4688701775327, -70.1099973376272	6.43859015
B-Martes65	B-Martes	65	-15.4693597151512, -70.1103073932879	6.43859015
B-Martes66	B-Martes	66	-15.4698476414632, -70.1105889573973	6.43859015
B-Martes67	B-Martes	67	-15.4701897402128, -70.1109199285896	6.43859015
B-Martes68	B-Martes	68	-15.4707825222774, -70.1116247843689	6.43859015
B-Martes69	B-Martes	69	-15.4711803981687, -70.1120247794697	6.43859015
B-Martes70	B-Martes	70	-15.4715276097946, -70.1123865321286	6.43859015
B-Martes71	B-Martes	71	-15.4719780554601, -70.1127958523122	6.43859015
B-Martes72	B-Martes	72	-15.4724666973443, -70.1132831430999	6.43859015
B-Martes73	B-Martes	73	-15.4729238188725, -70.113759418007	6.43859015
B-Martes74	B-Martes	74	-15.4739035168493, -70.1147111034441	6.43859015
B-Martes75	B-Martes	75	-15.4751466098345, -70.1159135754485	6.43859015
B-Martes76	B-Martes	76	-15.4759658292455, -70.1167077888588	6.43859015
B-Martes77	B-Martes	77	-15.4768025887577, -70.1175722348728	6.43859015
B-Martes78	B-Martes	78	-15.4775290418896, -70.1183069133339	6.43859015
B-Martes79	B-Martes	79	-15.4782522298671, -70.1189788384768	6.43859015
B-Miércoles1	B-Miércoles	1	-15.4801081849673, -70.1263631445769	7.50681514
B-Miércoles2	B-Miércoles	2	-15.4798489946088, -70.1259520548837	7.50681514
B-Miércoles3	B-Miércoles	3	-15.4794334127918, -70.1253260586587	7.50681514
B-Miércoles4	B-Miércoles	4	-15.4792061639684, -70.1249668209514	7.50681514
B-Miércoles5	B-Miércoles	5	-15.478825773993, -70.1244591182045	7.50681514
B-Miércoles6	B-Miércoles	6	-15.4785771217072, -70.1240850021087	7.50681514
B-Miércoles7	B-Miércoles	7	-15.478192616326, -70.1243855749742	7.50681514
B-Miércoles8	B-Miércoles	8	-15.4775488784024, -70.1235793426696	7.50681514
B-Miércoles9	B-Miércoles	9	-15.4771024892942, -70.1230251602322	7.50681514
B-Miércoles10	B-Miércoles	10	-15.4767142275741, -70.1233626245306	7.50681514
B-Miércoles11	B-Miércoles	11	-15.4761647267018, -70.1230274842213	7.50681514
B-Miércoles12	B-Miércoles	12	-15.4757079832292, -70.1227519041675	7.50681514

B-Miércoles13	B-Miércoles	13	-15.4752583982832, -70.1224763639629	7.50681514
B-Miércoles14	B-Miércoles	14	-15.4748158222453, -70.1222303824563	7.50681514
B-Miércoles15	B-Miércoles	15	-15.4744409031612, -70.1219846041851	7.50681514
B-Miércoles16	B-Miércoles	16	-15.4742290280077, -70.1221903181335	7.50681514
B-Miércoles17	B-Miércoles	17	-15.4729802612583, -70.1214085335031	7.50681514
B-Miércoles18	B-Miércoles	18	-15.4732839291724, -70.1208122664668	7.50681514
B-Miércoles19	B-Miércoles	19	-15.4723562753068, -70.1202315299433	7.50681514
B-Miércoles20	B-Miércoles	20	-15.4713285804683, -70.1196133409884	7.50681514
B-Miércoles21	B-Miércoles	21	-15.4703434642817, -70.1190692081353	7.50681514
B-Miércoles22	B-Miércoles	22	-15.4699795858566, -70.1188310449787	7.50681514
