

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del
Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**PLANTEAMIENTO DE ZONAS Y RUTAS DE EVACUACIÓN FRENTE
A UN ESCENARIO DE RIESGO VOLCÁNICO EN EL DISTRITO DE
MIRAFLORES – AREQUIPA 2022.**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Huanca Alvarez, Christine Alexandra

Vigo Tejada, Blanca Verónica

Para optar el Título Profesional de

Ingeniera Civil

Asesor:

Mg. Tejada Calderón, Juan Carlos

Arequipa-Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA CIVIL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 03 de Mayo del 2023

Dictamen: 006848-C-EPIC-2023

Visto el borrador del expediente 006848, presentado por:

2016201492 - HUANCA ALVAREZ CHRISTINE ALEXANDRA

2015801592 - VIGO TEJADA BLANCA VERONICA

Titulado:

**PLANTEAMIENTO DE ZONAS Y RUTAS DE EVACUACIÓN FRENTE A UN ESCENARIO DE RIESGO
VOLCÁNICO EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES ? AREQUIPA 2022.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29439333 - TICONA BALDARRAGO AGUSTO ISRAEL
DICTAMINADOR**



**41481170 - GAMARRA TUCO RUBEN FRANCISCO
DICTAMINADOR**



**41587204 - GARCIA GODOS PEÑALOZA LUZ MATILDE
DICTAMINADOR**



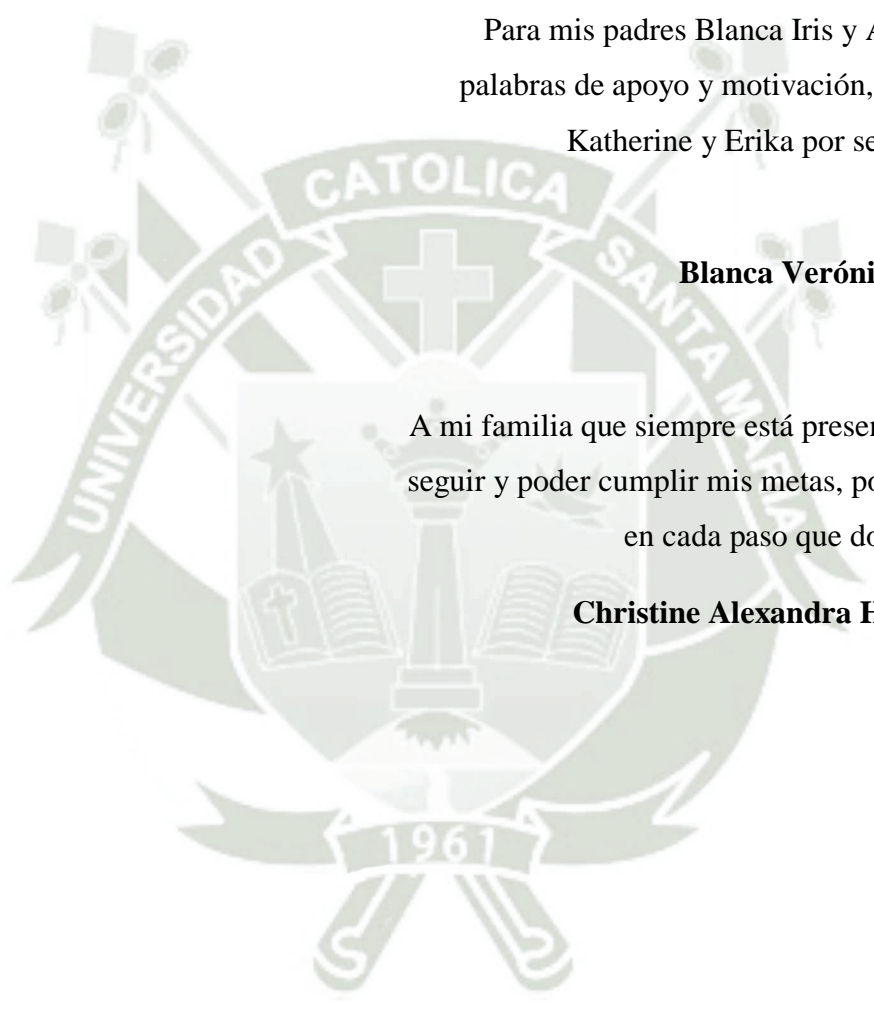
DEDICATORIA

Para mis padres Blanca Iris y Augusto, por sus palabras de apoyo y motivación, a mis hermanas Katherine y Erika por ser mi ejemplo de perseverancia.

Blanca Verónica Vigo Tejada

A mi familia que siempre está presente, me inspira a seguir y poder cumplir mis metas, por acompañarme en cada paso que doy y creer en mí.

Christine Alexandra Huanca Alvarez



AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen por permitirme alcanzar mis objetivos.

A mi familia, por ser el motor de mis días.

A la memoria de mi querida abuela Lucia, y a mis tíos Mateo y Juan, por ser los ángeles que guían mi camino

A Christine, por su sincera amistad, esfuerzo y dedicación.

A la Ing. Verónica Tito y al equipo de INGEMMET, por brindarnos consejo y orientación.

Blanca Verónica Vigo Tejada

A Dios y a la virgen por acompañarme y permitirme continuar.

A mi mamá por ser un símbolo de perseverancia y amor, a mis hermanos por ser quienes me inspiran a crecer cada día más.

A mis tíos y a mis abuelos por estar presentes siempre en mi vida con su incondicional cariño y apoyo.

A mi amiga Verónica por acompañarme en este proceso e involucrarse tanto para lograr esta meta.

A la Ing. Verónica Tito y al equipo de INGEMMET, por brindarnos consejo y orientación.

A todas las personas que me impulsaron a continuar este proceso.

Christine Alexandra Huanca Alvarez

RESUMEN

En Arequipa son pocos los planes de contingencia ante una eventual erupción volcánica, recientemente se viene tomando más importancia en este aspecto, por lo que el primer distrito en plantear rutas de evacuación y lugares de resguardo para su población en un plan de evacuación integro, fue Mariano Melgar en el año 2021. En el caso de Miraflores el panorama es muy distinto, ya que el último simulacro que se hizo fue en el año 2010 donde se consideraron sólo 7 asentamientos humanos con un total de 300 personas, lo que resulta un escenario irreal ya que la población que se encuentra expuesta al riesgo más alto es ampliamente mayor al considerado.

La siguiente investigación tiene como objetivo presentar un modelo de evacuación basado en la elaboración de un mapa de rutas para optimizar el proceso de movilización de los habitantes de uno de los distritos con mayor riesgo frente a una posible erupción por parte del volcán Misti y reducir el riesgo de los ciudadanos antes los posibles escenarios planteando puntos de partida seguros de conglomeración para su posterior traslado. Para lograr este objetivo se recolecto una base de datos de la población, características del distrito y vías, en base a encuestas mediciones y observaciones en campo para la realización de diversas simulaciones con el software PTV Visum que nos permitieron determinar el grado de factibilidad del modelo de evacuación propuesta.

De acuerdo a los resultados del estudio se logró incluir a una gran parte de la población que no contaba con medios propios para salir del distrito en un tiempo oportuno, además de dividir el flujo vehicular total en etapas de evacuación de acuerdo al escenario eruptivo que pueda presentarse para evitar rebasar la capacidad vial existente.

Palabras clave:

Capacidad vial, rutas de evacuación, erupción volcánica.

ABSTRACT

In Arequipa there are few contingency plans for a possible volcanic eruption, recently more importance has been taking on this aspect, so the first district to propose evacuation routes and shelter places for its population in a complete evacuation plan, was Mariano Melgar in the year 2021. In the case of Miraflores the panorama is very different, since the last evacuation drill that was carried out was in the year 2010 where only 7 human settlements with a total of 300 people were considered, which results in an unreal scenario since the population that is exposed to the highest risk is vastly greater than what is considered.

The following research aims to present an evacuation model based on the preparation of a route map to optimize the mobilization process of the inhabitants of one of the districts with the highest risk of a possible eruption by the Misti volcano and reduce the risk of citizens before the possible scenarios proposing safe starting points of conglomeration for their subsequent transfer. To achieve this objective, a database of the population, characteristics of the district and roads was collected, based on surveys, measurements and observations in the field to carry out various simulations with the PTV Visum software that allowed us to determine the degree of feasibility of the proposed evacuation model.

According to the results of the study, it was possible to include a large part of the population that did not have their own means to leave the district in the shortest time, in addition to dividing the total vehicular flow into evacuation stages according to the eruptive scenario that may be presented to avoid exceeding the existing road capacity.

Keywords:

Road capacity, evacuation routes, volcanic eruption.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Arequipa existe un riesgo latente que podría afectar de manera considerable a la población, nos referimos al volcán Misti, considerado uno de los siete volcanes aún activos a nivel nacional, a pesar de esta situación en Arequipa metropolitana no existen planes adecuados de respuesta ante una eventual situación de erupción volcánica. Existe mucha desinformación por parte de la población e ineficiencia de muchas de las autoridades encargadas al no proporcionar y difundir un plan integral de evacuación sabiendo el peligro al que se encuentran expuestos. El distrito de Miraflores es uno de los distritos que se encuentra más expuesto, por su cercanía al volcán y su desordenado crecimiento urbano hacia las partes altas.

Lo que se desea lograr con el presente trabajo es dar una propuesta que incluya al total de la población de Miraflores, que contemple zonas de acopio y rutas de evacuación que aporten orden al proceso y reduzca los posibles impactos negativo en el bienestar de sus habitantes.

Gracias a las diferentes herramientas de modelado y SIG que existen actualmente se ha podido evaluar el distrito en zonas y modelar el volumen vehicular actual de Miraflores para estimar la cantidad de viajes que se harían durante la movilización de los pobladores hacia zonas de menor riesgo en el menor tiempo y sin generar colapso de la infraestructura vial del distrito.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS..	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Formulación del Problema	1
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Justificación de la Investigación	3
1.3. Hipótesis.....	4
1.3.1. Hipótesis General	4
1.3.2. Hipótesis Específicas	4
1.4. Variables	5
1.4.1. Independientes.....	5
1.4.2. Dependientes	5
1.4.3. Operacionalización de Variables.....	5
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Generales.....	7
1.5.2. Específicos	7
1.6. Alcances y Limitaciones	7
CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	10
2.1. Marco Legal	10
2.2. Estado del arte en el Ámbito Local	10

2.3. Estado del arte en el Ámbito Internacional	12
2.4. Antecedentes de la Investigación	15
2.5. Volcanismo	16
2.5.1. Datos generales	16
2.5.2. Tipos de erupciones.....	17
2.5.3. Escenarios eruptivos ante una posible erupción del volcán Misti.....	19
2.5.4. Peligros volcánicos.....	20
2.5.5. Sistema de Monitoreo del volcán Misti	22
2.5.6. Nivel de Alerta	23
2.5.7. Referencia de emisión de alertas volcánicas:	24
2.5.8. Cronología de Actividad del Misti	26
2.6. Ingeniería de Tránsito	27
2.6.1. Conceptos básicos	27
2.6.2. Sistema Vial	30
2.6.3. Capacidad vial.....	31
2.6.4. Modelos de tráfico y simulaciones.....	34
2.7. Gestión de riesgo de desastres.....	36
2.7.1. Conceptos básicos	36
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	38
3.1. Método de Investigación.....	38
3.2. Tipo y Nivel de Investigación.....	38
3.2.1. Tipo de Investigación.....	38
3.2.2. Nivel de Investigación.....	39
3.3. Diseño de la Investigación	39
3.4. Campo de Verificación	39
3.4.1. Ubicación	39
3.4.2. Mapa de Amenazas	40

3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	45
3.4.4. Población, muestra y muestreo	56
3.4.5. Procedimiento	58
CAPÍTULO IV. ZONIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE ACOPIO	63
4.1. Análisis de Densidad Poblacional y Propuesta de zonificación.....	63
4.1.1. Zonificación Propuesta.....	63
4.1.2. Niveles de evacuación.....	69
4.1.3. Etapas de evacuación	73
4.2. Esquema del instrumento de recolección de datos.....	74
4.2.1. Contenido de la encuesta.....	74
4.2.2. Procedimiento de recolección de datos	79
4.3. Determinación de lugares óptimos para la implementación de puntos de acopio..	80
4.3.1. Criterios para la implementación de puntos de acopio	80
4.3.2. Identificación de puntos de acopio.....	81
4.3.3. Validación de puntos de acopio	86
CAPÍTULO V. CAPACIDAD VIAL EN VIAS DE ESTUDIO	93
5.1. Metodología para calcular la capacidad en las vías seleccionadas.....	93
5.2. Estimación de Flujo Vehicular	95
5.3. Determinación de Vías y Puntos de Medición	102
5.3.1. Discernimiento de vías.....	102
5.3.2. Características geométricas de las vías	104
5.3.3. Capacidad vial.....	108
5.4. Propuesta de rutas de transporte compartido.....	112
5.5. Observación y recolección de Velocidades	113
5.5.1. Puntos de toma de velocidad.....	113
5.6. Modelación en Software	115

CAPÍTULO VI.	RESULTADOS	123
6.1.	Resultados de simulación total en simultáneo de transporte privado	123
6.2.	Resultados de simulación total en Etapas de transporte privado	130
6.2.1.	Etapa 1.....	131
6.2.2.	Etapa 2.....	136
6.3.	Resultado de rutas más cortas	140
6.4.	Resultados de desplazamiento de transporte compartido	146
6.4.1.	Rutas de desplazamiento para Etapa 1	146
6.4.2.	Rutas de desplazamiento para Etapa 2	148
6.4.3.	Rutas de desplazamiento hacia albergues	153
6.5.	Resultados de las encuestas	154
CONCLUSIONES	156	
RECOMENDACIONES		158
BIBLIOGRAFÍA	159	
ANEXOS	165	
ANEXO 01:	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS VÍAS	165
ANEXO 02:	REGISTRO DE VELOCIDADES	169
ANEXO 03:	RESULTADOS VISUM PARA ANALISIS EN SIMULTÁNEO	188
ANEXO 04:	RESULTADOS VISUM PARA LA ETAPA 1.....	191
ANEXO 05:	RESULTADOS VISUM PARA LA ETAPA 2.....	195
ANEXO 06:	RUTAS PARA EVACUACION PARA ETAPAS.....	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de escenario de riesgo volcánico en sectores urbanos – Miraflores	2
Figura 2 Imagen satelital del distrito de Miraflores delimitando el alcance de la investigación.	8
Figura 3 Red sísmica permanente del volcán Misti y sede del IGP en Cayma - Arequipa.	23
Figura 4 Gráfico de la cronología de fases de los eventos 2013-2014 volcán Ubinas.....	25
Figura 5 Gráfico de la cronología de fases de los eventos del 2019 volcán Ubinas	25
Figura 6 Gráfico de la cronología de evacuación por actividad volcánica - Volcán de Fuego, Guatemala.....	26
Figura 7 Capacidad ideal para dos carriles.....	33
Figura 8 Plano de ubicación del Distrito de Miraflores en la Provincia de Arequipa.....	40
Figura 9 Mapa de peligros múltiples del Volcán Misti para el distrito de Miraflores - Arequipa	41
Figura 10 Mapa de riesgo volcánico en sectores urbanos para el distrito de Miraflores – Arequipa.	42
Figura 11 Mapa de riesgo por lahares en sectores urbanos para el distrito de Miraflores – Arequipa.	43
Figura 12 Mapa de Peligros por caída de ceniza en un escenario eruptivo de magnitud baja para el distrito de Miraflores - Arequipa.....	44
Figura 13 Mapa de Peligros por caída de ceniza en un escenario eruptivo de magnitud moderado a alto para el distrito de Miraflores - Arequipa.	45
Figura 14 Plano de la clasificación de la red vial del Distrito de Miraflores.	49
Figura 15 Imagen satelital de puntos de salida del distrito de Miraflores.....	60
Figura 16 Diagrama de flujo de procedimiento.....	62
Figura 17 Plano de Zonificación y Compatibilidad de uso del Distrito de Miraflores.	64
Figura 18 Plano de Zonificación del Plan de Operaciones de Emergencia Distrital.	65
Figura 19 Mapa de zonificación final del Distrito de Miraflores.....	66
Figura 20 Imagen satelital del ejemplo de numeración de cuadras para obtener la población por zona.	68
Figura 21 Mapa de Niveles de Evacuación ante una Erupción del Volcán Misti en el distrito de Miraflores.	72
Figura 22 Mapa de Etapas de Evacuación ante una Erupción del Volcán Misti en el distrito de Miraflores.	74

Figura 23 Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 01.	75
Figura 24 Encuesta de preferencia aplicada – Preguntas N° 02 y 03.....	76
Figura 25 Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 04.	76
Figura 26 Encuesta de preferencia aplicada – Preguntas N° 05 y 06.....	77
Figura 27 Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 10.	77
Figura 28 Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 08.	77
Figura 29 Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 09.	78
Figura 30 Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 10.	78
Figura 31 Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 11.	78
Figura 32 Fotografía de la recopilación de información en base a encuestas de manera presencial.....	79
Figura 33 Gráfico de la distribución final de las encuestas obtenidas.	80
Figura 34 Imagen satelital de los puntos de acopio identificados para el distrito de Miraflores en caso de erupción.	84
Figura 35 Delimitación de zona de influencia por Polígono de Thiessen.....	88
Figura 36 Identificación de puntos más lejanos de las zonas de acopio.	89
Figura 37 Relación volumen/capacidad en función del terreno y zonas de no pasar.....	94
Figura 38 Relación volumen capacidad según el terreno y velocidad a flujo libre.....	94
Figura 39 Equivalentes de camiones/ómnibus.	95
Figura 40 Gráfico del total de población involucrada en las encuestas en cada zona.....	96
Figura 41 Gráfico de la disposición de vehículos de hogares encuestados por zona.	97
Figura 42 El Bus Patrón.	99
Figura 43 Imagen satelital de ubicación de puntos de evacuación masiva para la Etapa 1.102	
Figura 44 Imagen satelital de la ubicación de puntos de Medición de la Etapa 1.....	105
Figura 45 Imagen satelital de la ubicación de puntos de Medición de la Etapa 2.....	106
Figura 46 Fotografía de la medición de elementos geométricos de la vía.	107
Figura 47 Fotografía de la medición del ancho de calzada de las vías seleccionadas.	107
Figura 48 Imagen satelital de la ubicación de puntos de velocidad.	113
Figura 49 Vista final del trazado de zonas, nodos y segmentos.	116
Figura 50 Atributos de zonas con cantidad de vehículos y salidas por zona.	117
Figura 51 Adición de conectores hacia puntos de producción y atracción de viajes.	118
Figura 52 Secuencia del procedimiento – Pasos 1 y 2.	119
Figura 53 Matriz OD generada por el programa PTV Visum.....	119
Figura 54 Matriz PrT (C).	120

Figura 55 Asignación de la matriz PrT (C) a la información de demanda OD.....	120
Figura 56 Secuencia de procedimiento correctamente realizada – Paso 3.....	121
Figura 57 Especificación de parámetros deseados como matrices resultantes.	121
Figura 58 Secuencia de procedimiento correctamente realizada – Paso 4.....	122
Figura 59 Resultado de simulación de la cantidad de viajes distribuidos en las vías simultáneamente.....	123
Figura 60 Modificación de atributos para la Etapa 1 de evacuación.....	131
Figura 61 Resultado de simulación de la cantidad de viajes distribuidos en las vías –Etapa 1.	132
Figura 62 Modificación de atributos para la Etapa 2 de evacuación.....	137
Figura 63 Resultado de simulación de la cantidad de viajes distribuidos en las vías –Etapa 2.	138
Figura 64 Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 14 a la Zona 1....	141
Figura 65 Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 14 a la Zona 2....	142
Figura 66 Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 14 a la Zona 3....	142
Figura 67 Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 14 a la Zona 8....	143
Figura 68 Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 13 a la Zona 1....	143
Figura 69 Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 13 a la Zona 2....	144
Figura 70 Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 13 a la Zona 3....	144
Figura 71 Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 13 a la Zona 8....	145
Figura 72 Imagen satelital de las rutas de evacuación de transporte compartido - Etapa 1.	147
Figura 73 Imagen satelital de las rutas de evacuación de transporte compartido - Etapa 2.	149
Figura 74 Imagen satelital de rutas hacia albergues.....	153
Figura 75 Gráfico de las respuestas al conocimiento de acciones frente a una evacuación por erupción volcánica.....	154
Figura 76 Gráfico del resultado de preferencia de medio de difusión.	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	6
Tabla 2 Tipos de Erupciones Volcánicas	18
Tabla 3 Atributos y niveles para la formación de escenarios.....	47
Tabla 4 Atributos y niveles para la formación de escenarios.....	48
Tabla 5 Listado de vías arteriales, colectoras, parte del anillo vial y locales de Miraflores	48
Tabla 6 Características Geométricas de la Av. Tarapacá.....	49
Tabla 7 Características Geométricas de la Av. Pro Hogar.	50
Tabla 8 Características Geométricas de la Av. Francisco Bolognesi.....	50
Tabla 9 Características Geométricas de la Av. San Martín.....	51
Tabla 10 Características Geométricas de la Calle Teniente Rodríguez	51
Tabla 11 Características Geométricas de la Av. Progreso	52
Tabla 12 Características Geométricas de la calle Ricardo Palma	53
Tabla 13 Características Geométricas de la Av. Sepúlveda.....	53
Tabla 14 Características Geométricas de la Av. Sepúlveda.....	54
Tabla 15 Características Geométricas de la Av. Venezuela.....	54
Tabla 16 Distribución de la población por zona.....	66
Tabla 17 Cantidad de habitantes por cuadra para la zona 1	68
Tabla 18 Listado de zonas incluidas en el Nivel 1	70
Tabla 19 Listado de zonas incluidas en el Nivel 2	70
Tabla 20 Listado de zonas incluidas en el Nivel 3	71
Tabla 21 Listado de zonas incluidas en el Nivel 4.....	71
Tabla 22 Población total por Nivel de Evacuación en el distrito de Miraflores	73
Tabla 23 Listado de instituciones Educativas como Puntos de acopio.	81
Tabla 24 Listado de estadios deportivos como Puntos de acopio	82
Tabla 25 Listado de parques y plazas como Puntos de acopio	82
Tabla 26 Listado de losas deportivas como Puntos de acopio	82
Tabla 27 Listado de espacios comunitarios como Puntos de acopio	83
Tabla 28 Capacidad libre total de las I.E. como puntos de acopio.....	83
Tabla 29 Capacidad libre total de puntos de acopio por cada zona	85
Tabla 30 Comprobación por de capacidad de puntos de acopio y población por cada zona.	87
Tabla 31 Tiempo más crítico de desplazamiento hacia el Punto de Acopio.....	89

Tabla 32 Comprobación por de capacidad de puntos de acopio y población – Polígono de Thiessen.....	90
Tabla 33 Cantidad y tipos de vehículos registrados por zona.	97
Tabla 34 Capacidad vehicular de encuestados por zona.	98
Tabla 35 Duración de viaje por ruta y cantidad de unidades de transporte público.....	100
Tabla 36 Capacidad de puntos de reunión masivo.	101
Tabla 37 Listado de vías de las zonas 4-14.....	103
Tabla 38 Listado de vías de las zonas 1-3.	104
Tabla 39 Proporción de vehículos pesados.	108
Tabla 40 Proporción de vehículos livianos y pesados.....	109
Tabla 41 Capacidad vial por vía analizada.....	109
Tabla 42 Propuesta de rutas de transporte compartido.....	112
Tabla 43 Resumen de velocidad media por punto.	114
Tabla 44 Chequeo por capacidad de vías – En simultáneo.....	124
Tabla 45 Chequeo por capacidad de vías - Etapa 1.....	132
Tabla 46 Chequeo por capacidad de vías – Etapa 2.....	138
Tabla 47 Resultados de rutas más cortas por zona hacia todas las salidas planteadas.....	145
Tabla 48 Tiempo de recorrido hasta puntos de reunión masivo - Etapa 1.....	147
Tabla 49: Tiempo de recorrido hasta puntos de reunión masivo - Etapa 2.....	149
Tabla 50 Tiempo total de evacuación por transporte compartido.....	151
Tabla 51 Distancia, tiempo y velocidad promedio a albergues desde puntos de evacuación masiva.....	154

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del Problema

1.1.1. Planteamiento del Problema

En el sur del Perú se encuentran siete volcanes activos distribuidos en las regiones de Arequipa, Moquegua y Tacna (Vargas et al., 2021); dentro de los cuales se encuentra el volcán Misti, que además de ser uno de los seis volcanes que erupcionaron en los últimos 500 años y haber presentado erupciones de tipo plinianas hace 2000 años y otras más moderadas en intensidad (Mariño et al., 2016), también se encuentra dentro de la Categoría de “Muy Alto” Riesgo Volcánico Relativo acompañado de los volcanes Sabancaya, Ubinas y Coropuna (Macedo et al., 2016).

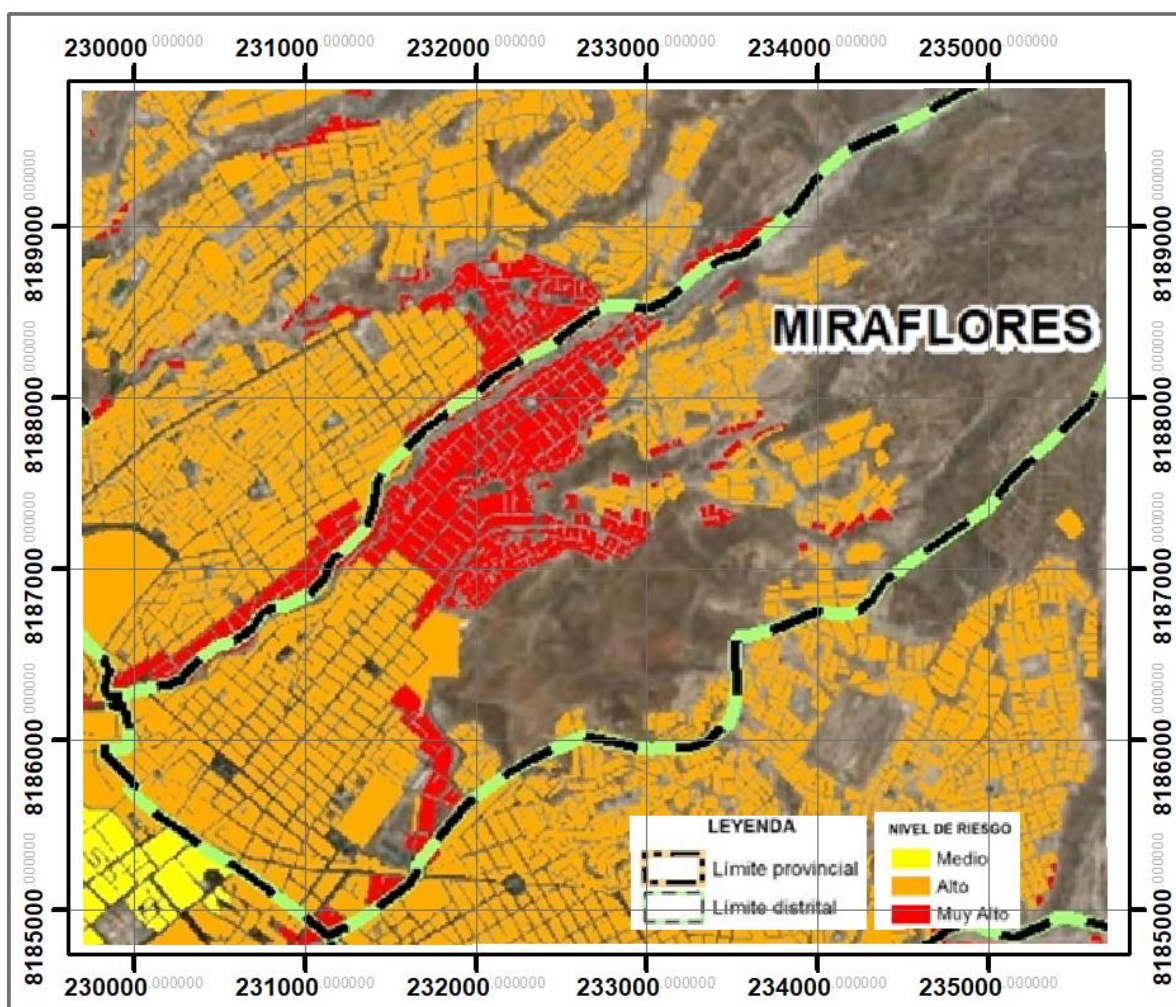
Este volcán es considerado de alto peligro por su gran cercanía a la población arequipeña ya que se encuentra a 18 km del cercado y sólo a 12 km de 5 distritos de la ciudad con zonas urbanas más próximas a la cima del volcán, estos distritos se verían afectados directamente en caso de suceder algún fenómeno de este tipo. Los peligros de origen volcánico a los cuales podrían estar expuestos son los producidos por lahares, cenizas, flujos de lava, productos piroclásticos, etc., y en su mayoría se encuentran plasmados en planos de afectación a la población elaborados por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).

Es de gran importancia y preocupación la presencia de viviendas edificadas dentro de los cauces de las quebradas que descienden del cráter del volcán ya que son por estos por los que se trasladaría la lava proveniente de una erupción; esta situación sumamente alarmante hace notar la poca percepción del peligro al que se enfrentan los pobladores, por esto es necesario implementar medidas de difusión acerca de algún plan de acción y evacuación en caso de riesgo volcánico.

Uno de los distritos que está expuesto a los peligros mencionados anteriormente es Miraflores, ya que se encuentra en la categoría de riesgo volcánico muy alto y alto en una posible erupción del volcán Misti según el estudio del Escenario de riesgo volcánico: Misti (Arequipa) (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED] ;2021; P.27).

Figura 1

Mapa de escenario de riesgo volcánico en sectores urbanos – Miraflores



Nota. Adaptado de Escenario de riesgo volcánico: Misti (Arequipa) (p. 28), por CENEPRED con datos del INEI, 2017.

Los problemas generados por el aumento del parque automotor, crecimiento poblacional y la falta de educación vial, se agrandarían aún más en un estado de crisis por lo que resulta primordial contar con medidas de control, puntos y rutas de evacuación que permitan rápida acción de organismos que están inmersos en los procesos de prevención, atención y posterior recuperación en gran parte del distrito en estudio, Miraflores, en caso de presentarse un siniestro.

Por lo ya expuesto es necesaria la existencia de protocolos que permita a la población una evacuación rápida y ordenada, sin embargo, aún se pueden evidenciar tanto deficiencias en

el sistema de gestión ante desastres, así como obstáculos para lograr una óptima respuesta ante desastres por parte de la población como de las entidades pertinentes.

Preguntas de la Investigación

- **Problema General**

¿Cómo garantizar un desplazamiento seguro y ordenado en la población de Miraflores frente a una emergencia producida por riesgo volcánico?

- **Problemas Específicos**

- ¿Bajo qué criterio se debería distribuir la población de Miraflores para que esta se considere homogénea?
- ¿Qué condiciones se deben satisfacer para que la ubicación de las zonas de evacuación garantice la seguridad de la población del distrito?
- ¿Cómo determinar las vías y puntos de análisis para generar rutas preliminares?
- ¿Cómo evitar el colapso de las vías del distrito al momento de evacuar?
- ¿Cómo se puede estimar el tiempo de evacuación total del distrito ante riesgo volcánico?

1.2. Justificación de la Investigación

Un factor importante para la investigación es la vulnerabilidad que existe en la ciudad de Arequipa ya que dentro de los distritos de mayor riesgo por erupción volcánica se encuentra Miraflores, ya sea por su cercanía al Volcán Misti como por la disposición y distribución de casas en zonas riesgosas y poco adecuadas; además de la conformación improvisada de caminos viales dispuestos de esta forma por el rápido crecimiento poblacional. Arequipa se convirtió en la segunda provincia más poblada después de Lima según los datos del último censo (INEI 2017), mostrando una tasa de crecimiento promedio anual de 2.3%, causando así una expansión desordenada de la ciudad hacia las periferias, en la mayoría de los casos sin supervisión de un plan de desarrollo urbano planteado por las propias municipalidades. Esta vulnerabilidad está relacionada a la falta de orientación e interés de autoridades y la misma población, falta de conocimiento y organización e incluso relacionada a los altos índices de pobreza.

La tasa de mortalidad producto de una emergencia como la mencionada anteriormente se puede disminuir proponiendo un plan de preparación y respuesta estructurado que contenga las posibilidades y medidas que puede o debería tomar la población a fin de trasladarse o evacuar hacia zonas más seguras teniendo en cuenta un desplazamiento masivo de la población.

Utilizaremos los fundamentos de la ingeniería de tránsito para atacar el punto más importante que es organizar de forma oportuna a la población para la evacuación y atención de emergencias por parte de las entidades e instituciones competentes ante el probable caso de riesgo volcánico con el planteamiento de zonas y rutas de evacuación que se adecuen al posible escenario y a las necesidades de la población.

Aporte Social

Al brindarle a la población de Miraflores metodologías encaminadas a resolver problemas de transporte para el traslado de sus habitantes que generen una evacuación eficiente, organizada y oportuna, se espera minimizar el grado de vulnerabilidad y posibles víctimas expuestas frente a la ocurrencia del siniestro.

Aporte Ambiental

Al optimizar los espacios viales y permitir que el nivel de congestión, al momento de evacuar, sea menor, es posible disminuir el grado de contaminación producida por el smog y el ruido durante la movilización de un gran número de vehículos por la ciudad.

Aporte Económico

Teniendo en cuenta que el parque automotor de Arequipa es de un tamaño considerable y que el uso de combustible será demandante y proporcional al tiempo y distancia recorridos al evacuar; resulta imperativo para disminuir su consumo y gasto, generar un conjunto de rutas con el menor recorrido, menor tiempo de demora por tráfico y que permita mantener una velocidad homogénea

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis General

Es posible generar una evacuación ordenada de todo el distrito de Miraflores dentro de un tiempo prudente al proponer rutas de evacuación evitando exceder la capacidad de las vías que las conforman ante la posibilidad de una erupción volcánica.

1.3.2. Hipótesis Específicas

- La repartición uniforme del número de habitantes del distrito en grupos más pequeños facilitará una mejor organización dentro de estos para una evacuación sistematizada.

- Los diferentes sectores del distrito podrían concentrarse en puntos específicos, de baja vulnerabilidad permitiendo ofrecer refugio ante una emergencia.
- El discernimiento de tramos viales disminuiría la cantidad de puntos de análisis al evitar las zonas vulnerables.
- Conocer las características geométricas de las vías nos ayudará a determinar el flujo máximo vehicular que puede transitar por esta sin restringir la libertad de maniobra.
- Es posible que el análisis simultáneo de las rutas finales, resultado de la investigación, nos ayude corroborar su funcionamiento eficiente.

1.4. Variables

1.4.1. Independientes

- Características del distrito

1.4.2. Dependientes

- Zonificación del distrito
- Cantidad de zonas de evacuación
- Capacidad de la vía

1.4.3. Operacionalización de Variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Tipo de variable	Nombre	Definición conceptual	Tipo	Escala de medición	Definición operacional	Indicadores
VARIABLE DEPENDIENTE $y=f(x)$	Zonificación del distrito	Herramienta de gestión en la cual se subdivide el territorio según sus características geográficas, de población o recursos.	Cuantitativo	De razón	Análisis de datos estadísticos de censo del INEI.	Densidad poblacional
	Cantidad de zonas de evacuación	Número de lugares de baja vulnerabilidad para refugiar a toda la población objetiva de manera temporal.	Cuantitativo	De razón	Cantidad de personas por área superficial	Capacidad total del local
	Capacidad de la vía	Disposición de la infraestructura de transporte para permitir la fluidez de corriente de movimiento de los vehículos.	Cuantitativa	De razón	Procesamiento y análisis de datos recolectados por medio de medición de aforo manual según parámetros del HCM.	Tendencia de velocidades Geometría vial
Tipo de variable	Nombre	Definición conceptual	Tipo	Escala de medición	Definición operacional	Indicadores
VARIABLE INDEPENDIENTE (x)	Características del distrito	Situación actual de los elementos que conforman la infraestructura vial.	Cualitativa	Ordinal	Obtención de datos in situ.	Características físicas del terreno. Características viales.

Nota. Elaboración propia.

1.5. Objetivos

1.5.1. Generales

Proponer zonas y rutas de evacuación para un desplazamiento total, oportuno y eficiente de la población del distrito de Miraflores considerando el análisis ante un escenario de riesgo volcánico.

1.5.2. Específicos

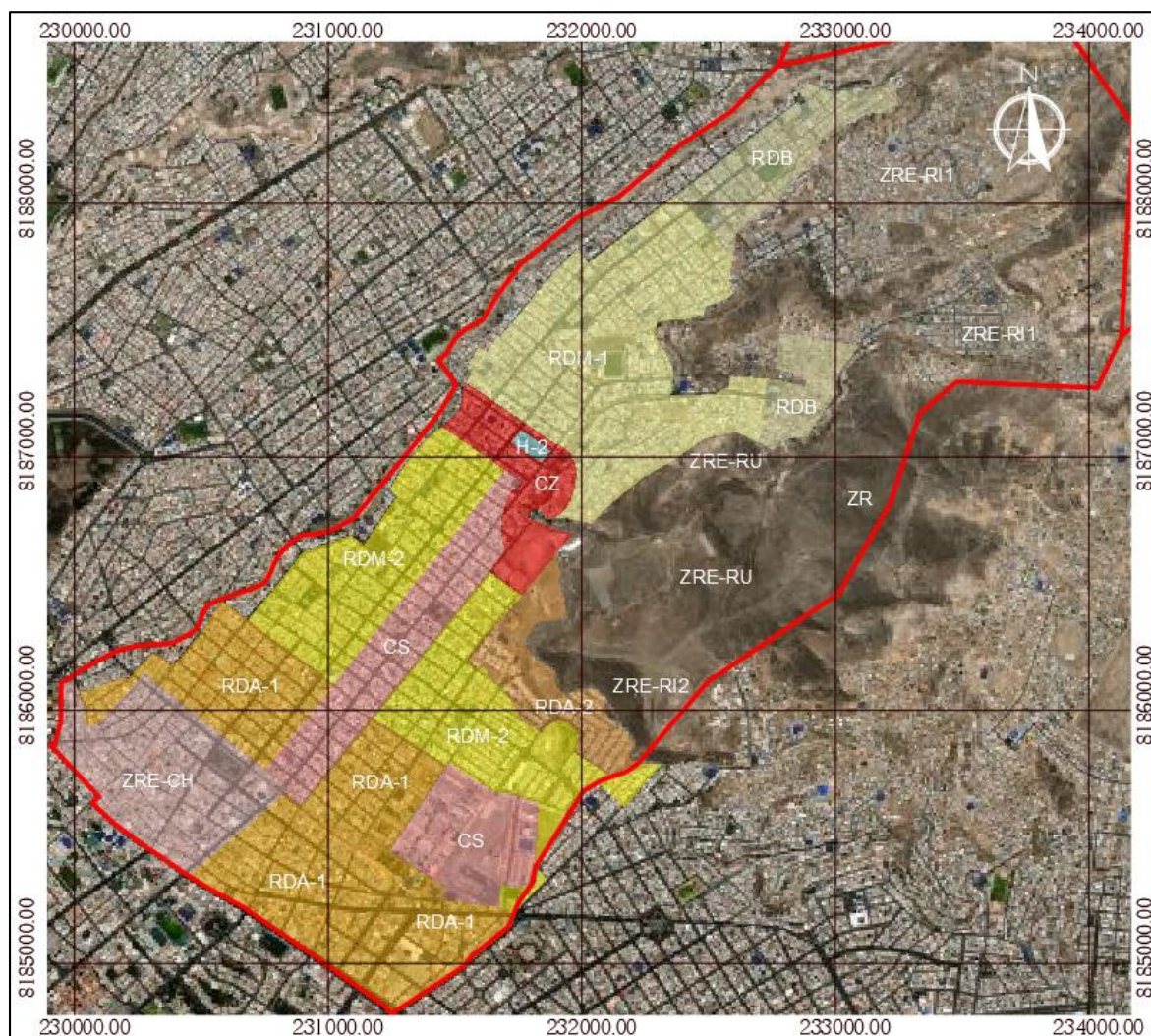
- Zonificar el distrito bajo una repartición proporcional de la densidad poblacional generando un mejor ordenamiento del territorio.
- Determinar los puntos de evacuación menos vulnerables y con capacidad adecuada para refugiar a la totalidad de la población en cada uno de los sectores identificados.
- Realizar un análisis preliminar para descartar vías que no contribuyan con preservar la seguridad de la población y el desplazamiento oportuno en caso de una emergencia.
- Distribuir las vías que conforman las rutas de evacuación de acuerdo con la zonificación, capacidad e infraestructura vial existente.
- Analizar las rutas propuestas en simultáneo de acuerdo a su funcionamiento mediante un modelado en Software.

1.6. Alcances y Limitaciones

Se realizará el estudio dentro del distrito de Miraflores en las zonas que se encuentren dentro del territorio metropolitano de Arequipa, siguiendo la clasificación del Plan del Desarrollo Metropolitano (IMPLA,2016) en el Plano de Zonificación.

Figura 2

Imagen satelital del distrito de Miraflores delimitando el alcance de la investigación.



Nota. Adaptado de Instituto Municipal de Planeamiento –IMPLA (2016).

El análisis y clasificación de las vías en estudio se realizará de acuerdo con los lineamientos designados en la edición actual del Highway Capacity Manual (HCM 2016).

Se realizará un planteamiento de rutas de evacuación vehicular ante la presencia de riesgo volcánico para generar un desplazamiento seguro y oportuno.

La mayor limitación que se presenta en la investigación será que la medición del flujo vehicular se ve afectado por la coyuntura del COVID 19 ya que las llamadas “horas punta” y el volumen vehicular varían frente al escenario de pandemia y a las restricciones gubernamentales referentes a esta. No obstante, actualmente ya se liberaron ciertas restricciones propuestas por el Gobierno en cuanto a la movilidad peatonal, generando que el flujo proveniente de

estudiantes, docentes, personal de apoyo y requerido, y personas que ya no laburan remotamente, sea medianamente cercano al escenario “pre-COVID”.



CAPÍTULO II. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Marco Legal

En el año 1997, se publica la Ley 26842 – Ley General de Salud, en la cual se describen los derechos, deberes y responsabilidades concernientes a la salud. La importancia de esta ley es que enuncia que en condiciones de emergencia y exista un estado de riesgo a la vida o salud todos los establecimientos de salud están obligados a prestar la atención médico-quirúrgica de emergencia. En el año 2001, en la Ley 27604 se modifica esta ley, pero sigue conservando la esencia de la precedente.

Ley 29664, crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) orientado a gestionar, impedir o reducir los riesgos ante desastres con la debida preparación además de minimizar sus efectos tanto a nivel infraestructura como conservación de la vida.

Decreto Supremo N°034-2014-PCM, dispone la aprobación del Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (PLANAGERD 2014-2021).

Asimismo, en el año 2021 se aprobó el Decreto Supremo N°038-2021-PCM “Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050” en la cual se detallan los objetivos tomados como prioritarios para una buena respuesta en Gestión de riesgos ante la presencia de desastres naturales, dentro de los cuales se encuentra como objetivo específico el asegurar la atención a la población ante la ocurrencia de emergencias y desastres e incorporar dentro de la inversión pública la Gestión de desastres.

2.2. Estado del arte en el Ámbito Local

1. Mapa vehicular de rutas de evacuación y vías alternas en caso de sismo para los distritos de Socabaya, Jacobo hunter y José Luis Bustamante y Rivero

- **Autores:** Coaguila Oviedo, Rossenia Danitza; Calla Jimenez, Rodrigo Eusebio
- **Fecha:**2017
- **Resumen:** Esta investigación tiene como objetivo elaborar un mapa vehicular después de plantear rutas de evacuación y vías alternas para el traslado de heridos en caso de presencia de sismos e integrarlos a los planes regionales correspondientes en los Distritos de Socabaya, Jacobo Hunter y José Luis Bustamante y Rivero. Para su elaboración se hizo un estudio cualitativo de vulnerabilidad sísmica de edificios colindantes en el trayecto donde se plantean

las rutas. Su metodología se divide en tres partes: La recopilación de información inicial de los distritos en estudio, tales como el historial sísmico, datos generales, infraestructura y entidades correspondientes a la respuesta ante eventos sísmicos; la segunda parte, el cálculo de capacidades viales y niveles de servicio según los puntos de estudio; por último, el análisis de datos obtenidos y conclusiones.

En el proceso para la determinación de puntos para plantear las rutas de emergencia, se hizo un recorrido a pie por los distritos correspondientes, mediante el cual se observaron dificultades y se escogieron las vías por donde pasaría la ruta preliminar, se hicieron más visitas y finalmente se establecieron rutas principales de evacuación, en estas rutas se hicieron los aforos manuales de periodos de 1hora y 30min (3 veces al día) en intersecciones estratégicas, determinando su volumen de tránsito y demás características, ante esto se hizo una validación de datos mediante el método T-Student.

Se diseñaron rutas de evacuación y vías alternas dirigidas a un único punto final (Hospital Honorio Delgado) en base a las variables de volúmenes de tránsito, nivel de servicio y vulnerabilidad, teniendo como tiempo máximo en el que puede ser empleado 12 años por el crecimiento proyectado del parque automotor.

- **Conclusiones:** Se obtuvo satisfactoriamente un mapa vehicular de rutas de evacuación y vías alternas conectando el Hospital General Honorio Delgado, donde se atenderán los heridos más graves, y el Complejo Milagros en el Distrito de Hunter; siendo la ruta más larga de una distancia de 6.36km.

Para la ruta más larga se estima que el tiempo de recorrido será de 10 minutos a una velocidad de 60km/h que se encuentra dentro de los límites permitidos para asistencia médica rápida.

Con el mapa vehicular obtenido se considera este como una herramienta válida para ser integrada dentro de los planes regionales existentes.

Se están tomando en cuenta cuatro lugares de asistencia básica en los distritos: Uno en Hunter, uno en Socabaya y dos en José Luis Bustamante y Rivero; sin embargo, se identificaron zonas las cuales estarían aisladas en caso de un sismo mayor.

El volumen desviado hacia las vías alternas no afectará de sobremanera ya que se considera casi insignificante, ya que se está tomando en cuenta sólo dos carriles como vías de evacuación y en base a la simulación realizada con un obstáculo presente (Coaguila y Calla 2019).

- **Aporte:** Esta investigación representa un gran aporte para la presente tesis ya que nos proporciona un antecedente y una base para usarla como guía, además de incorporar un estudio cualitativo de vulnerabilidad sísmica y una simulación ante la presencia de un obstáculo.

2.3. Estado del arte en el **Ámbito Internacional**

1. **Propuesta de diseño de un plan de contingencia comunitario en caso de erupción del volcán Cotopaxi y determinación de lugares óptimos para implementación de Alojamientos Temporales en la zona de Riesgo 3 en el Cantón Rumiñahui.**

- **Autor:** Cervantes Galvez, M. C. & Farinango Aleaga, M. S.
- **Fecha:** 2020
- **Resumen:** Las autoras buscan reducir los daños y pérdidas, que se podrían ocasionar por una posible erupción del volcán Cotopaxi, en una población de crecimiento desorganizado y sin una adecuada gestión de desastres, con la propuesta de una herramienta de planificación que contenga protocolos y modelos de acción a nivel comunitario. Tiene como objetivo identificar las zonas de mayor vulnerabilidad, determinar acciones de acuerdo con cada nivel de alarma e identificar los lugares óptimos para alojamiento temporal mediante las herramientas de SIG, para que, con todos los datos plasmados en cartografía de identificación de zonas en riesgo y zonas seguras, diseñar un plan de contingencia que considere el total de la población en riesgo.

Los criterios que se tomaron para la determinación de lugares donde se implementarían los Alojamientos Temporales tenían que satisfacer tres principales condiciones, que estén ubicados mínimo a 200 metros alejados de ríos, fuera del área de posible flujo de lahares y máximo a una distancia de 300 metros de las vías principales. Además, se tenía que asegurar que estos lugares tengan seguridad de ser habitables por un tiempo prolongado según la magnitud del peligro, tengan accesibilidad a las rutas de evacuación cercanas y a centros de primera necesidad disponibles a lo largo del año, se tenga una superficie que

satisfaga las necesidades de un área cubierta de 3.5m² y de 45m² de área libre sin contar con áreas destinadas a otros usos como la cocina, almacén, etc., cuente con disponibilidad de recursos primordiales y sea de fácil reconocimiento comunitario para acoger a la población y contar con su participación.

Para determinar la demanda en los Alojamientos temporales se basaron principalmente en los Planes de contingencia por amenazas activas, en este caso por la amenaza activa del volcán Cotopaxi y su flujo de lahares, enfrentando el caso de mayor afectación. Con este escenario se determinaría la posible población total afectada, se consideraron los mapas de vulnerabilidad por inundación y movimientos en masa ya que pueden ser producto de la actividad volcánica y finalmente se ubica el rango de personas a albergar. (Cervantes y Farinango, 2020)

- **Conclusión:** Se evidenció que ante un escenario como el descrito anteriormente hay muy pocas medidas de prevención y ejecución, con el objetivo de salvaguardar vidas humanas es que se hace la investigación. Cabe resaltar que el mayor obstáculo fue la falta de interés de la población, además de la disposición de conservar sus propiedades en lugares sumamente peligrosos siendo conscientes del riesgo al cual están expuestos. En cuanto a la organización zonal también se encontraron deficiencias debido a la falta de tiempo y diferencias sociales ya que estos influyen en que se dificulte más la realización de reuniones zonales.

Finalmente se encontró que los edificios destinados a la Hotelería serían las mejores opciones para albergar a la población y como es de gran importancia la organización para un mejor manejo de una crisis colectiva y mejor recuperación pasado el peligro.

- **Aporte:** En cuanto a su contribución para nuestro trabajo, se tiene, los métodos y herramientas que utilizan para búsqueda, análisis y determinación de las zonas o alojamientos seguros para albergar al total de la población en riesgo, dicho trabajo está basado en un análisis y conteo poblacional para determinar un aproximado del número de personas que tendrían que evacuar y el aforo de los lugares de refugio temporal.

2. Identificación de ubicaciones óptimas para facilidades de primeros auxilios en Bucarest

- **Autor:** Armaş, I., Dragoş, T. D., Popovici, D., & Mocanu, R

- **Formato:** Artículo Científico
- **Fecha:** 2020
- **Resumen:** El artículo habla sobre la ubicación de instalaciones de primeros auxilios en la ciudad de Bucarest, la cual registra alto riesgo y vulnerabilidad sísmica debido a sus construcciones y a su alto tráfico producido por el estado de su infraestructura vial; utilizando un enfoque multicriterio seleccionan y desechan opciones de posibles ubicaciones para las instalaciones de primeros auxilios, el autor considera los factores de tiempo de intervención, vulnerabilidad de redes viales y de edificaciones, vulnerabilidad socioeconómica y ambiental, los cuales se analizaron mediante la herramienta Network-risk de Arcgis y con simulaciones de Monte Carlo para elaborar diferentes mapas que muestren vías posiblemente afectadas por el terremoto y sus diferentes escenarios de tráfico. Los resultados mostraron a los aparcamientos con grandes áreas, sin riesgo a posible derrumbe de edificaciones vecinas y de fácil acceso como el lugar ideal para la implementación de dichas instalaciones.
- **Conclusión:** Los autores señalan como principales criterios para tomar en cuenta: las zonas con mayor porcentaje de edificaciones vulnerables frente a sismos de gran magnitud (como el centro de la ciudad), las conexiones viales de libre y fácil acceso aun en un escenario caótico, y la ubicación de espacios que cumplan con los requisitos encontrados en la investigación para considerarse como puntos de instalación de primeros auxilios seguros; siendo un análisis que se considera importante no sólo para la zona más crítica de Bugarest sino también útil para diferentes sectores, los autores recomiendan que el proceso se continúe en los diferentes lugares de la ciudad para cubrir a la mayor parte de la población con el beneficio de contar con dichos puntos de atención.
- **Aporte:** En base a lo analizado por el autor, nos permite tomar en cuenta como un criterio importante el estudio del entorno a la zona de estudio para la elección de las posibles vías con menor riesgo o vulnerabilidad, lo cual influye tanto para el autor como para nuestra investigación en la disminución del tiempo de acción.

3. Despliegue dinámico de ambulancias para reducir los tiempos de respuesta de estas mediante sistemas de información geográfica: un estudio de caso del distrito de Odunpazari de la provincia de Eskisehir, Turquía.

- **Autor:** Swalehe, M., & Aktas, S. G.
- **Formato:** Artículo científico
- **Fecha:** 2016
- **Resumen:** El trabajo consiste en proponer un sistema de gestión para ajustar el movimiento de las ambulancias que permita la reducción de tiempo de respuesta de acuerdo a los datos recopilados de demoras de ambulancias, ubicaciones con el mayor número de llamadas de emergencia, datos de distancias y tiempos con respecto a estas ubicaciones y el de puestos de despliegue de ambulancias; con estos datos se encontraron las estaciones más cercanas que podrían abastecer la demanda de urgencia de su punto más cercano de concurrencia

La finalidad está en optimizar el tiempo de respuesta y predecir el lugar de una posible urgencia para establecer estaciones que realicen un despliegue de ambulancias cada 6 horas hacia los lugares ya previstos con mayor demanda logrando una cobertura máxima.

- **Conclusión:** La propuesta del autor de una estrategia de despliegue dinámico de ambulancias por áreas residenciales en la noche y por zonas laborales durante el día demuestra una reducción de tiempo de respuesta de 5 min para un 77.6% de la demanda de urgencias, gracias a que el lugar del siniestro fue mapeado con anticipación de acuerdo con un registro histórico de respuesta temporal y de las distancias hacia los puestos más cercanos a este.
- **Aporte:** En este trabajo utilizan el programa ArcGis para la determinación de áreas con gran demanda de acuerdo con una adaptación geoespacial, la cual se analiza con el fin de establecer posibles estaciones que puedan cubrir la demanda registrada con un tiempo de conducción de 5 min en base a diferentes simulaciones con diferentes periodos.

2.4. Antecedentes de la Investigación

Dentro del marco internacional se tiene que en el año 2015, después de la Conferencia Mundial sobre Reducción de Riesgos de Desastres de las Naciones Unidas, Japón a través de su gobierno publicó su libro titulado “White Paper Disaster Management in Japan” (Cabinet

Office Japan, 2015) el cual tiene como objetivo implementar políticas de prevención ante desastres en el país, por lo que describe puntos importantes en los que el gobierno debe enfocarse tales como: Estado y fluidez en vías para el desplazamiento de vehículos de emergencia, supervisar el estado de comunicaciones, realizar simulacros e informar a la población sobre los antecedentes producto de eventos ocurridos. Asimismo, tiene la intención de ser una guía o ejemplo para replicarlo o aplicarlo en otros países y ser una herramienta continuamente actualizada en conjunto con el Programa Internacional de Reducción de Desastres Naturales (IDNDR).

Actualmente dentro del marco local, hasta el 2021 no se evidenciaba un plan de prevención integro ante los peligros del volcán Misti de ningún distrito a pesar de realizarse constantes simulacros en diferentes partes de Arequipa, el primer simulacro que contaba con plan de acción y de evacuación se realizó el 2009 tomando como distrito piloto a Alto Selva Alegre, para febrero de 2010 según, el Informe de Simulacro de Evacuación de 7 AAHH de Miraflores ante una posible Erupción Volcánica del Misti – 27 de Noviembre (PREDES & Municipalidad de Miraflores, 2010), se realizó un convenio para implementar un proyecto denominado “Desarrollo de capacidades de actores locales para reducir riesgos y responder en emergencias por sismos y actividad volcánica” dentro del distrito Miraflores, pero dicho plan presenta carencia puesto que la zonas y rutas escogidas dentro del plan no van de acuerdo con una evacuación total del distrito, ya que sólo toma en cuenta 7 asentamientos del distrito y los resultados que muestra son sólo de 300 asistentes. La variación de este plan frente a una evacuación masiva se evidenciaría en el colapso de la única vía que se propone, como también de las zonas de acopio al no tener en cuenta un valor aproximado de la cantidad de habitantes real, no obstante, en el 2021 se presentaron una serie de informes, sobre la afectación del distrito de Mariano Melgar frente a diferentes peligros producidos por escenarios y modelamientos eruptivos, que aportaron para la formación del plan de evacuación publicado en la “Evaluación de los peligros del volcán Misti a acción de prevención en el Distrito de Mariano Melgar (Provincia Arequipa –Región Arequipa)” (Instituto Geofísico Del Perú [IGP],2022) en el que se considera procedimientos, etapas y rutas de evacuación hacia zonas y albergues establecidos, (Macedo, 2022) para los 60’000 pobladores del distrito.

2.5. Volcanismo

2.5.1. Datos generales

Los volcanes son una manifestación en la superficie de la energía interna de la Tierra por donde se expulsa material fundido (magma) y material no magmático. La superficie de la tierra se divide en bloques llamadas placas tectónicas que se encuentran en constante movimiento, cabe resaltar que este movimiento no es el mismo para las 14 existentes y esto es lo que provoca choques o rozaduras generando entre otras cosas el derretimiento de rocas (lava).

En los bordes de las placas es donde se concentran las manifestaciones externas de la actividad interior de la Tierra, dando lugar a procesos orogénicos, volcanes y terremotos. Estos bordes se clasifican en convergentes, divergentes y transcurrentes. (Llinares, Ortiz, & Marrero, 2004)

Según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2021), un volcán está dividido en cuatro partes:

- Cráter: Abertura para la expulsión de materiales volcánicos en una erupción.
- Cámara magmática: Zona donde se almacena el magma, se comunica con el cráter a través de la chimenea.
- Conducto o chimenea: Conducto por el cual el magma asciende para ser expulsado hacia la superficie.
- Cono volcánico: Formado por la expulsión de materiales volcánicos acumulados.

2.5.2. Tipos de erupciones

Según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2021), existen tres escenarios que se pueden presentar en una erupción volcánica, estos son:

- Erupción efusiva: Se da cuando el magma sale a la superficie sin explotar, esto a causa de la alteración de la presión inicial al liberar los gases. Su máximo desplazamiento llega hasta 8km de distancia.
- Erupción explosiva: En este caso se incrementa la presión del magma y en consecuencia el magma se separa violentamente. Alcanzan distancias superiores a 50km.

- Erupción extrusiva: Presentan colocación de domos de lava que generan flujos calientes que en conjunto de gases y cenizas se desplazan a gran velocidad.

Tabla 2

Tipos de Erupciones Volcánicas

		Descripción	Fase explosiva (hrs.)	Altura Columna (km.)
EFUSIVA	Hawaiana	Son las erupciones más tranquilas, su lava es de composición basáltica y bajo contenido de gases, al ser muy fluida tiene gran movilidad. La lava desciende por el cráter y a través de fisuras en los flancos. Mayormente presentes en zonas de subducción.	<1	0.1
	Estrom	Son explosiones pequeñas que expulsan lava fluida con materiales de composición básica, también expulsa gases, pero sin generar cenizas. La lava desciende por los flancos del volcán sin tener gran alcance.	1-6	1-15
EXPLOSIVAS	Vulcaniana	Algunas de estas explosiones pueden llegar a destruir parte del edificio volcánico. El magma que emiten tiene una composición intermedia con abundante cantidad de gases, generando que eventualmente haya rastros de ceniza y proyectiles balísticos.	6-12	3-20
Continuación de <i>Tabla 2</i>				
EXTRUSIVAS	Pliniana	Son consideradas las erupciones más violentas debido a que la composición de su magma es ácida con gran cantidad de gases formando nubes ardientes que al enfriarse producen precipitaciones de ceniza de gran magnitud. Su alcance es el mayor entre todos los tipos de erupciones y pueden llegar a generar cambios en la temperatura general.	>10	10-25

Pelean	Es una erupción violenta que presenta el colapso de domos, que por ende genera flujos piroclásticos, presenta lava muy viscosa junto a nubes ardientes. Pueden tener velocidades hasta 100 o 200km/h.	>12	>25
--------	---	-----	-----

Nota. Adaptado de Tipos de Erupciones Volcánicas, por Instituto Geólogo Minero y Metalúrgico, 2021 & Riesgo Volcánico, por Llinares et al., 2004.

2.5.3. Escenarios eruptivos ante una posible erupción del volcán Misti

Según Mariño et al. (2016) se han propuesto seis escenarios eruptivos en el Volcán Misti, considerando los tipos de erupciones (dinamismo), la magnitud y frecuencia, comportamiento de otros volcanes en el país y modelos existentes sobre el alcance de los peligros que podrían generar. Se debe considerar que en una erupción puede ocurrir más de un escenario eruptivo.

1. Primer Escenario: Erupción volcánica con IEV 1-2

Erupciones explosivas que emiten ceniza, proyectiles balísticos, bloques, bombas, lapili de pómez y frecuentemente la formación de lahares. Tienen columnas eruptivas de 5 a 10 km de altura. Cerca al Volcán Misti se han identificado varios depósitos de caída de ceniza. Tiene una alta posibilidad de ocurrencia y se da entre 500 a 1500 años aproximadamente.

2. Segundo Escenario: Erupción subpliniana a pliniana con IEV 3-4

Puede emplazar caídas piroclásticas y flujos piroclásticos a más de 10 km de distancia, se pueden generar lahares. Llegan a tener columnas eruptivas de 15 a 30 km de altura. Por procedencia del Volcán Misti se han identificado depósitos de piroclásticos a más de 25 km al SO del cráter. Se da entre 2000 a 4000 años aproximadamente.

3. Tercer Escenario: Erupción pliniana con IEV 5-6

Este tipo de erupciones generan la caída de lapilli de pómez y ceniza, flujos piroclásticos, oleadas piroclásticas y lahares de gran volumen. Es considerado el tipo de escenario más violento con alturas de

columna eruptiva mayores a 20km. En el Misti se han presentado varias veces así que tiene una buena posibilidad de ocurrencia.

4. Cuarto Escenario

Erupción efusiva Su peligrosidad varía en función a la tasa de emisión de lava, su viscosidad y pendiente del terreno. La lava que se presenta es de composición intermedia a ácida y tiene más viscosidad lo que genera que su velocidad sea baja llegando solamente a cientos de metros por hora.

5. Quinto Escenario: Erupción con colapso de domos

Aquí se generan flujos piroclásticos y nubes ardientes, se desplazarían por las quebradas de los flancos del Sur, SE y SO, con distancias entre 12 y 14 km. Se han registrado varios depósitos de flujos piroclásticos. Su posibilidad de ocurrencia varía entre moderada y baja.

6. Sexto Escenario: Colapso de flanco y emplazamiento de avalanchas de escombros

Tiene origen en el colapso de sectores importantes de un edificio volcánico (por inestabilidad, etc.), ocurren después de terremotos, erupciones volcánicas o intrusión de cuerpos ígneos desplazándose a gran velocidad. Cerca al Misti se han encontrado dos depósitos de avalanchas; al lado SO y NO, debido a esto no se puede descartar la posibilidad de ocurrencia.

2.5.4. Peligros volcánicos

1. Caída de piroclastos

Son producto de la fragmentación del magma; los más grandes y densos se llaman bombas o bloques (>64mm) y caen cerca al volcán, los lapillos (2mm - 64 mm) y las más pequeñas cenizas (<2mm) llevadas por el viento y pudiendo afectar extensas áreas a grandes distancias.

2. proyectiles balísticos

Son expedidos a gran velocidad restringidos a una distancia de 5km, pero en erupciones plinianas puede tener mayor alcance. Estas partículas pueden causar problemas en la salud, contaminar agua, colapsar techos, afectar cultivos, etc.

3. Flujos y oleadas piroclásticas

Los flujos son los procesos más violentos, alcanzan velocidades de 540km/h con alcance de 100km de radio, se desplazan por el fondo de las quebradas destruyendo lo que encuentran. Las oleadas son menos densas y forman depósitos de carácter turbulento, mayormente se adaptan al terreno, pero son capaces de pasar algunos obstáculos.

4. Flujo de escombros (lahares)

Son mezclas de partículas volcánicas no consolidadas de varios tamaños movilizadas por el agua por valles y quebradas con gran poder destructivo. El área que afecten depende del volumen de agua, pendiente y topografía pudiendo alcanzar distancias mayores a 200km.

5. Flujos de lava

Son corrientes de roca fundida en forma líquida que se desplazan a una baja velocidad por el fondo de valles en un radio de 8km, estos calcinan y destruyen lo que encuentran.

6. Avalanchas de escombros

Son deslizamientos súbitos originados por inestabilidad. Estas se desplazan a gran velocidad alcanzando varios kilómetros de distancia enterrando y destruyendo todo a su paso, pueden generar lahares y crecientes del desagüe, pero ocurren con poca frecuencia.

7. Gases volcánicos

Se emiten a altas temperaturas compuestos de vapor de agua, en algunos casos CO₂, SO₂, HCl, CO, HF, S, N, Cl y F, como se movilizan por el aire pueden escapar por fracturas en los flancos originando fumarolas; provocan intoxicación y muerte. Sus efectos más dañinos alcanzan un máximo radio de 10km.

2.5.5. Sistema de Monitoreo del volcán Misti

Según Masías A.P. et al (2013) el Misti al ser un estratovolcán activo y al tener cercanía a la población arequipeña, presenta un posible peligro ante un proceso eruptivo futuro, es por esto que se encuentra dentro de la lista de estudio y monitoreo del IGP desde hace más de 20 años.

El Sistema de monitoreo del volcán Misti consta de:

1. Monitoreo geoquímico

En este se realiza la medición de parámetros físico-químicos, como temperatura, PH, conductividad eléctrica, entre otros, de los gases volcánicos emitidos por las fumarolas y aguas termales; los datos son registrados, almacenados e interpretados periódicamente. En el caso del volcán Misti, se identificaron 17 aguas termales y 5 fumarolas para la recolección de datos para registro (Masías Álvarez, Antayhua Vera, Taipe Maquerhua, & Ramos Maquerhua, 2013)

2. Estudio geodésico

Este método se basa principalmente en la forma y el tamaño de las cámaras magmáticas, ya que, si se registrase una expansión o deformación en esta, indicaría actividad volcánica. Se realizan mediciones horizontales, verticales y de inclinación, con diferentes métodos como triangulación, nivelación con GPS, gravimetría entre otros, todo esto realizado con equipos de medición a distancia los cuales constan de GPS diferencial y una estación total.

3. La red de vigilancia sísmica permanente del volcán Misti

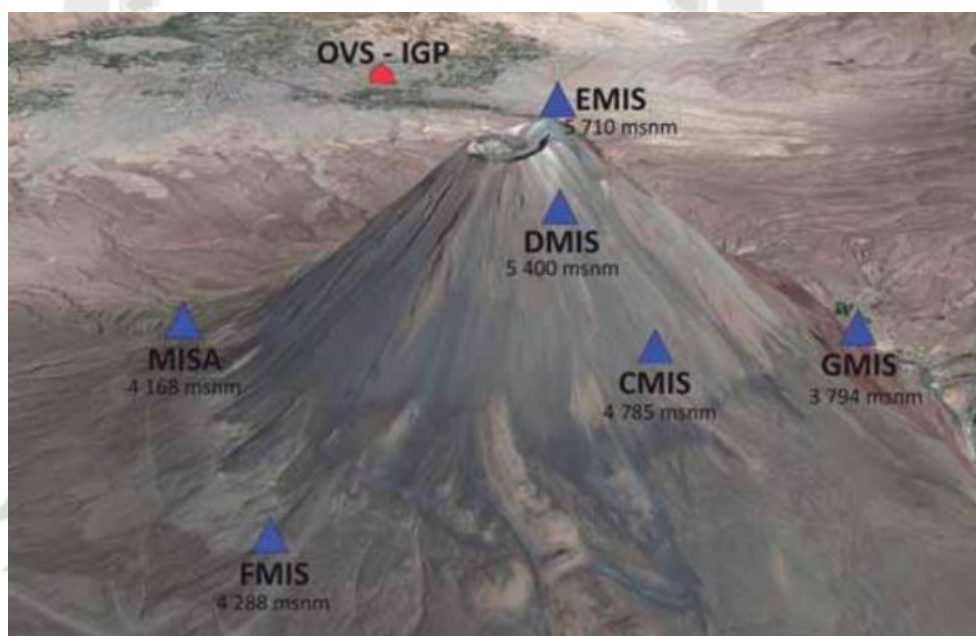
Presente desde el 18 de octubre 2005 con las primeras 5 estaciones de periodo corto que envían datos a las oficinas del IG, para el 2014 se realizó la modernización del sistema, con 6 equipos digitales renovados que permiten la obtención en tiempo real de información libre de interferencias; con los valores obtenidos, se pudo generar una línea base que ayuda al IGP pronosticar el inicio de una actividad volcánica si se registrase valores que superen dicho umbra (Martínez, A., & Santos C.L.,2017).

De acuerdo con los reportes de actividad sismo-volcánica del IGP, las señales sísmicas con las que se realiza el seguimiento de actividad volcánica,

son: VT y LP, siendo el primero, sismos vulcano tectónicos generados por fracturas de roca dentro de la cavidad volcánica por cambios bruscos de temperatura y presión; las señales LP son sismos de largo periodo provocados por el paso de magma, gas o vapor de agua, a través de los conductos internos (Instituto Geofísico del Perú (IGP), 2013).

Figura 3

Red sísmica permanente del volcán Misti y sede del IGP en Cayma - Arequipa



Nota. Peligros Geodinámicas en la ciudad de Arequipa Cercado y zonas aledañas Informe técnico especial 2017, IGP.

4. Monitoreo visual

Es el método más simple pero no menos importante, ya que la observación continua de las condiciones del volcán o una variación en estas sería la primera advertencia de un comportamiento inusual. Estas observaciones se realizan desde puntos estratégicamente establecidos como también desde la altura con vuelos de reconocimiento y complementándolo con imágenes satelitales.

2.5.6. Nivel de Alerta

Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL), entidad oficial del Estado encargado del monitoreo y alerta temprana del nivel actividad volcánica

mediante la emisión de reportes periódicos del estado de cada volcán, este sistema de comunicación está basado en el “semáforo volcánico”:

- Verde: El volcán está inactivo debido a que sus condiciones dinámicas internas son estables. La población asentada en sus inmediaciones puede desarrollar sus actividades con normalidad.
- Amarillo: El volcán incrementa su actividad sísmica, se observa la presencia de fumarolas y posible deformación. Existe la posibilidad de que se produzcan explosiones y emisiones de ceniza. La población debe estar atenta a las recomendaciones de las autoridades y mantenerse alejada del volcán.
- Naranja: El volcán aumenta de manera significativa su actividad eruptiva. Se observa el incremento de la actividad sísmica, la ocurrencia frecuente de explosiones y la emisión de cenizas y bloques balísticos. La población debe seguir las recomendaciones de las autoridades y mantenerse alejada del volcán.
- Rojo: El volcán está en plena erupción crítica y puede afectar a las poblaciones cercanas. Se generan grandes columnas de cenizas, la eyección de bloques balísticos y posibles flujos piroclásticos. La población debe estar muy atenta a las indicaciones de las autoridades ante una posible evacuación. (Instituto geofísico del Perú (IGP), s.f.)

2.5.7. Referencia de emisión de alertas volcánicas:

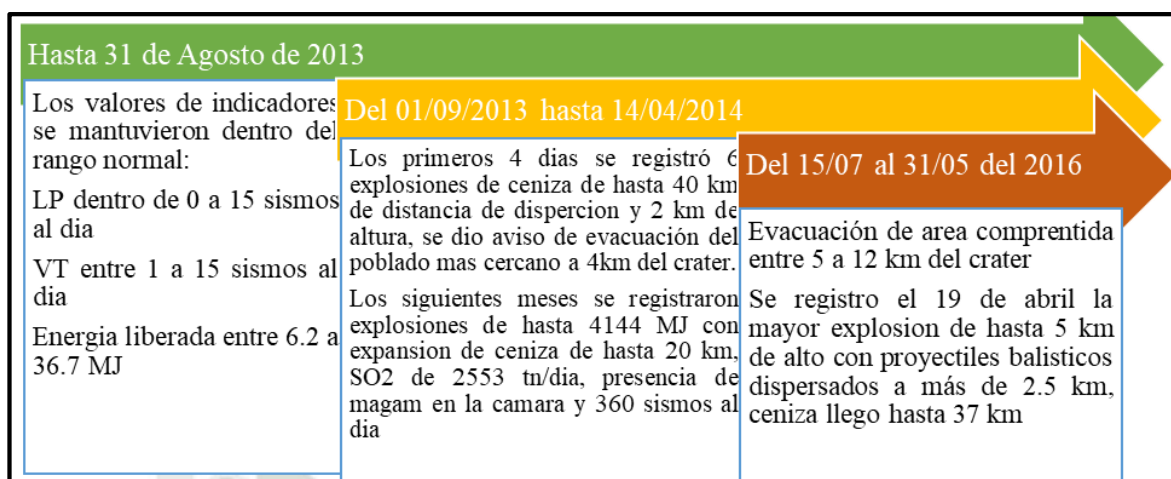
1. Caso Ubinas

Se tomó de referencia el caso de procesos de erupción del 2013 y 2019 del volcán Ubinas ya que es similar a la situación del Misti por la cercanía que tienen hacia centros poblados.

Eventos del 2013-2014

Figura 4

Gráfico de la cronología de fases de los eventos 2013-2014 volcán Ubinas



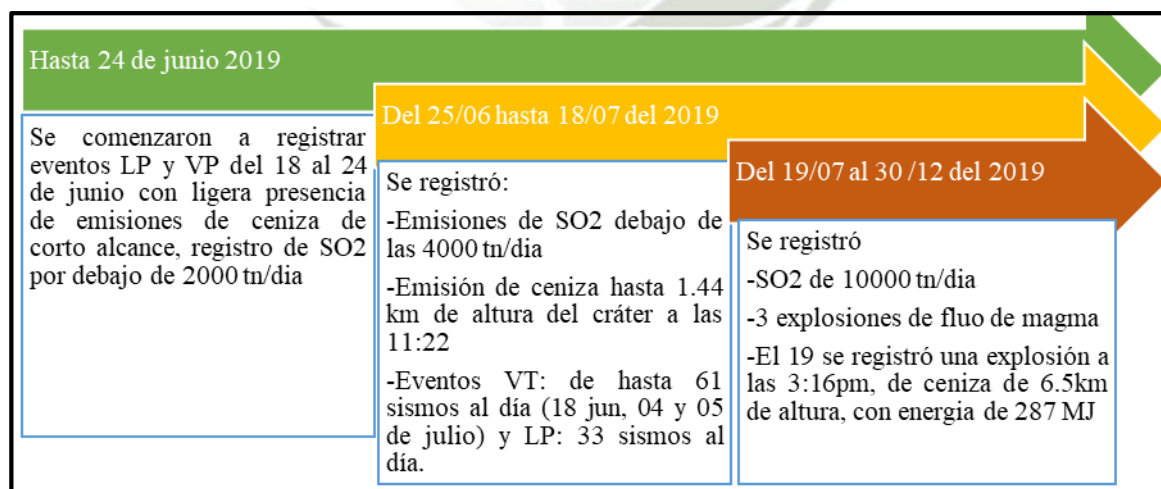
Nota. Adaptado de IGP (2013) & Mariño et al. (2014).

De acuerdo a la cronología de eventos, pasaron 5 días desde que se emitió alerta Naranja hasta que ocurrió la mayor explosión registrada entre las actividades del 2013 y 2014 el 19 de abril.

Eventos del 2019

Figura 5

Gráfico de la cronología de fases de los eventos del 2019 volcán Ubinas



Nota. Adaptado de Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (2019).

De lo mostrado en la figura 5, se tuvo un día, del 18 de julio al 19 de julio, en el que cambio la alerta de amarillo a naranja, para empezar la evacuación antes de que ocurra la mayor

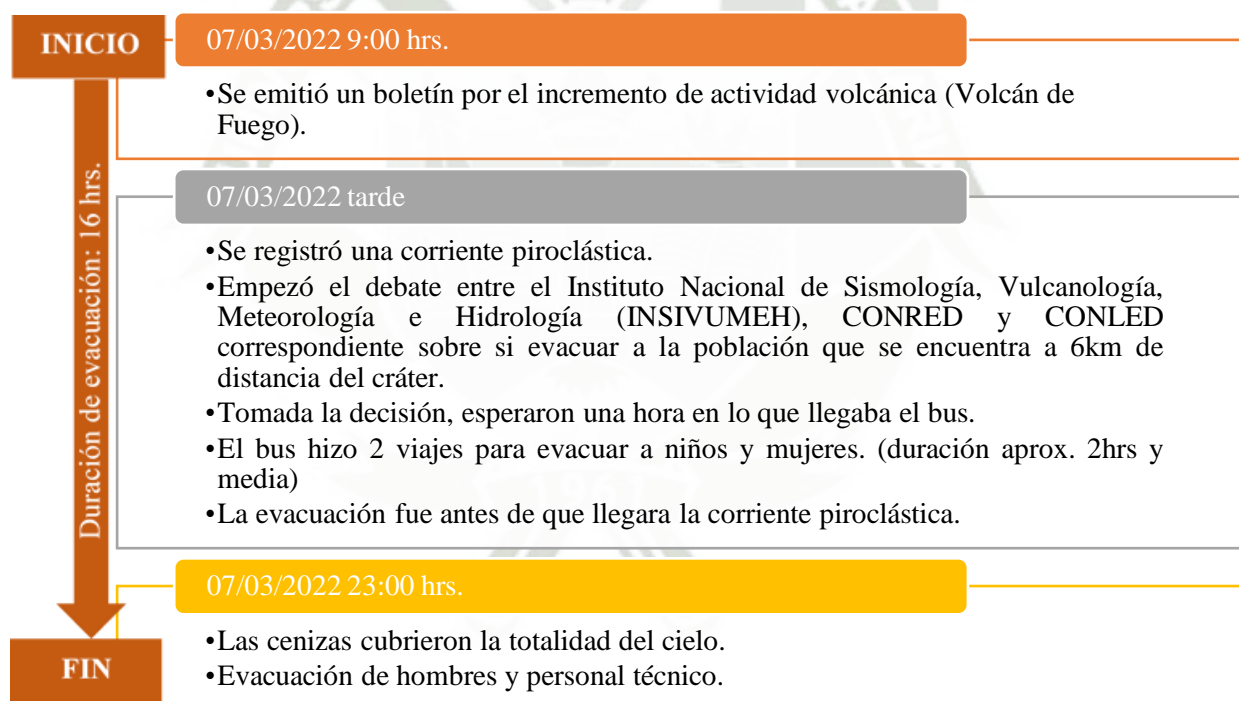
erupción registrada de ceniza con el mayor valor de energía emitida; de los dos procesos eruptivos más recientes (2013-2014 y 2019) del volcán Ubinas, es el del 2019 en el que se registró el menor tiempo para evacuar al ser menos de un día (16h).

2. Caso del volcán El Fuego en Guatemala

En el IX FIPVO desarrollado del 02 al 04 de noviembre del 2022, la Ing. Carla Chun del Servicio Sismológico de Guatemala, brindó una conferencia sobre la Gestión de Riesgo Volcánico en Guatemala, donde resaltó la última erupción que se presentó por el Volcán de Fuego en el mes de marzo, el cual se resume en el siguiente gráfico.

Figura 6

Gráfico de la cronología de evacuación por actividad volcánica - Volcán de Fuego, Guatemala



Nota. Adaptado de Chun Q. (2022)

De la información brindada, se tiene una duración de la evacuación total desde que se emite el boletín hasta que todo el equipo técnico y pobladores evacúan de 14hrs.

2.5.8. Cronología de Actividad del Misti

Los registros de las actividades eruptivas del volcán Misti datan de diversas crónicas que son avaladas por depósitos de piroplásticos como la que

aún se pueden evidenciar en el cono de la cumbre del volcán, los cuales estarían asociado a la erupción de hace más de 2050 años.

Según Thouret et al. (2001), se tiene registro de la erupción ocurrida entre los años 655 y 865 d.C. gracias a los depósitos de ceniza que afloran a 9 km del cráter en los flancos sur y sur este de Misti cerca de la quebrada Honda Grande y datan en 1290 ± 100 años. En la quebrada Huarangal se encuentra depósito de ceniza que se presume con un índice de erupción volcánica(IEV) mediana, a unos 3800msnm datada en 620 ± 50 años por lo que se estima una erupción entre los años 1304 y 1398.

Se encontraron relatos como la del padre Marín Murúa (1925) haciendo referencia a una erupción volcánica entre los años 1440 y 1470 en la ciudad llamada Yarapampa (ahora conocida como Arequipa) antes de la llegada de los españoles. Se presume que la existencia de un depósito de ceniza color negro o también llamada «Ceniza Pachacútec», en la parte superior del cono volcánico estaría relacionado al relato de Marúa, esta erupción según Thouret et al. (2001), tendría un IEV grado 2.

También se encontraron crónicas del padre Bernabé (1890) en la que se refiere a una erupción en el año 1577 d.C., sin embargo, no se encontraron depósitos pirolásticos que le avalen dicha teoría.

2.6. Ingeniería de Tránsito

2.6.1. Conceptos básicos

1. Variables relacionadas con el flujo

a. Tasa de flujo y volumen

Según el Highway Capacity Manual (2016), el volumen es la cantidad total de vehículos que pasan por un punto determinado en un periodo determinado, normalmente expresados en periodos anuales, diarios, horarios o subhorarios, mientras que la tasa de flujo es la frecuencia equivalente en la que los vehículos pasan por un punto en un periodo menor a 1h, mayormente 15min (veh/min), estas dos variables ayudan a cuantificar la demanda y capacidad de la vía estudiada, es así

también como se puede determinar la tasa de flujo mediante la siguiente ecuación:

$$q = \frac{N}{T}$$

Donde:

q= Tasa de flujo (veh/min)

N= Número de vehículos que pasan por determinado punto

T= Periodo de tiempo menor a 1h

b. Intervalo simple

Es el transcurso de tiempo en el cual dos vehículos consecutivos pasan por un punto, expresado en segundos (s) (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

c. Intervalo promedio

Es el promedio de los intervalos simples, expresado en segundos por vehículo (s/veh) producto de la siguiente ecuación (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018):

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N - 1} = \frac{1}{q}$$

Donde:

\bar{h} = Intervalo promedio (s/veh)

N= Número de vehículos (veh)

N-1= Número de intervalos (veh)

h_i = Intervalo simple entre dos vehículos consecutivos.

q= Tasa de flujo (veh/s)

2. Variables relacionadas con la velocidad

Según Cal y Mayor & Pérez (2018), la velocidad es una relación entre espacio y tiempo, generalmente definido en una expresión lineal.

a. Velocidad instantánea

Se define como la velocidad con la que recorre un vehículo en un tramo e instante determinado (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

b. Velocidad media temporal

Es el promedio aritmético de las velocidades de un grupo de vehículos en un punto e intervalo de tiempo determinado, usualmente es mayor a la velocidad media espacial o igual cuando las velocidades de los vehículos estudiados son iguales. También llamada “distribución temporal de velocidades de punto” o expresado como (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018):

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

Donde:

\bar{v}_t = Velocidad media temporal

n= Número total de vehículos (veh)

v_i = Velocidad de punto de un vehículo.

c. Velocidad media espacial

Se define como el promedio aritmético de las velocidades instantáneas de los vehículos en estudio en un tramo determinado (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018), expresado por la fórmula:

$$\bar{v}_e = \frac{\sum_{j=1}^m v_j}{m}$$

Donde:

\bar{v}_e = Velocidad media espacial

m= Número total de vehículos (veh)

v_j = Velocidad instantánea de un vehículo.

d. Velocidad de marcha

También llamada velocidad de cruceo, es la relación del espacio recorrido entre su tiempo total en movimiento, no se suele contar el tiempo en el cual el vehículo estuvo detenido (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

e. Velocidad de operación

Generalmente definido como el percentil 85 de un grupo de vehículos en un flujo libre (Pérez et al., 2011).

3. Variables relacionadas con la densidad

Entre ellos se encuentra la misma densidad (k), que es la cantidad de vehículos en cierto espacio y tiempo. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2018).

$$k \text{ (veh/km)} = \frac{N}{d}$$

Donde:

N = Número total de vehículos (veh)

d = Distancia

Y el espaciamiento simple y promedio; el primero es la distancia desde puntos comunes entre dos vehículos consecutivos y, el último como el promedio aritmético entre los espaciamientos simples.

2.6.2. Sistema Vial

1. Clasificación Normativa de vías urbanas

Según el capítulo IV de la reglamentación PDM Arequipa (IMPLA, 2016).

a. Los anillos viales

Son aquellos que rodean el centro de la ciudad encaminando los flujos de transporte por ellos y evitando la concentración vehicular en el cercado. Se plantearon 2 anillos viales, dentro del primero se encuentra comprendido la Av. Progreso.

b. Vías locales

Destinadas a permitir el acceso a las propiedades urbanas, predios o lotes, y conectándose entre sí por medio de vías colectoras. En su mayoría cuentan con dos carriles para ambas direcciones; el estacionamiento de vehículos y el tránsito peatonal es irrestricto y reciben el nombre de calles o jirones por las que transitan vehículos livianos y ocasionalmente semi-pesados.

c. Vías colectoras

Conectan el tránsito de estas vías locales con las vías arteriales y su flujo vehicular se ve interrumpido por intersecciones no semaforizadas, aunque si señalizadas; reciben el nombre de avenidas y cuentan con 4 carriles y se permite el estacionamiento controlado de vehículos.

d. Vías arteriales

Reciben el nombre de avenidas o corredores viales. Sirven conectar los diferentes sectores de la ciudad y articulan directamente con las vías Expresas y los Anillos Viales, presentando una fluidez de medio a alta.

e. Vías expresas

Diseñadas para un alto flujo vehicular, grandes volúmenes y altas; estas pueden ser de 3 tipos:

- Nacional/Regional : Para tránsito, en su mayoría, de vehículos pesados para viajes de carácter nacional o regional.
- Sub-Regional: Estas rodean el área metropolitana.
- Metropolitana: Conectan áreas importantes o distritos, dentro de la ciudad.

2.6.3. Capacidad vial

Es el máximo número de vehículos o máxima tasa de flujo que pueden circular por una sección trasversal de una carretera o calle en un periodo determinado por 15 minutos ya que, según los autores, es el menor intervalo en el cual se presenta un flujo estable; es la facultad de la vía para acomodar de

forma segura, una corriente de vehículos y personas bajo las condiciones que presenta su infraestructura vial y tránsito, incluyendo los dispositivos de control dentro de este. Esta definición varía ligeramente a cada tipo de vía.

También se puede calificar como una medida de la oferta, lo que nos deriva a “El nivel de servicio” ya que está determina la calidad del flujo al interactuar la oferta con la demanda y se refleja en grado de satisfacción o contrariedad de los usuarios.

Para determinar la capacidad de un sistema vial es necesario conocer las características físicas o geométricas de esta, además de las características de los flujos vehiculares bajo diversas condiciones de operación. Por lo tanto, un estudio de capacidad de un sistema vial es tanto cuantitativo al evaluar la suficiencia y cualitativo, al determinar su calidad del servicio ofrecido por el sistema (oferta) a los usuarios (demanda).

Existen 3 situaciones:

- Buen funcionamiento del sistema vial: cuando la magnitud del flujo $<$ capacidad del sistema, es decir, cuando el sistema tiene la suficiente oferta para alojar el flujo vehicular presente (demanda), sin congestión excesiva.
- Sistema vial inestable: Cuando los valores de los flujos vehiculares son cercanos a los de la capacidad u oferta, en este punto ya se puede evidenciar la congestión.
- Sistema vial con operaciones forzadas: cuando el flujo vehicular $>$ a la capacidad, se presentan velocidades bajas y altas densidades, se puede llegar a detenciones momentáneas generando un nivel bajo de operación.

Se puede decir que las mejores condiciones de operación se obtienen con vehículos circulando en el sistema vial a velocidades de flujo libre.

Según el DG 2018, para vías bidireccionales el valor ideal de la capacidad es de 2800veh/hr, la cual se verá reducida por diferentes factores como el entorno de la vía, presencia de vehículos, por su geometría, entre otros, los cuales serán explicados en el capítulo 5.

Figura 7

Capacidad ideal para dos carriles

Reparto por sentidos	Capacidad total (VL/h)	Relación Capacidad/Capacidad ideal
50/50	2,800	1.00
60/40	2,650	0.94
70/30	2,500	0.89
80/20	2,300	0.86
90/10	2,100	0.75
100/0	2,000	0.71

Nota. Se muestra el valor del factor de capacidad de acuerdo al desbalance direccional ideal Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2018).

1. Niveles de servicio

Para medir la calidad del flujo vehicular se usa el concepto de Nivel de Servicio. Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular en base a la percepción de los usuarios.

Estas condiciones se describen en factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad y la seguridad vial.

Según Cal y Mayor, dependiendo de las condiciones de operación los Niveles de Servicios de mejor a peor con las letras de la A a F. A cada Nivel de Servicio le corresponde un volumen de tránsito o u volumen de servicio.

a. Nivel de Servicio A

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios poseen una alta libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobras dentro del tránsito.

b. Nivel de Servicio B

El tránsito de vehículos aún se encuentra dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación, disminuyendo un poco la libertad de maniobra.

c. Nivel de Servicio C

Marca el comienzo en el cual la operación de los usuarios individuales se ve afectada de manera significativa por las interacciones

con los otros usuarios. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

d. Nivel de Servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque aún estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, empezando a formarse pequeñas colas de vehículos.

e. Nivel de Servicio E

El funcionamiento de la vía está en él, o muy cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. Aquí se evidencia que la libertad de maniobrar para circular se torna extremadamente difícil, por lo que los vehículos se ven forzados a ceder el paso.

f. Nivel de Servicio F

Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de “ondas de parada y arranque”.

2.6.4. Modelos de tráfico y simulaciones

1. Modelos de tráfico

La simulación consta de la creación de un modelo de un sistema real con el cual se pueda experimentar y/o analizar su comportamiento actual o futuro y evaluar teorías y estrategias de solución frente a un problema; se hablan de dos principales funciones: predecir y comparar.

De acuerdo con Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007), los modelos dinámicos de tráfico permiten ver la evolución de los vehículos con relación al tiempo y espacio.

a. Modelos macroscópicos

Estos modelos representan el movimiento de un conjunto de vehículos como el movimiento de una masa, se considera que todos los

vehículos y conductores tienen las mismas características por lo que la diferencia de características individuales entre los elementos no es relevante; relacionan tres principales variables: velocidad (v), densidad (ρ), y flujo (q). Es un modelo considerado para la predicción del flujo y de su control.

b. Modelos mesoscópicos

Estudia grupos de vehículos, clasificados de acuerdo a su velocidad, para estudiarlos de forma individual. El modelado mesoscópico es ideal para predecir el impacto generado por desviaciones o cambio de rutas.

c. Modelos microscópicos

Representan, individualmente, el movimiento de cada vehículo. El comportamiento y las características de los vehículos son importantes, por lo que se trabaja con factores individuales, también ayuda a establecer comportamientos de un fenómeno macroscópico en base a un valor promedio de las variables analizadas bajo un enfoque microscópico; Este modelo representa el avance de cada vehículo con una ecuación propia, es ideal para probar la geometría de las vías.

2. Simulación

Debido al rápido crecimiento de tránsito y el surgimiento de problemas relacionados a la demanda y complejidad vial, es que toma relevancia el análisis de sistemas de transporte mediante la utilización de software especializados en ingeniería de tránsito para predecir el tráfico que habrá en situaciones inusuales u ordinarias, de esta forma anticiparse a una eventual situación caótica y tomar medidas.

Por esta razón, es importante identificar qué programas se están utilizando de acuerdo a la necesidad de planificación y gestión del modelo de tráfico ya sea de ámbito urbano y/o interurbano, como ya se mencionó en el inciso anterior los modelos se clasifican en 3, macroscópicos, mesoscópicos y microscópicos.

Para este último, en el que el análisis es a una escala más pequeña al estudiar el comportamiento de vehículos individuales, se pueden utilizar las herramientas de VISSIM, TransModeler, etc.

Para el análisis del comportamiento de un grupo de vehículos, en los modelados mesoscópicos, los programas que se pueden utilizar son: DYNAMIT, INTEGRATION y METROPOLIS

Los programas más relevantes para la macrosimulación, válida para aplicaciones a gran escala, son: TransCAD, VISUM, TRANSYT, entre otros.

Debido a que el carácter de nuestra investigación requiere un análisis de comportamiento vehicular a gran escala y por la accesibilidad y facilidad de uso de la interfaz, es que se decidió utilizar el software PTV VISUM.

a. PTV VISUM

Desarrollado por en Karlsruhe, Alemania (Fellendorf & Vortisch, 2010); es uno de los programas más utilizados para la planificación global, simulación, evaluación y/o predicción de la dinámica vehicular y sistemas de control del tráfico frente a diversos escenarios mediante la selección modal y de ruta, generación de viajes y su distribución (según tiempos entre zonas).

Realiza simulaciones macroscópica y mesoscópica que permite analizar el posible flujo vehicular frente a las modificaciones de la modelación en base los escenarios hipotéticos, además de la planificación de servicios, estrategias y soluciones (PTV Group, s.f.).

2.7. Gestión de riesgo de desastres

2.7.1. Conceptos básicos

1. Amenaza

Un fenómeno, sustancia, actividad o condición que resultan peligrosa por posibles daños en la salud, como daños económicos, al ambiente, propiedad, etc.; Es también denominado como peligro inminente de acuerdo a INDECI, 2006.

2. Amenaza geológica

Incluyen procesos como erupciones volcánicas, sismos y procesos geofísicos semejantes como el movimiento de masa; que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos.

3. Desastre

Es el resultado de la combinación de una amenaza, condiciones de vulnerabilidad de una comunidad o sociedad, y medidas insuficientes para hacer frente, con sus propios recursos, a las consecuencias potencialmente negativas.

4. Peligro

Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno con una magnitud y zona específica, que puede afectar de forma negativa un área poblada, infraestructura y/o el medio ambiente. Estos pueden ser de origen natural o antrópico.

5. Riesgo

Es el escenario evaluado en base al peligro y la vulnerabilidad. También se considera como combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.

6. Riesgo de desastres

Las posibles pérdidas humanas, materiales, económicas y servicios, ocasionadas por un desastre afectando a una comunidad o sociedad particular en un período futuro determinado específico de tiempo en el futuro.

7. Gestión del riesgo de desastres

El proceso sistemático para minimizar daños y posibles pérdidas utilizando criterios administrativos, organizacionales de destrezas y capacidades operativas para proporcionar medidas de prevención, mitigación y preparación que permitan afrontar y reducir la probabilidad de ocurrencia de un desastre desencadenado por el impacto negativo de las amenazas naturales.