B-Miércoles23	B-Miércoles	23	-15.4696163408086, -70.1184674094395	7.50681514
B-Miércoles24	B-Miércoles	24	-15.4693174423413, -70.1181188847008	7.50681514
B-Miércoles25	B-Miércoles	25	-15.4690064319228, -70.1183967826376	7.50681514
B-Miércoles26	B-Miércoles	26	-15.4681363005815, -70.1184723812239	7.50681514
B-Miércoles27	B-Miércoles	27	-15.4680987708742, -70.1181068069006	7.50681514
B-Miércoles28	B-Miércoles	28	-15.4681336252821, -70.1184705213543	7.50681514
B-Miércoles29	B-Miércoles	29	-15.4680961142034, -70.1181012561245	7.50681514
B-Miércoles30	B-Miércoles	30	-15.4680528119386, -70.1174625440659	7.50681514
B-Miércoles31	B-Miércoles	31	-15.4679703008784, -70.1167904028573	7.50681514
B-Miércoles32	B-Miércoles	32	-15.4674223576521, -70.1168538941294	7.50681514
B-Miércoles33	B-Miércoles	33	-15.4670033138855, -70.1169070125587	7.50681514
B-Miércoles34	B-Miércoles	34	-15.4665664747774, -70.1169415711799	7.50681514
B-Miércoles35	B-Miércoles	35	-15.4661081028129, -70.1169870965325	7.50681514
B-Miércoles36	B-Miércoles	36	-15.4654992799292, -70.1170576426009	7.50681514
B-Miércoles37	B-Miércoles	37	-15.4650623849416, -70.1171032734539	7.50681514
B-Miércoles38	B-Miércoles	38	-15.464156463452, -70.1171759171132	7.50681514
B-Miércoles39	B-Miércoles	39	-15.4640820023152, -70.1163266852043	7.50681514
B-Miércoles40	B-Miércoles	40	-15.4633227842771, -70.1164112002615	7.50681514
B-Miércoles41	B-Miércoles	41	-15.4632832510446, -70.1157319229146	7.50681514
B-Miércoles42	B-Miércoles	42	-15.4628178130561, -70.1157589489826	7.50681514
B-Miércoles43	B-Miércoles	43	-15.4623845625952, -70.1157916930262	7.50681514
B-Miércoles44	B-Miércoles	44	-15.4619439951843, -70.1158557611911	7.50681514
B-Miércoles45	B-Miércoles	45	-15.460977193984, -70.1159354659821	7.50681514
B-Miércoles46	B-Miércoles	46	-15.4611095398805, -70.1152423617999	7.50681514
B-Miércoles47	B-Miércoles	47	-15.4611829036544, -70.1148884660095	7.50681514
B-Miércoles48	B-Miércoles	48	-15.460890154633, -70.1147392738509	7.50681514
B-Miércoles49	B-Miércoles	49	-15.4601160090771, -70.1142332212134	7.50681514
B-Miércoles50	B-Miércoles	50	-15.4592492215744, -70.113641806349	7.50681514
B-Miércoles51	B-Miércoles	51	-15.4594874345774, -70.113248193898	7.50681514
B-Miércoles52	B-Miércoles	52	-15.4597256564312, -70.1128508896991	7.50681514
B-Miércoles53	B-Miércoles	53	-15.4593119989644, -70.112546058527	7.50681514
B-Miércoles54	B-Miércoles	54	-15.4582810671644, -70.1118541338565	7.50681514
B-Miércoles55	B-Miércoles	55	-15.45733486399, -70.111217088932	7.50681514
B-Miércoles56	B-Miércoles	56	-15.4575873120673, -70.1108392387841	7.50681514
B-Miércoles57	B-Miércoles	57	-15.4578399215252, -70.1104272576299	7.50681514

B-Miércoles58	B-Miércoles	58	-15.4581355583267, -70.1100007318669	7.50681514
B-Miércoles59	B-Miércoles	59	-15.4590490107818, -70.1105665506583	7.50681514