8. Vulnerabilidad

Son las características y las circunstancias de una comunidad, que la hace susceptible ante a las consecuencias adversas de una amenaza. También

denominado como el grado de resistencia de una unidad frente al peligro. Existen diversos aspectos de la vulnerabilidad que surgen de varios factores según el manual básico para la estimación de riesgos, INDECI, (2006), los cuales son ambiental y Física, ecológica, económica, social, educativa, cultural e ideológica, política e institucional, y, científica y tecnológica; siendo el primero, de especial importancia para el presente trabajo:

a. Vulnerabilidad física

Se refiere a la calidad del terreno o suelo en el que se asientan las estructuras como también la calidad del material que se utilizó para los diferentes tipos de construcción.

Las características del lugar donde se yerguen las estructuras incrementa significativamente el nivel de vulnerabilidad si es su localización es próxima a fallas geológicas, ladera de los cerros, riberas del río, faja marginal, laderas de una cuenca y siendo propensos a posibles deslizamientos o inundaciones o a verse afectados, en el caso de análisis del presente trabajo, por los peligros que trae consigo un eventual erupción volcánica.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Método de Investigación

El presente trabajo tiene un enfoque mixto; cuantitativo, ya que por medio de la recolección de datos y posterior análisis se pretende probar la hipótesis planteada y cualitativo debido a que se va a necesitar información proveniente de encuestas dirigidas a la población por sus preferencias.

3.2. Tipo y Nivel de Investigación

3.2.1. Tipo de Investigación

De acuerdo a los datos obtenidos y las variables mostradas en la Tabla 1, se considera una investigación de tipo mixta; según su propósito como una investigación aplicada, al centrarnos en proponer una solución ante la problemática ya descrita, buscando predecir el comportamiento de los vehículos dentro de un contexto específico, mediante la obtención de diferentes datos relacionados a nuestras variables para poder conformar una base de

información que permita una selección de tramos viales con la finalidad de reducir el tiempo de respuesta de los vehículos de atención inmediata.

3.2.2. Nivel de Investigación

Se realizará un estudio claro y objetivo de las diferentes variables de forma independiente y de forma asociada, realizando una medición exhaustiva que nos permita seleccionar diferentes rutas vehiculares cuyas características, basadas en la obtención de una base de datos en campo, se adecuen al propósito del presente trabajo.

De acuerdo con lo explicado, se realizará un trabajo experimental - predictivo ya que se realizará un análisis, predominantemente cuantitativo, de las variables que nos permita conocer el motivo o causal de la problemática, y a partir de esto proponer un cambio o respuesta que nos permita ver como modificará o afectará la situación actual en un escenario a futuro (Palella y Martins, 2012).

3.3. Diseño de la Investigación

Para poder brindar una respuesta ante el planteamiento de la hipótesis descrita en el presente trabajo se plantean diferentes métodos de obtención de datos para determinar la influencia de las diferentes variables en el resultado de la investigación.

Siendo una investigación mayormente cuantitativa nos basaremos en un análisis previo, mediante observación y medición, de toda causal y su interacción con los resultados ante diferentes escenarios teniendo un enfoque deductivo, por lo ya mencionado la presente investigación tiene un diseño experimental: cuasi- experimental; determinaremos y nos centraremos en las vías y los usuarios de estas como grupo de control para medir las variables cuyos resultados permitan describir el fenómeno analizado.

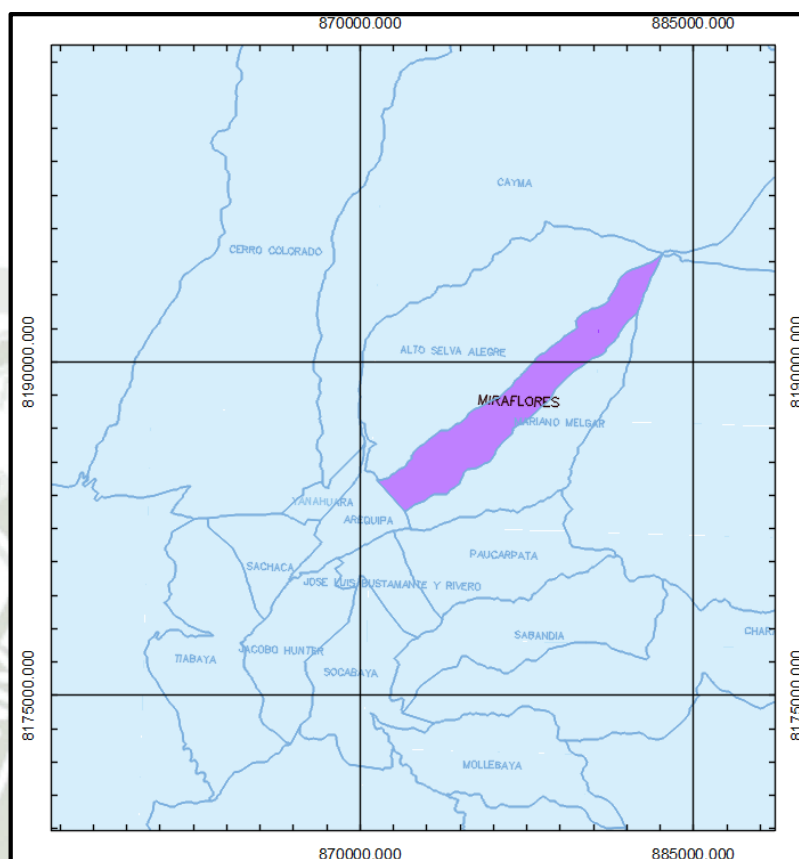
3.4. Campo de Verificación

3.4.1. Ubicación

El área de investigación es uno de los distritos que conforman la provincia de Arequipa en el departamento de Arequipa y también uno de los más peligrosos frente a erupciones volcánicas, este es el distrito de Miraflores. Este distrito colinda por el norte con Alto Selva Alegre, por el este con Mariano Melgar y por el Sur con el Cercado de Arequipa.

Figura 8

Plano de ubicación del Distrito de Miraflores en la Provincia de Arequipa



Nota. Elaboración propia

3.4.2. Mapa de Amenazas

Según el mapa de Riesgo volcánico en sectores urbanos elaborado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), el distrito de Miraflores tiene un nivel de riesgo alto y muy alto.

La investigación se centra en las amenazas de origen natural por movimientos geodinámicos internos (Volcanismo) y sus posibles peligros expresados en mapas elaborados por los organismos nacionales correspondientes, estos incluyen el flujo de lahares, caída de ceniza y riesgo volcánico en sectores urbanos.

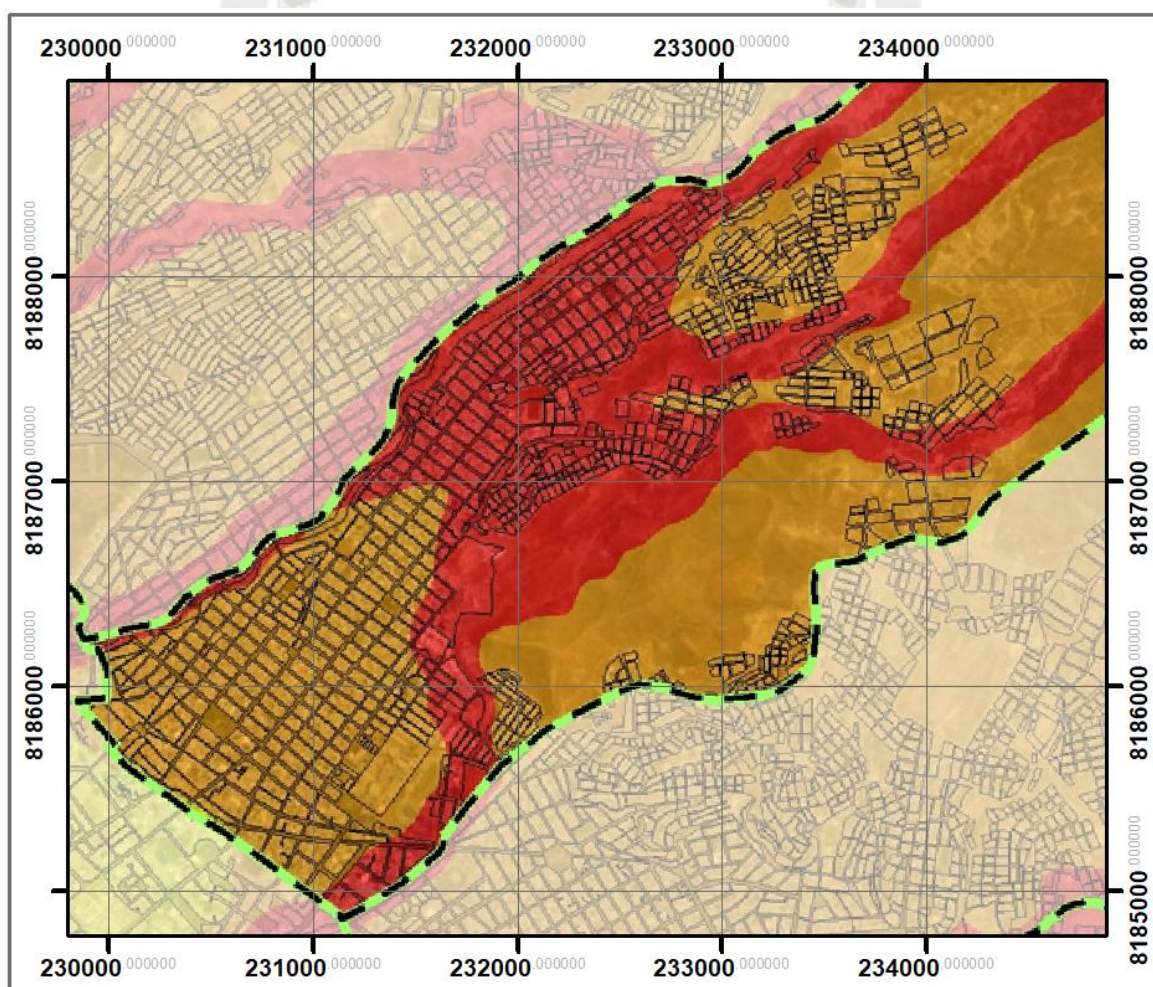
1. Mapa de Peligros Múltiples

En el mapa se representa los lugares que pueden ser expuestos a múltiples peligros, como son las lluvias de ceniza y piedra pómez, flujos y oleadas piroclásticas, flujos de barro, avalanchas de escombros y flujos de lava, derivados del volcán Misti. En él se observa que el

distrito de Miraflores tiene los colores rojo y naranja, siendo estos clasificados como Peligro Muy Alto y Alto respectivamente, a los que se encuentran en la parte roja pueden ser afectados por erupciones de cualquier magnitud debido a su cercanía al cráter y topografía del terreno, mientras que los que se encuentran en la parte naranja los afectaría una erupción con IEV mayor o igual a 3.

Figura 9

Mapa de peligros múltiples del Volcán Misti para el distrito de Miraflores - Arequipa



Nota. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) (2021).

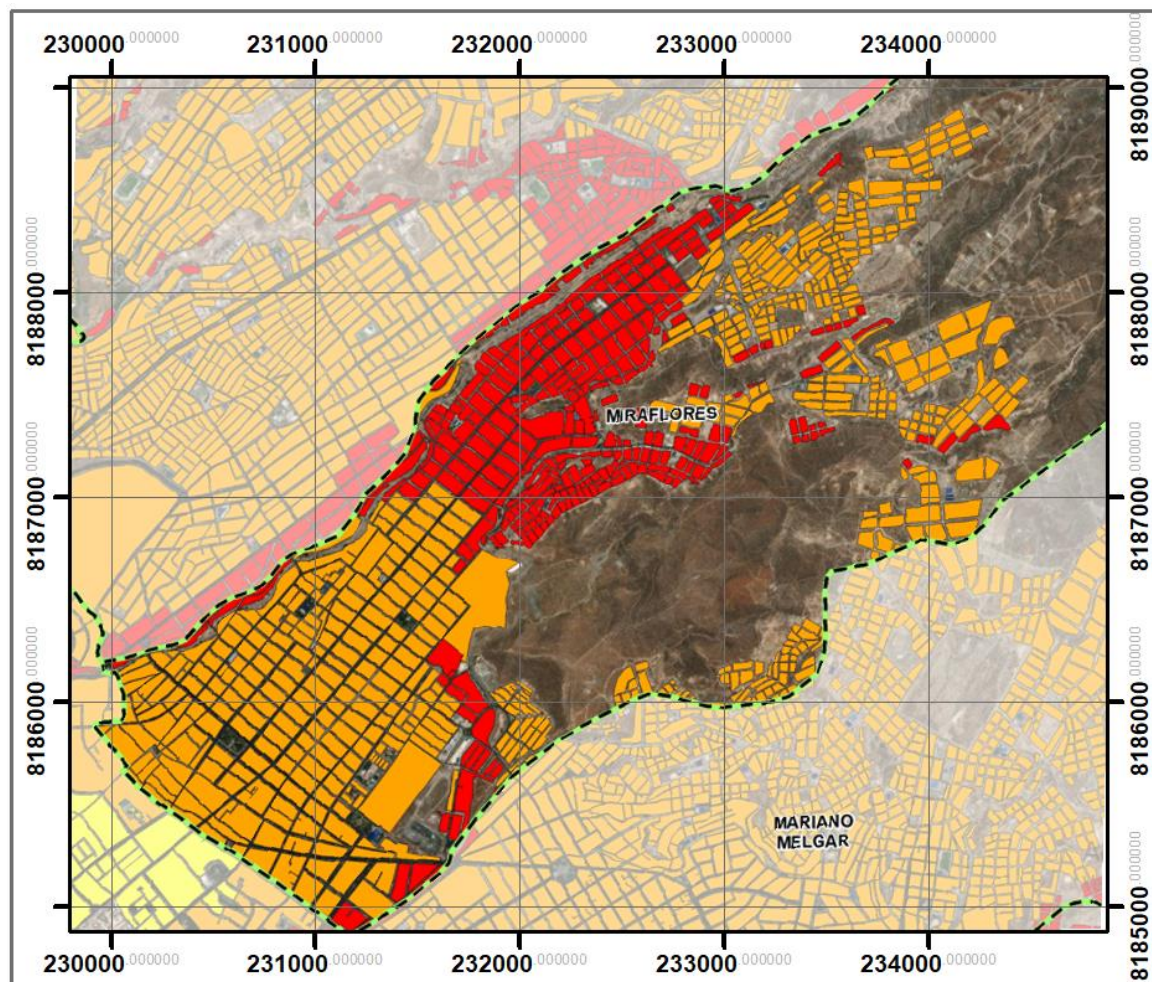
2. Mapa de Riesgo Múltiple en sectores urbanos

Al igual que en la anterior descripción en esta también se toman en cuenta los peligros múltiples, pero en este mapa se refleja con más exactitud los sectores urbanos (manzanas) que

se verían más afectados en caso de una erupción volcánica, los colores que se observan se definen igual que en el mapa anterior.

Figura 10

Mapa de riesgo volcánico en sectores urbanos para el distrito de Miraflores – Arequipa.



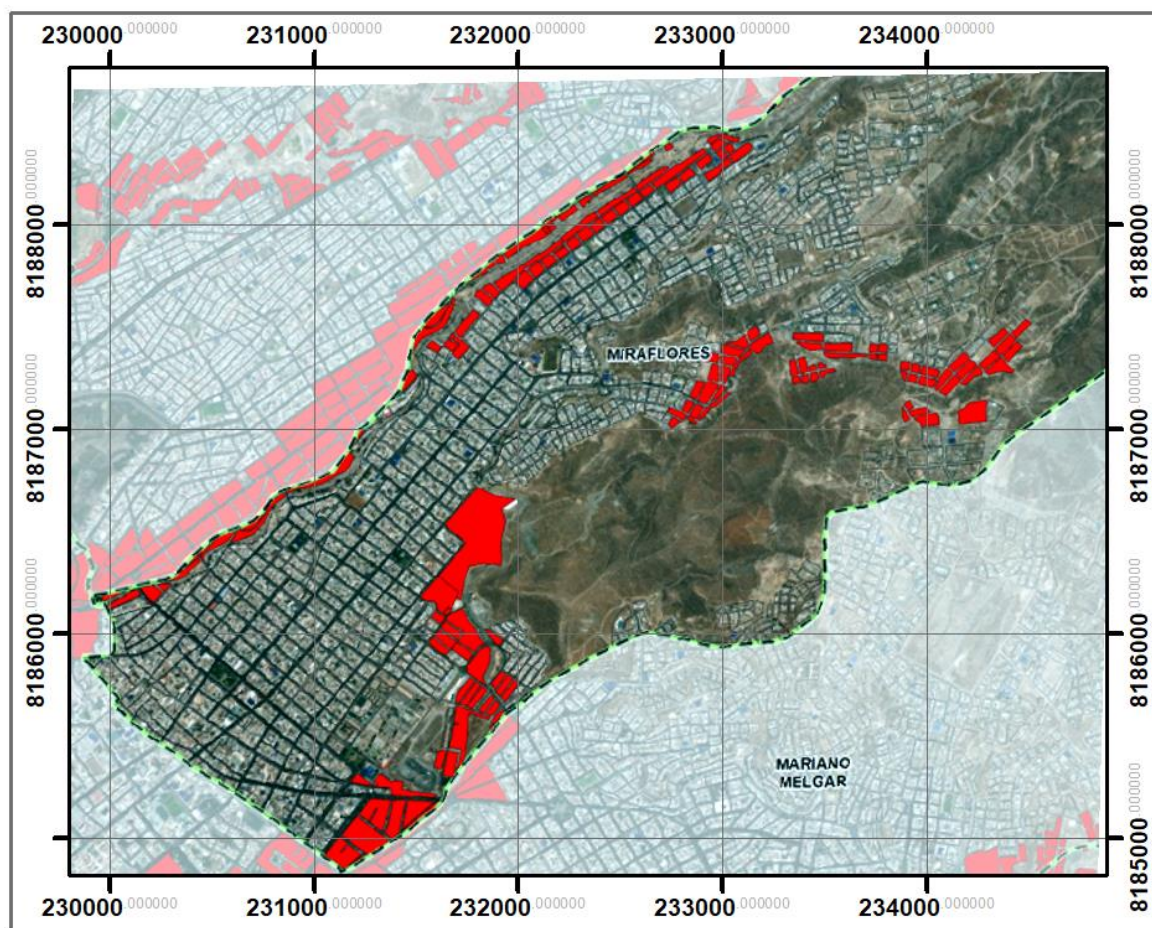
Nota. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) (2021).

3. Lahares

En el mapa se muestran los sectores urbanos que pueden ser afectados por flujos de barro o también llamados lahares en caso de una erupción moderada (IEV mayor a 3) para el distrito de Miraflores mayormente por estar contiguos o muy cerca de las zonas de quebradas suaves o pronunciadas originadas en la cima del volcán. En este caso sólo se observa un color rojo que indica el gran peligro al que se encuentra expuesta la población que reside en esas zonas.

Figura 11

Mapa de riesgo por lahares en sectores urbanos para el distrito de Miraflores – Arequipa.



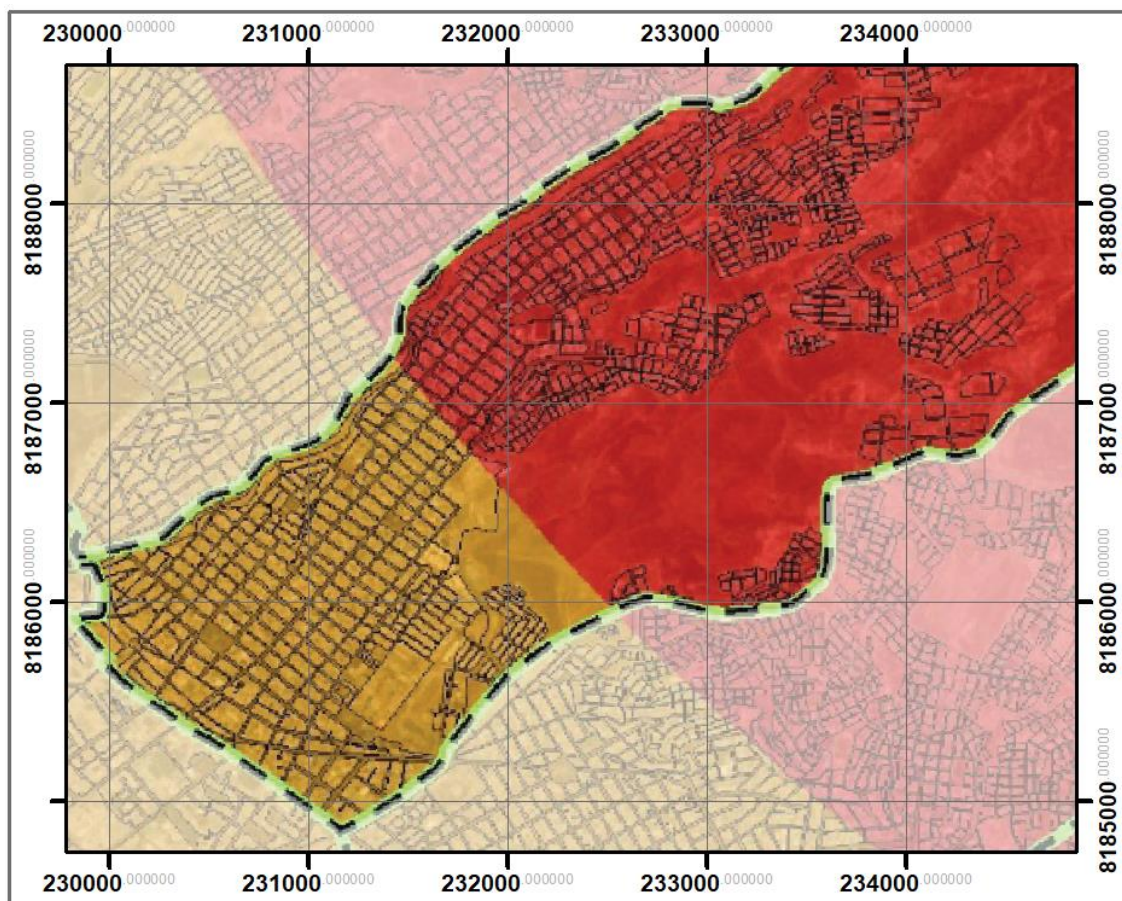
Nota. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) (2021).

4. Caída de ceniza (Bajo)

Como se observa en la siguiente figura, el área que puede ser altamente afectada por caída de ceniza en una erupción de baja magnitud (IEV menor o igual a 2) es la mitad más cercana del distrito de Miraflores. El color rojo simboliza que puede caer ceniza de espesor mayor a 4cm, mientras que la zona naranja sólo mayor a 1cm.

Figura 12

Mapa de Peligros por caída de ceniza en un escenario eruptivo de magnitud baja para el distrito de Miraflores - Arequipa.



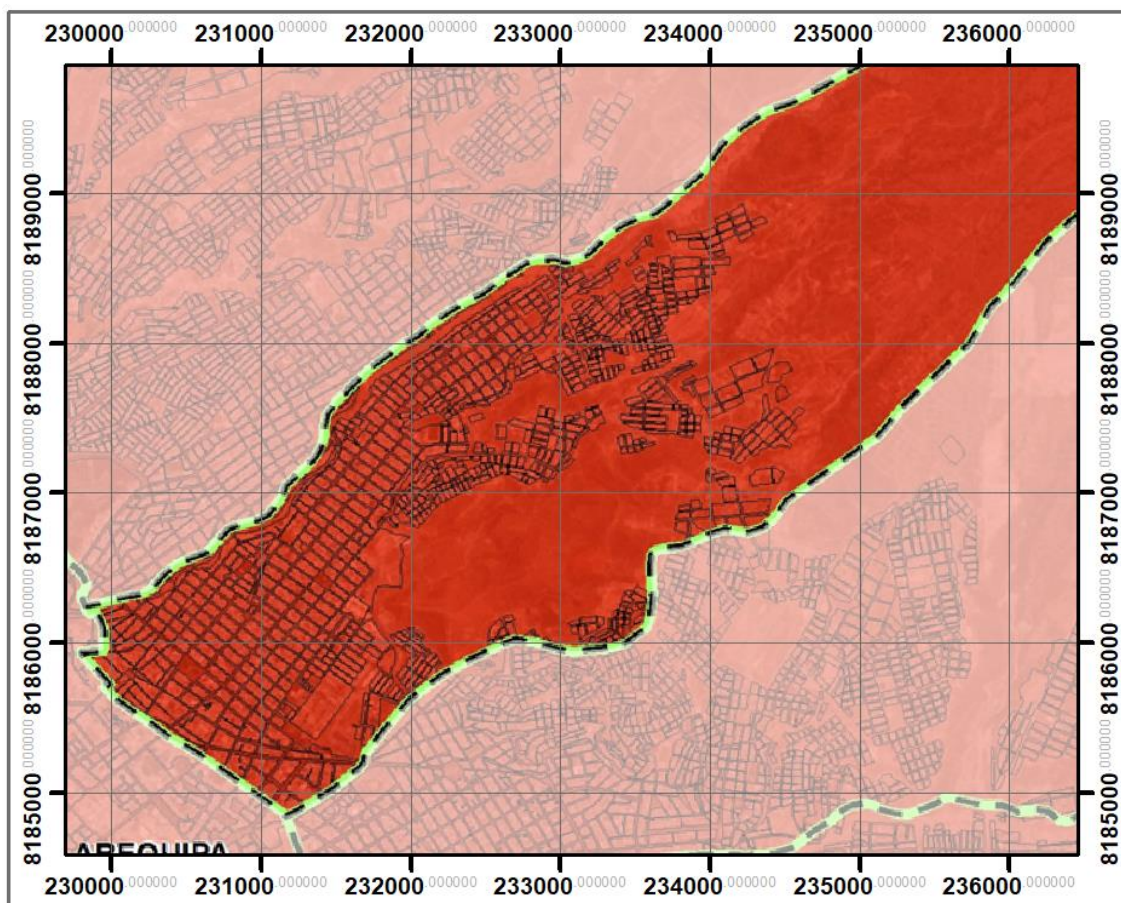
Nota. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) (2021).

5. Caída de ceniza (Moderado a alto)

En una erupción de magnitud moderada en adelante (IEV igual o mayor a 3) la totalidad del distrito estaría en la zona más crítica, ya que en la zona de peligro Muy Alto se podría presentar caída de ceniza y piedra pómez con espesores de 20 cm y mayores.

Figura 13

Mapa de Peligros por caída de ceniza en un escenario eruptivo de magnitud moderado a alto para el distrito de Miraflores - Arequipa.



Nota. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) (2021).

3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1. Encuestas de preferencia declarada

Una de las técnicas más importantes y utilizadas para recolección de información, para todo tipo de proyecto, es mediante la aplicación de encuestas a un grupo de personas con características similares que las vuelve un grupo objetivo de estudio, en nuestro caso la característica general para la aplicación de encuesta, es que los participantes vivan en la zona de estudio, que es Miraflores.

En el ámbito de transporte normalmente se usa para predecir el comportamiento de los usuarios de la vía, pero se han implementado otro tipo de encuestas para conocer más

información detallada según sea el requerimiento. Estos dos tipos de encuesta son conocidos como de preferencias reveladas y de preferencias declaradas.

Preferencias reveladas: Según Ortúzar (2000), se basan en la observación del comportamiento real de los usuarios, su principal uso es para estimar la elección de los modos de transporte, longitud de viaje mediante las encuestas origen-destino y su posterior modelamiento de distribución o asignación de viajes.

Preferencias Declaradas: En este caso se le presentan a los participantes de las encuestas una serie de escenarios hipotéticos para elegir la opción que más se apegue a su comportamiento frente al dicho escenario, a comparación de las encuestas de preferencia revelada, esta técnica de recolección de datos nos permite estudiar una variable que es difícil de observar en el día a día.

Si bien este método es más económico, y requiere menos tiempo para la recolección, y análisis de datos, también presenta desventajas a tratar, entre los más comunes que se dieron para nuestra investigación son:

- **Aleatorio:** Basado en la diferencia del comportamiento expresado, frente a como realmente actuarían si la situación hipotética se presentaría.
- **Racionalización:** Emitir respuestas subjetivas orientadas a enfocar un comportamiento con un pensamiento lógico.
- **Afirmación:** Responder según lo que se espera que el encuestador desee escuchar.

Para este método de recolección, el tamaño de muestra debe ser relevante y representativo, pero debido a que se presentan varias situaciones hipotéticas, un menor tamaño de muestra sería suficiente para determinar un parámetro poblacional específico. El número mínimo de encuestas sería igual al tamaño de muestra inicial entre la cantidad de escenarios presentados (Pompilio, 2006):

$$n \geq \frac{1}{r} * \frac{z^2 * q}{p * a^2} ; n \geq \frac{z^2 * p * q}{r * e^2}$$

Donde:

r= Número de casos hipotéticos.

Cada una de estas situaciones hipotéticas dependen de la relación entre variables independientes (atributos) y dependientes (niveles), es por esto que mientras la cantidad de atributos y niveles sea mayor, mayor serán los escenarios.

Para determinar el número de escenarios probables utilizaremos el diseño factorial, el cual forma parte del diseño experimental de preferencias declaradas; en este diseño cada nivel de cada atributo se combina con todos los niveles de los demás atributos (Pompilio Sartori, 2006), se debe seleccionar un número fijo de niveles para cada uno de los atributos ya sean cualitativos o cuantitativos (Soler Martínez, 2016). Por ejemplo, para un escenario de evacuación se tiene:

Tabla 3

Atributos y niveles para la formación de escenarios

Atributos	Niveles
Disponibilidad de vehículos motorizados	Cuenta con vehículo motorizado
	No cuenta con vehículo motorizado
Acción frente a la Evacuación	Evacuar con sus propios medios
	Evacuar con medios que brindan las entidades

Nota. Elaboración propia.

Dentro del diseño factorial se tiene: Completo y fraccionado, para el presente trabajo utilizaremos el primero

$$N = n^A$$

Donde:

N = Número de escenarios hipotéticos

n = Número de niveles de atributos

A = Número de atributos

Ya que se tiene dos atributos con dos niveles cada uno, la cantidad de posibles combinaciones será igual a:

$$N = 2^2 = 4$$

Tabla 4

Atributos y niveles para la formación de escenarios

N°	Escenario	
1	Si tiene vehículo	Utilizará medios propios
2	Si tiene vehículo	Evacuación con las entidades encargadas
3	No tiene vehículo	Utilizará medios propios
4	No tiene vehículo	Evacuación con las entidades encargadas

Nota. Elaboración propia.

2. Características Geométricas de las calles del distrito de Miraflores

Se evaluarán en primera instancia las características geométricas de las vías clasificadas como arteriales, colectoras, parte del anillo vial y locales de acuerdo a la clasificación del Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa (PDM 2016-2025) en el distrito de Miraflores.

Tabla 5

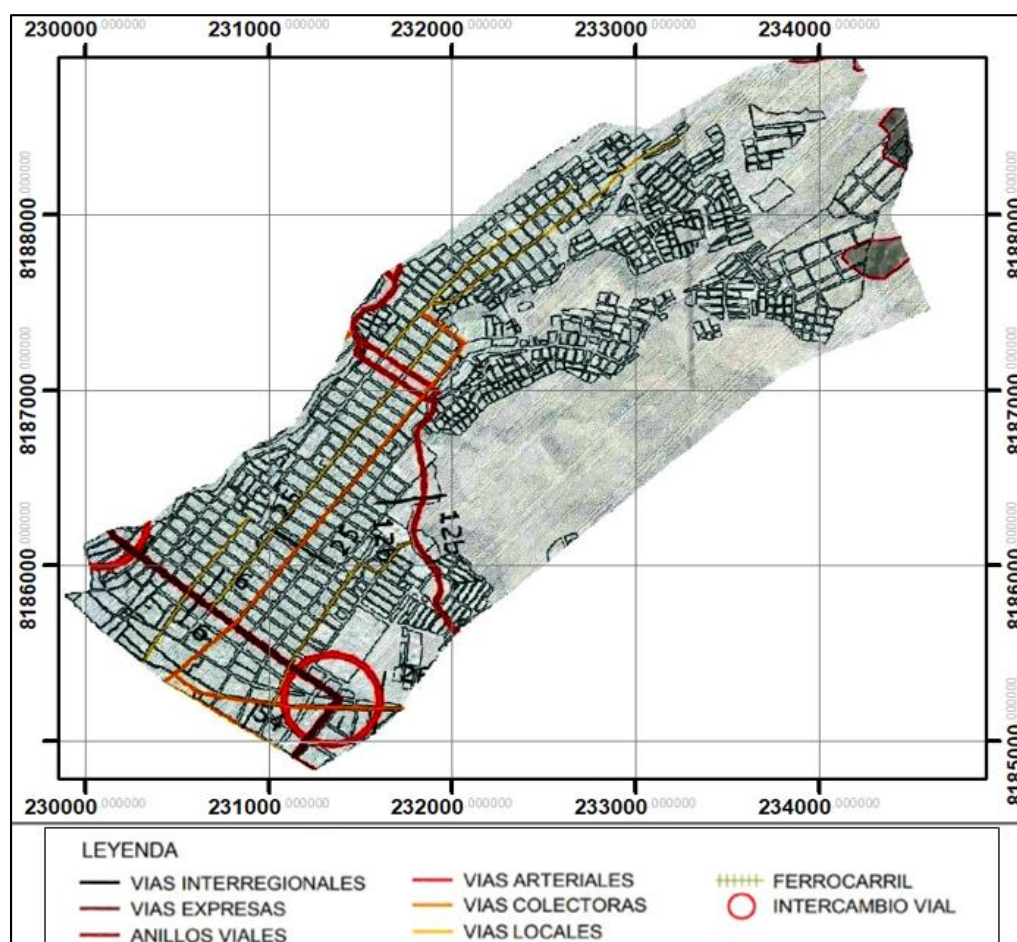
Listado de vías arteriales, colectoras, parte del anillo vial y locales de Miraflores

N°	Nombre de la vía	Clasificación
01	Av. Tarapacá	Local
02	Av. Pro Hogar	Local
03	Av. Francisco Bolognesi	Local
04	Av. San Martín	Local
05	Calle Teniente Rodríguez	Local
06	Av. Progreso	Anillo Vial
07	Calle Ricardo Palma	Arterial
08	Av. Sepúlveda	Colectora
09	Av. Goyeneche	Colectora
10	Av. Venezuela	Anillo Vial

Nota. Elaboración propia.

Figura 14

Plano de la clasificación de la red vial del Distrito de Miraflores.



Nota. Adaptado de Plan de Desarrollo Metropolitano de Arequipa (PDM 2016-2025).

En un trabajo hecho en campo, se obtuvieron las medidas de la calzada, número de carriles, número de sentidos y separadores centrales de las vías anteriormente listadas.

Tabla 6

Características Geométricas de la Av. Tarapacá

Av. Tarapacá	
Fecha	Octubre 2022
Número de calzadas	2
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	6.5

Continuación de *Tabla 6*

Número de Sentidos	2
Separador	1.5
Intersecciones	19
Clasificación de vía urbana	Local

Nota. Elaboración propia.

Tabla 7

Características Geométricas de la Av. Pro Hogar.

Av. Pro Hogar	
Fecha	Octubre 2022
Número de calzadas	2
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	7.2
Número de Sentidos	2
Separador	4.5
Intersecciones	8
Clasificación de vía urbana	Local

Nota. Elaboración propia.

Tabla 8

Características Geométricas de la Av. Francisco Bolognesi

Av. Francisco Bolognesi	
Fecha	Octubre 2022
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada inicio de ruta (m)	7.4
Ancho de calzada final de ruta (m)	6.2
Número de Sentidos	2
Separador (m)	-
Intersecciones	16
Clasificación de vía urbana	Local

Nota. Elaboración propia.

Tabla 9

Características Geométricas de la Av. San Martín

Av. San Martín	
Fecha	Octubre 2022
Intersecciones	53
Clasificación de vía urbana	Local
AL inicio de ruta	
Número de calzadas	2
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	5.5
Número de Sentidos	2
Separador	1.18
AL final de ruta	
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	7.6
Número de Sentidos	2
Separador	-

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10

Características Geométricas de la Calle Teniente Rodríguez

Teniente Rodríguez	
Fecha	Octubre 2022
Intersecciones	15
Clasificación de vía urbana	Local
AL Alta de ruta	
Número de calzadas	2
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	6.7
Número de Sentidos	2
Continuación de <i>Tabla 10</i>	

Separador	1.18
AL baja de ruta	
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	7.9
Número de Sentidos	2
Separador	-

Nota. Elaboración propia.

Tabla 11

Características Geométricas de la Av. Progreso

Av. Progreso	
Fecha	Octubre 2022
Intersecciones	15
Clasificación de vía urbana	Anillo Vial
AL inicio de ruta	
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	4
Ancho de calzada	12.2
Número de Sentidos	2
Separador	-
AL final de ruta	
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	4
Ancho de calzada	15.7
Número de Sentidos	2
Separador	-

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

Características Geométricas de la calle Ricardo Palma

Ricardo Palma	
Fecha	Octubre 2022
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	8.5
Número de Sentidos	2
Separador	-
Intersecciones	4
Clasificación de vía urbana	Arterial

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13

Características Geométricas de la Av. Sepúlveda

Av. Sepúlveda	
Intersecciones	7
Clasificación de vía urbana	Colectora
AL inicio de ruta	
Número de calzadas	2
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	6.4
Número de Sentidos	2
Separador	2.58
AL baja de ruta	
Número de calzadas	2
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	7.3
Número de Sentidos	2
Separador	3

Nota. Elaboración propia.

Tabla 14

Características Geométricas de la Av. Sepúlveda

Av. Goyeneche	
Fecha	Octubre 2022
Intersecciones	35
Clasificación de vía urbana	Colectora
Al Alta de ruta	
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	8.8
Número de Sentidos	2
Separador	-
Al Media de ruta	
Número de calzadas	2
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	5.9
Número de Sentidos	2
Separador	3.64
Al baja de ruta	
Número de calzadas	1
Número de carriles por calzada	2
Ancho de calzada	9
Número de Sentidos	1
Separador	-

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15

Características Geométricas de la Av. Venezuela

Avenida Venezuela	
Fecha	Octubre 2022
Número de calzadas	2

Continuación de *Tabla 15*

Número de carriles por calzada	3
Ancho de calzada (m)	9
Numero de Sentidos	2
Separador (m)	9.2
Intersecciones	2
Clasificación de vía urbana	Anillo vial

Nota, Elaboración propia.

3. Medición de Velocidades

Método Del Cronómetro

Este trabajo en campo se realiza tomando una distancia delimitada entre 2 puntos con cronómetros sincronizados, determinando el tiempo que toma que un vehículo se desplace desde un punto hasta el siguiente. Ya que es una toma de datos manual se debe tener en cuenta que se debe tener buena visibilidad para observar adecuadamente los vehículos. Finalmente, para hallar la velocidad se divide la distancia entre ambos puntos entre el tiempo encontrado.

Muestra

Para estimar el tamaño mínimo de muestra para medir las velocidades se usó la siguiente formula:

$$n = \left(\frac{K * S}{e} \right)^2$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

K= Constante del nivel de confiabilidad. NC=95.5%, K= 2.00.

S= Desviación estándar de velocidades.

e= Error en la estimación de velocidad.

Como no hay registro de investigaciones anteriores según Ortúzar (2010) la desviación estándar toma un valor de 8.00km/h y el error permitido está en un rango de 1.50km/h a 8.00km/h.

Se hizo una toma de muestra preliminar, donde se obtuvo que el error estándar era de 5.32km/h; así que en base a la ecuación se tiene que sería suficiente hacer medidas de velocidades a 10 vehículos por punto de análisis.

$$n = \left(\frac{2 * 8}{5.32} \right)^2 = 9.05 \approx 10 \text{ veh\u00edculos}$$

3.4.4. Población, muestra y muestreo

Para cualquier proceso de modelación para planificación, la recolección de información resulta imprescindible sobre todo para la predicción del número de usuarios de un sistema de transporte, pero para esto es necesario conocer la población presente y la forma en la que esta crece y se desarrolla, uno de los principales problemas para el levantamiento de información es la resistencia de la población a dar información personal y poder realizar un censo general para obtener números más exactos, además de la falta de información organizada del área con respecto a muertes, nacimientos y sobretodo migraciones, es por esto que mediante los censos oficiales registrados cada 10 años es posible aproximarse al número de habitantes de la zona de interés.

Según Pedro López Alegría (2006), existen varios métodos numéricos de estimación, dentro de los cuales, los métodos más utilizados, al no contar con una vasta base de datos, son el aritmético, geométrico o exponencial:

Método Aritmético

Método matemático basado en polinomios de primer grado por lo que también recibe el número de método lineal, el crecimiento que presenta es constante, por lo que se necesita averiguar una cifra inmutable de aumento de población para aplicarla en los siguientes años. No suele ser un método muy utilizado ya que es difícil encontrar una población que crezca o disminuya en un mismo número de habitantes, se utiliza cuando sólo se tiene 2 momentos en el tiempo con datos de la población y sobre todo para proyecciones de corto plazo (5 años) a mediano plazo.

El crecimiento lineal se puede expresar como:

$$P_t = P_0 + r * t$$

Considerando que:

P_t es la población en el momento t

P_0 es la población en el momento 0

t es el periodo de tiempo transcurrido ($t-0$)

r es el incremento anual de la población

Para el incremento anual de la población; si la población en el tiempo 0 es P_0 y después de n años la población es P_n , entonces:

$$r = (P_t - P_0)/t$$

Método Geométrico

El método geométrico o exponencial asume una tasa constante creciente en cada periodo de tiempo. Cuando las proyecciones se hacen para un período corto, esta tasa es preferida a la aritmética. La tasa geométrica debe ser escogida cuando el incremento poblacional es directamente proporcional al número de habitantes en un momento específico.

$$P_t = P_0 * (1 + r)^t$$

P_t es la población en el momento t

P_0 es la población en el momento 0

r es la tasa de crecimiento

t es el periodo de tiempo ($t-0$)

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del censo del 2017, Miraflores tuvo una población de 60589 habitantes, proyectada al 2022 con 66339 habitantes, dentro de esta cantidad se considera un 48.5% de población masculina y un 51.5% femenina.

Como ya se contaba con el dato de la población proyectada al año 2022 del INEI (66339 habitantes), para el proceso de la investigación es necesario calcular la tasa de crecimiento considerada, para esto se despeja la tasa de crecimiento (r) en la ecuación del método geométrico descrita anteriormente.

$$r = \sqrt[t]{\frac{P_t}{P_0}} - 1 = \sqrt[2022-2017]{\frac{66339}{60589}} - 1 = 1.8298\%$$

Se trabajó con el método geométrico para comprobar este número y con la información obtenida directamente de la página oficial del INEI, se encontró una tasa de crecimiento de 1.8298% desde al año 2017 al 2022.

$$P_{2022} = 60589 * (1 + 0.018298)^{2022-2017} = 66339$$

Para así obtener una población total proyectada de 66339 habitantes. Para obtener la muestra desde el punto estadístico para la investigación se trabajó con la siguiente fórmula, que se relaciona con el nivel de confiabilidad y el margen de error:

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{r * e^2 \cdot (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

Dónde:

- n: Tamaño de la muestra
- N: Tamaño de la población
- Z: Nivel de confianza (NC) para un NC=95%, Z= 1.96
- p: Probabilidad de ocurrencia (50%)
- q: Probabilidad de no ocurrencia (50%)
- e: Error de estimación máximo aceptado (5%)

Desarrollando la ecuación presentada, para obtener un 95% de confiabilidad con un 5% de error máximo aceptado se tendría:

$$n = \frac{66339 * (1.96)^2 * 0.50 * 0.50}{4 * (0.05)^2 * (66339 - 1) + (1.96)^2 * 0.50 * 0.50} = 95.488 \cong 96 \text{ encuestas}$$

Se tendría que aplicar la encuesta a 96 personas para obtener los parámetros deseados.

3.4.5. Procedimiento

1. Pasos preliminares

1.1. Propuesta de Zonificación

Es necesario realizar una zonificación del distrito en la que bajo el análisis de densidad poblacional se pueda distribuir de manera proporcional y se facilite un accionar organizado por parte de la población. No obstante, también

es necesario considerar las características del terreno y la disposición y distribución de viviendas y comunidades involucradas.

También se debe considerar una división basada en las etapas de erupción volcánica expresadas en IEV según el INGEMMET en el que los sectores de mayor cercanía a la cima del volcán se ven afectados frente a un escenario de IEV 1-2, mientras que para un IEV mayor a 2 afectaría el distrito en su totalidad.

1.2. Ubicación de puntos de acopio

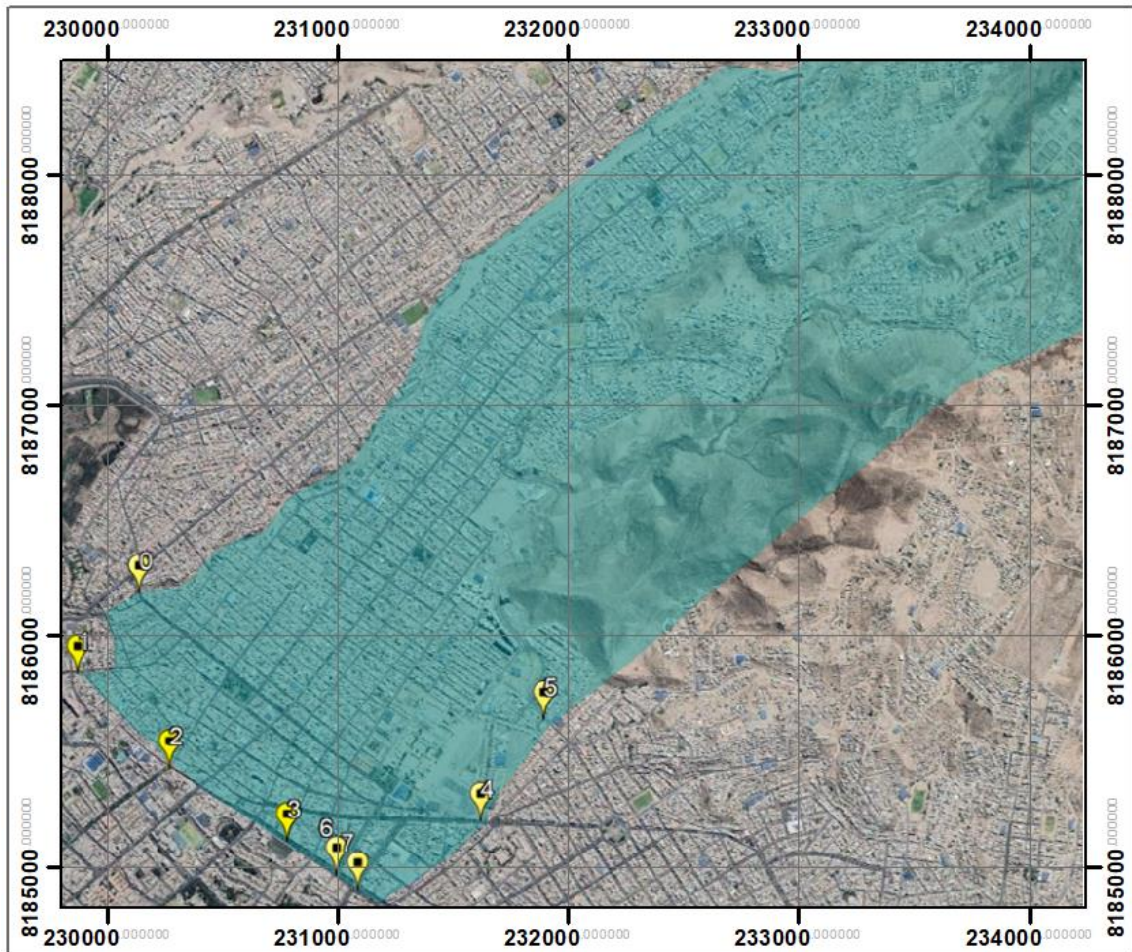
Para poder generar un desplazamiento ordenado de los vehículos a lo largo de Miraflores, es necesaria la ubicación de puntos inicio y fin del recorrido. La determinación de punto de arribo, como paraderos iniciales, seguirán una distribución de acuerdo a la zonificación previamente establecida y de acuerdo al cumplimiento de aforo de dicha zona; de igual forma, junto con el estudio de número de pobladores y capacidad de espacios abiertos y/o públicos, es que se propondrán un número reducido de puntos de evacuación masiva desde donde la población será embarcada para tener como destino un albergue en un distrito alejado del peligro que representaría un eventual erupción volcánica.

1.3. Ubicación de puntos de salida del distrito

Para cuantificar la capacidad de servicio vial en los puntos de salida del distrito, se realizará un registro manual de velocidades en los puntos mostrados en la figura 12 considerando la geometría vial y los sentidos de las calles, encontrando así puntos de convergencia de posibles rutas de salida del distrito hacia zonas de bajo riesgo.

Figura 15

Imagen satelital de puntos de salida del distrito de Miraflores.



Nota. Elaboración propia.

2. Recopilación de datos

2.1. Determinación de vías y puntos de análisis geométrico y de velocidad

Una vez establecidas las zonas de evacuación y puntos de salida del distrito, es necesaria una visita a campo para descartar, en su mayoría, las vías que no contribuyan con preservar la seguridad de la población y desplazamiento oportuno al momento de acoger un alto flujo vehicular, como también, identificar rutas mayormente utilizadas por la población, por lo que el uso de encuestas de preferencia declarada como herramienta de obtención de información resulta adecuada. De esta selección de calles y avenidas es que se

realizara la toma de datos como características geométricas del derecho de vía y de las velocidades de flujo.

2.2. Estudio de escenarios de evacuación basado en los modos de transporte

Para el proceso de evacuación se debe tomar en cuenta que hay un porcentaje de la población que cuenta con transporte propio y un porcentaje que carece de este, teniendo de esta forma:

Modo de transporte privado: Incluye conocer la cantidad y tipo de vehículos privados

Modo de transporte compartido: Considera a las personas que no cuentan con vehículo propio y necesitan asistencia de autoridades u entidad.

2.3. Estudio de capacidad vial en el distrito de Miraflores

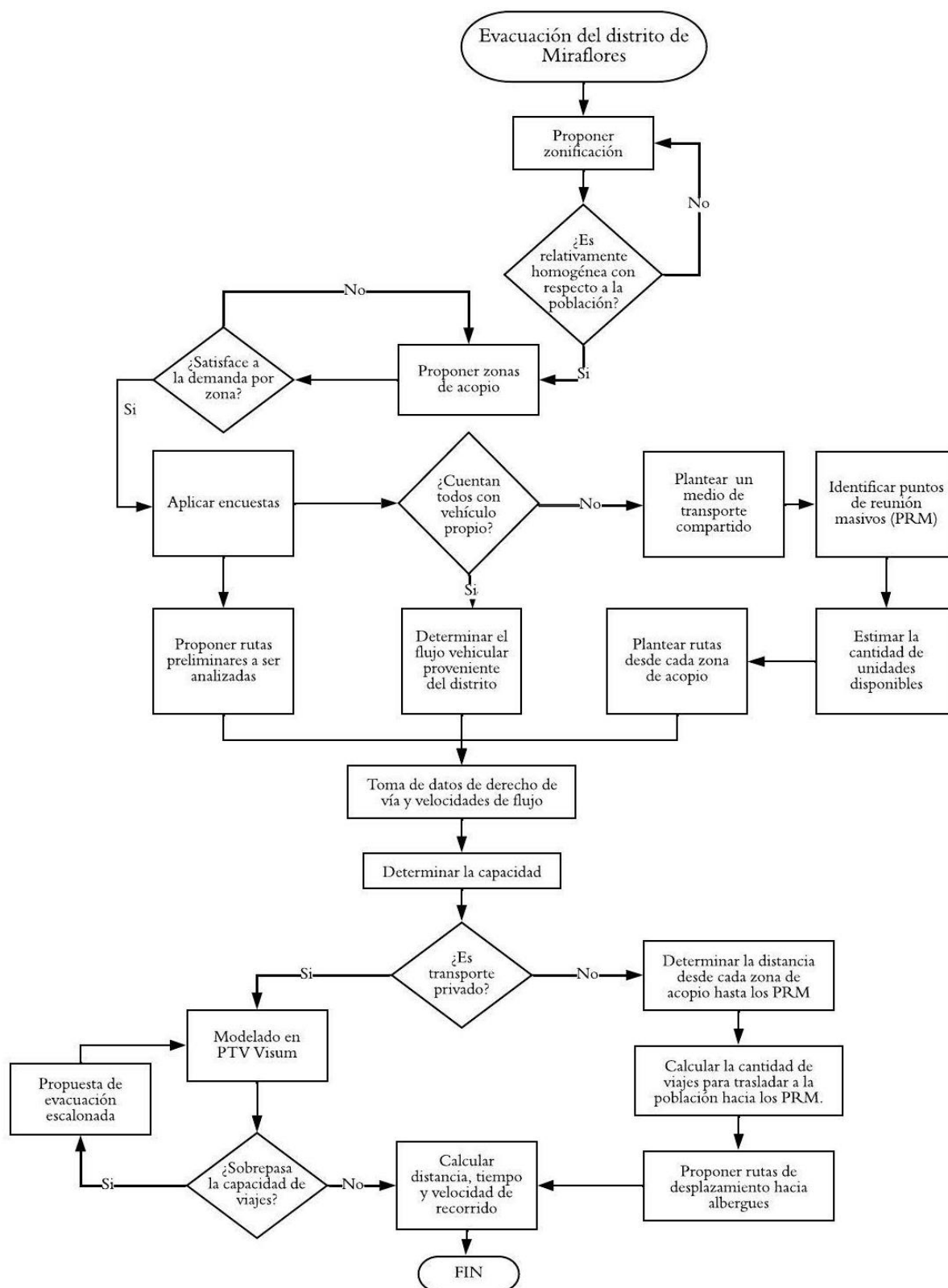
Con los datos obtenidos, determinamos la capacidad de las vías escogidas, en base al procesamiento de datos obtenidos en los pasos anteriores para su posterior modelado en un software de simulación.

3. Evaluación de resultados

Esto incluye un análisis comparativo de los resultados de las simulaciones para comprobar si se cumple con la capacidad al momento de una evacuación o si es que se pueda necesitar la propuesta de una evacuación escalonada para cumplir con un alto flujo vehicular y de esta forma identificar y proponer las rutas de evacuación final que permitan salir el distrito de forma segura y eficiente dentro de un tiempo prudente.

Figura 16

Diagrama de flujo de procedimiento.



Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO IV. ZONIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE PUNTOS DE ACOPIO

4.1. Análisis de Densidad Poblacional y Propuesta de zonificación

Se refiere como zonificar a establecer zonas con cierta área definida por determinados criterios, tiene como finalidad la congregación de hogares individuales en grupos para hacerlos más manejables y así alcanzar el objetivo requerido con su respectiva modelación.

Para zonificar existen dos puntos importantes que son el tamaño y cantidad de zonas. A su vez estos puntos dependen de dos factores; el carácter de estudio (en este caso es estratégico, donde se eligen menor cantidad de zonas con mayor tamaño superficial) y los recursos disponibles.

También se tiene que considerar otros criterios para zonificar:

- Debe ser compatible con otras divisiones administrativas
- Deben ser homogéneas en lo posible, como uso de suelo, composición de la población, etc.
- Los límites deben ser compatibles con cordones internos y con zonificaciones de estudios anteriores.
- No es necesario dividir el área en zonas de igual tamaño en superficie.

Estos criterios pueden ser modificados dependiendo de la topografía del terreno y para el fin del estudio y su correcta modelación es necesario poder estimar la población en cada zona y poder realizar las encuestas para recolectar información importante de la manera más eficaz.

Anteriormente, se solía hacer una zonificación de acuerdo a los objetivos de las investigaciones pasadas, pero se ha concluido que este método no funciona correctamente y dificulta el uso de datos.

4.1.1. Zonificación Propuesta

Teniendo en cuenta las características geomorfológicas del distrito además de las urbanizaciones, límites entre asentamientos humanos, y las zonas con mayor riesgo debido a su cercanía a las quebradas por donde podría discurrir los lahares o flujos piroclásticos como la Alameda o AAHH: Los Girasoles, Galaxia, El Salvador, Héroes del Pacífico, Cristo Blanco, Juan XXIII y Alto Juan XXIII; y tomando en consideración el plano de compatibilidad de uso

de suelos de la Municipalidad Distrital de Miraflores y uno recuperado del último simulacro del año 2010 organizado en las partes altas del distrito (7 asentamientos) por el Plan de Operaciones de Emergencia Distrital.

Figura 17

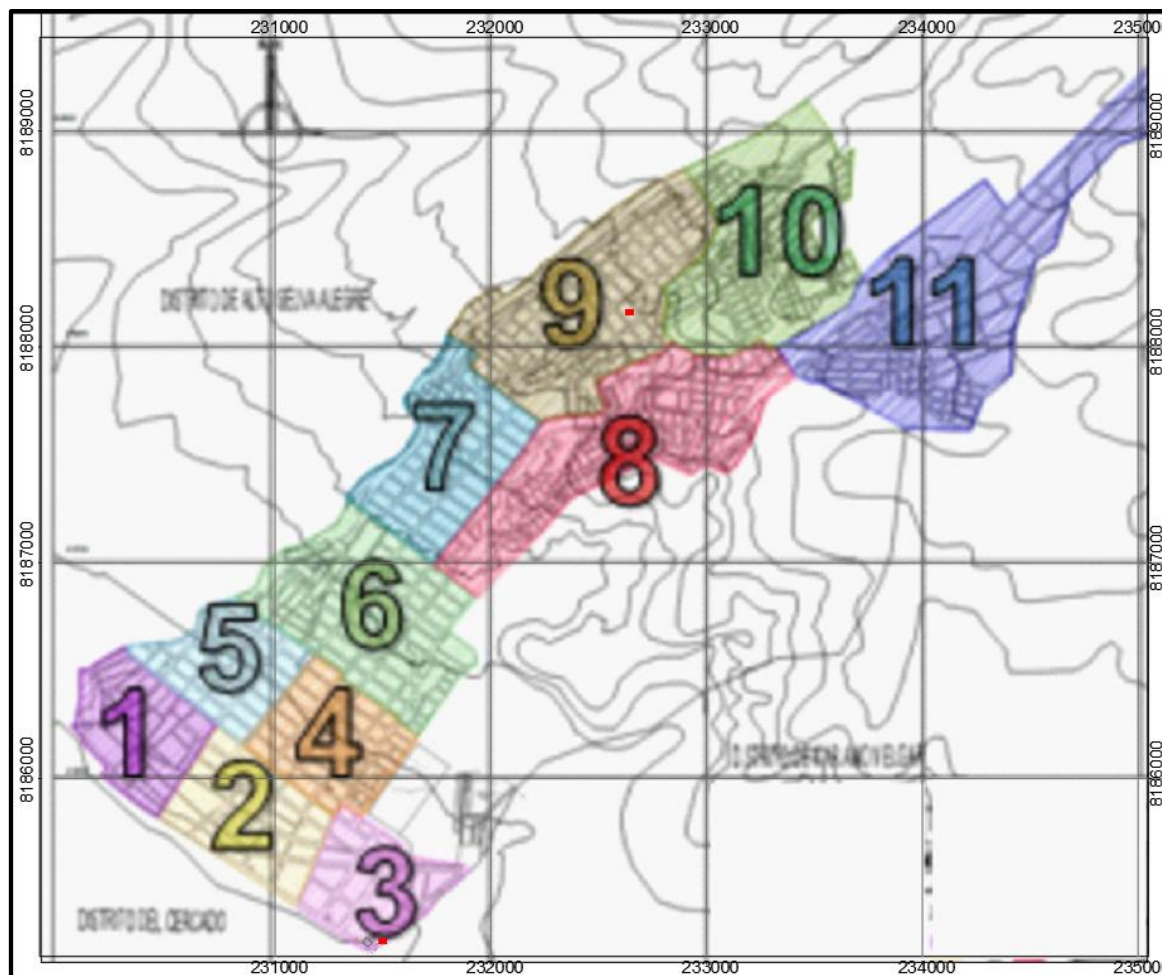
Plano de Zonificación y Compatibilidad de uso del Distrito de Miraflores.



Nota. Adaptado de Municipalidad Distrital de Miraflores (2016).

Figura 18

Plano de Zonificación del Plan de Operaciones de Emergencia Distrital.



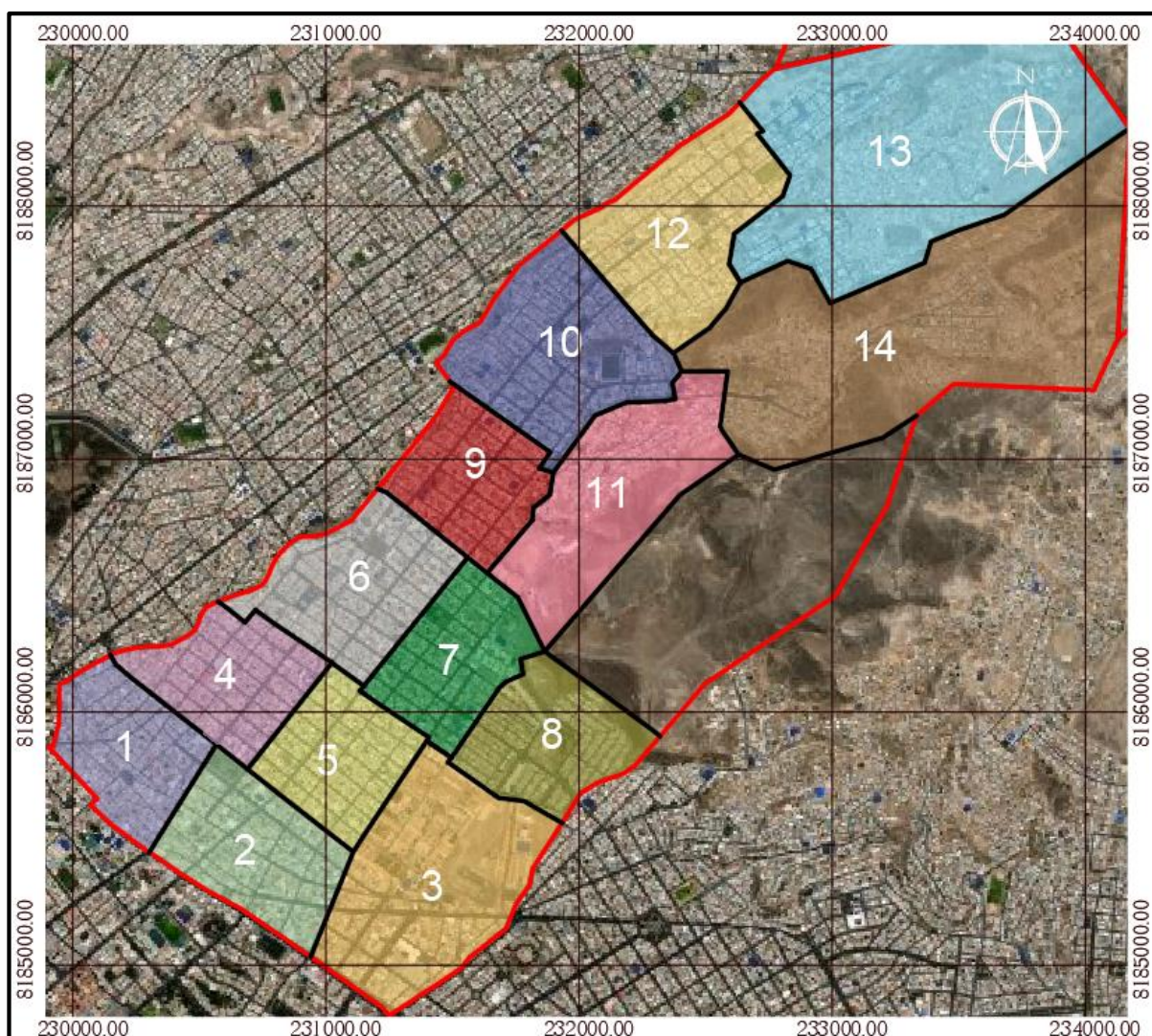
Nota. Municipalidad Distrital de Miraflores (2010).

Una vez se hizo una primera zonificación en base a los planos anteriores, se procedió a hacer la contabilización de habitantes de acuerdo a la distribución mostrada en la Figura 16 y los datos del último censo del INEI 2017.

Con el objetivo de homogeneizar la población en cada zona se hizo una última partición mostrada a continuación:

Figura 19

Mapa de zonificación final del Distrito de Miraflores.



Nota. Elaboración propia.

Finalmente, se dividió 1 distrito en 14 zonas, cuya población de cada zona fue determinada con ayuda de los datos del censo del año 2017 y su proyección al año 2022 se muestra en la Tabla 16:

Tabla 16

Distribución de la población por zona

Población 2017 (hab.)	Porcentaje de Población	Población 2022 (hab.)
--------------------------	----------------------------	--------------------------

Continuación de *Tabla 16*

Zona 1	4507	7.44%	4935
Zona 2	3638	6.00%	3983
Zona 3	3599	5.94%	3941
Zona 4	4674	7.71%	5118
Zona 5	3962	6.54%	4338
Zona 6	5042	8.32%	5520
Zona 7	3840	6.34%	4204
Zona 8	4456	7.35%	4879
Zona 9	4334	7.15%	4745
Zona 10	5292	8.73%	5794
Zona 11	3729	6.15%	4083
Zona 12	4579	7.56%	5014
Zona 13	5436	8.97%	5952
Zona 14	3501	5.78%	3833
TOTAL	60589	100%	66339

Nota. Elaboración propia.

Se determinó la cantidad de habitantes por zona a partir de la página web “EstaDist: Sistema de información Distrital para la Gestión Pública” del INEI, donde se encuentra la cantidad de personas por cuadra a partir del censo del año 2017, por ejemplo, para la Zona 1 se enumeraron las cuadras por zona y así tener un registro ordenado.

Figura 20

Imagen satelital del ejemplo de numeración de cuadras para obtener la población por zona.



Nota. Adaptado de EstaDist: Sistema de información Distrital para la Gestión Pública –
Elaboración propia.

A partir de la numeración de cuadras se procedió a encontrar la cantidad de población que existe en cada cuadra para conocer la población inicial por zona.

Tabla 17

Cantidad de habitantes por cuadra para la zona 1

N° Cuadra	Censo 2017 (hab.)	N° Cuadra	Censo 2017 (hab.)
1	88	16	112
2	261	17	51
3	89	18	104
4	168	19	232
5	201	20	162
6	200	21	143
7	354	22	110
8	347	23	196

Continuación de *Tabla 17*

9	62	24	218
10	0	25	131
11	173	26	128
12	129	27	94
13	115	28	119
14	204	29	99
15	217		
Total			4507

Nota. EstaDist: Sistema de información Distrital para la Gestión Pública – Elaboración propia.

Esta distribución también estará considerada para determinar el número de etapas de evacuación, el cual representa el orden de evacuación de acuerdo al nivel de exposición al riesgo por erupción volcánica. Esta dependerá de la alerta emitida por el Centro Vulcanológico Nacional en base al constante monitoreo volcánico que realiza esta entidad.

4.1.2. Niveles de evacuación

De esta forma se identifican las siguientes etapas de evacuación considerando su cercanía al estrato del volcán, el recorrido de lahares y otros peligros mostrados en el Mapa de Amenazas.

Nivel 1: Zonas 11 y 14

Es la etapa de evacuación de las zonas severamente afectadas por una erupción con un Índice de Explosividad Volcánica mínima a partir del tipo IEV 1-2 en adelante, debido a su cercanía a la quebrada S/N tributario de la Torrentera Av. Venezuela (Según Futuri & Medina (2018), tradicionalmente Tercera Torrentera, cuyo origen está en las depresiones topográficas del cerro El Botadero) y su acceso limitado al sólo contar con una vía de salida. Además de esta consideración, las zonas incluidas en esta etapa se pueden ver afectadas por lluvias de ceniza y piedra pómez, flujos y oleadas piroclásticas, lahares, avalanchas de escombros y/o flujos de lava.

Tabla 18

Listado de zonas incluidas en el Nivel 1

	Población 2017	Población 2022
	(hab.)	(hab.)
Zona 11	3729	4083
Zona 14	3501	3833
TOTAL	7230	7916

Nota. Elaboración propia.

Nivel 2: Zonas 8, 10, 12 y 13

Considera las zonas cercanas a la quebrada San Lázaro, también afectadas por cualquier tipo de erupción desde el tipo IEV 1-2 a mayores. La diferencia de esta etapa con la anterior radica en que esta posee mayor cantidad de vías de escape facilitando su evacuación.

Tabla 19

Listado de zonas incluidas en el Nivel 2

	Población 2017	Población 2022
	(hab.)	(hab.)
Zona 8	4456	4879
Zona 10	5292	5794
Zona 12	4579	5014
Zona 13	5436	5952
TOTAL	19763	21639

Nota. Elaboración propia.

Nivel 3: Zonas 6, 7 y 9

Zonas expuestas a los peligros por una erupción con Índice de Explosividad Volcánica iguales o superiores a 3, al incluir un radio de peligrosidad que abarcaría todo el distrito. Se consideran las zonas que colindan con las quebradas S/N tributario de la Torrentera Av. Venezuela y San Lázaro, aunque es poco probable que el flujo de lava llegue a estas zonas por su alta viscosidad no se deben descartar los otros peligros volcánicos.

Tabla 20

Listado de zonas incluidas en el Nivel 3

	Población 2017	Población 2022
	(hab.)	(hab.)
Zona 6	5042	5520
Zona 7	3840	4204
Zona 9	4334	4745
TOTAL	13216	14469

Nota. Elaboración propia.

Nivel 4: Zonas 1, 2, 3, 4 y 5

Aunque esta etapa se sigue viendo afectada por erupciones con IEV mayores o iguales a 3, está compuesta por zonas con mayor proximidad a la salida del distrito y a la zona de menor peligro (Cercado) que sólo se vería afectada por una erupción de magnitud muy alta (IEV 5-6).

Tabla 21

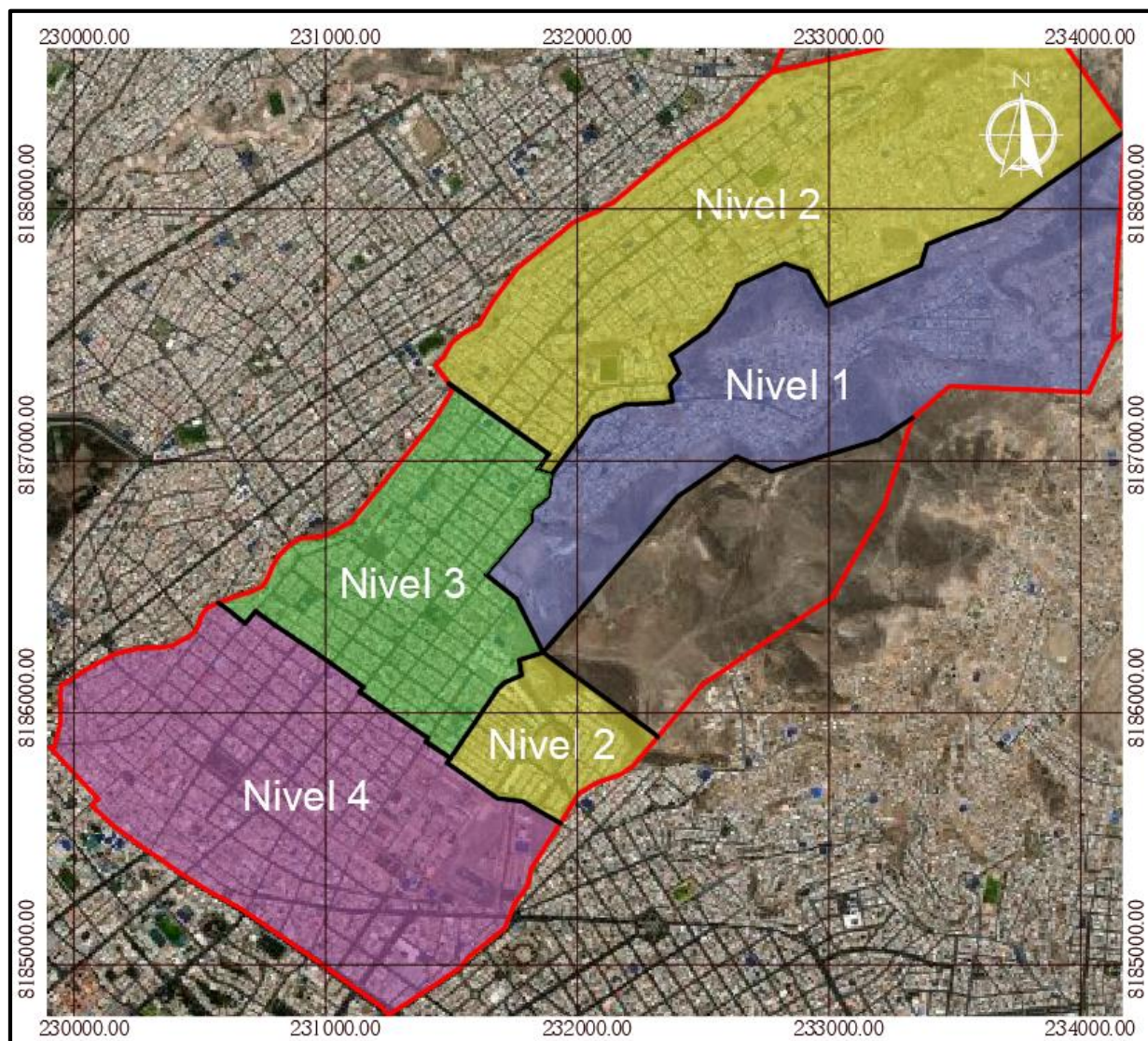
Listado de zonas incluidas en el Nivel 4.

	Población 2017	Población 2022
	(hab.)	(hab.)
Zona 1	4507	4935
Zona 2	3638	3983
Zona 3	3599	3941
Zona 4	4674	5118
Zona 5	3962	4338
TOTAL	20380	22315

Nota. Elaboración propia.

Figura 21

Mapa de Niveles de Evacuación ante una Erupción del Volcán Misti en el distrito de Miraflores.



Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 18 se resume el total de personas a ser evacuadas por nivel, considerando a 66339 habitantes del área de estudio proyectadas al 2022.

Tabla 22

Población total por Nivel de Evacuación en el distrito de Miraflores

	Población 2017 (hab.)	Población 2022 (hab.)
Nivel 1	7230	7916
Nivel 2	19763	21639
Nivel 3	13216	14469
Nivel 4	20380	22315
TOTAL	60589	66339

Nota. Elaboración propia.

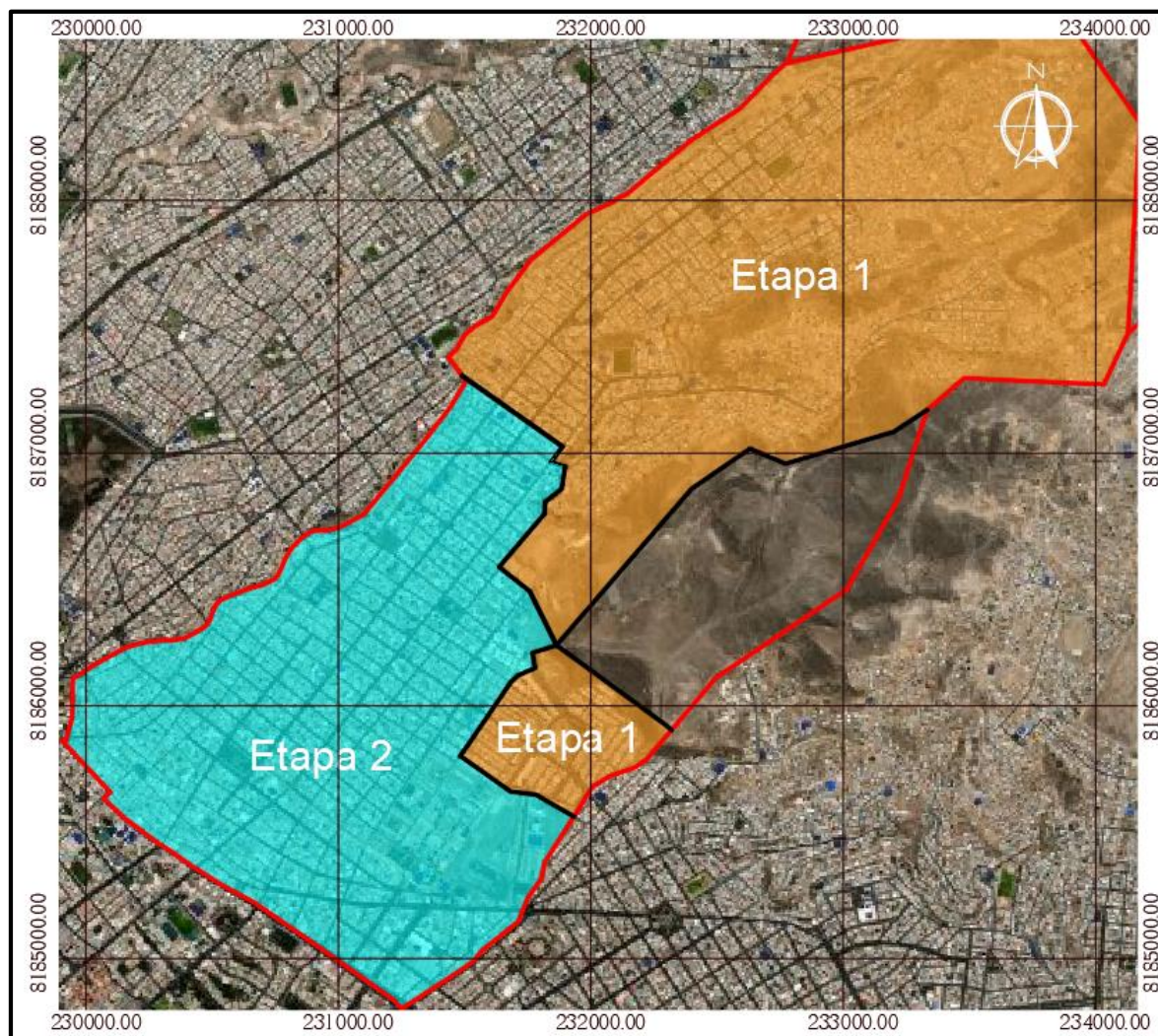
4.1.3. Etapas de evacuación

Etapa 1: Como se vio en el capítulo 3 sección 3.4.2 en el mapa de amenazas del INGEMMET, el distrito de Miraflores se encuentra en la zona de alto y moderado peligro, de las 3 que describe, estas van de acuerdo al índice de explosividad volcánica, por lo que los niveles 1 y 2 descritos en la Fig14.sería la primera etapa de evacuación frente a un escenario de IEV 2.

Etapa 2: Este sería un escenario de una total evacuación del distrito por lo que se le añadiría los pobladores de los niveles 3 y 4 frente a un IEV mayor a 2.

Figura 22

Mapa de Etapas de Evacuación ante una Erupción del Volcán Misti en el distrito de Miraflores.



Nota. Elaboración propia.

4.2. Esquema del instrumento de recolección de datos

4.2.1. Contenido de la encuesta

Con el fin de que se pueda aplicar la encuesta de manera eficiente a la población y teniendo en cuenta que un factor importante es el tiempo que les toma a las personas para responder a esta, es que se plantea una encuesta corta y concisa que contenga la información que se requiere para la investigación.

Al momento de iniciar con la aplicación de encuestas, se identificó en la parte superior la zona a la que corresponde, número de encuesta y fecha de aplicación.

“CÓD: Z__N__ Fecha: __/__/2022”

Se estructuró la encuesta en tres partes; la primera donde se obtiene información del encuestado que influirá en el flujo vehicular que se estimará y circulará por las vías propuestas, la segunda donde se plantea la situación de evacuación por erupción volcánica, y la tercera sobre el medio de difusión preferida.

1RA PARTE: INFORMACIÓN PERSONAL

En esta parte, con los datos obtenidos, se quiere identificar el número y tipo de vehículos disponibles por cada zona para determinar el flujo que transitaría por las calles aledañas a esta, también es necesario conocer la cantidad de personas que no cuentan con vehículos a disposición para evacuar y poder plantear una solución a este problema, como la asistencia de vehículos gestionados por las entidades.

Pregunta N° 01: Esta pregunta se basa en la información requerida para la base de datos sobre la población por familia en cada vivienda encuestada.

Figura 23

Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 01.

1. ¿Cuántas personas viven en esta casa? _____

Nota. Elaboración propia.

Preguntas N° 02 y 03: Para una investigación de tránsito es necesario conocer el flujo de tránsito con el que se va a trabajar, es por esto que se quiere conocer el flujo vehicular existente por zona para tomarlo en consideración en el proceso y poder asegurar un desplazamiento fluido y ordenado.

Figura 24

Encuesta de preferencia aplicada – Preguntas N° 02 y 03.

2. ¿Cuenta usted con vehículo a disposición?

Si

No

3. ¿Qué tipo de vehículo? ¿Cuántos?

- Auto, Cantidad:
- Camioneta, Cantidad:
- Minivan, Cantidad:
- Minibus, Cantidad:
- Moto, Cantidad:
- Otro: _____, Cantidad: _____

Nota. Elaboración propia.

2DA PARTE: SITUACIÓN: EVACUACIÓN POR ERUPCIÓN VOLCÁNICA

Orientadas a conocer las acciones que tomaría la población frente al planteamiento de la situación hipotética: evacuación por actividad volcánica.

Pregunta N° 04: En esta pregunta se requería saber si por parte de la población del distrito de Miraflores existía el conocimiento de la existencia de un plan de evacuación ante una emergencia volcánica en la ciudad de Arequipa.

Figura 25

Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 04.

4. ¿Conocen algún plan de evacuación dentro de su distrito en caso de actividad volcánica?

Si

No

Nota. Elaboración propia.

Preguntas N° 05 y 06: Parte importante de nuestra investigación es identificar los puntos de acopio (zonas de evacuación) donde se congregará la población para ser desplazada de manera organizada hacia zonas más seguras y fuera del área de peligro, pero se ha de tener en cuenta el punto de vista de la población ya que para hacer posible que un plan de evacuación de cualquier índole sea efectivo, es necesario conocer las preferencias de movilización y el conocimiento sobre determinados temas. En este caso resulta muy necesario conocer la ubicación de estos puntos para ser tomados en cuenta en la investigación.

Figura 26

Encuesta de preferencia aplicada – Preguntas N° 05 y 06.

<p>5. ¿Conoce alguna zona de evacuación cercana a su vivienda?</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> Si,</p> <p>6. Si la respuesta anterior es sí, ¿dónde se localiza esta?</p> <p>_____</p>

Nota. Elaboración propia.

Pregunta N° 07: Se desea conocer las facilidades que tiene la población, que no cuenta con vehículo propio, para movilizarse.

Figura 27

Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 10.

<p>7. En caso de no contar con vehículo propio, ¿con qué medio se movilizaría a la zona de evacuación?</p> <p>_____</p>

Nota. Elaboración propia.

Pregunta N° 08: A diferencia de la Pregunta N° 01, esta pregunta se refiere a si la población tiene conocimiento de las acciones a realizar en caso de tener que evacuar, independientemente de la información que se podría o no haber brindado por las entidades encargadas.

Figura 28

Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 08.

<p>8. ¿Sabe qué medidas de acción tomar en caso de una evacuación por actividad volcánica?</p> <p><input type="checkbox"/> Si</p> <p><input type="checkbox"/> No</p>
--

Nota. Elaboración propia.

Pregunta N° 09: Se les propuso una situación en la que se registra actividad volcánica y tienen que evacuar.

Figura 29

Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 09.

9. Si se registrase actividad volcánica, MARQUE UNA ALTERNATIVA

Se dirigiría a su zona de evacuación por sus propios medios

Se movilizaría fuera del distrito por sus propios medios

Evacuaría con los medios que brindarían las entidades encargadas

Otro: _____

Nota. Elaboración propia.

Pregunta N° 10: Al igual que la pregunta N° 04 la opinión e información que tiene la población sobre sus preferencias de desplazamiento es muy importante ya que es la manera más eficiente en la que puede funcionar un plan y tratar de no imponerles algo nuevo.

Figura 30

Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 10.

10. En caso de evacuar DESDE SU VIVENDA, ¿Qué calles utilizaría para salir del distrito de Miraflores? Escriba las calles por las cuales se movilizaría o puntos de referencia por los que pasaría.

Nota. Elaboración propia.

3RA PARTE: DIFUSIÓN

Pregunta N° 11: Por último, otro aspecto importante es la difusión de un plan de evacuación integral ya que de esta manera se va a poder difundir y tener un alcance total.

Figura 31

Encuesta de preferencia aplicada – Pregunta N° 11.

11. En caso de implementación de un plan de evacuación, ¿por qué medio preferiría usted la difusión?

Charlas

Folletos

Redes sociales (Facebook, Instagram, etc.)

Otro: _____

Nota. Elaboración propia.

4.2.2. Procedimiento de recolección de datos

De acuerdo a la muestra de 96 encuestas, obtenida en el capítulo anterior, se dividieron entre las 14 zonas de manera equitativa obteniendo finalmente que se aplicarían 7 encuestas a un representante por familia en zona con un total de 98 encuestadas como mínimo.

Se hicieron visitas a campo para la aplicación de encuestas, la principal limitante de la recolección de datos fue la negatividad y la poca confianza que mostraba la población en su mayoría por motivos de seguridad.

Figura 32

Fotografía de la recopilación de información en base a encuestas de manera presencial.

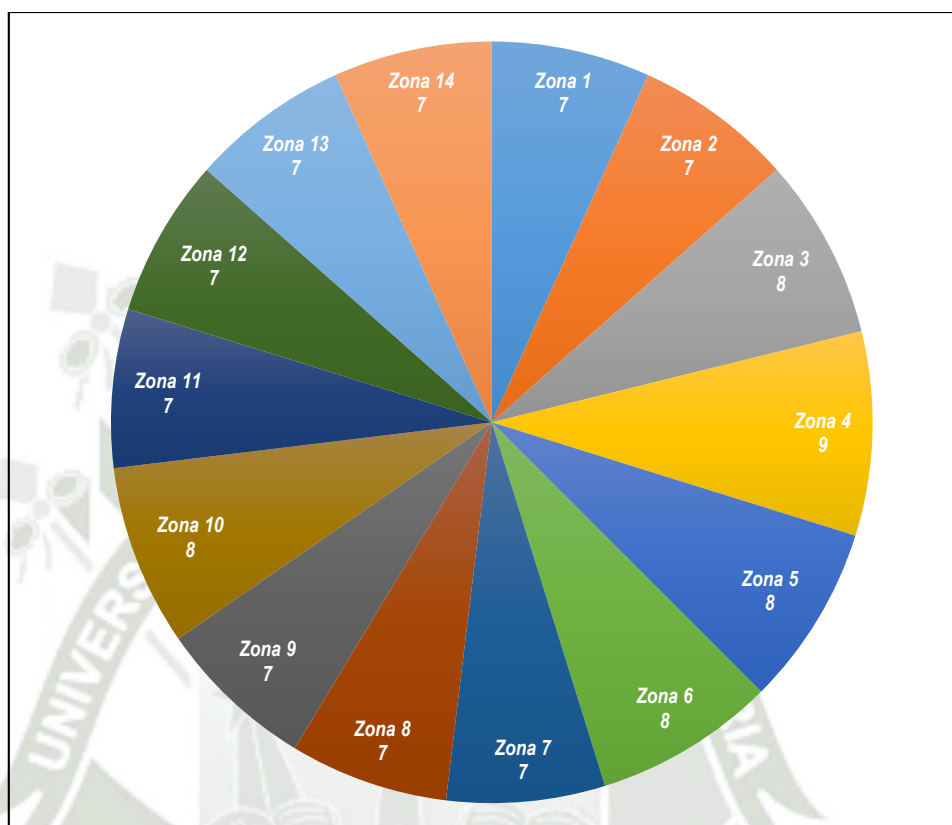


Nota. Elaboración propia.

Cabe resaltar que en algunos casos se obtuvieron más respuestas en algunas zonas que también se tomaron en consideración para la investigación, teniendo al final 104 encuestas.

Figura 33

Gráfico de la distribución final de las encuestas obtenidas.



Nota. Elaboración propia.

4.3. Determinación de lugares óptimos para la implementación de puntos de acopio

Las zonas de acopio son lugares o espacios amplios identificados como seguros para las personas en proceso de evacuación para su posterior traslado a un albergue (Macedo et al., 2022). Se debe tener en cuenta que deben ubicarse en un entorno inmediato y amplio, dependiendo de sus características físicas, políticas y sociales.

4.3.1. Criterios para la implementación de puntos de acopio

Vulnerabilidad física

Se deben evitar lugares con riesgo a derrumbes o algún peligro de origen natural (ej. Cercanía a las torrenceras o quebradas, fallas geológicas y taludes). También se debe procurar que la pendiente del terreno sea nula o suave para evitar accidentes en la población, para disminuir de esta forma su nivel de vulnerabilidad.

Accesibilidad

Este lugar se debe encontrar próximo a las rutas de evacuación de la zona, como también ser de fácil acceso en cualquier momento tanto para la población como para los servicios de transporte con los que se cuente para el posterior traslado. Cabe resaltar que según Zulima & Vexlir (2018), los lugares destinados a puntos de acopio pueden ser lugares públicos como parques, plazas, iglesias, centros comunitarios, etc. (p. 46).

Superficie y Aforo

Se buscará que los puntos de acopio o zonas de evacuación estén ubicados como mínimo uno en cada zona, considerando la capacidad del lugar/local que abarcará a la población en base a la “Guía técnica de procedimientos para la identificación de rutas de evacuación y zonas seguras en lugares públicos, ante lluvias intensas y sus peligros asociados como inundación y movimientos en masa” (Passuni & Yauri, 2015, p. 09) donde detalla que el área ocupada por persona es de 1m² pero que en emergencias puede ser de 0.25m² a 0.36m².

4.3.2. Identificación de puntos de acopio

Teniendo en consideración los criterios antes mencionados, se seleccionaron 29 lugares como puntos de acopio entre los que se consideraron los estadios, parques, losas deportivas e instituciones educativas.

Tabla 23

Listado de instituciones Educativas como Puntos de acopio.

INSTITUCIONES EDUCATIVAS		
Nº	Código	Nombre
1	ZA-5-1	I.E. Augusto Salazar Bondy
2	ZA-5-2	I.E. José Gálvez
3	ZA-6-2	I.E. Javier de Luna Pizarro
4	ZA-12-2	I.E. Gran Amauta

Nota. Elaboración propia.

Tabla 24

Listado de estadios deportivos como Puntos de acopio

ESTADIOS DEPORTIVOS		
N°	Código	Nombre
1	ZA-10-1	Estadio Edificadores Misti
2	ZA-12-3	Estadio Porvenir

Nota. Elaboración propia.

Tabla 25

Listado de parques y plazas como Puntos de acopio

PARQUES Y PLAZAS		
N°	Código	Nombre
1	ZA-1-1	Plaza San Antonio
2	ZA-2-1	Parque Mayta Cápac
3	ZA-2-2	Plaza María Auxiliadora
4	ZA-3-1	Plaza de infantería
5	ZA-4-2	Iglesia Chapi Chico – Parque Leoncio Medina Morante
6	ZA-6-1	Parque las palmeras
7	ZA-7-1	Parque del niño
8	ZA-7-2	Parque Sánchez Trujillo
9	ZA-8-1	Parque Alameda
10	ZA-11-3	Parque Juan XXIII
11	ZA-12-1	Plaza Porvenir

Nota. Elaboración propia.

Tabla 26

Listado de losas deportivas como Puntos de acopio

LOSAS DEPORTIVAS		
N°	Código	Nombre
1	ZA-1-2	Palacio del deporte

Continuación de *Tabla 26*

2	ZA-4-1	Complejo Deportivo La Chavela
3	ZA-9-1	Losa deportiva 2000
4	ZA-9-2	Losa deportiva Urlich Neisser
5	ZA-10-2	Complejo deportivo Peñon Alfonso Ugarte
6	ZA-11-1	Losa deportiva Coyllorite
7	ZA-13-1	Complejo el Salvador
8	ZA-13-2	Complejo deportiva Tomasa Tito Condeymata
9	ZA-14-1	Complejo Deportivo Munakuky Miraflores
10	ZA-14-2	Complejo la Galaxia

Nota. Elaboración propia.

Tabla 27

Listado de espacios comunitarios como Puntos de acopio

ESPACIOS COMUNITARIOS		
N ^a	Código	Nombre
1	ZA-3-2	Altiplano
2	ZA-11-2	Local social Tahuantinsuyo

Nota. Elaboración propia.

Las Instituciones Educativas según el Ministerio de Educación [MINEDU] (2015), deben contar con un 40%-60% de área libre, es por eso que se toma en consideración el 40% del área total como el escenario más crítico para albergar a la población al momento de la evacuación y su futuro traslado a zonas seguras.

Tabla 28

Capacidad libre total de las I.E. como puntos de acopio

N ^o	Nombre	Codificación	Capacidad Total (m ²)	Capacidad Libre mínima (m ²)	Capacidad Libre máxima (m ²)
1	I.E.P. Salazar Bondy	ZA-5-1	1655	662	993

Continuación de *Tabla 28*

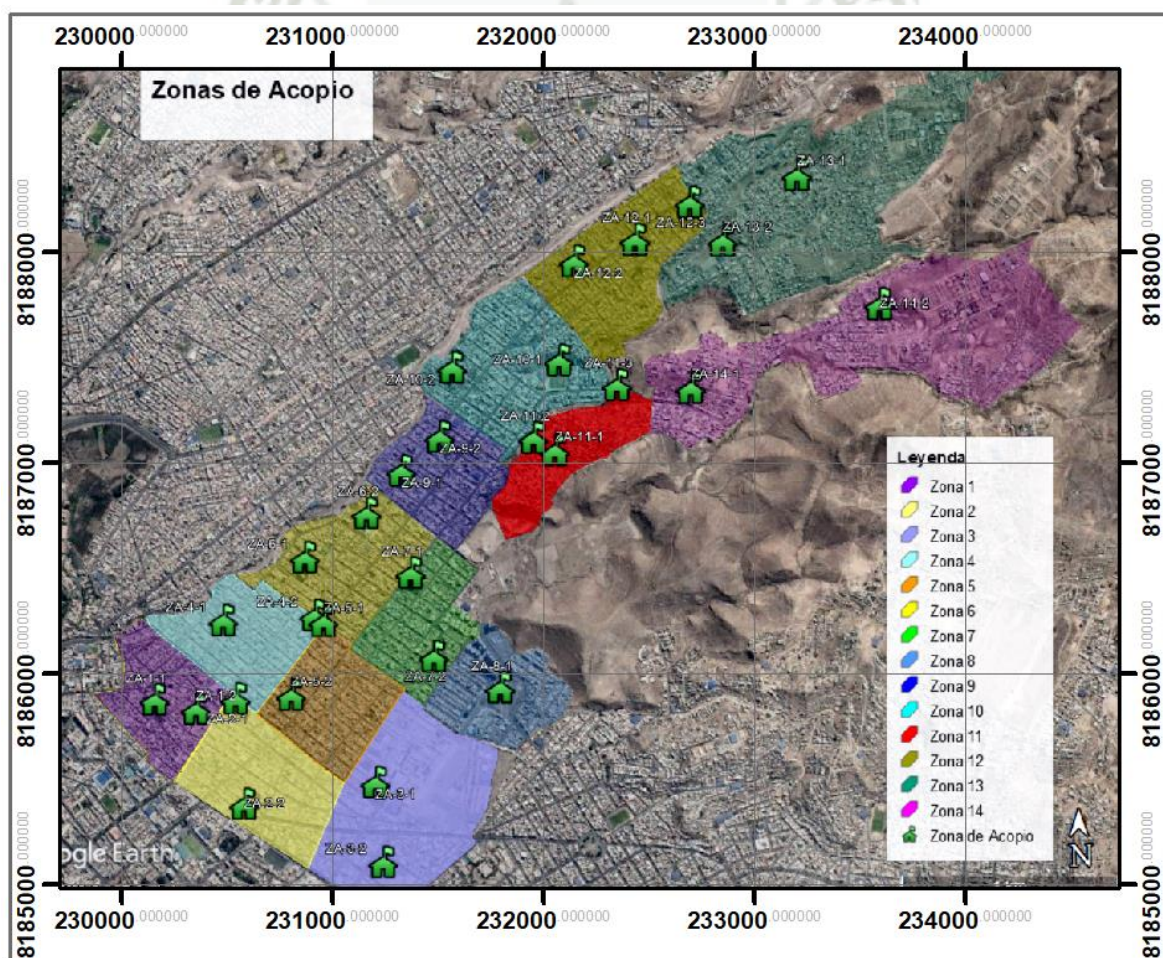
2	I.E. 41037 José Galvez	ZA-5-2	2448	979.2	1468.8
3	I.E. Javier de Luna Pizarro	ZA-6-2	5518	2207.2	3310.8
4	I.E. 40158 El Gran Amauta	ZA-12-2	2551	1020.4	1530.6

Nota. Elaboración propia.