B-Miércoles60	B-Miércoles	60	-15.4601157003373, -70.1112651310333	7.50681514
B-Miércoles61	B-Miércoles	61	-15.4605507625831, -70.1115848387581	7.50681514
B-Miércoles62	B-Miércoles	62	-15.4613709111269, -70.1121981460035	7.50681514
B-Miércoles63	B-Miércoles	63	-15.4618984366999, -70.1126364510056	7.50681514
B-Miércoles64	B-Miércoles	64	-15.4614628785885, -70.1131286502981	7.50681514
B-Miércoles65	B-Miércoles	65	-15.4613769983751, -70.1138367786456	7.50681514
B-Miércoles66	B-Miércoles	66	-15.4621576279059, -70.1137671418215	7.50681514
B-Miércoles67	B-Miércoles	67	-15.4631854107442, -70.1136582253186	7.50681514
B-Miércoles68	B-Miércoles	68	-15.4632516760007, -70.1143616270336	7.50681514
B-Miércoles69	B-Miércoles	69	-15.4644585641498, -70.1142241527562	7.50681514
B-Miércoles70	B-Miércoles	70	-15.4645124197556, -70.1149035106	7.50681514
B-Miércoles71	B-Miércoles	71	-15.4640576583137, -70.1156539551631	7.50681514
B-Miércoles72	B-Miércoles	72	-15.4645912278039, -70.1156014476924	7.50681514
B-Miércoles73	B-Miércoles	73	-15.4651498536993, -70.1155490835188	7.50681514
B-Miércoles74	B-Miércoles	74	-15.466058610975, -70.1154446085417	7.50681514
B-Miércoles75	B-Miércoles	75	-15.4663756328606, -70.1150366532067	7.50681514
B-Miércoles76	B-Miércoles	76	-15.4667173110647, -70.1147100116803	7.50681514
B-Miércoles77	B-Miércoles	77	-15.4669873060195, -70.1144014499543	7.50681514
B-Miércoles78	B-Miércoles	78	-15.4672643668094, -70.1141113708948	7.50681514
B-Miércoles79	B-Miércoles	79	-15.4676278828925, -70.1137110323884	7.50681514
B-Miércoles80	B-Miércoles	80	-15.4679840167068, -70.1133549452036	7.50681514
B-Miércoles81	B-Miércoles	81	-15.4684125098315, -70.1128442297853	7.50681514
B-Miércoles82	B-Miércoles	82	-15.4688948240916, -70.1123079717453	7.50681514
B-Miércoles83	B-Miércoles	83	-15.4692258808866, -70.1119554371726	7.50681514
B-Miércoles84	B-Miércoles	84	-15.4695425912218, -70.1116101976854	7.50681514
B-Miércoles85	B-Miércoles	85	-15.469884348491, -70.1112651000949	7.50681514
B-Miércoles86	B-Miércoles	86	-15.4702442619898, -70.1108684234119	7.50681514
B-Miércoles87	B-Miércoles	87	-15.4710366446033, -70.1113081586582	7.50681514
B-Miércoles88	B-Miércoles	88	-15.4715504913311, -70.1116209138634	7.50681514
B-Miércoles89	B-Miércoles	89	-15.4724598185965, -70.1122937904795	7.50681514
B-Miércoles90	B-Miércoles	90	-15.473407061618, -70.1132547544522	7.50681514
B-Miércoles91	B-Miércoles	91	-15.4743694938409, -70.1142213451706	7.50681514
B-Miércoles92	B-Miércoles	92	-15.4739124818209, -70.1147079263666	7.50681514
B-Miércoles93	B-Miércoles	93	-15.4734518986552, -70.1151926407476	7.50681514
B-Miércoles94	B-Miércoles	94	-15.4730199133495, -70.115684879078	7.50681514
B-Miércoles95	B-Miércoles	95	-15.472170732517, -70.1165734886334	7.50681514
B-Miércoles96	B-Miércoles	96	-15.4718251644705, -70.1169628530059	7.50681514
B-Miércoles97	B-Miércoles	97	-15.4714292967386, -70.1173888476207	7.50681514
B-Miércoles98	B-Miércoles	98	-15.4709690809509, -70.117799740333	7.50681514
B-Miércoles99	B-Miércoles	99	-15.4706722583128, -70.1180587956368	7.50681514
B-Miércoles100	B-Miércoles	100	-15.4703989396601, -70.1183156834818	7.50681514
B-Miércoles101	B-Miércoles	101	-15.4700134629308, -70.118811848964	7.50681514
B-Miércoles102	B-Miércoles	102	-15.4694056554624, -70.1193880206073	7.50681514

B-Miércoles103	B-Miércoles	103	-15.469149337294, -70.1198221472536	7.50681514
B-Jueves1	B-Jueves	1	-15.4843260329527, -70.1246134068212	5.24883181
B-Jueves2	B-Jueves	2	-15.4837450110672, -70.1248464808297	5.24883181
B-Jueves3	B-Jueves	3	-15.4831281656677, -70.1250867518248	5.24883181
B-Jueves4	B-Jueves	4	-15.4825401345962, -70.1252902553954	5.24883181
B-Jueves5	B-Jueves	5	-15.4815573171724, -70.1257057057199	5.24883181
B-Jueves6	B-Jueves	6	-15.48111177977, -70.1260428521914	5.24883181
B-Jueves7	B-Jueves	7	-15.4808853958118, -70.1255138374879	5.24883181
B-Jueves8	B-Jueves	8	-15.4807371587425, -70.125103346903	5.24883181
B-Jueves9	B-Jueves	9	-15.4804597790302, -70.1243968984381	5.24883181
B-Jueves10	B-Jueves	10	-15.4801067773698, -70.123427985624	5.24883181
B-Jueves11	B-Jueves	11	-15.4799530358993, -70.1230433066645	5.24883181
B-Jueves12	B-Jueves	12	-15.4796256229678, -70.1226724564026	5.24883181
B-Jueves13	B-Jueves	13	-15.4792697322216, -70.1222719241254	5.24883181
B-Jueves14	B-Jueves	14	-15.4786501829611, -70.1216337637993	5.24883181
B-Jueves15	B-Jueves	15	-15.4779594343398, -70.1209177183665	5.24883181
B-Jueves16	B-Jueves	16	-15.4775695999261, -70.1205059360668	5.24883181
B-Jueves17	B-Jueves	17	-15.4772402803215, -70.1201572308034	5.24883181
B-Jueves18	B-Jueves	18	-15.4765300160234, -70.1194078697773	5.24883181
B-Jueves19	B-Jueves	19	-15.4758056826244, -70.118608607792	5.24883181
B-Jueves20	B-Jueves	20	-15.4751895702503, -70.1179963161316	5.24883181
B-Jueves21	B-Jueves	21	-15.4752262782763, -70.1178156661102	5.24883181
B-Jueves22	B-Jueves	22	-15.4742465347669, -70.1169135573118	5.24883181
B-Jueves23	B-Jueves	23	-15.4738441263451, -70.1165091046789	5.24883181
B-Jueves24	B-Jueves	24	-15.4734309137341, -70.1161156690348	5.24883181
B-Jueves25	B-Jueves	25	-15.4730178394835, -70.1156964073192	5.24883181
B-Jueves26	B-Jueves	26	-15.4725262571146, -70.1152287426286	5.24883181
B-Jueves27	B-Jueves	27	-15.4720313075226, -70.1147204602087	5.24883181
B-Jueves28	B-Jueves	28	-15.4715539850162, -70.114263949591	5.24883181
B-Jueves29	B-Jueves	29	-15.4710839317856, -70.1137853335431	5.24883181
B-Jueves30	B-Jueves	30	-15.4706352058967, -70.1133363621547	5.24883181
B-Jueves31	B-Jueves	31	-15.4702933355722, -70.1129912945639	5.24883181
B-Jueves32	B-Jueves	32	-15.4698622643089, -70.1125903952162	5.24883181