De este modo se cuenta con un total de área libre de 95054.80 m² distribuido en 29 puntos para un total de la población repartido en 14 zonas.

Figura 34

Imagen satelital de los puntos de acopio identificados para el distrito de Miraflores en caso de erupción.



Nota. Elaboración propia - Google Earth.

Tabla 29

Capacidad libre total de puntos de acopio por cada zona

Zona	Nombre	Codificación	Capacidad (m ²)	Total (m ²)
Zona 1	Plaza san Antonio	ZA-1-1	2696	3364
	Palacio de Deporte Gustavo Mohme	ZA-1-2	668	
Zona 2	Plaza Mayta Cápac	ZA-2-1	7922	9461
	Parque María Auxiliadora	ZA-2-2	1539	
Zona 3	Plaza de Infantería "Andrés Avelino Cáceres"	ZA-3-1	3986	7909
	Feria del Altiplano	ZA-3-2	3923	
Zona 4	Coliseo la Chavela	ZA-4-1	1118	2676
	Iglesia Chapi Chico	ZA-4-2	1558	
Zona 5	I.E.P. Salazar Bondy	ZA-5-1	662	1641.2
	I.E. 41037 José Gálvez	ZA-5-2	979.2	
Zona 6	Parque Las Palmeras	ZA-6-1	4411	6618.2
	I.E. Javier de Luna Pizarro	ZA-6-2	2207.2	
Zona 7	Parque del niño	ZA-7-1	2875	3996
	Parque Sánchez Trujillo	ZA-7-2	1121	
Zona 8	Parque Alameda Salaverry	ZA-8-1	11604	11604
Zona 9	Losa Deportiva 2000	ZA-9-1	1418	2999
	Losa Deportiva Urlich Neisser	ZA-9-2	1581	
Zona 10	Estadio Edificadores Misti	ZA-10-1	6236	7348
	Complejo Deportivo Peñón Alfonso Ugarte	ZA-10-2	1112	
Zona 11	Losa Deportiva Señor de Coyllorite	ZA-11-1	1071	3393
	Local social Pj. Tahuantinsuyo	ZA-11-2	645	
	Losa Deportiva Juan XXII	ZA-11-3	1677	

Continuación de *Tabla 29*

	Plaza Porvenir	ZA-12-1	3877	
Zona 12	I.E. 40158 El Gran Amauta	ZA-12-2	1020.4	11121.4
	Estadio Porvenir Miraflores	ZA-12-3	6224	
Zona 13	Complejo deportivo El Salvador	ZA-13-1	1724	
	Complejo deportivo Tomasa Tito Condeymata	ZA-13-2	1398	3122
Zona 14	Complejo Deportivo Munakuyky Miraflores	ZA-14-1	18112	
	Complejo deportivo la Galaxia	ZA-14-2	1690	19802

Nota. Elaboración propia.

4.3.3. Validación de puntos de acopio

Se realizó una visita a los puntos de acopio identificados en el punto anterior para verificar que cumplan con los criterios de vulnerabilidad y accesibilidad, en su gran mayoría los puntos son de fácil acceso público contando con más de un ingreso y salida, en los puntos que tienen infraestructura con techo es un poco más complicado ya que por lo general tienen sólo 2 puntos de ingreso, pero debido al tamaño de la superficie se consideran puntos estratégicos. En cuanto al aforo en cada punto se procedió a hacer una validación desde 2 perspectivas. Por la demanda poblacional por zona de los puntos dentro de esta y por la demanda según el Polígono de Thiessen descritos a continuación, teniendo en cuenta que la demanda de la población se calculará con el factor de 0.36m² por persona.

- **Demanda poblacional por zona**

En muchas zonas existe más de un punto para cumplir con la función de acopio y correcta distribución, de esta forma facilitar la rápida movilización hacia el punto destinado.

De acuerdo a la densidad poblacional de cada zona, se calculó la superficie necesaria para albergar su totalidad y determinar si el aforo y capacidad del lugar en cada punto podía satisfacer la demanda requerida. En la siguiente tabla se muestra esta comprobación de los 29 puntos de acopio identificados por zona.

Tabla 30

Comprobación por de capacidad de puntos de acopio y población por cada zona.

Zona	Población 2017 (hab)	Población 2022 (hab)	Superficie requerida (m ²) (A _r)	Superficie libre total (m ²) (A _l)	Cumple A _r ≤ A _l
Zona 1	4507	4935	1776.60	3364.00	Si
Zona 2	3638	3983	1433.88	9461.00	Si
Zona 3	3599	3941	1418.76	7909.00	Si
Zona 4	4674	5118	1842.48	2676.00	Si
Zona 5	3962	4338	1561.68	1641.20	Si
Zona 6	5042	5520	1987.20	6618.20	Si
Zona 7	3840	4204	1513.44	3996.00	Si
Zona 8	4456	4879	1756.44	11604.00	Si
Zona 9	4334	4745	1708.20	2999.00	Si
Zona 10	5292	5794	2085.84	7348.00	Si
Zona 11	3729	4083	1469.88	3393.00	Si
Zona 12	4579	5014	1805.04	11121.40	Si
Zona 13	5436	5952	2142.72	3122.00	Si
Zona 14	3501	3833	1379.88	19802.00	Si
TOTAL	60589	66339	23882	95054.80	

Nota. La tabla muestra que la capacidad ofrecida en cada zona de acopio satisface la demanda población de acuerdo a la división de las zonas. Elaboración propia.

Como se puede ver en la Tabla 26 el área de las zonas de acopio cubre la demanda requerida por la población y, en la mayoría de casos la supera ampliamente.

- **Demanda por Polígono de Thiessen**

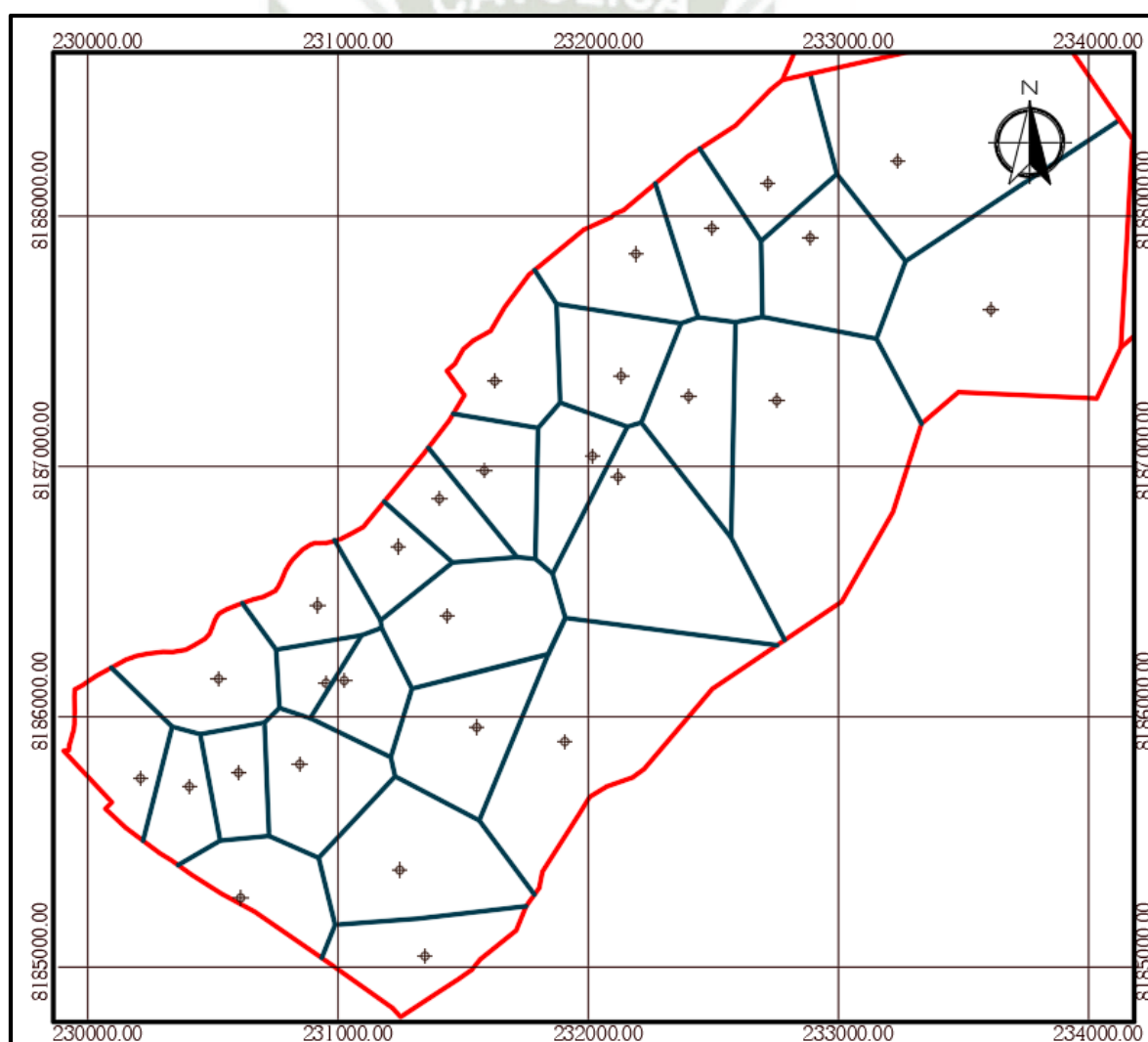
Un método muy utilizado para hallar las zonas de influencia de cierto punto de acuerdo a su ubicación es el “Polígono de Thiessen”, permite determinar zonas de influencia en la cercanía de distancias, partiendo de los estudios de densidades y equidistancias. Usualmente se utiliza este método hallando áreas de influencia en el espacio de tráfico aéreo, transporte, gestión de infraestructuras, etc.

Su construcción geométrica inicia desde la unión de los puntos formando triángulos, seguidamente, se trazan mediatrices de cada segmento de unión formando polígonos bidimensionales rodeando cada punto. Cada lado de estos polígonos son las mediatrices trazadas inicialmente que son equidistantes a los puntos contiguos demarcando su perímetro y área de influencia.

Para el presente trabajo se consideran los 29 puntos de acopio para hallar su área de influencia mediante este método.

Figura 35

Delimitación de zona de influencia por Polígono de Thiessen.



Nota. Elaboración propia y Software ArcGis.

Se calculó las distancias de los puntos más alejados en las zonas más críticas, para determinar el tiempo que les tomaría a sus habitantes llegar a su punto de acopio, siendo estas

localizadas en las zonas 13 y 14. Se estima que la velocidad promedio de una persona al caminar es de 5 km/h y a 9 km/h con paso acelerado, con lo que se obtuvo:

Tabla 31

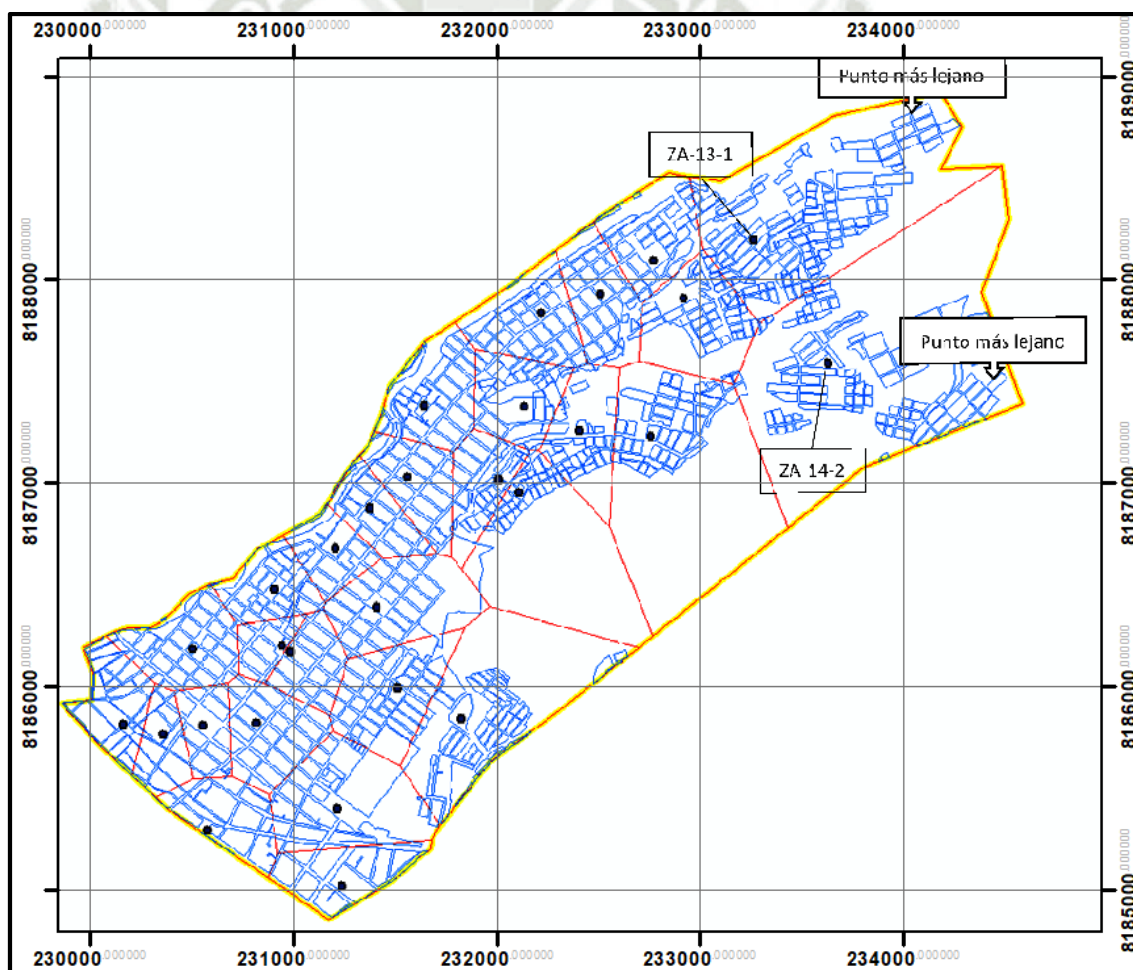
Tiempo más crítico de desplazamiento hacia el Punto de Acopio.

Zona	Punto de Acopio	Distancia	Tiempo (v=9km/h)	Tiempo (v=5km/h)
Zona 13	ZA-13-1	1.27 km	8.47 min	15.24 min
Zona 14	ZA-14-2	0.90 km	6 min	10.08 min

Nota. Elaboración propia.

Figura 36

Identificación de puntos más lejanos de las zonas de acopio.



Nota. Elaboración propia y Software ArcGis.

De la figura mostrada, se determinó la población de alcance que tendría cada punto de acopio siguiendo la misma metodología empleada de conteo de habitantes de la sección 4.1.1

para cada área de influencia de la figura 31 obteniendo resultados mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 32

Comprobación por de capacidad de puntos de acopio y población – Polígono de Thiessen.

Lugar	Total 2017 (Hab.)	Total 2022 (Hab.)	Área Requerida (m ²) (A _r)	Capacidad (m ²) (A _i)	Chequeo A _r ≤ A _i
ZA- Plaza San 1-1 Antonio	3137,00	3435,00	1236,60	2696,00	OKAY
ZA- Palacio del 1-2 deporte	1693,00	1854,00	667,44	668,00	OKAY
ZA- Plaza Mayta 2-1 Cápac	997,00	1092,00	393,12	7922,00	OKAY
ZA- Inmaculado 2-2 corazón de María – Parque María Auxiliadora	2082,00	2280,00	820,80	1539,00	OKAY
ZA- Plaza de 3-1 infantería	2220,00	2431,00	875,16	3986,00	OKAY
ZA- Altiplano 3-2	1649,00	1805,00	649,80	39123,00	OKAY
ZA- Complejo 4-1 Deportivo La Chavela	2779,00	3043,00	1095,48	1118,00	OKAY
ZA- Iglesia Chapi 4-2 Chico – Parque Leoncio Medina Morante	1253,00	1372,00	493,92	1558,00	OKAY
ZA- I.E. Salazar 5-1 Bondy	1674,00	1833,00	659,88	662,00	OKAY

Continuación de *Tabla 32*

ZA-5-2	I.E. José Gálvez	2478,00	2713,00	976,68	979,20	OKAY
ZA-6-1	Parque las Palmeras	2408,00	2637,00	949,32	4411,00	OKAY
ZA-6-2	I.E. Javier de Luna Pizarro	1241,00	1359,00	489,24	2207,20	OKAY
ZA-7-1	Parque del niño	3393,00	3715,00	1337,40	2875,00	OKAY
ZA-7-2	Parque Sánchez Trujillo	2715,00	2973,00	1070,28	1121,00	OKAY
ZA-8-1	Parque Alameda	3855,00	4221,00	1519,56	11604,00	OKAY
ZA-9-1	Losa deportiva 2000	1736,00	1901,00	684,36	1418,00	OKAY
ZA-9-2	Losa deportiva Urlich Neisser	1947,00	2132,00	767,52	1581,00	OKAY
ZA-10-1	Estadio Edificadores Misti	2327,00	2548,00	917,28	6236,00	OKAY
ZA-10-2	Complejo deportivo Peñon	2662,00	2915,00	1049,40	1112,00	OKAY
ZA-11-1	Losa deportiva Coyllorite	1254,00	1373,00	494,28	1071,00	OKAY
ZA-11-2	Local social Tahuantinsuyo	1585,00	1735,00	624,60	645,00	OKAY
ZA-11-3	Parque Juan XXIII	1544,00	1691,00	608,76	1677,00	OKAY
ZA-12-1	Plaza Porvenir	1770,00	1938,00	697,68	3877,00	OKAY
ZA-12-2	I.E. Amauta Gran	2351,00	2574,00	926,64	1020,40	OKAY
ZA-12-3	Estadio Porvenir	2060,00	2255,00	811,80	6224,00	OKAY

Continuación de *Tabla 32*

ZA- 13-1	Complejo Salvador	el	2588,00	2834,00	1020,24	1724,00	OKAY
ZA- 13-2	Complejo Deportiva Tomasa Condeymata	Tito	1468,00	1607,00	578,52	1398,00	OKAY
ZA- 14-1	Complejo Deportivo Munakuky Miraflores		1920,00	2102,00	756,72	18112,00	OKAY
ZA- 14-2	Complejo Galaxia	la	1802,00	1973,00	710,28	1690,00	OKAY
			60589,00	66341,00	21811,68	95054.80	

Nota. La tabla muestra que la capacidad ofrecida en cada zona de acopio satisface la demanda población en su área de influencia correspondiente. Elaboración propia.

Como se puede obtener de los datos anteriores es que se validan los lugares escogidos como puntos de acopio para el desarrollo de la investigación.

Se concluye que, tanto por los criterios de densidad poblacional por zona como por la distribución del polígono de Thiessen, todos los puntos de acopio identificados cumplen por aforo y radio de acción.

CAPÍTULO V. CAPACIDAD VIAL EN VIAS DE ESTUDIO

5.1. Metodología para calcular la capacidad en las vías seleccionadas

Para determinar la capacidad vial de las vías de estudio se parte desde las condiciones ideales para después ser afectadas por las características geométricas, distribución de tráfico, composición de tránsito y entorno; donde se propone como 2800 veh/hr como la capacidad ideal para vías considerando vehículos pequeños (sección 2.6.3), y a partir de este valor se empieza a reducir la capacidad dependiendo de otros factores expresados en la siguiente fórmula (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2005).

$$Sf_i = 2800 * (v/c)_i * f_d * f_w * f_{HV} * f_A$$

Donde:

Sf_i : Capacidad para un nivel de servicio i .

$(v/c)_i$: Relación volumen capacidad de un nivel de servicio i .

f_d : Factor de reducción por el desbalance direccional.

f_w : Factor de reducción por carriles y bermas angostos.

f_{HV} : Factor de reducción por presencia de vehículos pesados.

f_A : Factor de reducción por el entorno de la vía.

Se explican los factores a continuación.

Relación volumen capacidad de un nivel de servicio i

Para esta relación se tienen cuadros con valores ya establecidos según el Nivel de Servicio deseado, tipo de terreno y porcentaje de ancho donde no hay paso; y otro según el tipo de terreno y la velocidad de flujo libre.

Figura 37

Relación volumen/capacidad en función del terreno y zonas de no pasar.

Tipo de terreno	N. S.	% de zonas de no pasar					
		0	20	40	60	80	100
Plano	"D"	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57
	"E"	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ondulado	"D"	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43
	"E"	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90
Montañoso	"D"	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
	"E"	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78

Nota. MTC (2005).

Para proyectos de gran extensión esta tabla puede ser más compleja por el porcentaje de no pasar, así que se también se propone un método simplificado que es en base a las velocidades de flujo libre.

Figura 38

Relación volumen capacidad según el terreno y velocidad a flujo libre.

Tipo de terreno	Velocidad de flujo libre	
	> 60 kph	< 60 kph
Plano	0.90	0.90
Ondulado	0.90	0.80
Montañoso	0.80	0.70

Nota. MTC (2005).

Factor de reducción por el desbalance direccional

Según el MTC (2005), se propone una expresión lineal para determinar este parámetro, donde el valor disminuye mientras más desbalance se presente en el flujo de cada sentido, la ecuación para encontrar este valor se muestra a continuación.

$$f_d = 1.00 - 5.71 * 10^{-3} * (DD - 50)$$

Donde:

DD: Porcentaje de tránsito de mayor flujo por sentido.

Factor de reducción por carriles y bermas angostos

Existen valores recomendados por el HCM para vías de ancho de carril menor a 3.65 m y bermas menores a 1.80 m, que se expresan en la siguiente fórmula.

$$f_w = 0.278 * W + 0.147 * H - 0.279$$

Donde:

W: Ancho de carril.

H: Ancho de berma.

Factor de reducción por presencia de vehículos pesados

Considera la restricción en la capacidad por la presencia de vehículos de mayores dimensiones y poca reacción a cambios de velocidad ya sea por el nivel de servicio, tipo y condiciones e vía y terreno, etc.

$$f_{HV} = 1 / [(1 + P_T * (E_T - 1) + P_B * (E_B - 1)]$$

Donde:

PT/PB: Proporción de camiones/ómnibus.

ET/EB: Equivalente de camiones/ómnibus.

Figura 39

Equivalentes de camiones/ómnibus.

Tipo de vehículo	Tipo de terreno			
	Plano	Ondulado	Montañoso	Pendientes críticas
Camión	2.0	5.0	12.0	16.0
Ómnibus	1.6	2.9	6.5	10.0

Nota. MTC (2005).

Factor de reducción por el entorno de la vía f_A

Las condiciones urbanas en comparación con las condiciones por entorno rural difieren en cuanto a las restricciones por presencia de vehículos ingresando o saliendo del flujo y paraderos de buses, por lo que, para casos de vías en un entorno urbano, la capacidad se verá reducida por un factor igual a $F_A = 0.52$, para el caso de suburbano consideraremos un factor de $F_A = 0.76$ (MTC, 2005).

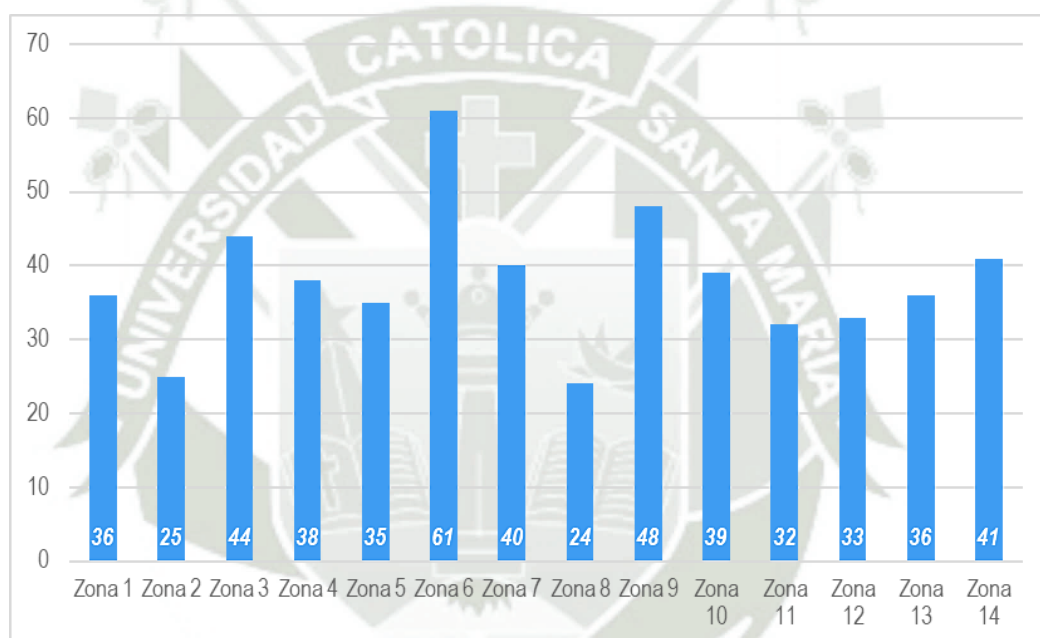
5.2. Estimación de Flujo Vehicular

Para poder proponer las rutas de evacuación hacia zonas seguras en el distrito, se tomará en consideración las respuestas de la población a la encuesta propuesta, además de poder proponer un flujo vehicular proveniente de cada zona y a cuanta población podría trasladar.

Como se mencionó anteriormente, se aplicaron 104 encuestas aplicadas a un representante por familia, contando con un total de población de 532 personas con la distribución que se muestra a continuación.

Figura 40

Gráfico del total de población involucrada en las encuestas en cada zona.

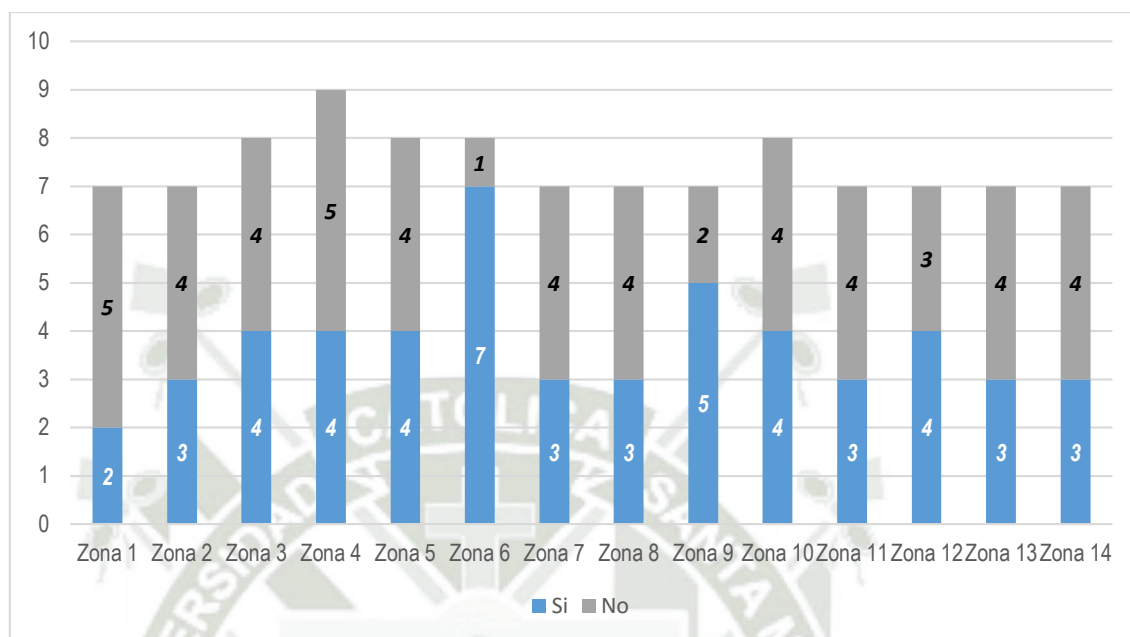


Nota. Elaboración propia.

Una parte importante es el flujo vehicular con el que se cuenta proveniente de la población intervenida, para esto se obtiene la cantidad de hogares que tienen vehículos propios y que tipo de vehículos son.

Figura 41

Gráfico de la disposición de vehículos de hogares encuestados por zona.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 33

Cantidad y tipos de vehículos registrados por zona.

Datos	Tipo de Vehículo					
	Zona	Auto	Camioneta	Minivan	Minibus	Moto
Zona 1	6	2	0	0	0	2
Zona 2	3	0	0	0	0	0
Zona 3	4	1	0	0	0	0
Zona 4	2	2	0	0	0	0
Zona 5	5	2	0	0	0	0
Zona 6	6	7	0	0	0	0
Zona 7	4	2	0	0	0	1
Zona 8	3	1	0	0	0	0
Zona 9	7	2	0	0	1	0
Zona 10	5	1	0	0	0	0
Zona 11	3	0	0	0	1	0

Continuación de la *Tabla 33*

Zona 12	2	2	0	0	1	0
Zona 13	2	0	1	0	0	0
Zona 14	4	1	0	0	0	0
Total	56	23	1	0	3	3

Nota. Elaboración propia.

Contando con la capacidad de cada vehículo y el total de habitantes por zona es que se hace un cálculo para determinar si satisface la demanda de la población o es necesaria una intervención extra por parte de las autoridades y de un plan que contemple el modo de movilización de esas personas hacia zonas más seguras.

Tabla 34

Capacidad vehicular de encuestados por zona.

Datos	Tipo de Vehículo					Población	
	Auto	Camioneta	Minivan	Minibus	Moto	Encue.	Capac.
Zona 1	30	14	0	0	0	36	44
Zona 2	15	0	0	0	0	25	15
Zona 3	20	7	0	0	0	44	27
Zona 4	10	14	0	0	0	38	24
Zona 5	25	14	0	0	0	335	39
Zona 6	30	49	0	0	0	61	79
Zona 7	20	14	0	0	0	40	34
Zona 8	15	7	0	0	0	24	22
Zona 9	35	14	0	0	1	48	50
Zona 10	25	7	0	0	0	39	32
Zona 11	15	0	0	0	1	32	16
Zona 12	10	14	0	0	1	33	25
Zona 13	10	0	16	0	0	36	26
Zona 14	20	7	0	0	0	41	27
Total	56	23	1	0	3	532	460

Nota. Se muestra el aforo ofrecido de los diferentes vehículos registrados por zona. Elaboración propia.

Para la población que no tiene un medio de transporte para evacuar se dispondrán de unidades de transporte público, ya que es complicado que sean unidades brindadas por la misma municipalidad u otras entidades debido a su gran demanda.

Para esto es que se realizará la evacuación de acuerdo a las etapas definidas en el punto 4.1.3, por lo que se destinarán unidades que atiendan los diferentes niveles según las etapas de evacuación, priorizando el orden de estos.

Los buses de transporte público a utilizar se considera que tienen una capacidad de 40 personas, para esto se hizo una estimación de la cantidad de vehículos con los que cuenta cada ruta de transporte público.

En el distrito de Miraflores existen tres rutas de transporte público que circulan hasta la parte alta del distrito:

- Ruta M001: Miraflores
- Ruta M007: Juan XXIII
- Ruta CC01: Los Ángeles

Figura 42

El Bus Patrón.



Nota. La figura muestra el aforo máximo de las unidades de transporte público. Municipalidad de Lima.

Los buses que se tomarán en cuenta son los de 9 m con capacidad de 40 personas, es por esto que se decidió no tomar en cuenta la ruta Juan XXIII (Ruta M007) ya que todas sus unidades son de menor tamaño y por ende con mucho menor capacidad.

Tabla 35

Duración de viaje por ruta y cantidad de unidades de transporte público.

	Rutas de transporte público		
	M007	M001	CC01
	Juan XXIII	Miraflores	Los Ángeles
Dist. Ida	9211	10962	4767
Dist. Vuelta	13606	12505	5122
T. Ida (min)	30.70	36.54	15.89
T. Vuelta (min)	45.35	41.68	17.07
T. Total (min)	76.06	78.22	32.96
T. Total (hrs)	01:16:03	01:18:13	00:32:58
Cant. Unidades	11	22	18

Nota. Elaboración Propia

Como se considerarán las rutas M001 y CC01 se tienen en total 40 vehículos de transporte público, de los cuales no se utilizará la totalidad ya que pueden surgir inconvenientes en el momento de la evacuación por lo que se consideran 30 unidades que serán repartidas por los diferentes puntos de acopio largo de Miraflores.

En caso se emitiera la alerta en base a un IEV 1-2 en el que se tendría que movilizar a los habitantes de la primera etapa (nivel 1 y 2), se localizaron 2 punto de reunión masivo que cumple con el aforo para un total de personas de 29 555, proyectadas al 2022, estos puntos son el parque Mayta Cápac y el Cuartel Salaverry ubicados fuera de la zona de alto riesgo, funcionarían como la terminal de las rutas de transporte compartido, destinado a los niveles 1 y 2.

En caso el IEV sea mayor a 2, se tendría que realizar una evacuación total del distrito, por lo que se trasladarían las personas conglomerada en esos dos puntos hacia albergues temporales en distritos alejados.

Tabla 36

Capacidad de puntos de reunión masivo.

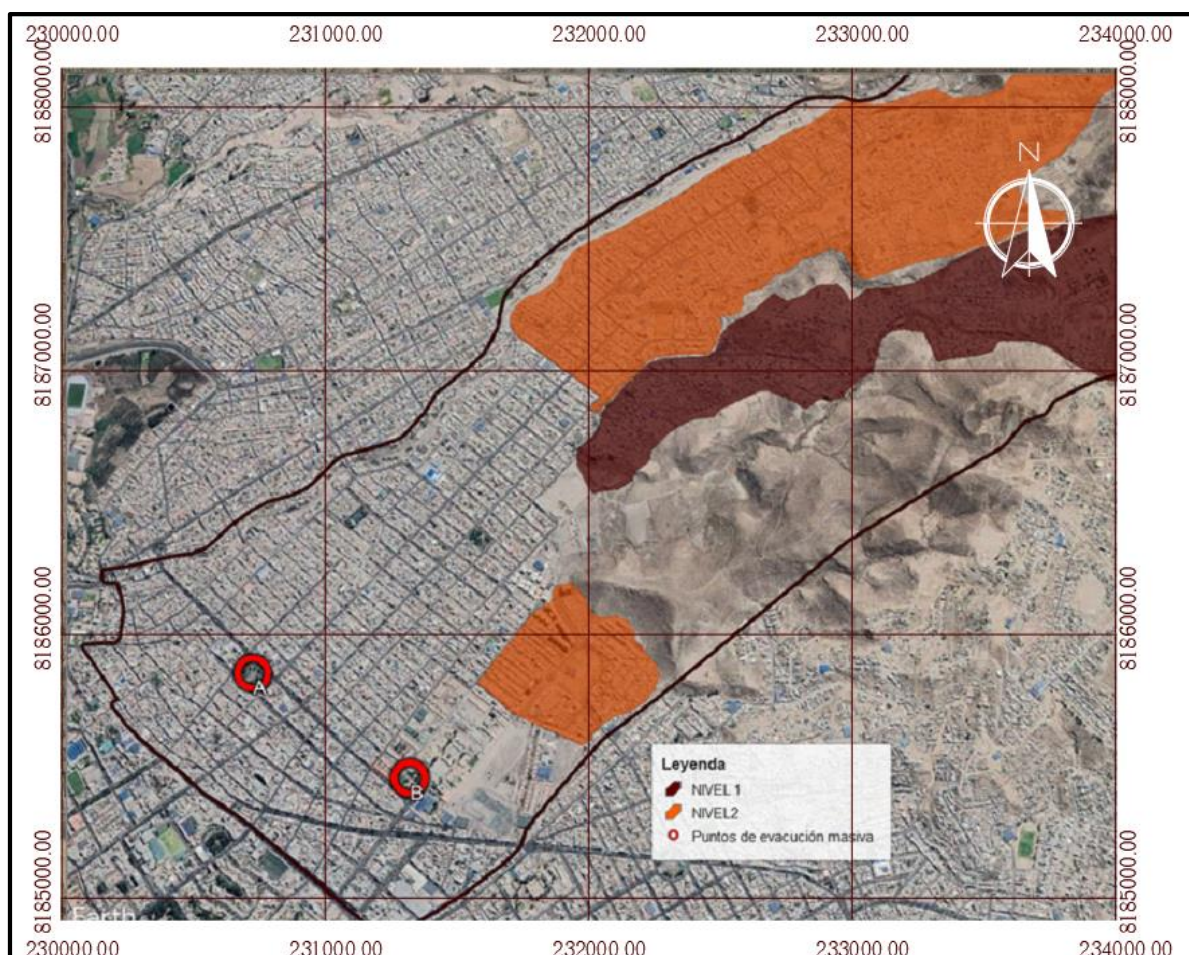
ETAPA 1					
Nombre	Capacidad (m ²)	Zonas	Población (hab)	Área requerida (m ²)	Área requerida Total (m ²)
Cuartel militar	14985	Z11	4083	1469.88	5523.48
		Z14	3833	1379.88	
		Z8	4879	1756.44	
		Z10-1	2548	917.28	
Plaza		Z10-2	2915	1049.40	
Mayta	7922	Z12	5014	1805.04	4997.16
Cápac		Z13	5952	2142.72	

Nota. Elaboración propia.



Figura 43

Imagen satelital de ubicación de puntos de evacuación masiva para la Etapa 1.



Nota. Elaboración propia.

5.3. Determinación de Vías y Puntos de Medición

5.3.1. Discernimiento de vías

ZONAS 4-14: Se seleccionaron las vías menores más anchas y que recorren más de una zona para conectarlas entre sí, además de las avenidas principales y calles aledañas a los puntos de acopio. Se descartaron las vías con pendientes pronunciadas ya que podría afectar el flujo vehicular y el tiempo de desplazamiento, a menos de que sea a única ruta de salida de la zona (caso de la zona 14).

Tabla 37

Listado de vías de las zonas 4-14

Nombre	Tipo de vía
Salvador Allende	Local
San Martín	Local
Bolognesi	Local
Junín	Vía Menor
Revolución Lenin	Vía Menor
Marte	Vía Menor
Venus	Vía Menor
Orión	Vía Menor
Jr. Salaverry	Vía Menor
Juan XXIII – Alto Perú	Vía Menor
Prolongación Alto Perú	Vía Menor
Alto Perú	Vía Menor
Prolongación Goyeneche	Vía Menor
Goyeneche	Colectora
Mateo Pumacahua	Vía Menor
Ramón Castilla	Vía Menor
Jirón Cahuide	Vía Menor
Puente Arnao	Vía Menor
Alto de la Alianza	Vía Menor
Teniente Rodríguez	Local
Sánchez Trujillo	Vía Menor
Calle Independencia	Vía Menor
Tarapacá	Local
José Santos Chocano	Vía Menor
Francisco Mostajo	Vía Menor
Calvario	Vía Menor
Pro Hogar	Local
Espinar	Vía Menor
Tacna y Arica	Vía Menor

Continuación de *Tabla 37*

Calle 5	Vía Menor
Calle 18a	Vía Menor
Puente Santa Rita	Vía Menor

Nota. Elaboración propia.

ZONAS 1-3: Se consideraron las vías que conectan los puntos de salida, calles aledañas a las zonas de acopio, y avenidas principales.

Tabla 38

Listado de vías de las zonas 1-3.

Nombre	Tipo de vía
Progreso	Anillo Vial
Unión	Vía Menor
Goyeneche	Colectora
San Martín	Local
Espinar	Vía Menor
Pro Hogar	Local
Palacios	Vía Menor
Sepúlveda	Anillo Vial
Puno	Vía Menor
Tacna	Vía Menor
Sáenz Peña	Vía Menor
San Antonio	Vía Menor
Venezuela	Anillo Vial
Pasaje Islay	Vía Menor
Arica	Vía Menor

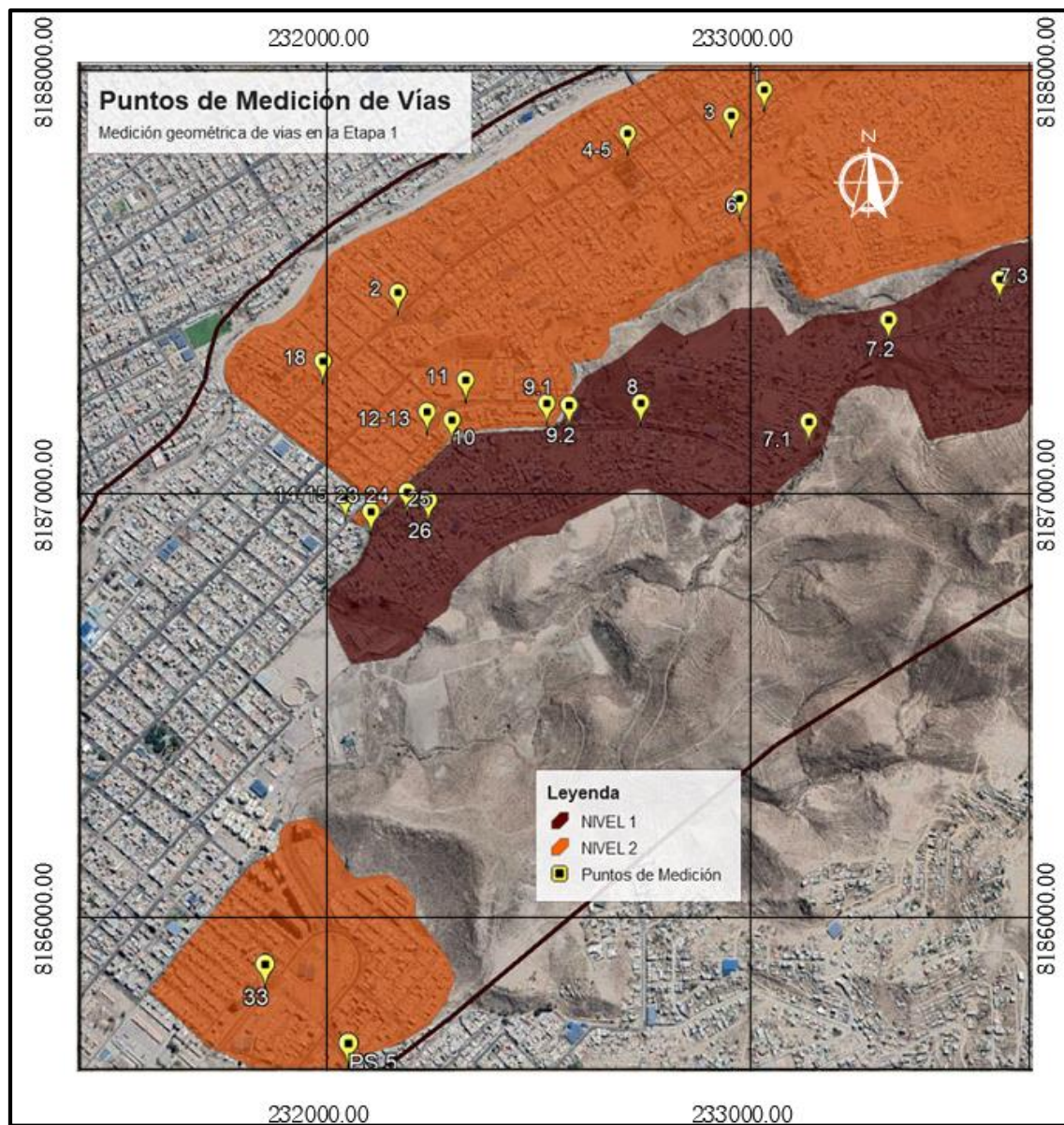
Nota. Elaboración propia.

5.3.2. Características geométricas de las vías

De las vías propuestas en el punto anterior, se procedió a recolectar las características geométricas de cada una de ellas, los puntos donde se hizo la medición se muestran en la siguiente figura.

Figura 44

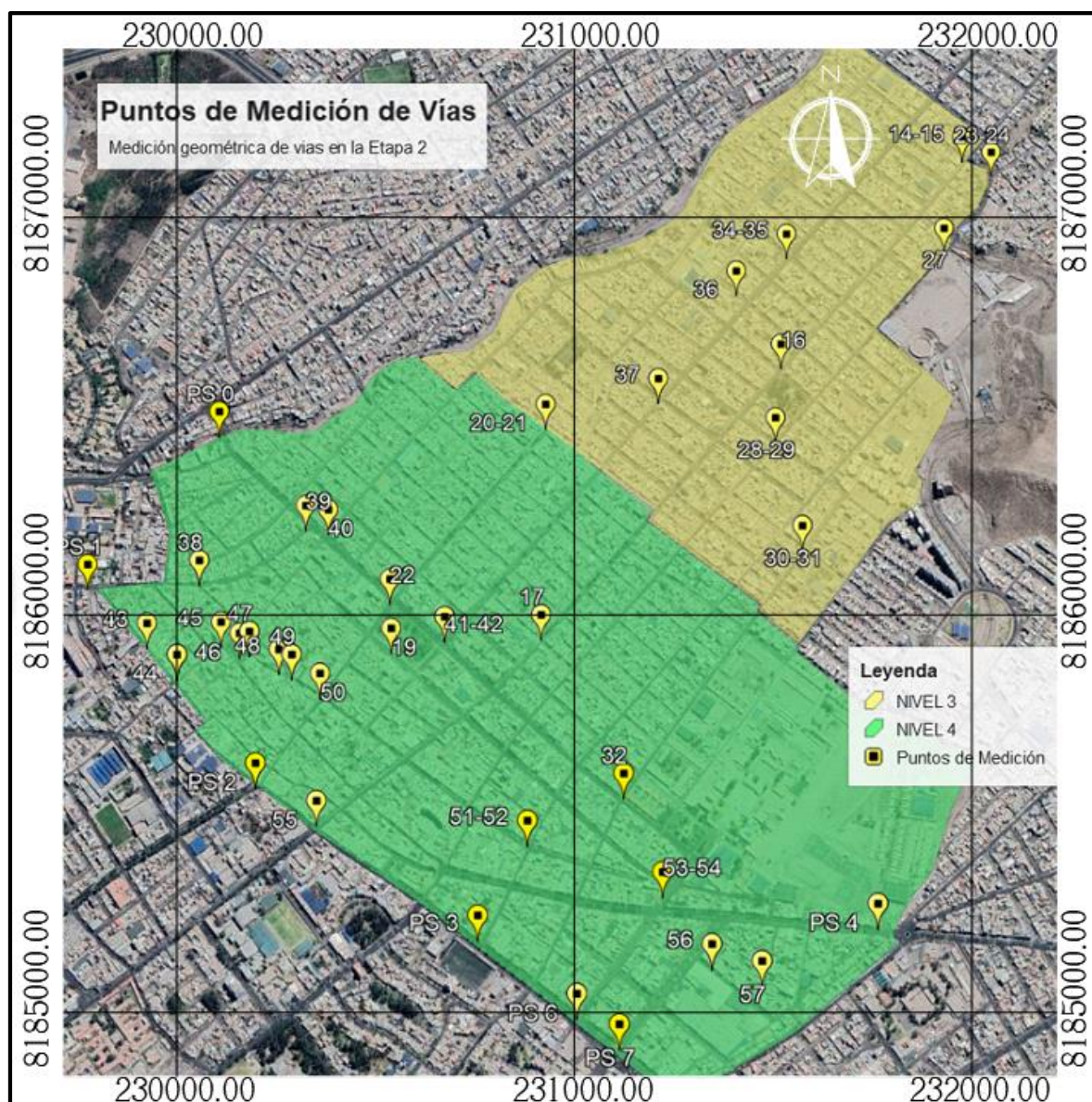
Imagen satelital de la ubicación de puntos de Medición de la Etapa 1.