B-Jueves33	B-Jueves	33	-15.4692247853105, -70.1119521970056	5.24883181
B-Jueves34	B-Jueves	34	-15.468822060942, -70.1116068186309	5.24883181
B-Jueves35	B-Jueves	35	-15.4686155793036, -70.1113842737622	5.24883181
B-Jueves36	B-Jueves	36	-15.4683129688134, -70.1110615776075	5.24883181
B-Jueves37	B-Jueves	37	-15.4680496217142, -70.1107575375107	5.24883181
B-Jueves38	B-Jueves	38	-15.4677930536254, -70.1105310362921	5.24883181
B-Jueves39	B-Jueves	39	-15.4673016894954, -70.110019114108	5.24883181
B-Jueves40	B-Jueves	40	-15.4677391942929, -70.109851667927	5.24883181
B-Jueves41	B-Jueves	41	-15.4684060278432, -70.1096337869921	5.24883181
B-Jueves42	B-Jueves	42	-15.4689485230121, -70.1099430047462	5.24883181
B-Jueves43	B-Jueves	43	-15.4693944356821, -70.110240626943	5.24883181
B-Jueves44	B-Jueves	44	-15.469904917792, -70.1105090849425	5.24883181

B-Jueves45	B-Jueves	45	-15.4703007440442, -70.1108027516422	5.24883181
B-Jueves46	B-Jueves	46	-15.4710752292961, -70.1112423912916	5.24883181
B-Jueves47	B-Jueves	47	-15.4716105255016, -70.1115589612848	5.24883181
B-Jueves48	B-Jueves	48	-15.4725126845067, -70.1122354813465	5.24883181
B-Jueves49	B-Jueves	49	-15.473467068214, -70.1132001746148	5.24883181
B-Jueves50	B-Jueves	50	-15.4744340681534, -70.1141464886308	5.24883181
B-Jueves51	B-Jueves	51	-15.4756699398873, -70.1153636773409	5.24883181
B-Jueves52	B-Jueves	52	-15.4763733484474, -70.1160557817334	5.24883181
B-Jueves53	B-Jueves	53	-15.4773062076873, -70.117027774477	5.24883181
B-Jueves54	B-Jueves	54	-15.4780757565358, -70.1177331579104	5.24883181
B-Jueves55	B-Jueves	55	-15.4787878252003, -70.1184825292234	5.24883181
B-Jueves56	B-Jueves	56	-15.4789944757927, -70.1186681904484	5.24883181
B-Jueves57	B-Jueves	57	-15.4797138774093, -70.1193806955621	5.24883181
B-Jueves58	B-Jueves	58	-15.4801553452103, -70.1198481172232	5.24883181
B-Jueves59	B-Jueves	59	-15.4806041485929, -70.1202786773668	5.24883181
B-Jueves60	B-Jueves	60	-15.4812877867367, -70.1209836185132	5.24883181
B-Jueves61	B-Jueves	61	-15.4826801580463, -70.1223862768777	5.24883181
B-Jueves62	B-Jueves	62	-15.483428106629, -70.1231137360925	5.24883181
B-Jueves63	B-Jueves	63	-15.4840992436272, -70.123811246104	5.24883181
B-Jueves64	B-Jueves	64	-15.4843320961919, -70.1244768710948	5.24883181
B-Viernes1	B-Viernes	1	-15.4804707381039, -70.1267549311969	3.67910983
B-Viernes2	B-Viernes	2	-15.4800955846318, -70.1265459872842	3.67910983
B-Viernes3	B-Viernes	3	-15.4796706587338, -70.126259194228	3.67910983
B-Viernes4	B-Viernes	4	-15.4790704951261, -70.1259067839748	3.67910983
B-Viernes5	B-Viernes	5	-15.4782205003281, -70.1253590515268	3.67910983
B-Viernes6	B-Viernes	6	-15.4775390922289, -70.1249544844888	3.67910983
B-Viernes7	B-Viernes	7	-15.4768325577883, -70.1245562533421	3.67910983
B-Viernes8	B-Viernes	8	-15.47608883753, -70.1240737667732	3.67910983
B-Viernes9	B-Viernes	9	-15.4756950254549, -70.1238324063399	3.67910983
B-Viernes10	B-Viernes	10	-15.4752574176656, -70.1235714041149	3.67910983
B-Viernes11	B-Viernes	11	-15.4747885692831, -70.1232908467742	3.67910983
B-Viernes12	B-Viernes	12	-15.4743319206731, -70.1230750163307	3.67910983
B-Viernes13	B-Viernes	13	-15.4738880803763, -70.1228075245063	3.67910983
B-Viernes14	B-Viernes	14	-15.4731629034568, -70.1223768734046	3.67910983
B-Viernes15	B-Viernes	15	-15.4726253287439, -70.1220442296814	3.67910983
B-Viernes16	B-Viernes	16	-15.4730110611067, -70.1214062013445	3.67910983
B-Viernes17	B-Viernes	17	-15.4733087003719, -70.1208258872214	3.67910983
B-Viernes18	B-Viernes	18	-15.4735996251915, -70.1203360512477	3.67910983
B-Viernes19	B-Viernes	19	-15.4728637601392, -70.1195368107998	3.67910983
B-Viernes20	B-Viernes	20	-15.4720023197789, -70.1187692263503	3.67910983
B-Viernes21	B-Viernes	21	-15.4709600244834, -70.1178067103394	3.67910983
B-Viernes22	B-Viernes	22	-15.4700429610163, -70.116877200171	3.67910983
B-Viernes23	B-Viernes	23	-15.4695625339754, -70.1164026371793	3.67910983
B-Viernes24	B-Viernes	24	-15.4690694708008, -70.1159473959291	3.67910983
B-Viernes25	B-Viernes	25	-15.4686828656165, -70.1155186013865	3.67910983

B-Viernes26	B-Viernes	26	-15.4682895957602, -70.1151673493812	3.67910983
B-Viernes27	B-Viernes	27	-15.4678903864987, -70.1147514183127	3.67910983
B-Viernes28	B-Viernes	28	-15.4672477049223, -70.1141208168753	3.67910983
B-Viernes29	B-Viernes	29	-15.4662383309314, -70.1131536663089	3.67910983
B-Viernes30	B-Viernes	30	-15.4657331032578, -70.1126207994504	3.67910983
B-Viernes31	B-Viernes	31	-15.4651528919645, -70.1120358055245	3.67910983
B-Viernes32	B-Viernes	32	-15.4645600118261, -70.1114766119485	3.67910983
B-Viernes33	B-Viernes	33	-15.4644432757319, -70.1109975446855	3.67910983
B-Viernes34	B-Viernes	34	-15.4638430823992, -70.1106452055748	3.67910983
B-Viernes35	B-Viernes	35	-15.4628234885451, -70.1101483935691	3.67910983
B-Viernes36	B-Viernes	36	-15.462066730716, -70.1097564435913	3.67910983
B-Viernes37	B-Viernes	37	-15.4612784300026, -70.1094031111221	3.67910983
B-Viernes38	B-Viernes	38	-15.4611353107763, -70.109182526527	3.67910983
B-Viernes39	B-Viernes	39	-15.4602917095383, -70.1086026228392	3.67910983
B-Viernes40	B-Viernes	40	-15.4593667852233, -70.1079835003074	3.67910983
B-Viernes41	B-Viernes	41	-15.4596008204269, -70.1075774249305	3.67910983
B-Viernes42	B-Viernes	42	-15.4598472953523, -70.1071908104335	3.67910983
B-Viernes43	B-Viernes	43	-15.4603446884142, -70.1064705422006	3.67910983
B-Viernes44	B-Viernes	44	-15.4607049371144, -70.1059035071878	3.67910983
B-Viernes45	B-Viernes	45	-15.4606074179234, -70.1053405015238	3.67910983
B-Viernes46	B-Viernes	46	-15.460559355455, -70.1049199975976	3.67910983

Anexo 4. Registro, base de datos, de longitudes recorridas.