Nota. Elaboración propia.

Figura 45

Imagen satelital de la ubicación de puntos de Medición de la Etapa 2.



Nota. Elaboración propia

Se hicieron visitas a campo para hacer las respectivas mediciones, no se encontraron problemas en las vías que son de menor circulación ya que por lo general no había mucho tránsito; en cambio, en las avenidas principales o de mayor circulación era muy complicado así que se procedieron a hacer esas mediciones en horas muy tempranas donde había poco flujo de tránsito. Además, en dichas vías se hizo una medición general de los otros elementos encontrados tales como veredas, bermas, jardineras centrales o laterales.

Figura 46

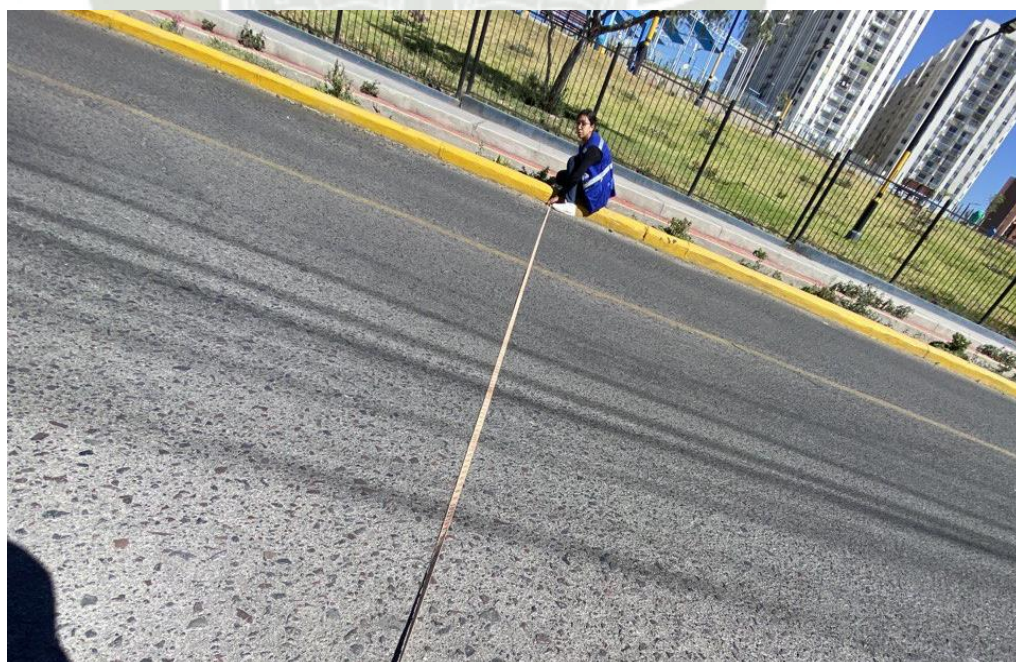
Fotografía de la medición de elementos geométricos de la vía.



Nota. Elaboración propia.

Figura 47

Fotografía de la medición del ancho de calzada de las vías seleccionadas.



Nota. Elaboración propia.

A continuación, se mostrarán las medidas geométricas de las vías seleccionadas, y el cuadro donde se recopila toda la información obtenida se encuentra en el Anexo 1.

5.3.3. Capacidad vial

Relación volumen a capacidad (v/c)

Aquí se utilizaron los valores dados por la tabla que da esta relación en función del terreno y la velocidad, y ya que en ninguna de las vías se sobrepasa los 60km/h se utilizan los valores de 0.90, 0.80 y 0.70 para terrenos planos, ondulados y montañosos respectivamente. Para efectos del presente trabajo sólo se utilizaron los dos primeros.

Factor de reducción de la capacidad por el desbalance direccional (f_d)

Para este factor se toma en cuenta que a la hora de evacuación por alerta de erupción volcánica la gran mayoría del desplazamiento sería hacia la parte baja del distrito, por lo que la distribución para la dirección del flujo se tomaría en un 90/10, salvo en las vías concretas, como la Av. Progreso, la Salida por la Alameda, la calle Puno, entre otras.

Factor de reducción por carriles y bermas angostos (f_w)

Teniendo en cuenta las medidas tomadas en el punto 5.2.2 de ancho de berma y carril, se procede a calcular este factor, donde se trabaja con un limitante de un máximo de 3.65 m de ancho de carril y de 1.80 m de ancho de berma.

Factor de reducción por la presencia de vehículos pesados (f_{HV})

Aquí se considera la proporción de camiones y buses del total de vehículos considerados. Como no se considera ningún camión la proporción de estos es igual a 0, mientras que para los buses se consideran los buses que se utilizarán para el transporte a personas que no cuentan con vehículo propio, es decir, los de transporte público.

Tabla 39

Proporción de vehículos pesados.

Tipo	Cantidad	Proporción	%
Autos	6948	0.68164	68.16%
Camioneta	2671	0.26204	26.20%
Minivan	165	0.01619	1.62%

Minibus	0	0.00000	0.00%
Moto	379	0.03718	3.72%
Buses	30	0.00294	0.29%
TOTAL	10193	1	100%

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 40

Proporción de vehículos livianos y pesados.

Tipo	Cantidad	Proporción	%
Livianos	10163	0.997057	99.71%
Pesados	30	0.002943	0.29%
TOTAL	10193	1	100%

Nota. Elaboración Propia.

Para los equivalentes se utilizarán los valores según el tipo de terreno (estos valores se encuentran en la Tabla 33).

Factor de reducción por el entorno de la vía (f_A)

Para este factor se considera si las vías son urbanas o suburbanas, con factores de 0.52 y 0.76 respectivamente.

Capacidad (S_f)

Ya teniendo los datos de los factores de reducción ya se puede hallar la capacidad para cada una de las vías.

Tabla 41

Capacidad vial por vía analizada.

Nombre de Vía	v/c	f_d	f_w	f_{HV}	f_A	S_f
Salvador Allende	0.90	0.77	0.69	0.99824	0.76	1016.00
Bolognesi	0.90	0.77	1.00	0.99824	0.76	1476.00
Junín	0.90	0.77	0.56	0.99824	0.76	819.00

Continuación Tabla 41

San Martín 1	0.90	0.77	0.69	0.99824	0.76	1020.00
Revolución Lenin	0.80	0.77	0.82	0.99444	0.76	1070.00
Venus	0.80	0.77	0.49	0.99444	0.76	634.00
Orión	0.80	0.77	0.49	0.99444	0.76	634.00
Marte	0.80	0.77	0.49	0.99444	0.76	634.00
Jr. Salaverry	0.90	0.77	0.77	0.99824	0.76	1135.00
Prol. Alto Perú	0.90	0.77	0.76	0.99824	0.76	1128.00
Tacna y Arica	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Prol. Goyeneche	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Goyeneche Arriba	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Goyeneche Abajo	0.90	0.77	0.54	0.99824	0.76	798.00
Ramón Castilla	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Rodríguez Ballón	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Tacna	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
San Martín 2	0.90	0.77	0.79	0.99824	0.76	1165.00
Jr. Cahuide	0.80	0.77	0.72	0.99444	0.76	941.00
Jr. Huáscar	0.90	0.77	0.85	0.99824	0.76	1250.00
Jr. Manco Cápac	0.90	0.77	0.46	0.99824	0.76	675.00
Puente Arnao 1	0.90	0.77	0.54	0.99824	0.76	798.00
Puente Arnao 2	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Gonzales Prada	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Sánchez Trujillo	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.52	743.00

Continuación Tabla 41

Ovalo Alameda	0.90	1.00	0.71	0.99824	0.52	926.00
Independencia	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Tarapacá	0.90	0.77	0.62	0.99824	0.76	921.00
San Martín 4	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.52	743.00
José Santos Chocano	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Francisco Mostajo	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.76	1085.00
Sáenz Peña	0.90	0.83	0.90	0.99824	0.52	978.00
Calvario	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.52	743.00
Progreso 1	0.90	0.94	0.74	0.99824	0.52	907.00
Puno	0.90	0.71	0.74	0.99824	0.52	688.00
Espinar	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.52	743.00
Pasaje Islay	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.52	743.00
Pasaje Ferre	0.90	0.77	0.74	0.99824	0.52	743.00
Palacios	0.90	0.77	1.00	0.99824	0.52	1010.00
Progreso 2	0.90	0.94	0.57	0.99824	0.52	702.00
Av. Unión	0.90	0.94	0.57	0.99824	0.76	1026.00
San Martín 3	0.90	0.71	0.95	0.99824	0.52	884.00
Sepúlveda	0.90	0.77	0.96	0.99824	0.52	973.00
Calle 5	0.90	1.00	0.92	0.99824	0.52	1199.00
Calle 18a	0.90	1.00	0.92	0.99824	0.52	1199.00
Puente Santa Rita	0.90	1.00	0.65	0.99824	0.52	853.00
Venezuela	0.90	0.77	0.56	0.99824	0.52	560.00

Nota. Elaboración Propia.

5.4. Propuesta de rutas de transporte compartido

En base a las encuestas, la zonificación y cercanía de diversas calles con respecto a los puntos de acopio es que se escogieron diferentes calles y avenidas para la propuesta de rutas.

Dentro de la encuesta realizada se encontraba la identificación de vías que se utilizarían en caso de una evacuación por parte de la población, para esta pregunta se presentó mucha variedad de respuestas, pero en su gran mayoría hacían referencia a las avenidas o vías principales. Con respecto a estas respuestas es que se procedió a empezar a trazar las rutas, también teniendo en cuenta la zonificación y cercanía a los puntos de acopio.

Tabla 42

Propuesta de rutas de transporte compartido.

RUTA 1
Desde Comp. Dep. “El Salvador” → Calle Salvador Allende – Av. Francisco Bolognesi
Desde Comp. Dep. “Tomasa Tito Condemayta” → Revolución Lenin – Calle Junín
Unión de los 2 → Calle Junín – Av. San Martín – Calle Independencia – Av. San Martín
– Gonzales Prada – Av. San Martín – Francisco Mostajo – Calvario – Calle Ramón
Castilla o Calvario – Av. San Martín – Salida a San Martín o Salida a Progreso o Salida
a Sáenz Peña.
Desde San Antonio → Calle Puno – Av. San Martín
Desde Comp. Dep. “La Chavela” → Calvario – Salida a Progreso o Salida a Sáenz Peña
Desde Parque “Las Palmeras” → Francisco Mostajo – Calvario – Calle Ramón Castilla o
Calvario – Av. San Martín – Salida a San Martín o Salida a Progreso o Salida a Sáenz
Peña.
Desde IE “Javier Luna Pizarro” → Av. San Martín – Gonzales Prada – Av. San Martín –
Francisco Mostajo – Calvario – Calle Ramón Castilla o Calvario – Av. San Martín –
Salida a San Martín o Salida a Progreso o Salida a Sáenz Peña.
RUTA 2
Av. Tarapacá – Av. Pro Hogar – Av. Unión – Espinar.
RUTA 3
Calle Venus – Av. Orión – Calle Marte – Jirón Salaverry – Prolongación Goyeneche o
Prolongación Alto Perú – Av. Goyeneche – Av. Progreso – Palacios – Salida por
Palacios, Salida por Av. Venezuela o Salida por Av. Sepúlveda.

RUTA 4

Jirón Manco Cápac – Calle Huáscar – Jirón Cahuide – Puente Arnao – Independencia – Espinar – Sánchez Trujillo – Calle 5 – Ovalo Alameda – Calle 18a – Puente Santa Rita.

Nota. Elaboración propia.

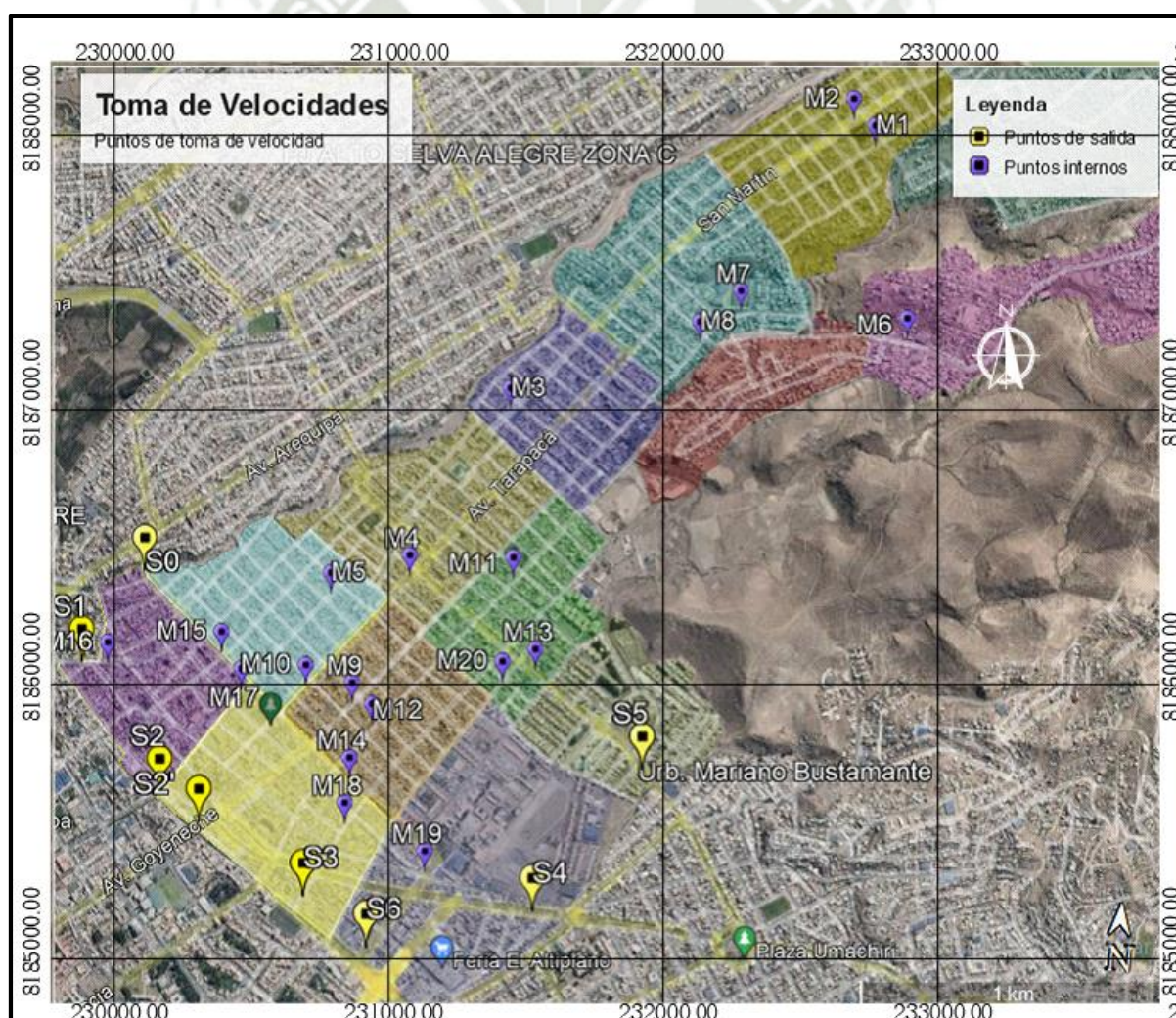
5.5. Observación y recolección de Velocidades

5.5.1. Puntos de toma de velocidad

Se hicieron las tomas de velocidades correspondientes en 28 puntos dentro de las rutas propuestas ubicados en la siguiente imagen:

Figura 48

Imagen satelital de la ubicación de puntos de velocidad.



Nota. Elaboración propia.

Se hizo la recopilación de información de forma manual por el método del cronómetro, la cual se muestra detallada en el Anexo 2 y se resume en la siguiente tabla.

Se observaron que, en vías menores de baja circulación, la diferencia entre las velocidades de hora pico y de hora libre es despreciable, por lo que se consideró la más crítica.

Tabla 43

Resumen de velocidad media por punto.

N°	Codificación	Nombre de la vía	Hora	Distancia (m)	Velocidad media (km/h)
01	M1	Calle Bolognesi	HP	41.04	30.76
02	M2	Avenida San Martín	HP	45.66	25.11
03	M3	Avenida San Martín	HP	44.20	20.41
04	M4	Avenida Tarapacá	HL	55.44	36.17
05	M5	Avenida San Martín	HL	48.38	25.06
06	M6	Calle Marte	HL	45.89	38.27
07	M7	Prolongación Goyeneche	HP	80.24	21.61
08	M8	Avenida Goyeneche	HP	56.08	26.00
09	M9	Avenida Goyeneche	HL	55.65	27.19
10	M10	Avenida Pro Hogar	HL	54.73	31.96
11	M11	Calle Puente Arnao	HL	52.02	26.81
12	M12	Calle Puente Arnao	HP	56.34	33.43
13	M13	Calle Sánchez Trujillo	HL	65.83	32.96
14	M14	Avenida Progreso	HP	124.91	42.51
15	M15	Avenida Progreso	HL	95.21	40.07
	M15	Avenida Progreso	HP	99.07	35.70
16	M16	Calle Sáenz Peña	HP	48.71	22.36
17	M17	Avenida San Martín	HP	64.27	23.72
18	M18	Calle Espinar	HP	45.19	29.72

Continuación de *Tabla 43*

19	M19	Calle Palacios	HL	75.17	29.00
	M19	Calle Palacios	HP	55.47	22.42
20	M20	Calle Teniente Rodríguez	HL	99.36	44.75
21	S0	Avenida Progreso	HL	35.36	66.84
		Avenida Progreso	HP	40.67	36.31
22	S1	Calle Sáenz Peña	HL	62.05	25.70
		Calle Sáenz Peña	HP	52.15	19.03
23	S2	Avenida San Martín	HL	88.1	35.21
		Avenida San Martín	HP	88.20	28.56
24	S2'	Avenida Goyeneche	HL	47.40	34.13
		Avenida Goyeneche	HP	102.73	7.85
25	S3	Calle Espinar	HL	43.19	34.11
		Calle Espinar	HP	45.19	29.72
26	S4	Avenida Sepúlveda	HL	115.72	45.24
		Avenida Sepúlveda	HP	102.38	31.14
27	S5	Calle 18a	HL	29.96	45.27
		Calle 18a	HP	42.01	42.83
28	S6	Calle Palacios	HL	75.17	29.00
		Calle Palacios	HP	55.47	22.42

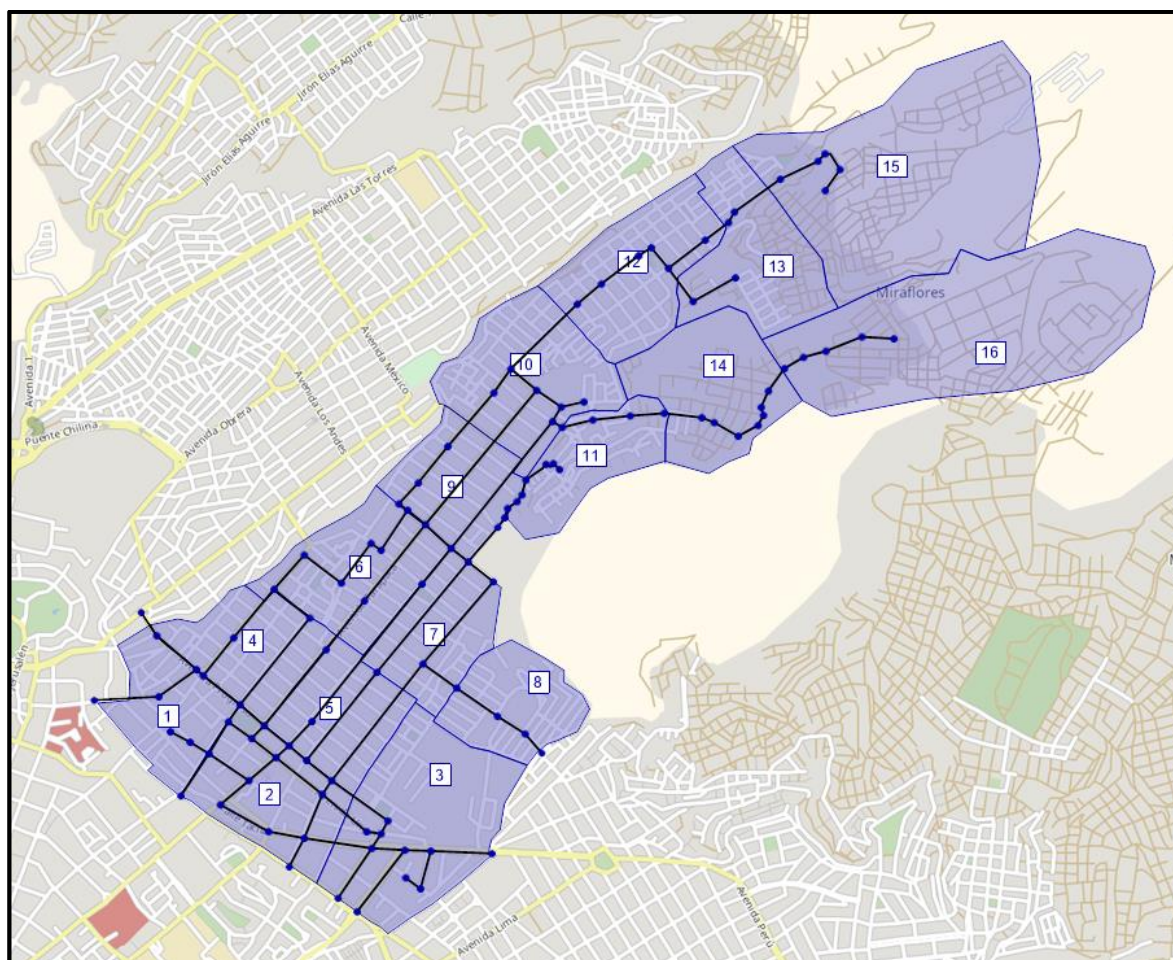
Nota. Se muestra las velocidades promedio de cada punto de análisis tomadas en campo.
Elaboración Propia.

5.6. Modelación en Software

Se utilizó el programa PTV Visum para el modelamiento, primero se trazaron las zonas propuestas en el capítulo 4, seguidamente los nodos y segmentos de cada vía, asignandoles a cada uno el nombre, capacidad vial, velocidad y número de carriles.

Figura 49

Vista final del trazado de zonas, nodos y segmentos.



Nota. Elaboración Propia.

Cabe resaltar que, si se están considerando las 14 zonas propuestas en el capítulo 4, pero por cuestiones de tener un mejor resultado en la modelación, se crean 2 zonas extras (15 y 16) que abarcarían la extensión de alcance de los puntos de acopio (ZA 13-2 y 14-2 respectivamente), mientras que las zonas 13 y 14 sólo tendrían la extensión de los puntos de acopio ZA 13-1 y 14-1 respectivamente.

Una parte importante para el modelamiento es asignar los atributos correspondientes a cada zona, que es lo que genera la cantidad de producción y atracción de viajes de cada zona. En este caso la producción de viajes sería igual a la cantidad de vehículos que se tiene de cada

zona, y la atracción de viajes sería igual a la cantidad de puntos de salida que se tiene, ya que en total son ocho puntos de salida (Av. Progreso, calle Sáenz Peña, Av. San Martín, calle Espinar, calle Palacios, Av. Venezuela, Av. Sepúlveda y calle 18a) que están ubicados tres en la zona 1, uno en la zona 2, tres en la zona 3 y una en la 8.

A partir de esto es que se propone la cantidad de vehículos privados que evacuarán por cada punto de salida de manera proporcional al número de estos por zona, mostrados en la siguiente figura.

Figura 50

Atributos de zonas con cantidad de vehículos y salidas por zona.

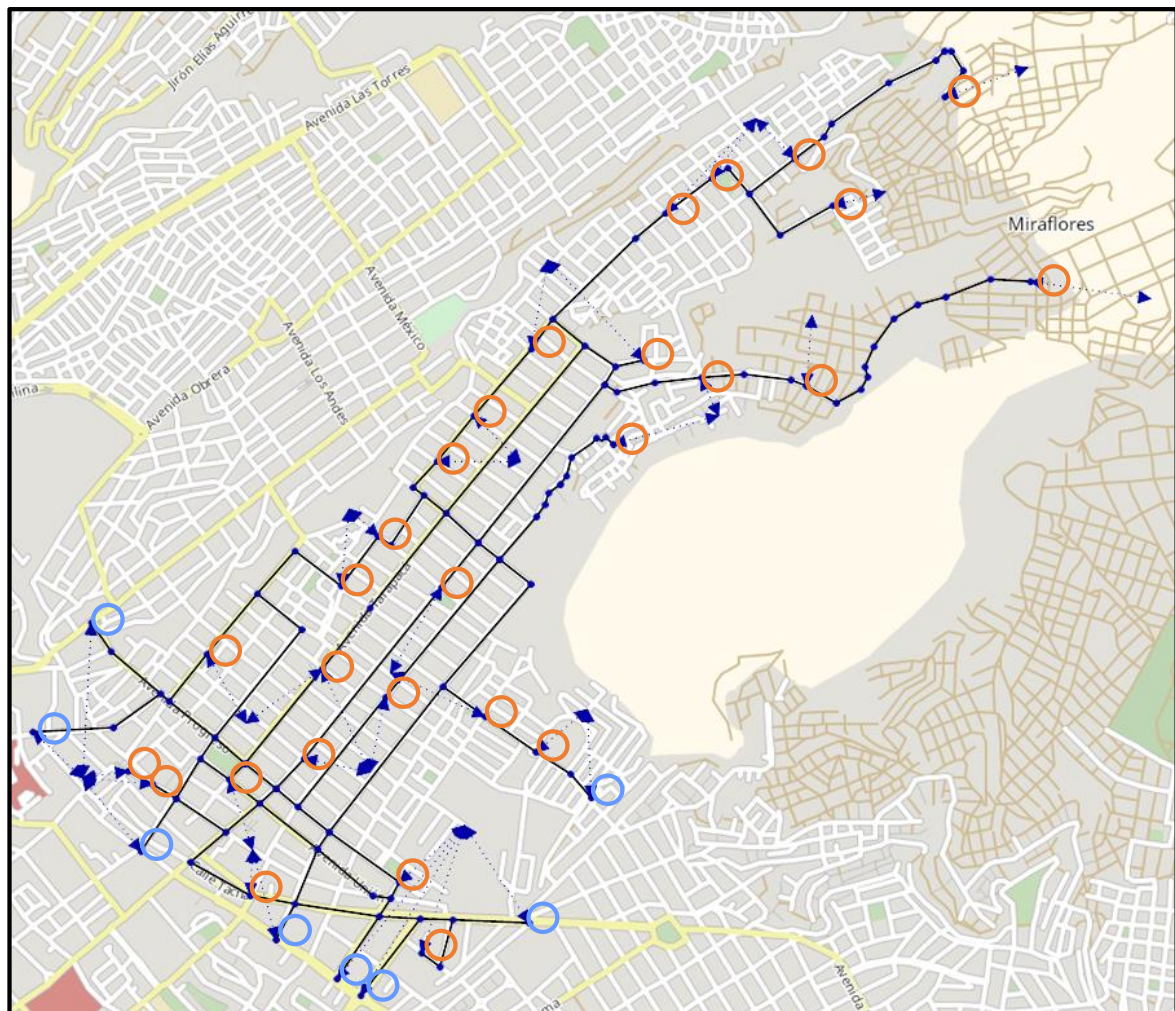
Number: 16	No	Code	Name	Type No	Vehiculos	Salidas
1	1		Z1	0	1097	3977
2	2		Z2	0	478	1181
3	3		Z3	0	448	3536
4	4		Z4	0	538	0
5	5		Z5	0	868	0
6	6		Z6	0	1176	0
7	7		Z7	0	630	0
8	8		Z8	0	813	1469
9	9		Z9	0	989	0
10	10		Z10	0	892	0
11	11		Z11	0	511	0
12	12		Z12	0	760	0
13	13		Z13-1	0	248	0
14	14		Z14-1	0	234	0
15	15		Z13-2	0	248	0
16	16		Z14-2	0	233	0

Nota. Elaboración propia.

Se procedió a crear “conectores” que son los nexos de cada zona hacia donde empezarían las rutas (zonas de acopio) y es en esos puntos donde se agregaría el volumen vehicular.

Figura 51

Adición de conectores hacia puntos de producción y atracción de viajes.



Nota. Elaboración propia.

Los puntos resaltados de color naranja son los puntos de producción de viajes (zonas de acopio), mientras que los celestes son los puntos de atracción de viajes de cada zona.

Una vez que se añadieron estos datos y se dibujó lo necesario, se procede a empezar la modelación de cuatro pasos que es el método con el que trabaja el programa.

Los dos primeros pasos son la generación y distribución de viajes, como en nuestro caso ya se había insertado la producción y atracción de viajes no se varió este punto, mientras que en la distribución de viajes se generó la matriz OD en base al punto anterior.

Figura 52

Secuencia del procedimiento – Pasos 1 y 2.

Procedure sequence									
	Active	Procedure	Reference object(s)	Variant/file	Messages	Comment	Start	Duration	ResultMessage
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Trip generation	AP01_DG01 ...		✓		05/12/202	0min	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Trip distribution	AP01_DG01 ...		✓		05/12/202	0min	Matrix total 1 OD after distribution of all demand strata: 10163.000

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Figura 53

Matriz OD generada por el programa PTV Visum.

6 x 1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	name															13-2	14-2
	Sum	3977.00	1181.00	3536.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1469.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1		1097.00	429.28	127.48	381.68	0.00	0.00	0.00	158.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2		478.00	187.05	55.55	166.31	0.00	0.00	0.00	69.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3		448.00	175.31	52.06	155.87	0.00	0.00	0.00	64.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4		538.00	210.53	62.52	187.19	0.00	0.00	0.00	77.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5		868.00	339.67	100.87	302.00	0.00	0.00	0.00	125.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6		1176.00	460.19	136.66	409.16	0.00	0.00	0.00	169.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7		630.00	246.53	73.21	219.20	0.00	0.00	0.00	91.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8		813.00	318.14	94.48	282.87	0.00	0.00	0.00	117.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9		989.00	387.02	114.93	344.10	0.00	0.00	0.00	142.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10		892.00	349.06	103.66	310.35	0.00	0.00	0.00	128.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11		511.00	199.97	59.38	177.79	0.00	0.00	0.00	73.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12		760.00	297.40	88.32	264.43	0.00	0.00	0.00	109.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13		248.00	97.05	28.82	86.29	0.00	0.00	0.00	35.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14		234.00	91.57	27.19	81.42	0.00	0.00	0.00	33.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	13-2	248.00	97.05	28.82	86.29	0.00	0.00	0.00	35.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	14-2	233.00	91.18	27.08	81.07	0.00	0.00	0.00	33.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Para continuar con este método, el siguiente paso fue crear la asignación para transporte privado, para lo que fue necesario crear una nueva matriz que sea exclusivamente de este tipo de transporte. Aquí es donde se designa que el volumen de vehículos que se tiene en cuenta es totalmente transporte privado, ya que se consideran a todas las personas que cuentan con un vehículo para movilizarse hacia fuera del distrito, así que la matriz creada será igual a la matriz OD creada en el paso anterior.

Figura 54

Matriz PrT (C).

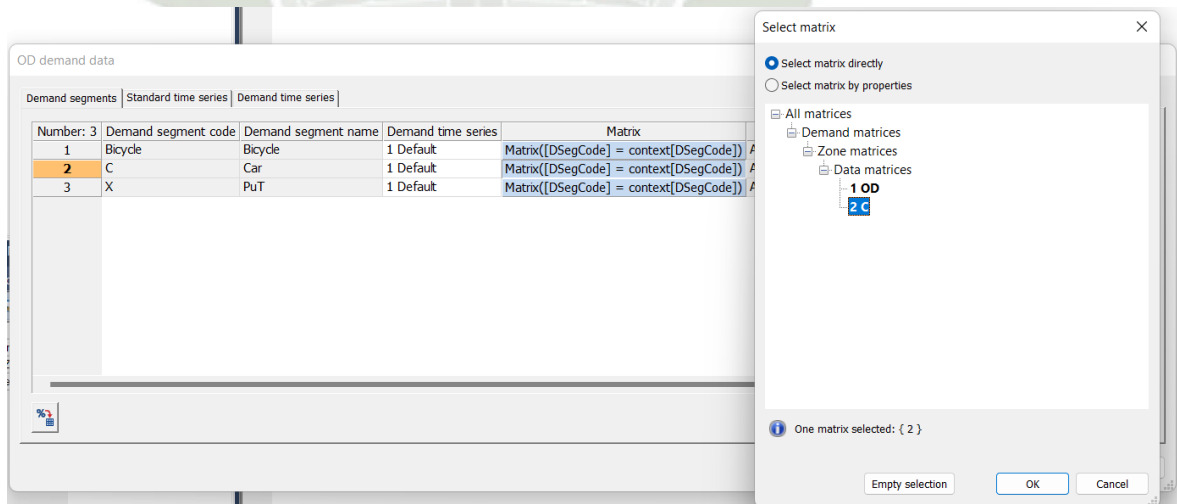
Matrix editor (Matrix '2 C')																		
16 x 16		Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		Sum	3977.00	1181.00	3536.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1469.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1		1097.00	429.28	127.48	381.68	0.00	0.00	0.00	0.00	158.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2		478.00	187.05	55.55	166.31	0.00	0.00	0.00	0.00	69.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3		448.00	175.31	52.06	155.87	0.00	0.00	0.00	0.00	64.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4		538.00	210.53	62.52	187.19	0.00	0.00	0.00	0.00	77.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5		868.00	339.67	100.87	302.00	0.00	0.00	0.00	0.00	125.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6		1176.00	460.19	136.66	409.16	0.00	0.00	0.00	0.00	169.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7		630.00	246.53	73.21	219.20	0.00	0.00	0.00	0.00	91.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8		813.00	318.14	94.48	282.87	0.00	0.00	0.00	0.00	117.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9		989.00	387.02	114.93	344.10	0.00	0.00	0.00	0.00	142.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10		892.00	349.06	103.66	310.35	0.00	0.00	0.00	0.00	128.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11		511.00	199.97	59.38	177.79	0.00	0.00	0.00	0.00	73.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12		760.00	297.40	88.32	264.43	0.00	0.00	0.00	0.00	109.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13		248.00	97.05	28.82	86.29	0.00	0.00	0.00	0.00	35.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14		234.00	91.57	27.19	81.42	0.00	0.00	0.00	0.00	33.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	13-2	248.00	97.05	28.82	86.29	0.00	0.00	0.00	0.00	35.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	14-2	233.00	91.18	27.08	81.07	0.00	0.00	0.00	0.00	33.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Una vez creada esta matriz, se asigna a los datos de demanda de OD que el transporte privado esté relacionado a la matriz recién creada.

Figura 55

Asignación de la matriz PrT (C) a la información de demanda OD.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Una vez asignado este dato, se inicia el proceso y asigna viajes a cada segmento de vía, dando como resultado que fue realizado correctamente.

Figura 56

Secuencia de procedimiento correctamente realizada – Paso 3.

Procedure sequence						
	Active	Procedure	Reference object(s)	Variant/file	Messages	ResultMessage
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Trip generation	AP01_DG01	...	✓	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Trip distribution	AP01_DG01	...	✓	Matrix total 1 OD after distribution of all demand strata: 10163.000
3	<input checked="" type="checkbox"/>	P+T assignment	C Car	...	✓	The assignment reached convergence after 13 of a maximum of 100 iterations with GAP of 2.8158

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Finalmente, se procede a generar matrices resultantes de esta asignación de viajes (skim matrices), en nuestro caso fueron los datos de tiempo de recorrido, velocidad de recorrido y distancia los que se generaron para la investigación.

Figura 57

Especificación de parámetros deseados como matrices resultantes.

Considered OD pairs

all

Calculate only OD pairs with demand > 0

Path selection

Path search criterion: Impedance

Use paths from assignment

Weighting of paths: Mean over path volume

Sum up paths from

Links Turns Origin connectors Destination connectors

Restricted traffic areas

Skims

Number: 13	Calculate	Save to file	Skim
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	t0
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	tCur
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	v0
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	vCur
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Impedance
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trip distance
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Direct distance
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AddValue 1
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AddValue 2
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AddValue 3
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AddValue-TSys
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Toll

Output file

File name:

Format: Format V

Separator: Empty

OK Cancel

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Así se finalizó satisfactoriamente con el método de modelación de cuatro pasos del programa PTV Visum.

Figura 58

Secuencia de procedimiento correctamente realizada – Paso 4.

Procedure sequence									
	Active	Procedure	Reference object(s)	Variant/file	Messages	Comment	Start	Duration	ResultMessage
1	<input checked="" type="checkbox"/>	Trip generation	AP01_DG01 ...		✓		05/12/202	0min	
2	<input checked="" type="checkbox"/>	Trip distribution	AP01_DG01 ...		✓		05/12/202	0min	Matrix total 1 C
3	<input checked="" type="checkbox"/>	PrT assignment	C Car ...	Equilibrium assignment	✓		05/12/202	0min	The assignmen
4	<input checked="" type="checkbox"/>	Calculate PrT skim matrix	C Car ...		✓		05/12/202	0min	

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.



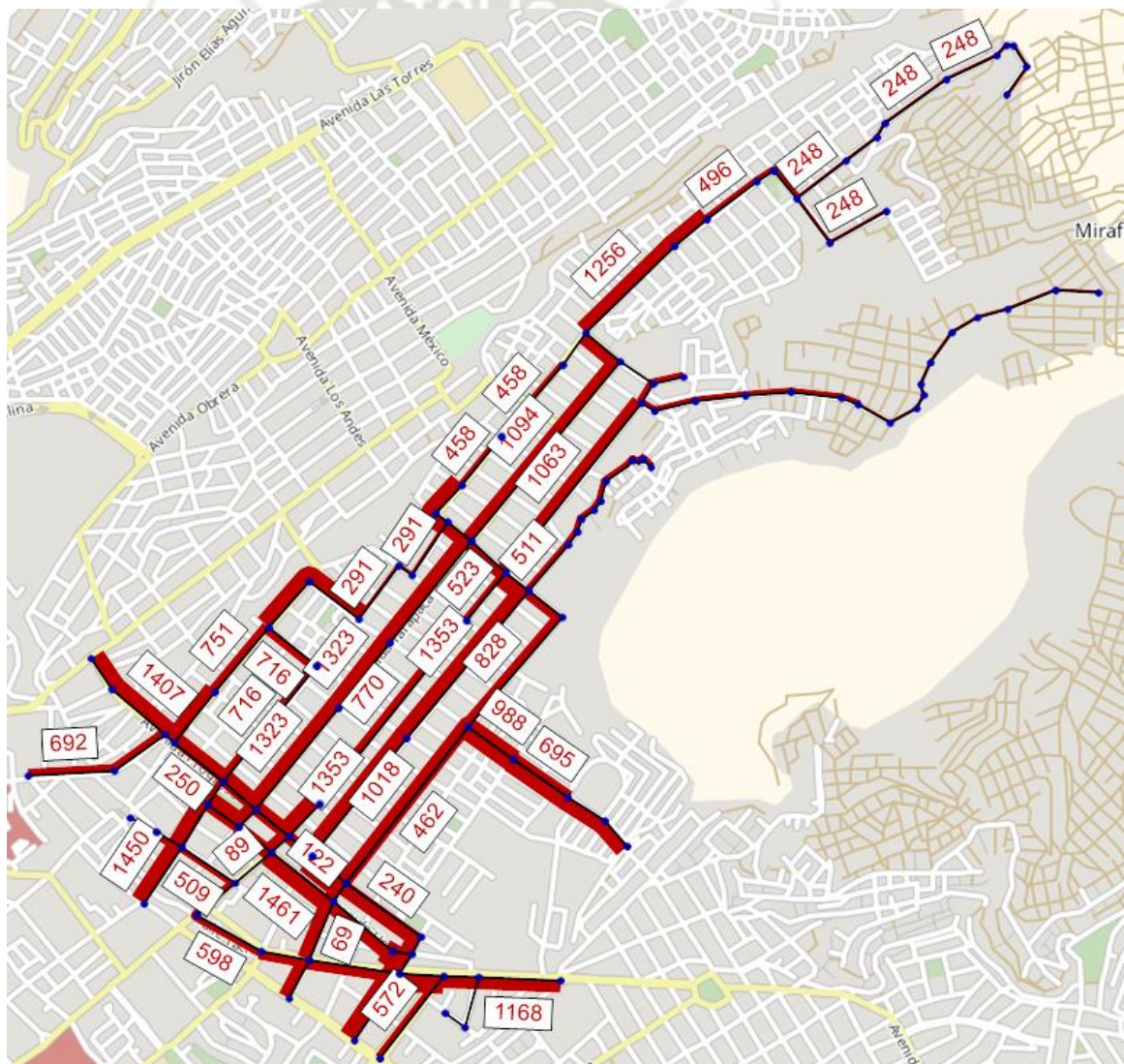
CAPÍTULO VI. RESULTADOS

6.1. Resultados de simulación total en simultáneo de transporte privado

Con los pasos explicados en el capítulo anterior se obtiene la asignación de viajes expresada en cantidad de viajes que circularía por cada una de las vías, teniendo como resultado la siguiente figura. Teniendo en cuenta que es un escenario donde simultáneamente se produce un desplazamiento de evacuación.

Figura 59

Resultado de simulación de la cantidad de viajes distribuidos en las vías simultáneamente.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Como se puede observar en la figura anterior el programa VISUM distribuyó el flujo vehicular proveniente de las zonas planteadas hacia las salidas, pero en algunos tramos excede

a la capacidad de las vías como se muestra en la siguiente tabla donde se puede corroborar si es que la capacidad de las vías satisface a la demanda “OK”, o es sobrepasada “EXCEDE” y dependiendo del resultado es que se tomarán las medidas respectivas.

Tabla 44

Chequeo por capacidad de vías – En simultáneo.