Nro.	Marca temporal	Nombre/Iniciales	Nombre de ruta	Punto N°	Salida Nro.	Coordenadas
1	2/01/2023 06:23	Víctor Manuel	A-Lunes	1	1	-15.4808515933019, -70.1335859351932
2	2/01/2023 06:27	Diana Alexia	B-Lunes	1	1	-15.4802337398344, -70.1337020684867
3	2/01/2023 08:17	Víctor Manuel	A-Lunes	12	1	-15.4795922838664, -70.1338095344293
4	2/01/2023 08:10	Diana Alexia	B-Lunes	10	1	-15.4781401815258, -70.1340406194133
5	2/01/2023 13:11	Claudio Aranda	A-Lunes	12	2	-15.477503559004, -70.1341273891794
6	2/01/2023 13:04	Joseph Ortiz	B-Lunes	10	2	-15.4768358419945, -70.1342810450207
7	2/01/2023 17:56	Claudio Aranda	A-Lunes	42	2	-15.476138898293, -70.1343699179297
8	2/01/2023 17:49	Joseph Ortiz	B-Lunes	40	2	-15.4754311593462, -70.1344892206431
9	3/01/2023 06:20	Víctor Manuel	A-Martes	1	1	-15.4744133405686, -70.1346604753141
10	3/01/2023 06:24	Diana Alexia	B-Martes	1	1	-15.4737552277634, -70.134786748652
11	3/01/2023 08:01	Víctor Manuel	A-Martes	8	1	-15.4730819078608, -70.1348818438951
12	3/01/2023 08:12	Diana Alexia	B-Martes	10	1	-15.4722748321878, -70.1350018141726
13	3/01/2023 13:12	Claudio Aranda	A-Martes	8	2	-15.4712617467152, -70.135171878909
14	3/01/2023 13:03	Joseph Ortiz	B-Martes	10	2	-15.470880731673, -70.1352210108013
15	3/01/2023 17:30	Claudio Aranda	A-Martes	33	2	-15.4703766401287, -70.1352889801408
16	3/01/2023 17:43	Joseph Ortiz	B-Martes	40	2	-15.4699020402808, -70.1353717529179
...
8343	30/12/2026 17:50	Claudio Aranda	A-Miércoles	84	2	-15.4680148364185, -70.1357071336322
8344	30/12/2026 17:42	Joseph Ortiz	B-Miércoles	93	2	-15.4671699728088, -70.1358171437517
8345	31/12/2026 06:18	Víctor Manuel	A-Jueves	1	1	-15.4663177099229, -70.1359880696464
8346	31/12/2026 06:18	Diana Alexia	B-Jueves	1	1	-15.4655127955481, -70.1361482915842
8347	31/12/2026 08:04	Víctor Manuel	A-Jueves	14	1	-15.4646810077975, -70.1362449490432
8348	31/12/2026 08:12	Diana Alexia	B-Jueves	10	1	-15.4639460319128, -70.1363714095974
8349	31/12/2026 13:10	Claudio Aranda	A-Jueves	14	2	-15.4632111873489, -70.1364722575152
8350	31/12/2026 13:06	Joseph Ortiz	B-Jueves	10	2	-15.4624821229513, -70.136598739659
8351	31/12/2026 17:45	Claudio Aranda	A-Jueves	53	2	-15.4619733160661, -70.1366642460064
8352	31/12/2026 17:52	Joseph Ortiz	B-Jueves	34	2	-15.4615553658018, -70.1367680418649

UNW

UW