N°	Nodo i	Nodo f	Long. (km)	Carriles	Capac. (veh/hr/carril)	Vel. (km/h)	Vol. Veh. Pr. (veh)	Nombre	Chequeo
1	2	1	0.131	2	907	37	1407	Progreso	OK
2	3	2	0.245	2	907	37	1407	Progreso	OK
3	4	3	0.043	2	907	40	2099	Progreso	EXCEDE
4	4	5	0.220	2	907	40	250	Progreso	OK
4	5	4	0.220	2	907	40	1137	Progreso	OK
5	5	6	0.150	2	907	40	484	Progreso	OK
5	6	5	0.150	2	907	40	1247	Progreso	OK
6	6	7	0.150	2	907	40	571	Progreso	OK
6	7	6	0.150	2	907	40	935	Progreso	OK
8	8	9	0.324	2	907	42	1263	Progreso	OK
8	9	8	0.324	2	907	42	241	Progreso	OK
9	13	14	0.295	1	743	30	752	Calvario	EXCEDE
10	14	4	0.228	1	743	30	1212	Calvario	EXCEDE
11	12	13	0.214	1	743	30	1467	Calvario	EXCEDE
12	3	10	0.219	1	978	19	692	Sáenz Peña	OK
13	10	11	0.304	1	978	19	692	Sáenz Peña	OK
14	15	5	0.521	2	1165	25	716	San Martín	OK
17	20	24	0.457	2	921	36	1323	Tarapacá	OK

Continuación de *Tabla 44*

17	24	20	0.457	2	921	36	78	Tarapacá	OK
18	24	35	0.291	2	921	36	1323	Tarapacá	OK
18	35	24	0.291	2	921	36	78	Tarapacá	OK
19	35	6	0.459	2	921	36	1323	Pro Hogar	OK
20	6	25	0.084	2	921	36	1083	Pro Hogar	OK
20	25	6	0.084	2	921	36	159	Pro Hogar	OK
21	23	27	0.507	2	900	30	828	Espinar	OK
22	37	36	0.079	2	1085	26	597	Goyeneche	OK
23	36	21	0.760	2	1085	26	1064	Goyeneche	OK
24	21	26	0.216	2	1085	26	524	Goyeneche	OK
26	38	20	0.817	2	921	36	1095	Tarapacá	OK
27	43	44	0.070	2	1020	25	496	San Martín	OK
28	44	45	0.219	2	1020	25	496	San Martín	OK
29	45	46	0.148	2	1020	25	1257	San Martín	OK
30	46	39	0.435	2	1020	25	1257	San Martín	OK
31	39	40	0.138	2	1020	25	109	San Martín	OK
32	40	41	0.331	2	1020	25	458	San Martín	OK
33	41	42	0.220	2	1020	21	458	San Martín	OK
34	42	18	0.134	2	1020	21	1447	San Martín	OK
35	33	34	0.233	2	743	20	291	San Martín	OK
36	19	32	0.225	2	743	20	291	San Martín	OK
37	49	48	0.136	2	1476	31	248	Bolognesi	OK
38	48	47	0.218	2	1476	31	248	Bolognesi	OK
39	18	19	0.051	1	1085	25	1447	Independencia	EXCEDE

Continuación de *Tabla 44*

40	19	20	0.107	1	1085	25	1156	Independencia	EXCEDE
41	20	21	0.164	1	1085	25	1005	Independencia	OK
42	21	22	0.102	1	1085	25	1545	Independencia	EXCEDE
43	22	23	0.150	1	1085	25	828	Independencia	OK
44	34	12	0.218	1	1085	25	1467	Francisco Mostajo	EXCEDE
45	13	15	0.215	1	1085	20	716	Ramón Castilla	OK
46	27	28	0.195	1	743	33	1261	Sánchez Trujillo	EXCEDE
46	28	27	0.195	1	743	33	988	Sánchez Trujillo	EXCEDE
47	28	29	0.233	1	1199	33	1352	Calle 5	EXCEDE
47	29	28	0.233	1	1199	33	696	Calle 5	OK
48	29	30	0.154	1	1199	43	1352	Calle 18 ^a	EXCEDE
49	30	31	0.119	1	853	43	1352	Pte. Santa Rita	EXCEDE
50	50	52	0.156	2	1010	31	1740	Sepúlveda	OK
54	50	51	0.283	2	1010	23	1641	Palacios	OK
55	52	53	0.365	2	560	30	572	Venezuela	OK
58	7	58	0.083	2	798	27	1016	Goyeneche	OK
60	59	63	0.258	2	1085	25	599	Tacna	OK
61	63	61	0.171	2	1010	31	834	Sepúlveda	OK
62	50	61	0.321	2	1010	31	53	Sepúlveda	OK
62	61	50	0.321	2	1010	31	939	Sepúlveda	OK
63	58	60	0.278	2	1026	35	1461	Unión	OK
63	60	58	0.278	2	1026	35	123	Unión	OK

Continuación de *Tabla 44*

64	25	58	0.145	2	1026	35	941	Unión	OK
64	58	25	0.145	2	1026	35	529	Unión	OK
65	60	61	0.222	1	743	30	1248	Espinar	EXCEDE
65	61	60	0.222	1	743	30	70	Espinar	OK
66	61	62	0.152	1	743	30	1126	Espinar	EXCEDE
67	8	27	0.694	2	743	30	463	Espinar	OK
67	27	8	0.694	2	743	30	1018	Espinar	OK
68	8	60	0.077	2	743	30	1089	Espinar	OK
68	60	8	0.077	2	743	30	70	Espinar	OK
70	65	17	0.104	1	688	20	668	Puno	OK
71	32	33	0.058	1	1085	20	291	Gonzales Prada	OK
72	76	22	0.212	1	1085	35	511	Puente Arnao 2	OK
73	71	72	0.072	1	798	28	511	Puente Arnao 1	OK
74	72	73	0.039	1	798	28	511	Puente Arnao 1	OK
75	73	74	0.054	1	798	28	511	Puente Arnao 1	OK
76	74	75	0.046	1	798	28	511	Puente Arnao 1	OK
77	75	76	0.056	1	798	28	511	Puente Arnao 1	OK
78	66	67	0.040	1	1250	20	511	Jr. Huáscar	OK
79	67	68	0.020	1	941	20	511	Jr. Cahuide	OK
80	68	69	0.024	1	941	20	511	Jr. Cahuide	OK
81	69	70	0.025	1	941	20	511	Jr. Cahuide	OK
82	70	71	0.095	1	941	20	511	Jr. Cahuide	OK
83	47	43	0.126	1	819	25	496	Junín	OK
84	77	47	0.194	1	819	25	248	Junín	OK

Continuación de *Tabla 44*

								Revolución	
85	78	77	0.228	1	1070	20	248	Lenin	OK
								Salvador	
86	83	82	0.121	1	1016	40	248	Allende	OK
								Salvador	
87	82	81	0.086	1	1016	40	248	Allende	OK
								Salvador	
88	81	80	0.025	1	1016	40	248	Allende	OK
								Salvador	
90	79	49	0.057	1	1016	40	248	Allende	OK
								Salvador	
91	80	85	0.048	1	1016	40	248	Allende	OK
								Salvador	
92	85	84	0.196	1	1016	40	248	Allende	OK
								Salvador	
93	84	79	0.264	1	1016	40	248	Allende	OK
94	39	38	0.157	1	1085	25	1148	Tacna y Arica	EXCEDE
95	38	37	0.139	1	1085	25	54	Tacna y Arica	OK
96	102	101	0.151	1	634	20	233	Venus	OK
97	101	100	0.182	1	634	20	233	Orión	OK
98	100	99	0.110	1	634	20	233	Orión	OK
99	99	98	0.104	1	634	20	233	Marte	OK
100	98	97	0.129	1	634	20	233	Marte	OK
101	97	96	0.083	1	634	20	233	Marte	OK
102	96	95	0.039	1	634	20	233	Marte	OK
103	95	94	0.053	1	634	20	233	Marte	OK

Continuación de *Tabla 44*

104	94	93	0.106	1	634	20	233	Marte	OK
105	93	92	0.130	1	1135	38	233	Jr. Salaverry	OK
106	92	91	0.063	1	1135	38	468	Jr. Salaverry	OK
107	91	90	0.178	1	1135	38	468	Jr. Salaverry	OK
108	90	87	0.161	1	1135	38	468	Jr. Salaverry	OK
109	87	88	0.177	1	1128	30	468	Prol. Alto Perú	OK
110	88	86	0.147	1	1128	30	468	Prol. Alto Perú	OK
111	86	36	0.054	1	1128	30	468	Prol. Alto Perú	OK
112	89	37	0.109	1	1085	22	543	Prol. Goyeneche	OK
113	26	103	0.824	2	798	27	770	Goyeneche	OK
114	103	7	0.156	2	798	27	1513	Goyeneche	OK
115	52	54	0.123	2	1010	31	1168	Sepúlveda	OK
116	54	55	0.288	2	1010	31	1168	Sepúlveda	OK
118	17	16	0.238	2	884	24	1450		OK
119	58	104	0.167	2	798	15	89	Goyeneche	OK
120	104	59	0.175	2	798	15	599		OK
121	17	104	0.226	2	688	20	510	Puno	OK
122	7	105	0.107	2	907	40	705	Progreso	OK
122	105	7	0.107	2	907	40	572	Progreso	OK
123	8	105	0.151	2	907	40	372	Progreso	OK
123	105	8	0.151	2	907	40	1858	Progreso	EXCEDE
124	22	106	0.671	1	1085	35	1354	Puente Arnao 2	EXCEDE
124	106	22	0.671	1	800	20	126		OK

Continuación de *Tabla 44*

125	106	105	0.528	1	1085	35	1354	Puente Arnao 2	EXCEDE
126	5	107	0.097	2	1165	24	592	San Martín	OK
127	17	107	0.175	2	1165	24	159	San Martín	OK
127	107	17	0.175	2	1165	24	1450	San Martín	OK
128	25	107	0.134	2	1026	35	1340	Unión	OK
128	107	25	0.134	2	1026	35	641	Unión	OK
129	60	108	0.272	2	1026	35	1180	Unión	OK
130	108	109	0.069	2	1026	35	1180	Unión	OK
131	9	109	0.068	2	1010	23	1315	Palacios	OK
132	109	50	0.081	2	1010	23	2494	Palacios	EXCEDE

Nota. Se muestra que algunas vías analizadas, en un escenario de evacuación en simultáneo, se excede la capacidad máxima ofrecida. Elaboración propia – PTV Visum.

Posteriormente, se exportaron las matrices resultantes de esta simulación de distancia de recorrido, tiempo de recorrido en condiciones de congestión y la velocidad en esa situación, estas se encuentran en el Anexo 3.

De estas matrices se obtiene que el tiempo de desplazamiento desde el Complejo Deportivo “El Salvador” (Zona 13-2) hacia una de las salidas de la zona 3 sería de 26 min, siendo este el mayor tiempo calculado, a una velocidad promedio de 15.07km/h y con una distancia de 6.55km.

A pesar que el tiempo que se considera para una evacuación de este tipo es bueno para una evacuación por erupción volcánica, se considera mejor la opción de evacuar por etapas según el riesgo al que se encuentran expuestos con el objetivo de no sobrepasar la capacidad de cada vía como en este caso que existen segmentos de vía donde “EXCEDE” y podría causar algún inconveniente u obstáculo a la hora de un desplazamiento correcto.

6.2. Resultados de simulación total en Etapas de transporte privado

Como se expuso en el Capítulo 4, el distrito está dividido en 2 Etapas de evacuación; el primero que comprende las zonas 11 y 14 y la segunda con las zonas 8, 10, 12 y 13.

6.2.1. Etapa 1

Se siguió el mismo procedimiento de simulación sólo que se modificaron los atributos de las zonas, para que corresponda únicamente al volumen aportado de las zonas que se encuentran dentro de la Etapa 1.

Es por esto que se observa que la cantidad de vehículos aportados de las zonas que no corresponden a esta etapa se encuentran en 0 y el número de salidas también disminuye, pero se mantiene la proporción de acuerdo a las 8 salidas mencionadas anteriormente.

Figura 60

Modificación de atributos para la Etapa 1 de evacuación.

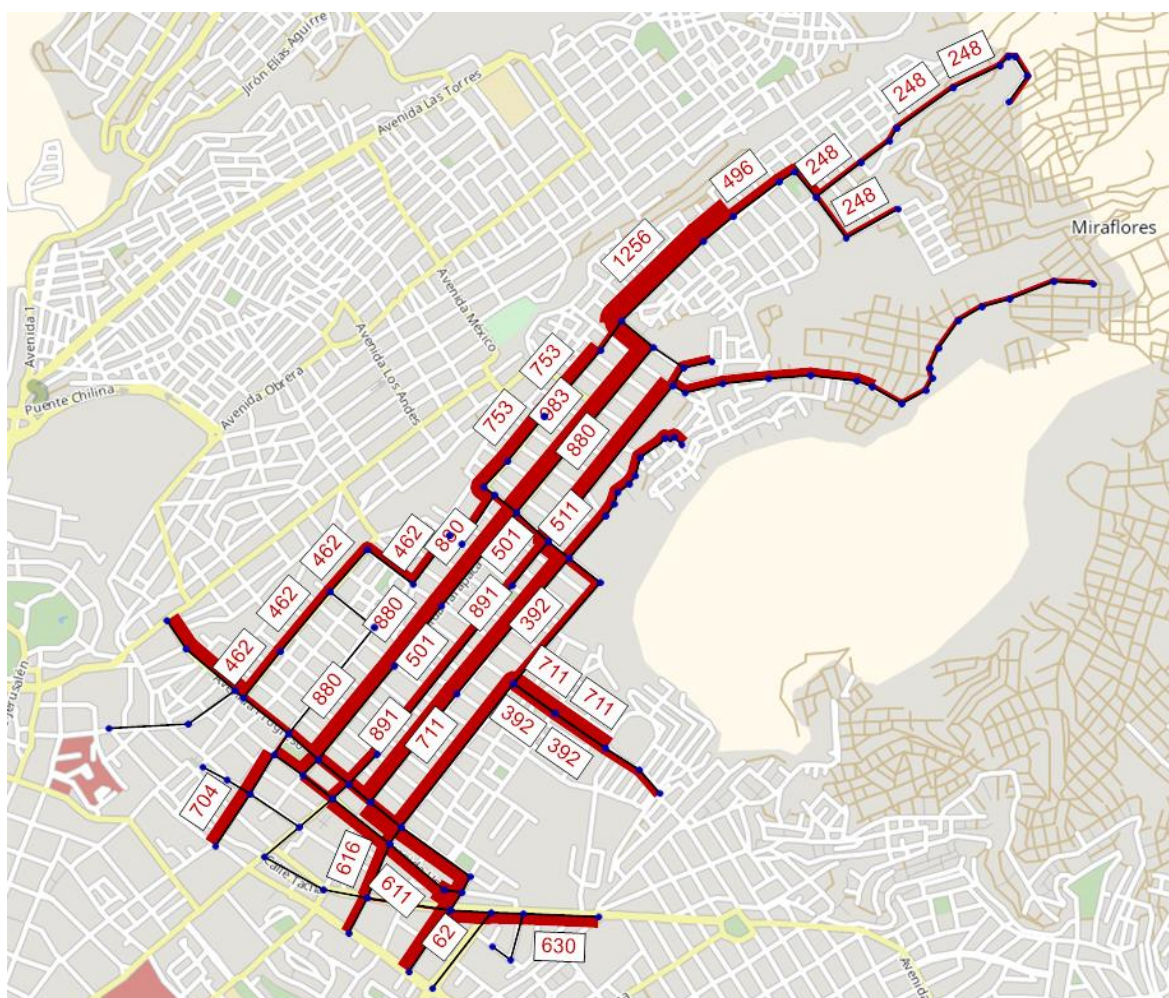
Number: 16	No	Name	Type	Vehiculos	Salidas
1	1	Z1	0	0	1476
2	2	Z2	0	0	493
3	3	Z3	0	0	1476
4	4	Z4	0	0	0
5	5	Z5	0	0	0
6	6	Z6	0	0	0
7	7	Z7	0	0	0
8	8	Z8	0	813	494
9	9	Z9	0	0	0
10	10	Z10	0	892	0
11	11	Z11	0	511	0
12	12	Z12	0	760	0
13	13	Z13-1	0	248	0
14	14	Z14-1	0	234	0
15	15	Z13-2	0	248	0
16	16	Z14-2	0	233	0

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Con esta modificación ya se puede tener los resultados requeridos por etapa de evacuación.

Figura 61

Resultado de simulación de la cantidad de viajes distribuidos en las vías –Etapa 1.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Se recalcularon las rutas y viajes a utilizar sólo para la Etapa 1 resultando en que esta vez no se excede la capacidad de ninguna de las vías por las que se transita.

Tabla 45

Chequeo por capacidad de vías - Etapa 1.

N°	Nombre	Long. (km)	Carriles	Capac. (Veh/ hr/ carril)	Vel. (km/h)	Vol. Veh. Pr. (Veh.)	Nivel de Servicio	Chequeo
1	Progreso	0.131	2	907	37	772	C	OK
2	Progreso	0.245	2	907	37	772	C	OK

Continuación de *Tabla 45*

3	Progreso	0.043	2	907	40	772	C	OK
4	Progreso	0.22	2	907	40	311	B	OK
5	Progreso	0.15	2	907	40	440	B	OK
6	Progreso	0.15	2	907	40	233	A	OK
6	Progreso	0.15	2	907	40	492	C	OK
8	Progreso	0.324	2	907	42	742	C	OK
9	Calvario	0.295	1	743	30	462	D	OK
10	Calvario	0.228	1	743	30	462	D	OK
11	Calvario	0.214	1	743	30	462	D	OK
17	Tarapacá	0.457	2	921	36	880	D	OK
18	Tarapacá	0.291	2	921	36	880	D	OK
19	Pro Hogar	0.459	2	921	36	880	D	OK
20	Pro Hogar	0.084	2	921	36	699	C	OK
21	Espinar	0.507	2	900	30	392	B	OK
22	Goyeneche	0.079	2	1085	26	413	B	OK
23	Goyeneche	0.76	2	1085	26	880	C	OK
24	Goyeneche	0.216	2	1085	26	501	B	OK
26	Tarapacá	0.817	2	921	36	983	D	OK
27	San Martín	0.07	2	1020	25	496	B	OK
28	San Martín	0.219	2	1020	25	496	B	OK
29	San Martín	0.148	2	1020	25	1256	D	OK
30	San Martín	0.435	2	1020	25	1256	D	OK
31	San Martín	0.138	2	1020	25	273	A	OK
32	San Martín	0.331	2	1020	25	753	C	OK
33	San Martín	0.22	2	1020	21	753	C	OK
34	San Martín	0.134	2	1020	21	753	C	OK
35	San Martín	0.233	2	743	20	462	C	OK
36	San Martín	0.225	2	743	20	462	C	OK
37	Bolognesi	0.136	2	1476	31	248	A	OK
38	Bolognesi	0.218	2	1476	31	248	A	OK
39	Independencia	0.051	1	1085	25	753	E	OK
40	Independencia	0.107	1	1085	25	291	B	OK
41	Independencia	0.164	1	1085	25	394	C	OK
42	Independencia	0.102	1	1085	25	772	E	OK

Continuación de *Tabla 45*

43	Independencia	0.15	1	1085	25	392	C	OK
44	Francisco Mostajo	0.218	1	1085	25	462	C	OK
46	Sánchez Trujillo	0.195	1	743	33	392	D	OK
46	Sánchez Trujillo	0.195	1	743	33	711	E	OK
47	Calle 5	0.233	1	1199	33	392	C	OK
47	Calle 5	0.233	1	1199	33	711	D	OK
48	Calle 18a	0.154	1	1199	43	392	C	OK
49	Pte. Santa Rita	0.119	1	853	43	392	D	OK
50	Sepúlveda	0.156	2	1010	31	693	C	OK
54	Palacios	0.283	2	1010	23	783	C	OK
55	Venezuela	0.365	2	560	30	62	A	OK
58	Goyeneche	0.083	2	798	27	494	C	OK
62	Sepúlveda	0.321	2	1010	31	123	A	OK
63	Unión	0.278	2	1026	35	619	C	OK
64	Unión	0.145	2	1026	35	304	A	OK
64	Unión	0.145	2	1026	35	180	A	OK
65	Espinar	0.222	1	743	30	616	E	OK
66	Espinar	0.152	1	743	30	493	E	OK
67	Espinar	0.694	2	743	30	711	D	OK
68	Espinar	0.077	2	743	30	608	C	OK
71	Gonzales Prada	0.058	1	1085	20	462	C	OK
72	Puente Arnao 2	0.212	1	1085	35	511	D	OK
73	Puente Arnao 1	0.072	1	798	28	511	D	OK
74	Puente Arnao 1	0.039	1	798	28	511	D	OK
75	Puente Arnao 1	0.054	1	798	28	511	D	OK
76	Puente Arnao 1	0.046	1	798	28	511	D	OK
77	Puente Arnao 1	0.056	1	798	28	511	D	OK
78	Jr. Huáscar	0.04	1	1250	20	511	C	OK
79	Jr. Cahuide	0.02	1	941	20	511	D	OK
80	Jr. Cahuide	0.024	1	941	20	511	D	OK
81	Jr. Cahuide	0.025	1	941	20	511	D	OK
82	Jr. Cahuide	0.095	1	941	20	511	D	OK
83	Junín	0.126	1	819	25	496	D	OK
84	Junín	0.194	1	819	25	248	C	OK

Continuación de *Tabla 45*

85	Revolución Lenin	0.228	1	1070	20	248	B	OK
86	Salvador Allende	0.121	1	1016	40	248	B	OK
87	Salvador Allende	0.086	1	1016	40	248	B	OK
88	Salvador Allende	0.025	1	1016	40	248	B	OK
90	Salvador Allende	0.057	1	1016	40	248	B	OK
91	Salvador Allende	0.048	1	1016	40	248	B	OK
92	Salvador Allende	0.196	1	1016	40	248	B	OK
93	Salvador Allende	0.264	1	1016	40	248	B	OK
94	Tacna y Arica	0.157	1	1085	25	983	E	OK
96	Venus	0.151	1	634	20	233	C	OK
97	Orión	0.182	1	634	20	233	C	OK
98	Orión	0.11	1	634	20	233	C	OK
99	Marte	0.104	1	634	20	233	C	OK
100	Marte	0.129	1	634	20	233	C	OK
101	Marte	0.083	1	634	20	233	C	OK
102	Marte	0.039	1	634	20	233	C	OK
103	Marte	0.053	1	634	20	233	C	OK
104	Marte	0.106	1	634	20	233	C	OK
105	Jr. Salaverry	0.13	1	1135	38	233	B	OK
106	Jr. Salaverry	0.063	1	1135	38	467	C	OK
107	Jr. Salaverry	0.178	1	1135	38	467	C	OK
108	Jr. Salaverry	0.161	1	1135	38	467	C	OK
109	Prol. Alto Perú	0.177	1	1128	30	467	C	OK
110	Prol. Alto Perú	0.147	1	1128	30	467	C	OK
111	Prol. Alto Perú	0.054	1	1128	30	467	C	OK
112	Prol. Goyeneche	0.109	1	1085	22	413	C	OK
113	Goyeneche	0.824	2	798	27	501	C	OK
114	Goyeneche	0.156	2	798	27	501	C	OK
115	Sepúlveda	0.123	2	1010	31	630	C	OK
116	Sepúlveda	0.288	2	1010	31	630	C	OK
118		0.238	2	884	24	704	C	OK
122	Progreso	0.107	2	907	40	244	A	OK
122	Progreso	0.107	2	907	40	496	C	OK
123	Progreso	0.151	2	907	40	305	B	OK

Continuación de *Tabla 45*

123	Progreso	0.151	2	907	40	944	D	OK
124	Puente Arnao 2	0.671	1	1085	35	891	E	OK
125	Puente Arnao 2	0.528	1	1085	35	891	E	OK
126	San Martín	0.097	2	1165	24	129	A	OK
127	San Martín	0.175	2	1165	24	704	C	OK
128	Unión	0.134	2	1026	35	575	C	OK
129	Unión	0.272	2	1026	35	611	C	OK
130	Unión	0.069	2	1026	35	611	C	OK
131	Palacios	0.068	2	1010	23	742	C	OK
132	Palacios	0.081	2	1010	23	1353	E	OK

Nota. Se muestra que todas las vías analizadas para la etapa 1 no exceden la capacidad máxima ofrecida. Elaboración propia – PTV Visum.

Asimismo, se calcularon las matrices de distancia, tiempo de recorrido a flujo libre y con congestión, y velocidad de recorrido (se encuentran en la parte de Anexo 4), teniendo como tiempo máximo de desplazamiento 19.21min con un recorrido de 6.56km y a una velocidad promedio de 20.48km/h.

6.2.2. Etapa 2

Al igual que para la Etapa 1 se modificaron los atributos de las zonas.

Figura 62

Modificación de atributos para la Etapa 2 de evacuación.

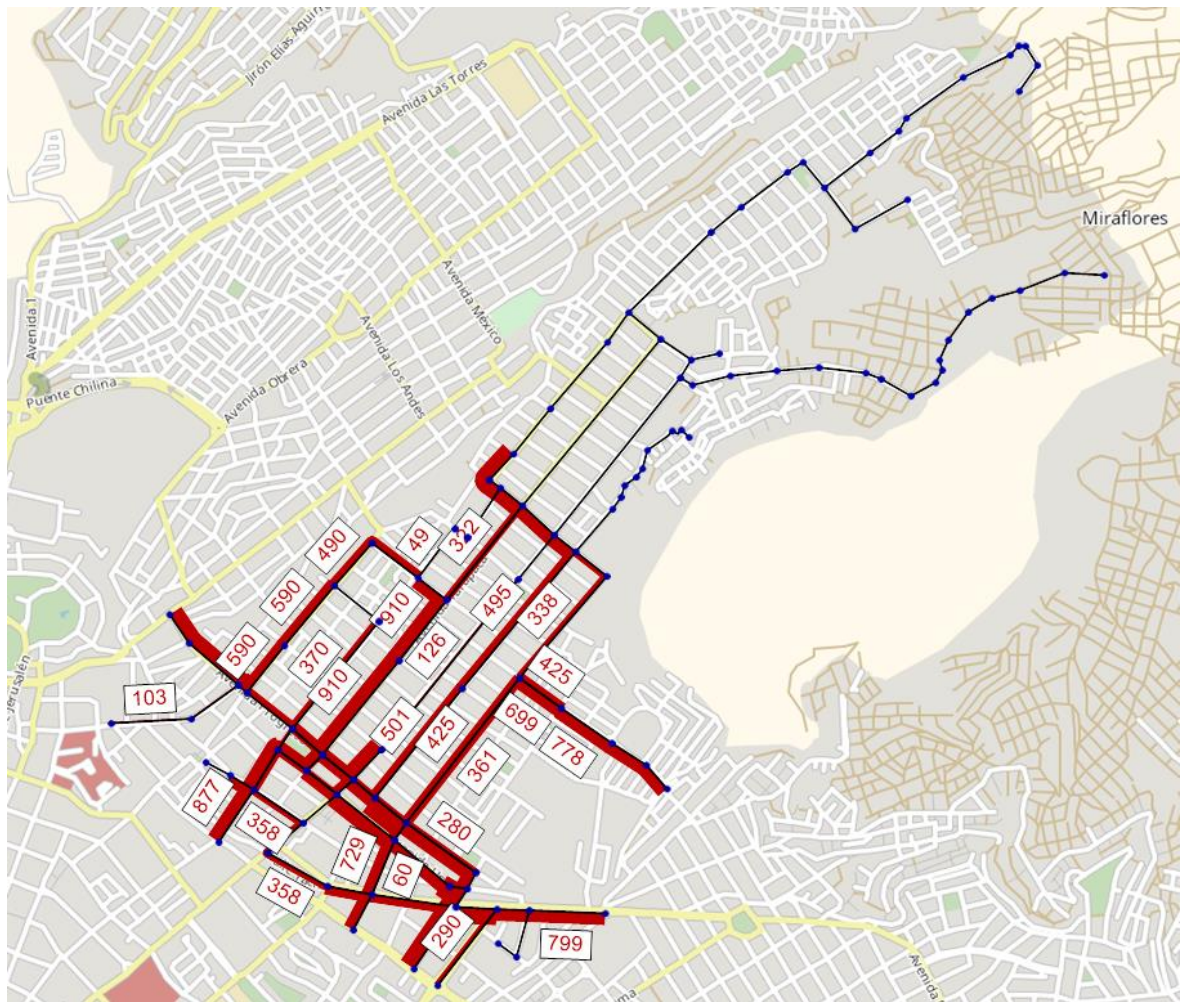
Number. 16	No	Name	TypeNo	Vehiculos	Salidas
1	1	Z1	0	1097	2334
2	2	Z2	0	478	778
3	3	Z3	0	448	2334
4	4	Z4	0	538	0
5	5	Z5	0	868	0
6	6	Z6	0	1176	0
7	7	Z7	0	630	0
8	8	Z8	0	0	778
9	9	Z9	0	989	0
10	10	Z10	0	0	0
11	11	Z11	0	0	0
12	12	Z12	0	0	0
13	13	Z13-1	0	0	0
14	14	Z14-1	0	0	0
15	15	Z13-2	0	0	0
16	16	Z14-2	0	0	0

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Con esta modificación ya se puede tener los resultados requeridos.

Figura 63

Resultado de simulación de la cantidad de viajes distribuidos en las vías –Etapa 2.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Se recalcularon las rutas y viajes a utilizar sólo para la Etapa 2 resultando en que esta vez no se excede la capacidad de ninguna de las vías por las que se transita.

Tabla 46

Chequeo por capacidad de vías – Etapa 2.

N°	Nombre	Long. (km)	Carriles	Capac. (Veh/ hr/ carril)	Vel. (km/h)	Vol. Veh. Pr. (Veh.)	Nivel de Servicio	Chequeo
1	Progreso	0.131	2	907	37	943	D	OK
2	Progreso	0.245	2	907	37	943	D	OK
3	Progreso	0.043	2	907	40	1046	D	OK
4	Progreso	0.22	2	907	40	456	B	OK

Continuación de *Tabla 46*

5	Progreso	0.15	2	907	40	269	A	OK
5	Progreso	0.15	2	907	40	555	C	OK
6	Progreso	0.15	2	907	40	549	C	OK
6	Progreso	0.15	2	907	40	521	C	OK
8	Progreso	0.324	2	907	42	837	D	OK
8	Progreso	0.324	2	907	42	280	B	OK
9	Calvario	0.295	1	743	30	590	E	OK
10	Calvario	0.228	1	743	30	590	E	OK
11	Calvario	0.214	1	743	30	490	E	OK
12	Sáenz Peña	0.219	1	978	19	103	A	OK
13	Sáenz Peña	0.304	1	978	19	103	A	OK
14	San Martín	0.521	2	1165	25	370	B	OK
17	Tarapacá	0.457	2	921	36	322	B	OK
17	Tarapacá	0.457	2	921	36	214	A	OK
18	Tarapacá	0.291	2	921	36	910	D	OK
18	Tarapacá	0.291	2	921	36	67	A	OK
19	Pro Hogar	0.459	2	921	36	910	D	OK
20	Pro Hogar	0.084	2	921	36	733	C	OK
20	Pro Hogar	0.084	2	921	36	137	A	OK
21	Espinar	0.507	2	900	30	338	B	OK
34	San Martín	0.134	2	1020	21	989	D	OK
35	San Martín	0.233	2	743	20	49	A	OK
36	San Martín	0.225	2	743	20	49	A	OK
39	Independencia	0.051	1	1085	25	989	E	OK
40	Independencia	0.107	1	1085	25	940	E	OK
41	Independencia	0.164	1	1085	25	832	E	OK
42	Independencia	0.102	1	1085	25	832	E	OK
43	Independencia	0.15	1	1085	25	338	C	OK
	Francisco							
44	Mostajo	0.218	1	1085	25	490	D	OK
46	Sánchez Trujillo	0.195	1	743	33	699	E	OK
46	Sánchez Trujillo	0.195	1	743	33	425	D	OK
47	Calle 5	0.233	1	1199	33	778	E	OK
48	Calle 18a	0.154	1	1199	43	778	E	OK
49	Pte. Santa Rita	0.119	1	853	43	778	E	OK
50	Sepúlveda	0.156	2	1010	31	1089	D	OK
54	Palacios	0.283	2	1010	23	1077	D	OK
55	Venezuela	0.365	2	560	30	290	B	OK
58	Goyeneche	0.083	2	798	27	541	C	OK
60	Tacna	0.258	2	1085	25	358	B	OK
61	Sepúlveda	0.171	2	1010	31	597	C	OK
62	Sepúlveda	0.321	2	1010	31	548	C	OK
63	Unión	0.278	2	1026	35	968	D	OK
64	Unión	0.145	2	1026	35	635	C	OK
64	Unión	0.145	2	1026	35	209	A	OK

Continuación de *Tabla 46*

65	Espinar	0.222	1	743	30	729	E	OK
65	Espinar	0.222	1	743	30	60	A	OK
66	Espinar	0.152	1	743	30	718	E	OK
67	Espinar	0.694	2	743	30	361	B	OK
67	Espinar	0.694	2	743	30	425	C	OK
68	Espinar	0.077	2	743	30	542	C	OK
68	Espinar	0.077	2	743	30	60	A	OK
70	Puno	0.104	1	688	20	686	E	OK
71	Gonzales Prada	0.058	1	1085	20	49	A	OK
113	Goyeneche	0.824	2	798	27	126	A	OK
114	Goyeneche	0.156	2	798	27	988	D	OK
115	Sepúlveda	0.123	2	1010	31	799	C	OK
116	Sepúlveda	0.288	2	1010	31	799	C	OK
118	San Martín	0.238	2	884	24	877	D	OK
120	Goyeneche	0.175	2	798	15	358	B	OK
121	Puno	0.226	2	688	20	358	B	OK
122	Progreso	0.107	2	907	40	752	C	OK
122	Progreso	0.107	2	907	40	278	B	OK
123	Progreso	0.151	2	907	40	278	B	OK
123	Progreso	0.151	2	907	40	1254	E	OK
124	Puente Arnao 2	0.671	1	1085	35	495	D	OK
125	Puente Arnao 2	0.528	1	1085	35	501	D	OK
126	San Martín	0.097	2	1165	24	200	A	OK
127	San Martín	0.175	2	1165	24	327	A	OK
127	San Martín	0.175	2	1165	24	877	C	OK
128	Unión	0.134	2	1026	35	676	C	OK
128	Unión	0.134	2	1026	35	327	B	OK
129	Unión	0.272	2	1026	35	781	C	OK
130	Unión	0.069	2	1026	35	781	C	OK
131	Palacios	0.068	2	1010	23	837	C	OK
132	Palacios	0.081	2	1010	23	1618	E	OK
133	Francisco Mostajo	0.137	1	1085	25	735	E	OK

Nota. Se muestra que todas las vías analizadas para la etapa 2 no exceden la capacidad máxima ofrecida. Elaboración propia – PTV Visum.

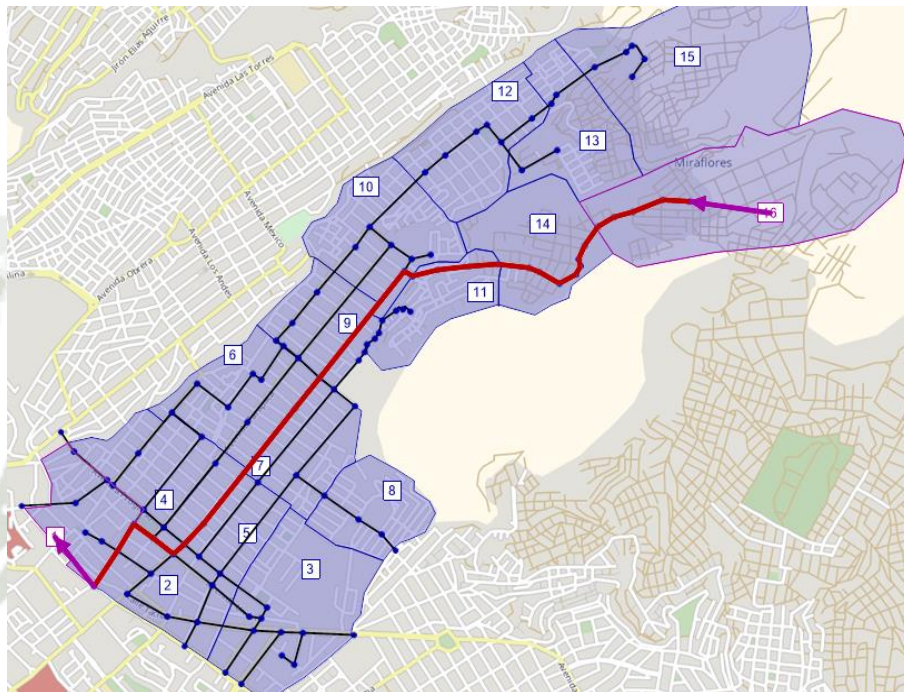
Igualmente, se calcularon las matrices de distancia, tiempo de recorrido a flujo libre y con congestión, y velocidad de recorrido (se encuentran en la parte de Anexo 5), teniendo como tiempo máximo de desplazamiento 10.36min con un recorrido de 3.91km y a una velocidad promedio de 22.65km/h desde la Zona 9 hacia una de las salidas de la Zona 3.

6.3. Resultado de rutas más cortas

Con los resultados obtenidos en los puntos 6.2.1 y 6.2.2, se obtienen las rutas más cortas de desplazamiento en cuanto a tiempos, en las siguientes imágenes se observan los trayectos más cortos desde los puntos más críticos (Zona 13 y Zona 14), con respecto a las salidas distribuidas en las zonas 1, 2, 3 y 8.

Figura 64

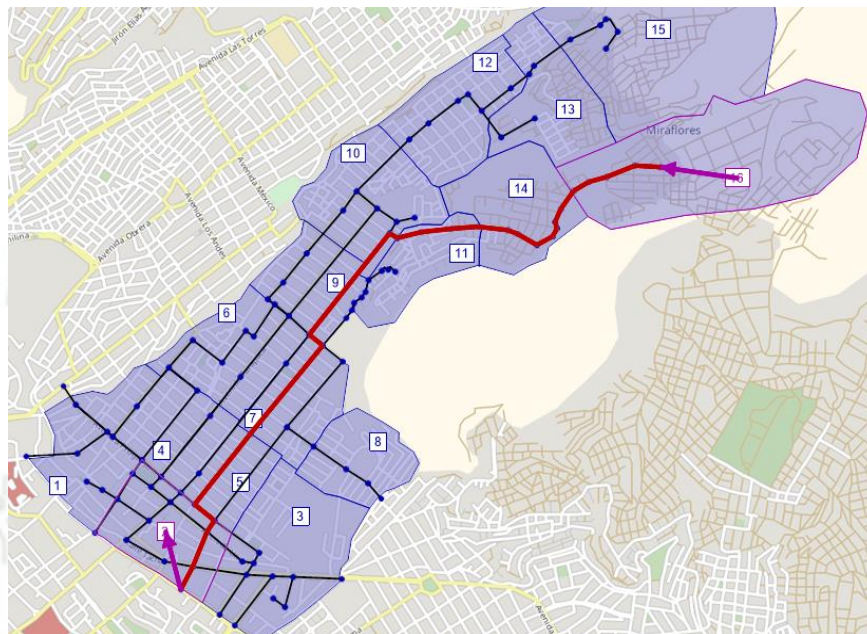
Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 14 a la Zona 1.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Figura 65

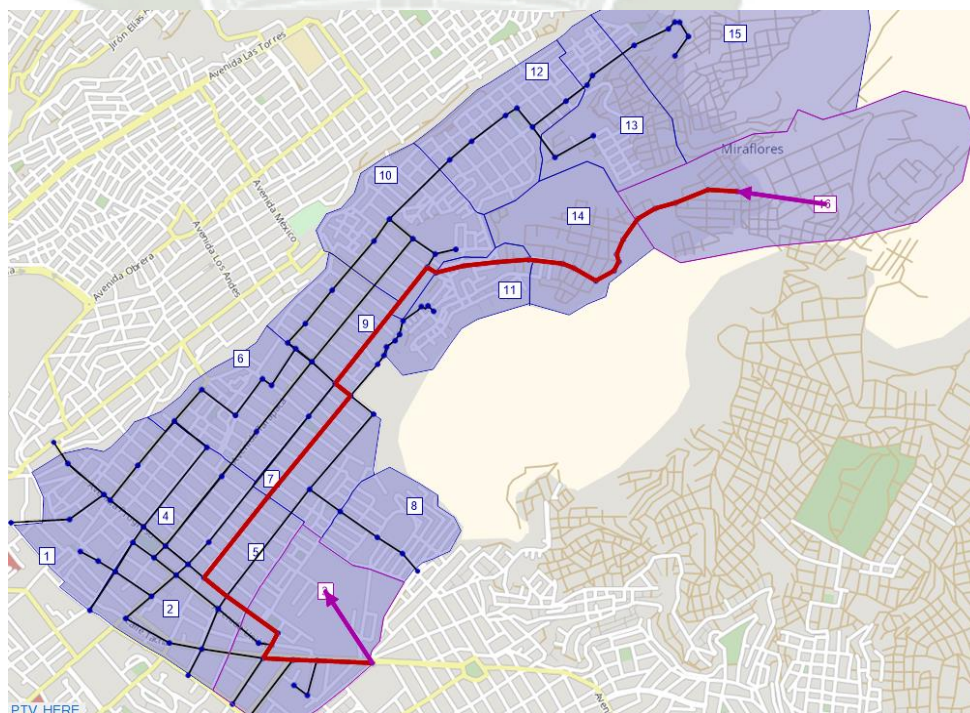
Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 14 a la Zona 2.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Figura 66

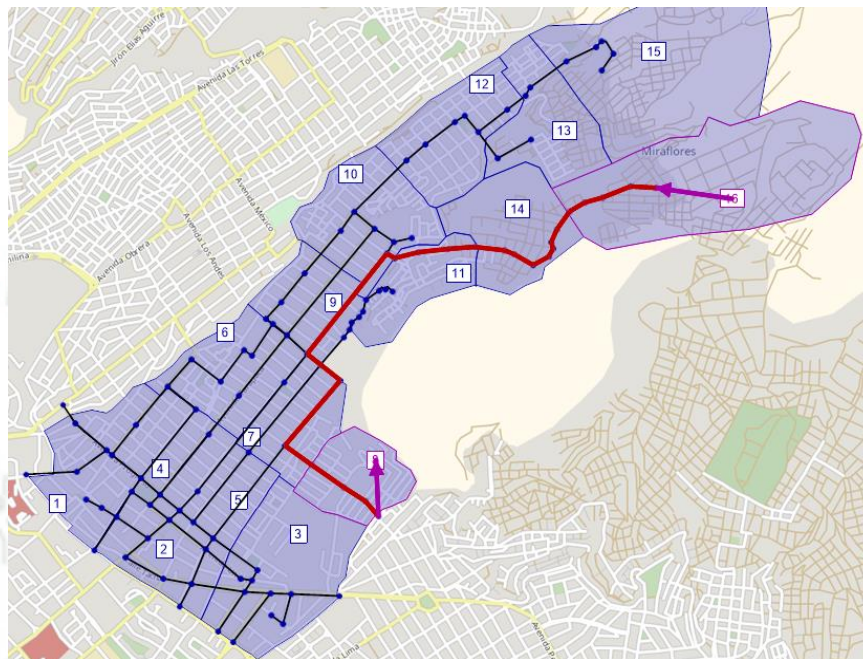
Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 14 a la Zona 3.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Figura 67

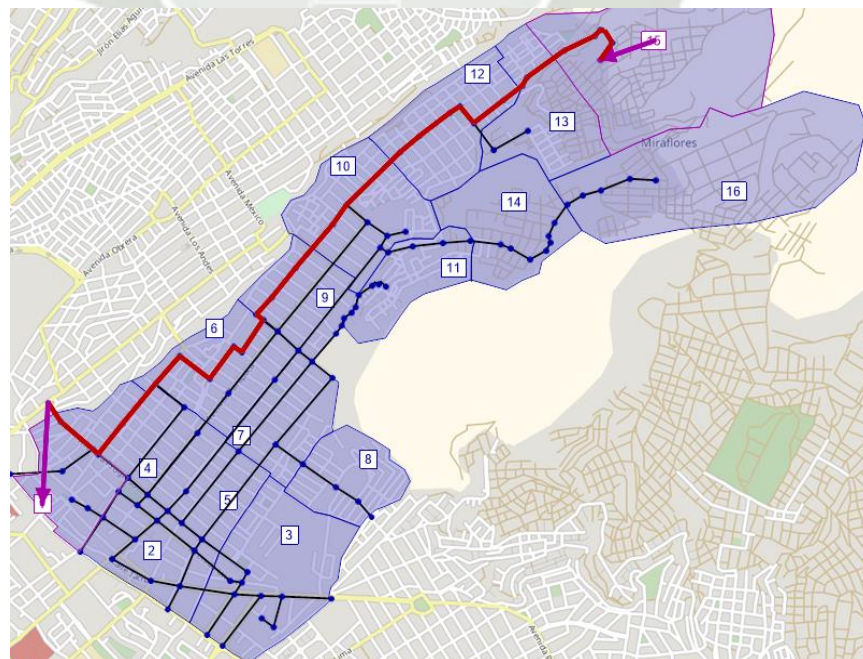
Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 14 a la Zona 8.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Figura 68

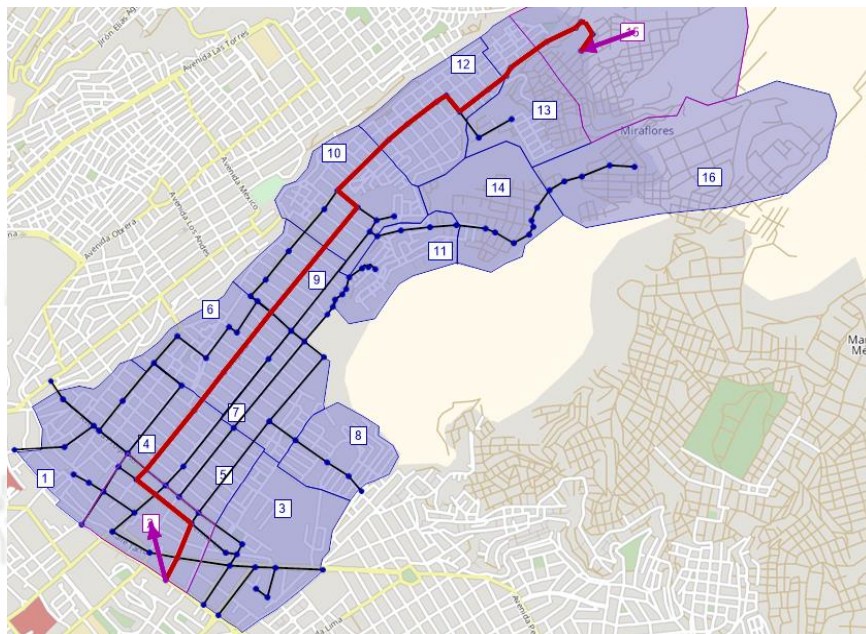
Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 13 a la Zona 1.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Figura 69

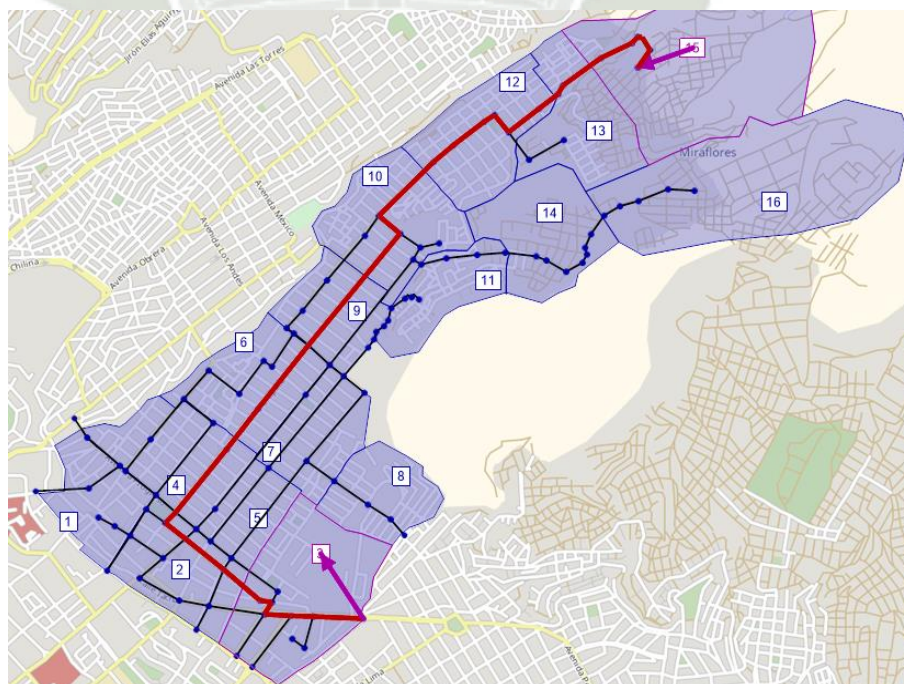
Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 13 a la Zona 2.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Figura 70

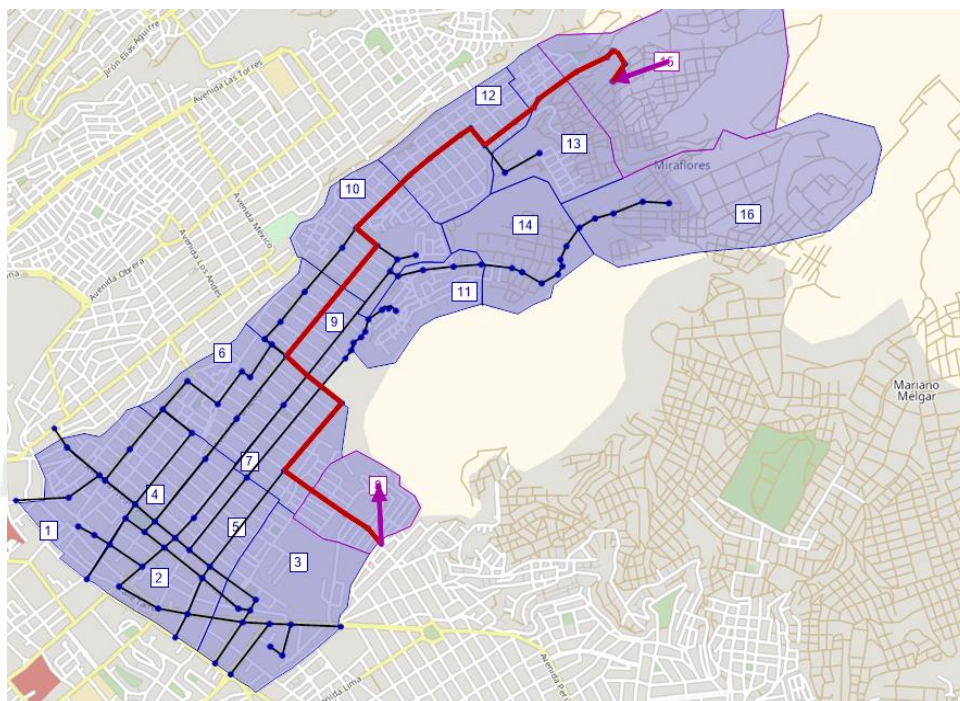
Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 13 a la Zona 3.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Figura 71

Resultado de simulación de la ruta más corta desde la Zona 13 a la Zona 8.



Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

Tabla 47

Resultados de rutas más cortas por zona hacia todas las salidas planteadas.

Zona 0	Zona i	Dist. (km)	T0	Tc	Vm ₀ (km/h)	Vm _f (km/h)
Z14-2	Z1	5.053	11min 7s	14min 34s	27	21
Z14-2	Z2	4.983	10min11s	14min 16s	29	21
Z14-2	Z3	5.661	11min 21s	16min 8s	30	21
Z14-2	Z8	4.522	9min31s	11min 52s	29	23
Z13-2	Z1	5.826	11min 51s	17min 7s	30	20
Z13-2	Z2	5.891	10min 27s	17min 21s	34	20
Z13-2	Z3	6.595	11min 43s	19min 12s	34	21
Z13-2	Z8	5.411	9min 59s	14min 57s	33	22

Nota. Elaboración propia – PTV Visum.

A partir de estos resultados se observa que la ruta más corta proveniente de la zona 14 es hacia la zona 8 (Alameda), seguido de la salida en la zona 2 (Espinar); y desde la zona 13 hacia la zona 8, seguido de la zona 1 (Progreso) y zona 2.

6.4. Resultados de desplazamiento de transporte compartido

Como se pudo obtener del punto 6.3, se definirán las rutas para el uso de transporte compartido en base a las rutas más cortas que contemplan la congestión generada por el desplazamiento del transporte privado.

6.4.1. Rutas de desplazamiento para Etapa 1

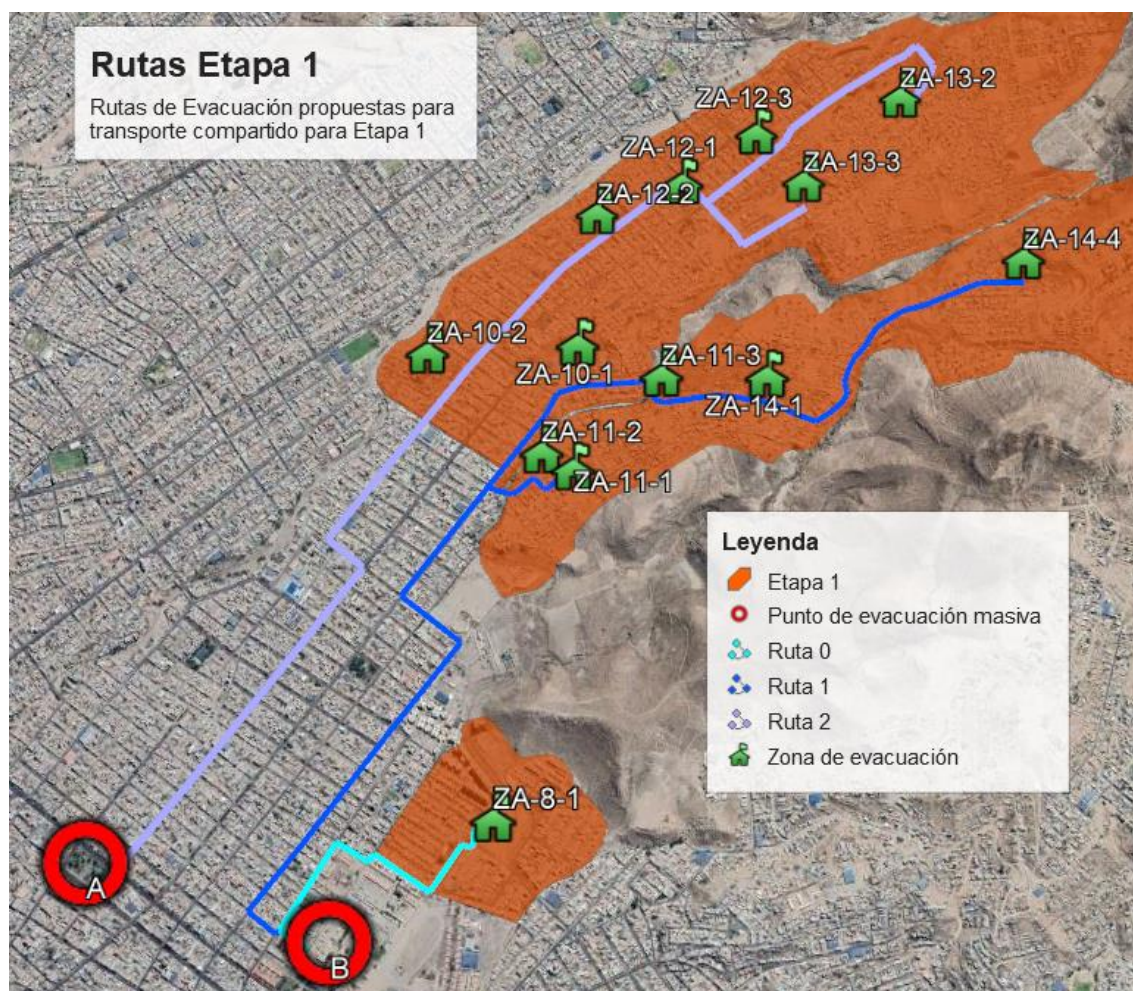
Se consideran en total 3 rutas para la Etapa 1, de las cuales una de estas proviene de las zonas 13, 12 y 10 (ZA10-2), otra ruta recorre las zonas 14, 11 y 10 (ZA10-1) y la última recoge a la población proveniente de la zona 8.

La primera ruta mencionada será trasladada hacia la Plaza Mayta Cápac, mientras que las otras dos desembocan en el Cuartel Militar por la entrada en la calle Teniente Rodríguez.



Figura 72

Imagen satelital de las rutas de evacuación de transporte compartido - Etapa 1.



Nota. Elaboración propia – Google Earth.

Teniendo como referencia estas rutas, se calculan los tiempos de recorrido, velocidad promedio, distancia y cantidad de viajes con los 30 buses de transporte público.

Tabla 48

Tiempo de recorrido hasta puntos de reunión masivo - Etapa 1.

Zona	Buses	ZA	Dist.	Vel. (km/h)	Vel. (m/s)	Tiempo (s)	Tiempo (min)
14	13	14-2	4106	28.90	8.03	511.47	8.52
	13	14-1	2988	27.86	7.74	386.10	6.44

Continuación de *Tabla 48*

	14	11-3	2627	25.78	7.16	366.89	6.11	
11	11-1 y							
	26	2	2237	27.86	7.74	289.06	4.82	
13	16	13-1	4405	28.88	8.02	549.06	9.15	
	17	13-2	3691	28.41	7.89	467.67	7.79	
	8	12-3	3457	28.88	8.02	430.90	7.18	
12	8	12-1	3119	28.41	7.89	395.19	6.59	
	8	12-2	2784	28.41	7.89	352.75	5.88	
10	11	10-1	2394	25.78	7.16	334.35	5.57	
	10	10-2	2086	29.51	8.20	254.45	4.24	
	8	8	8-1	1056	38.86	10.79	97.84	1.63

Nota. La tabla muestra los tiempos por ruta para una evacuación compartida en la etapa 1. Elaboración propia.

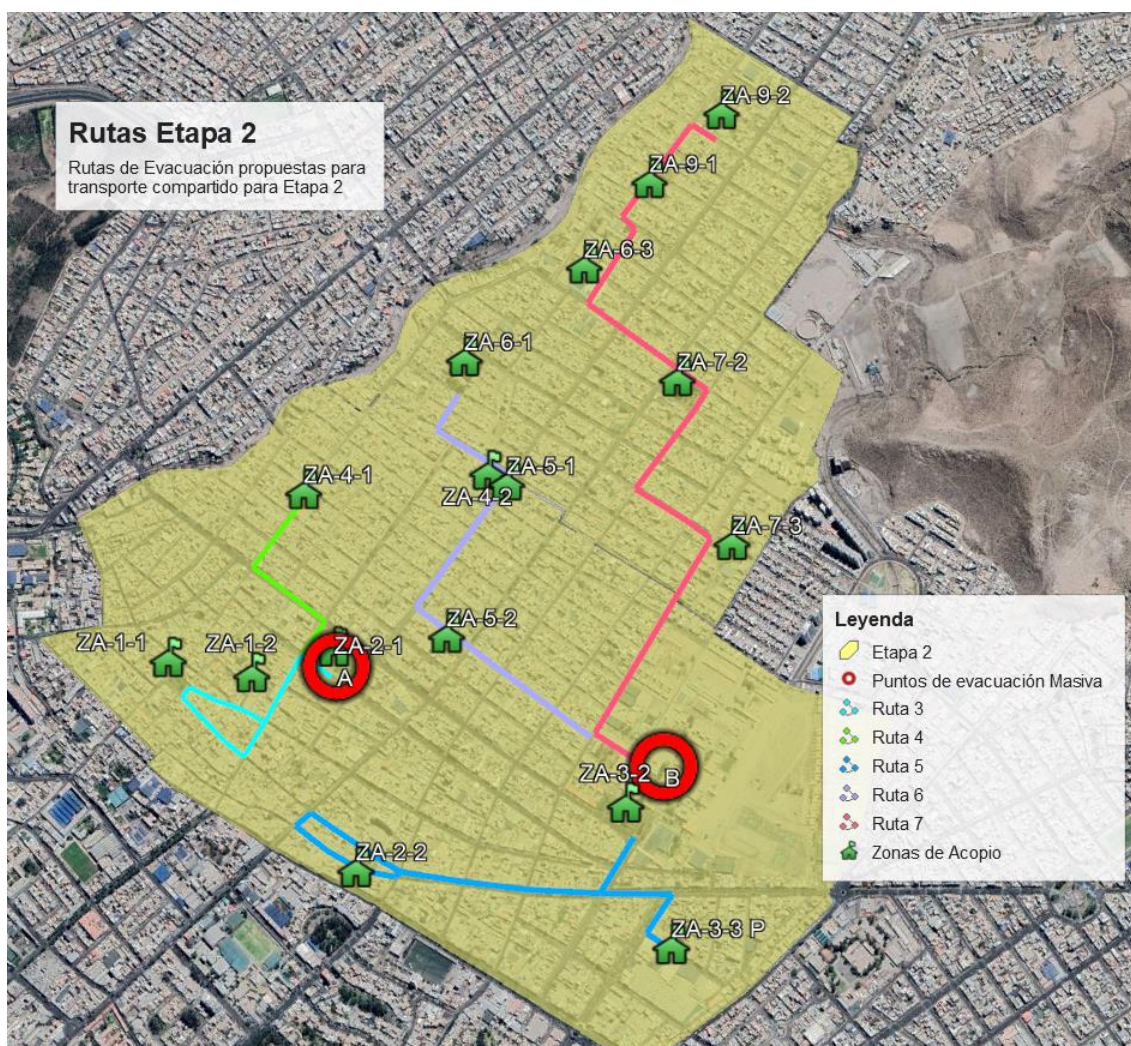
6.4.2. Rutas de desplazamiento para Etapa 2

Para la Etapa 2 se tienen en total 5 rutas, una proviene de las zonas 9, 7 y 6 (ZA6-2), la segunda recorre las zonas 6 (ZA6-1), 5 y 4 (ZA-2); la tercera la zona 3 y 2 (ZA2-2); la cuarta sólo la zona 4 (ZA4-1); la quinta recoge las zonas 1 y 2 (ZA2-1).

Las tres primeras mencionadas desembocan en el Cuartel Militar y las otras dos finalizan en la Plaza Mayta Cápac.

Figura 73

Imagen satelital de las rutas de evacuación de transporte compartido - Etapa 2.



Nota. Elaboración propia – Google Earth.

Se calculan los tiempos de recorrido, velocidad promedio, distancia y cantidad de viajes con los 30 buses de transporte público.

Tabla 49: Tiempo de recorrido hasta puntos de reunión masivo - Etapa 2.

Zona	Buses	ZA	Dist.	Vel. (km/h)	Vel. (m/s)	Tiempo (s)	Tiempo (min)
9	1	9-2	2112	31.23	8.68	243.44	4.06
	1	9-1	1840	31.23	8.68	212.09	3.53

Continuación de *Tabla 49*

6	1	6-2	1503	34.84	9.68	155.30	2.59
7	7	7-1	1150	34.84	9.68	118.83	1.98
	6	7-2	645	38.86	10.79	59.76	1.00
6	1	6-1	1201	28.51	7.92	151.65	2.53
5	1	5-1	896	31.96	8.88	100.93	1.68
4	19	4-2	896	31.96	8.88	100.93	1.68
5	1	5-2	399	31.96	8.88	44.94	0.75
4	18	4-1	498	29.71	8.25	60.34	1.01
1	1	1-1	560	21.86	6.07	92.22	1.54
	1	1-2	560	21.86	6.07	92.22	1.54
2	16	2-2	942	22.42	6.23	151.26	2.52
3	15	3-2	562	22.42	6.23	90.24	1.50

Nota. La tabla muestra los tiempos por ruta para una evacuación compartida en la etapa 2.
Elaboración propia.

Tabla 50

Tiempo total de evacuación por transporte compartido.

Buses	ZA	TOTAL	1ER	2DO	3ER	4TO	5TO	6TO	7MO	8VO	Trecorr	Tsub/baj	Tt.rec (min)
13	14-2	13	13								17.05	11.52	28.57
13	14-1	13	13								12.87	11.52	24.39
14	11-3	14	4	10							12.23	11.52	23.75
26	11-1 y 2	26		20	6						9.64	11.52	21.16
16	13-1	16			16						18.30	11.52	29.82
17	13-2	17			8	9					15.59	11.52	27.11
8	12-3	8				8					14.36	11.52	25.88
8	12-1	8				8					13.17	11.52	24.69
8	12-2	8				5	3				11.76	11.52	23.28
11	10-1	11					11				11.14	11.52	22.66
10	10-2	10					10				8.48	11.52	20.00
8	8-1	8					6	2			3.26	11.52	14.78
1	9-2	1						1			8.11	11.52	19.63

Continuación de *Tabla 50*

1	9-1	1				1				7.07	11.52	18.59
1	6-2	1				1				5.18	11.52	16.70
7	7-1	7				7				3.96	11.52	15.48
6	7-2	6				6				1.99	11.52	13.51
1	6-1	1				1				5.06	11.52	16.58
1	5-1	1				1				3.36	11.52	14.88
19	4-2	19				12	7			3.36	11.52	14.88
1	5-2	1					1			1.50	11.52	13.02
18	4-1	18					18			2.01	11.52	13.53
1	1-1	1					1			3.07	11.52	14.59
1	1-2	1					1			3.07	11.52	14.59
16	2-2	16					2	14		5.04	11.52	16.56
15	3-2	15						15		3.01	11.52	14.53
Viajes		30	30	30	30	30	32	30	29	T(min)	T(hrs.)	
Tiempo crítico		28.57	23.75	29.82	27.11	23.28	19.63	16.56	16.56	185.29	3hrs 06min	

Nota. Se muestra el total de los viajes desde cada punto de acopio hasta los puntos de evacuación masiva en ambas etapas. Elaboración propia.

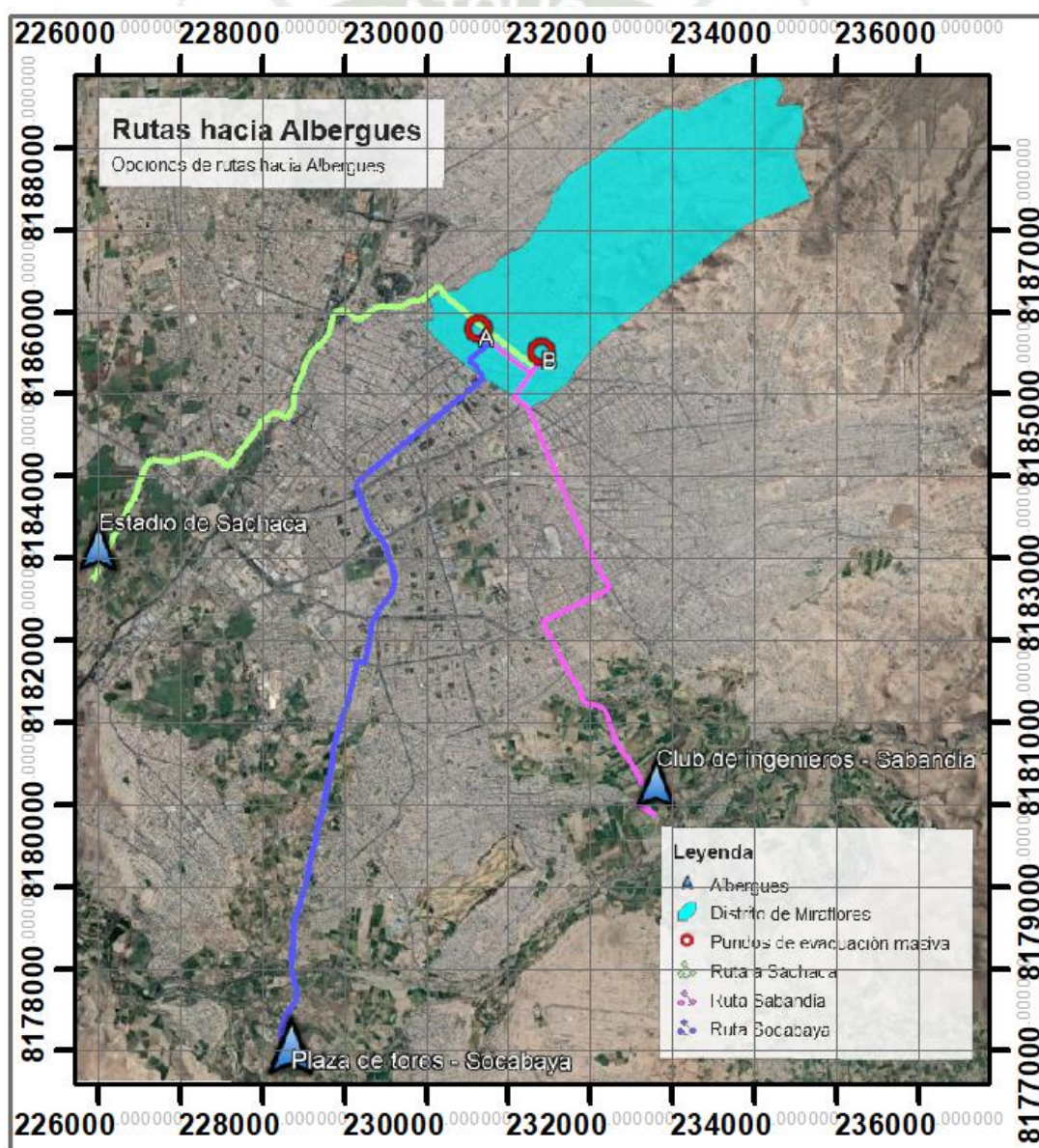
6.4.3. Rutas de desplazamiento hacia albergues

Una vez que se agruparon las personas en los dos puntos de concentración, serán trasladadas a albergues que se encuentran ubicados fuera del área de peligro.

Se consideran 3 puntos de albergues como opciones viables de traslados; estos están ubicados en los distritos de Sabandía (Complejo Deportivo del Colegio de Ingenieros), Socabaya (Plaza de Toros) y Sachaca (Estadio De Sachaca).

Figura 74

Imagen satelital de rutas hacia albergues.



Nota. Elaboración propia – Google Earth.

Tabla 51

Distancia, tiempo y velocidad promedio a albergues desde puntos de evacuación masiva..

Nro. de ruta	Tiempo (min)	Distancia (km)	Velocidad promedio (km/h)	Distrito
Estadio de Sachaca	21	8.4	25	Sachaca
Club de Ingenieros	18.12	7.55	25	Sabandia
Cancha de toros de ACPATPA	24	10.1	25	Socabaya

Nota. Elaboración propia.

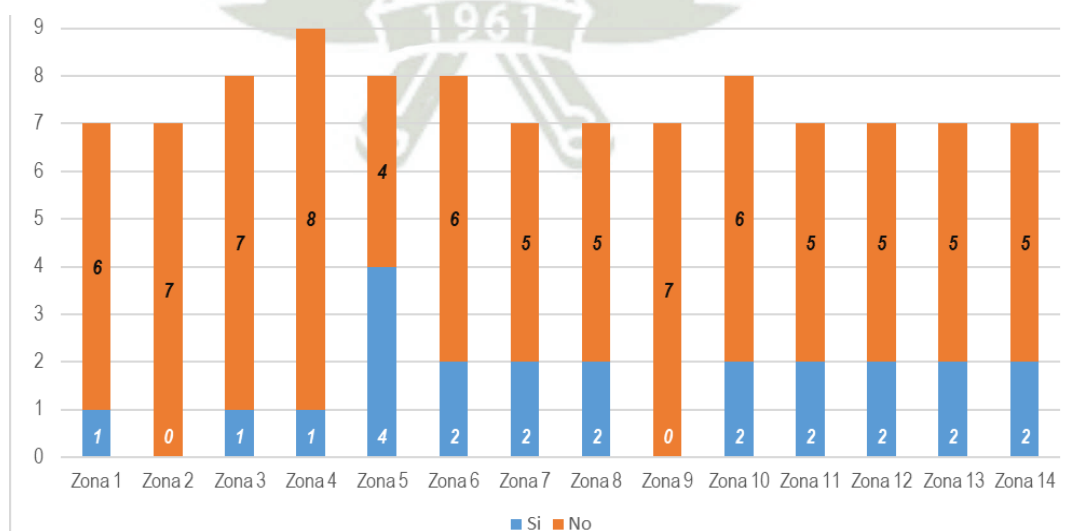
6.5. Resultados de las encuestas

Un punto también importante es el conocimiento que tiene la población de Miraflores sobre la existencia de un plan de evacuación o en todo caso cuales son las medidas que deberían tomar en caso de una evacuación por erupción volcánica.

Es por esto que, en las encuestas realizadas, una de las preguntas fue si tenían conocimiento de que medidas deberían tomar en caso de erupción volcánica.

Figura 75

Gráfico de las respuestas al conocimiento de acciones frente a una evacuación por erupción volcánica.



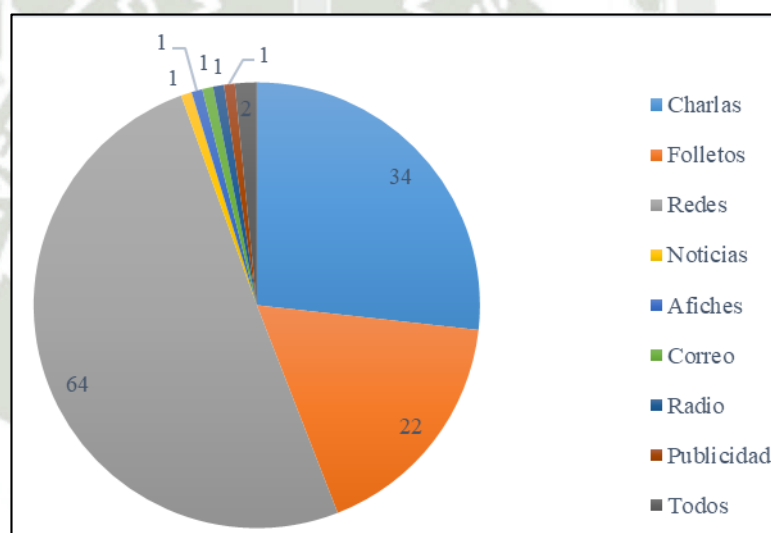
Nota. Elaboración propia.

Es preocupante ver que la gran parte de la población de Miraflores no tiene una idea clara de cómo reaccionar frente a una alerta por actividad volcánica, incluso varias personas consideran que es buena idea permanecer dentro de sus viviendas, otras saben que deberían evacuar, pero no tienen un punto de llegada o un punto donde se puedan albergar. Es por esto que se considera importante buscar uno o más medios de difusión cuando se concrete un plan de evacuación completo.

También se hizo una pregunta referida a este tema y cuál sería su medio de difusión preferida.

Figura 76

Gráfico del resultado de preferencia de medio de difusión.



Nota. Se muestra la preferencia de la población para la difusión de información. Elaboración propia.

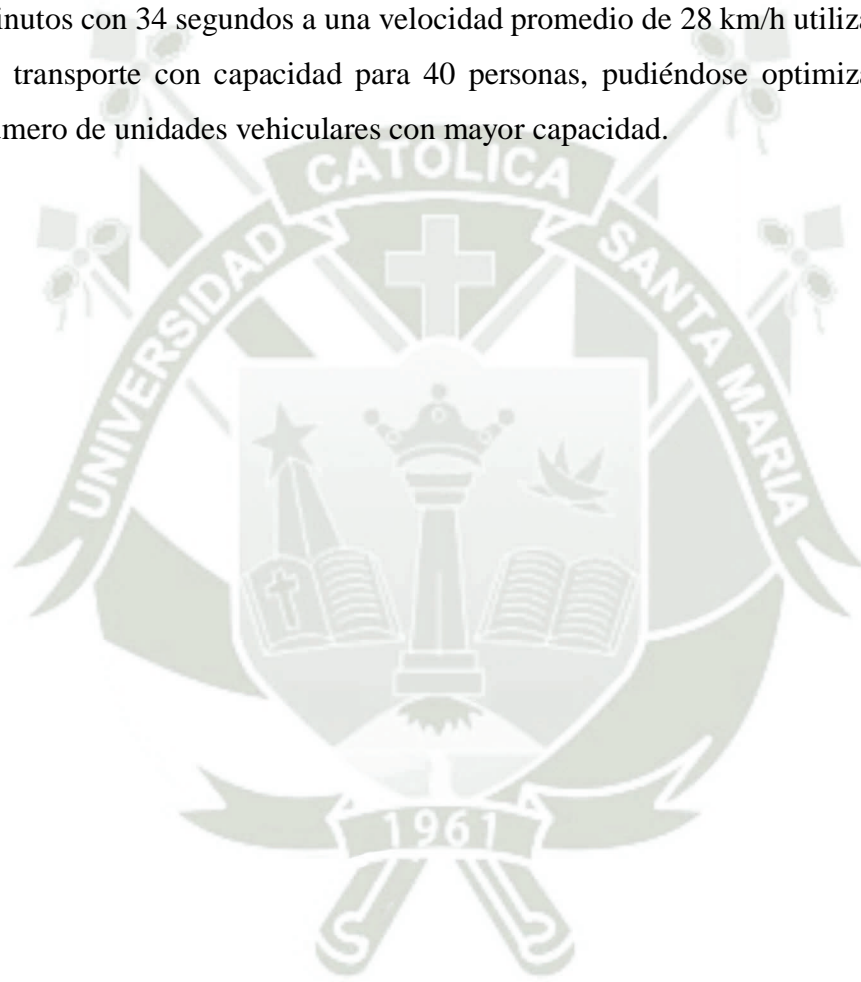
Cómo se puede apreciar, el medio de difusión de preferencia serían las redes sociales, seguida de las charlas presenciales y folletos o publicidad.

CONCLUSIONES

- Primero, con la propuesta de zonificación, análisis vial de rutas a utilizar frente al escenario planteado en la investigación, y considerando que los tiempos de evacuación de los casos reales mostrados en la sección 2.5.7 a partir de emisiones de alertas, fueron de 14 y 16hrs. respectivamente; se concluye que, se logró una simulación de evacuación ordenada en un tiempo oportuno, al emplearse 2 horas con 12 min para lograr evacuar a 29555 personas hacia la Plaza Mayta Cápac y Cuartel Salaverry y poco más de 3 horas y 6 min para una evacuación total.
- Segundo, la distribución de los habitantes en grupos de tamaño relativamente homogéneos con un porcentaje de población promedio de 7.14%, y en cuanto a número de habitantes con un promedio de 4738.5 hab. para cada una de las 14 zonas, facilitó e hizo más manejable su estudio y el planteamiento de los 29 puntos como zonas de acopio que cumplen con la capacidad adecuada para cubrir la demanda de la población, distribuidas de tal forma que la distancia más larga para recorrer a pie es de 15 minutos, esta parte de la investigación simplifica el tiempo y recursos para recojo de las personas al concentrarlos en puntos específicos, haciendo de estos el inicio de las rutas de evacuación.
- Tercera, con los datos obtenidos de las encuestas, se pudo identificar las vías de mayor preferencia de uso así como las más seguras frente a una evacuación, tales como Av. Tarapacá – Pro Hogar, Av. Progreso, Av. San Martín, Av. Sepúlveda, Av. Goyeneche; esto permitió reducir circunstancialmente el número de puntos de análisis a 65 para la simulación posterior. Las encuestas también evidenciaron que, del 100% de familias, el 50% no cuentan con vehículo propio para evacuar, por lo que la propuesta de transporte compartido es imprescindible para lograr la evacuación total.
- Cuarto, determinada la capacidad máxima de las vías estudiadas y el volumen vehicular proveniente de Miraflores como datos para la simulación de todo el distrito en simultáneo, se concluye que, de los 132 tramos viales estudiados, el 15.15% sobrepasa su capacidad ofrecida llegando a niveles de servicio F; por lo que al separar la evacuación en 2 etapas ha permitido no sobrepasar la capacidad, llegando en algunos tramos a tener como máximo un nivel de servicio E.
- Quinto, de acuerdo a las simulaciones realizadas por etapas, de las posibles vías a utilizar por vehículos privados en el distrito de Miraflores, donde la distancia más corta,

desde la zona más crítica por ser la más alejada (Zona 13) hasta la salida más próxima y segura por la calle Saenz Peña en la Zona 1 es de 5.83 km, se logró un tiempo de recorrido de 17 minutos con 7 segundos a una velocidad promedio de 20 km/h.

- Sexto, de acuerdo al cálculo de tiempo por etapas, de las posibles rutas a utilizar por transporte compartido en el distrito de Miraflores, donde la distancia más crítica, desde la zona 14, una de las más expuestas al peligro, es de 4.11 km hasta su punto de evacuación masiva en el Cuartel Militar Salaverry, se logró un tiempo de recorrido 28 minutos con 34 segundos a una velocidad promedio de 28 km/h utilizando 30 unidades de transporte con capacidad para 40 personas, pudiéndose optimizar con un mayor número de unidades vehiculares con mayor capacidad.



RECOMENDACIONES

- Como se vieron en los resultados, hay una gran necesidad de cubrir el transporte de un buen porcentaje de la población que no cuenta con vehículo propio para una rápida movilización, y debido a que la misma municipalidad no cuenta con unidades de transporte, es necesario evaluar diferentes soluciones como el convenio propuesto en el presente trabajo con las entidades de transporte público y que haya una mayor difusión de los distintos puntos de evacuación designados por las entidades encargadas como INDECI.
- Se debe evaluar una posible reubicación de habitantes en zonas de muy alto riesgo con respecto al volcán y hacer respetar las orientaciones dadas en el Plan de Desarrollo Urbano para frenar el crecimiento del distrito en estas zonas como medida de mitigación de riesgo, ya que a medida que aumente la población y se establezcan viviendas cerca del cráter y zonas de riesgo, más problemas surgirán a la hora de querer plantear una evacuación segura.
- Es necesario que exista un análisis conjunto de congestión y tiempo, de todos los distritos en riesgo frente a los diferentes escenarios eruptivos e incorporarlos en uno completo que sirva a nivel de Arequipa Metropolitana, generando registros sistematizados de aforos vehiculares para determinar el flujo proveniente de cada distrito y redistribuirlo en dirección a albergues fuera del área de peligro (ej. Characato, Socabaya, Sachaca, etc.) ya que se debe considerar el límite de la capacidad de vías compartidas.
- La difusión del plan de evacuación integral que contemple a Arequipa metropolitana se debe realizar por diferentes medios como redes sociales o charlas incentivadas por las diferentes municipalidades e instituciones como INDECI, para hacer uso de los medios que nos da la tecnología que permiten tener una difusión más rápida, pero sin olvidarse del pequeño porcentaje de la población que no tiene acceso o no sabe cómo manejarlas; brindando información necesaria para que conozcan los procedimientos y acciones a tomar ante dicha eventualidad.

REFERENCIAS

- Alegría, P. L. (2006). Abastecimiento de agua potable y disposición y eliminación de excretas. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Armas, I., Dragoş, T. D., Popovici, D., & Mocanu, R. (2020). Identifying optimal locations for mobile first aid facilities in Bucharest, accounting for seismic risk.
- Cabinet Office Japan. (2015). White Paper Disaster Management in Japan. Disaster Management-Cabinet Office.
- Cabinet Office Japan. (2021). White Paper Disaster Management in Japan. Disaster Management-Cabinet Office.
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones. México.
- Cal, R., & Cárdenas, J. (2018). Ingeniería de tránsito: fundamentos y aplicaciones. AlfaOmega Editorial. México.
- Castañeda, S. Z., & Vexlir, N. (2018). Manual para la Gestión y Coordinación de Albergues en el Perú. Lima.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del riesgo de Desastres (CENEPRED); Centro de Estudios y Prevención de Desastres (PREDES). (Octubre de 2021). Escenario de riesgo volcánico: Misti (Arequipa): <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/11846>
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) & Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID) (Julio de 2022). Plataforma geoespacial de consulta de información oficial y actualizada para la gestión de riesgo de desastres: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>
- Cerquera, F. (2007). Capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Escuela Ingeniería de Transporte y Vías, Colombia. Retrieved June, 22, 2015.
- Cervantes Galvez, M. D. C., & Farinango Aleaga, M. S. (2018). Propuesta de diseño de un plan de contingencia comunitario en caso de erupción del volcán Cotopaxi y

determinación de lugares óptimos para implementación de alojamientos temporales en la zona de riesgo 3 en el cantón Rumiñahui (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).

Chun Q., C. (2 de Noviembre de 2022). Gestión de Riesgo Volcánico en Guatemala. IX Foro Internacional de Peligros Volcánicos "Volcanes y Sociedad: Riesgo y Prevención". Arequipa, Perú.

Coaguila Oviedo, R. y Calla Jimenez, R. (2017). Mapa vehicular de rutas de evacuación y Vías Alternas en caso de sismo para los distritos de Socabaya, Jacobo Hunter y José Luis Bustamante y Rivero. Universidad Nacional de San Agustín.

Decreto Supremo N°034-2014-PCM de 2014. Decreto Supremo que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021. 13 de mayo de 2014. El Peruano N°523044.

Decreto Supremo N°038-2021-PCM de 2021. Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050. 01 de marzo de 2021. El Peruano N°15906.

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Futuri Moscoso, O. L., & Medina Loaiza, J. A. (2018). Evaluación y análisis de la vulnerabilidad y peligros físicos de la torrentera de Miraflores en su paso por la Av. Venezuela.

García García, A., Camacho Torregrosa, F. J., & Pérez Zuriaga, A. M. (2013). Consistencia del Diseño Geométrico de Carreteras: Concepto y Criterios.

Guía de diseño de Espacios Educativos, G. D. E. 002 (2015). Acondicionamiento de locales escolares al nuevo modelo de Educación Básica Regular. Educación Primaria y Secundaria. MINEDU, Perú.

Highway Capacity Manual - HCM. (2016). A Guide for Multimodal Mobility Analysis 6th Edition. Volumen 1to 4. Transportation Research Board.

Instituto Geofísico del Perú (IGP). (31 de Julio de 2013). Reporte de la Actividad Sismo Volcánica: https://www.igp.gob.pe/servicios/centro-vulcanologico-nacional/sites/default/files/2020/reporte_ubinas_201314.pdf

- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. (2021). Los volcanes activos del Perú. Lima: INGEMMET: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3487>
- Instituto Municipal de Planeamiento – IMPLA. (2016). Memoria del PDM Arequipa: Plan de desarrollo Metropolitano de Arequipa 2016-2025. Municipalidad Provincial de Arequipa.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). Perú: Crecimiento y distribución de la población.2017. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI): https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI). (Julio de 2022). Sistema de Información Distrital para la Gestión Pública: <https://estadist.inei.gob.pe/report>
- International Decade for Natural Disaster Reduction. (1999). International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR) programme forum 1999 – proceedings. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- Lamm, R., Hayward, J. & Cargin, J. (1986). Comparison of Different Procedure for Evaluating Speed Consistency. In Transportation Research Record 1100 (pp. 10-19). Washington, D.C.: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1986/1100/1100-002.pdf>.
- Ley 26842 de 1997. Ley General de Salud. 15 de julio de 1997. El Peruano.
- Ley 27604 de 2001. Ley que modifica la ley general de salud N° 27842, respecto de la obligación de los establecimientos de salud a dar atención médica en casos de emergencia y partos. 22 de diciembre de 2001. El Peruano N°7853.
- Ley 29664 de 2011. Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGRED). 19 de febrero de 2011. El Peruano N°436456.
- Llinares, M. d., Ortiz, R., & Marrero, J. M. (2004). Riesgo Volcánico. Madrid: Dirección General de Protección civil y emergencias. Ministerio del Interior.
- Macedo Franco, L. D., Lazarte, I., Vargas, K., Cruz, J., Barreda, S., & Zapana, S. (2022). Evaluación de los peligros del volcán Misti y acciones de prevención en el Distrito de Mariano Melgar (Provincia de Arequipa-Región Arequipa).

- Macedo Sánchez, O., Taipei, E., Del Carpio, J., Ticona, J., Ramos Palomino, D., Puma Sacsi, N., Aguilar, V., Machacca, R., Torres, J., Álvarez, Y., Centeno, R., Chijcheapaza, R., Miranda, R., Cáceres, J., Cruz, J., Cueva, K., Masias, P., Lazarte, I., Vilca, J., Vela, J. (2016). Evaluación del riesgo volcánico en el sur del Perú, situación de la vigilancia actual y requerimientos de monitoreo en el futuro. Arequipa.
- Mariño, J.; Rivera, M.; Samaniego, P.; Valderrama, P.; Macedo, L.; et al. (2014) - La erupción del volcán Ubinas 2013-2014: evolución, productos emitidos y efectos. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 109: 20-23.
- Mariño, J.; Rivera, M.; Thouret, J.C. & Macedo, L. (2016) - Geología y mapa de peligros del volcán Misti. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 60, 170 p.
- Martínez, A., & Santos Chaparro, L. (2017). Peligros geodinámicas en la ciudad de Arequipa Cercado y zonas aledañas: Informe Técnico Especial 2017.
- Masías Álvarez, P., Antayhua Vera, Y., Taipe Maquerhua, E., & Ramos Maquerhua, D. (2013). Monitoreo de los Volcanes Misti y Ubinas, período 2006-2012 INGEMMET. Lima: Boletín, Serie C: Geología Ambiental y Riesgo Geológico, 54,104p.
- Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC). (2005). Plan Intermodal de Transportes del Perú. Consorcio BCEOM-GMI-WSA, Metodología Para el Cálculo de Capacidad Vial (Parte 3, págs. 3/2-1 a 3/2-6). Perú. Recuperado el 2022
- Municipalidad Distrital de Miraflores, Gerencia de Desarrollo Urbano. (s.f.). Compatibilidad De Uso De Las Actividades Económicas. "Elaboración De Un Plano De Zonificación Y Compatibilidad De Uso Del Distrito" (Índice de Usos para la Ubicación de Actividades Económicas en el Distrito de Miraflores). Arequipa, Perú.
- Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI), Ramos, D., Ortega, M., Antayhua, Y., Anccasi, R., Ccallata, B., Miranda, R., Taipe, E., Cruz, L., Apaza, F., Masias, P., Valdivia, D. & Luza, C. (2019). Informe técnico anual: Vigilancia del volcán Ubinas, período 2019.
- Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L. G., (1995) Modelling Transport., 2nd Ed. Ed. John Wiley & Sons.

- Parella, S., & Martins, F. (2012). Metodología de la Investigación Cuantitativa. Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador – FEDUPEL.
- Passuni Pineda, S. Y., & Yauri Condo, S. A. (2015). Guía técnica de procedimientos para la identificación de rutas de evacuación y zonas seguras en lugares públicos, ante lluvias intensas y sus peligros asociados como inundación y movimientos en masa. Lima.
- Picón, J., & Sanz, A. B. (2006). Manual básico para la estimación de riesgos. Instituto nacional de defensa civil, Lima.
- Población Censada y Tasa de Crecimiento Promedio Anual, según Provincias y Distritos, 1981, 1993 y 2007. (2010). En I. N. Arequipa, Compendio estadístico regional Arequipa 2008-2009 (pág. 68). Arequipa.
- PREDES & Municipalidad de Miraflores. (2010, Noviembre 27). Informe de Simulacro de Evacuación de 7 AAHH de Miraflores ante una posible Erupción Volcánica del Misti – 27 de Noviembre. AREQUIPA: http://ovi.ingemmet.gob.pe/portal_volcan/docus/pdf/Simulacro%20Miraflores.pdf
- Ramos Acosta, E. A., Arredondo Ortiz, R. E., & Fraide Arroyo, V. M. (2019). Propuestas para evacuación de poblaciones en zonas de muy alto riesgo: Caso Villa Hermosa. Publicación técnica, (571).
- Reyna, R. (29 de Julio de 2018). Vital. Obtenido de RPP Noticias: <https://rpp.pe/vital/salud/un-dia-con-el-samu-el-trafico-de-lima-es-el-principal-problema-ante-una-emergencia-noticia-1125527>.
- Santori, J. (2006). Diseño de encuestas de preferencias declaradas para la estimación del valor de los ahorros de tiempo y el pronóstico de la demanda de servicios de transporte urbano de pasajeros. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres, Centro Nacional de Estimación - SGRD, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED, Instituto Nacional de Defensa Civil - INDECI, Ministerio de Economía y Finanzas - MEF, Centro Nacional de Planeamiento Estratégico - CEPLAN y Ministerio de Relaciones Exteriores - RREE. (2014). Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PLANAGERD 2014-2021. Presidencia del Consejo de Ministros.

- Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGRED. (2021). Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050. Presidencia del Consejo de Ministros.
- Swalehe, M., & Aktas, S. G. (2016). Dynamic ambulance deployment to reduce ambulance response times using geographic information systems: A case study of Odunpazari District of Eskisehir Province, Turkey. *Procedia Environmental Sciences*, 36, 199-206.
- Tapia, J., & Veizaga, R. (2006). Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico. Lic. Ing. Cochabamba. Bolivia. Universidad Mayor de San Simón.
- UNISDR, E., & UNIDSR. (2009). Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Ginebra, Ginebra, Suiza.
- Valencia, V. (2007). Ingeniería de Tránsito Guía de Clase. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Vargas Alva, K. K., Macedo Franco, L. D., Lazarte Zerpa, I. A., & Cruz Igme, J. E. (2021). Análisis de los escenarios de peligros volcánicos con origen en el volcán Misti: aplicación al distrito de Mariano Melgar (región Arequipa). Arequipa: Instituto Geofísico del Perú (IGP): <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/4945>

ANEXOS

ANEXO 01: CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS VÍAS

N ^a	Calle	Clasificación de Nivel de vía	Berma	Jardinera Central (m)	Sentidos	Carriles por sentido	Número de Calzadas	Ancho total de vía (m)	Ancho de Calzada (m)	Ancho de carril (m)
1	Salvador Allende	Local	0.72	-	2	1	1	6.2	3.1	3.1
2	San Martin 1	Local	2.96	1.18	2	2	2	11.8	5.9	2.95
3	Bolognesi	Local	2.47	-	2	1	1	7.4	3.7	3.7
4	Junín	Vía menor	-	-	2	1	1	6	3	3
5	San Martin 2	Local	1.4	1.18	2	2	2	11	5.5	2.75
6	Revolución Lenin	Vía menor	1.7	-	2	1	1	6.1	3.05	3.05
7.1	Calle Marte	Vía menor	-	-	2	1	1	5.5	2.75	2.75
7.2	Calle Venus	Vía menor	-	-	2	1	1	5.5	2.75	2.75
7.3	Calle Orión	Vía menor	-	-	2	1	1	5.5	2.75	2.75
8	Jr. Salaverry	Vía menor	3.23	-	2	1	1	8.2	4.1	4.1
9.1	Juan XXIII - Alto Perú	Vía menor	2.76	-	2	1	1	6.3	3.15	3.15
9.2	Prol. Alto Perú	Vía menor	1.05	-	2	1	1	6.4	3.2	3.2
10	Alto Perú1	Vía menor	-	-	2	1	1	6	3	3
11	Prol. Goyeneche	Vía menor	-	-	2	1	1	8.5	4.25	4.25
12	Goyeneche 1	Colectora	-	-	2	1	1	8.8	4.4	4.4
13	Alto Perú 2	Vía menor	-	-	2	1	1	6	3	3
14	Goyeneche 2	Colectora	-	-	2	1	1	9	4.5	4.5
15	Ricardo Palma	Arterial	-	-	2	1	1	8.5	4.25	4.25
16	Goyeneche 3	Colectora	-	-	2	2	1	10	5	2.5

Continuación de *Anexo 01*

17	Goyeneche 4	Colectora	-	3.64	2	2	2	11.8	5.9	2.95
		Colectora	-	-	2	2	1	11.7	5.85	2.925
18	Mateo Pumacahua	Vía menor	0.8	-	2	1	1	5.8	2.9	2.9
19	Av. La Unión	Vía menor	-	-	2	2	1	12.2	6.1	3.05
20	Ramón Castilla	Vía menor	-	-	2	1	1	8.4	4.2	4.2
21	San Martín 3	Local	1.22	1.18	2	2	2	12.8	6.4	3.2
22	San Martín 4	Local	-	-	2	2	1	13.5	6.75	3.375
23	Jirón Cahuide 1	Vía menor	1.6	-	2	1	1	5.5	2.75	2.75
24	Puente Arnao 1	Vía menor	-	-	2	1	1	5.9	2.95	2.95
25	Jirón Cahuide 2	Vía menor	2.24	-	2	1	1	6.2	3.1	3.1
26	Jirón Cahuide 3	Vía menor	-	-	2	1	1	5.3	2.65	2.65
27	Puente Arnao 2	Vía menor	-	-	2	1	1	8.9	4.45	4.45
28	Puente Arnao 3	Vía menor	-	-	2	1	1	9	4.5	4.5
29	Alto la Alianza	Vía menor	-	-	2	1	1	9.2	4.6	4.6
30	Teniente Rodríguez 1	Local	-	1.8	2	2	2	13.4	6.7	3.35
31	Sánchez Trujillo	Vía menor	-	-	2	1	1	11.8	5.9	5.9
32	Teniente Rodríguez 2	Local	1.7	-	2	1	1	7.9	3.95	3.95
33	Ovalo Alameda	Arterial	-	-	1	2	1	7.1	7.1	3.55
34	Calle Independencia	Vía menor	-	-	2	1	1	8.5	4.25	4.25
35	Tarapacá	Local	-	1.5	2	2	2	13	6.5	3.25
36	José Santos Chocano	Vía menor	-	-	2	1	1	10.9	5.45	5.45
37	Francisco Mostajo	Vía menor	-	-	2	1	1	8.3	4.15	4.15
38	Sáez Peña - Villa Fuerte	Vía menor	-	-	2	1	1	8.4	4.2	4.2

Continuación de Anexo 01

39	Sáez Peña - Progreso	Vía menor	1.13	-	2	1	1	8.4	4.2	4.2
40	Calvario	Vía menor	-	-	2	1	1	9.5	4.75	4.75
41	Prohogar 1	Local	-	1.5	2	2	2	14.4	7.2	3.6
42	Progreso	Anillo Vial	-	-	2	2	1	15.7	7.85	3.925
43	Calle Arica	Vía menor	-	-	1	1	1	3.8	3.8	3.8
44	San Antonio 1	Vía menor	-	-	1	2	1	6.4	6.4	3.2
45	San Antonio 2	Vía menor	-	-	1	2	1	7.1	7.1	3.55
46	San Antonio 3	Vía menor	-	-	1	2	1	9.6	9.6	4.8
47	Puno 1	Vía menor	-	-	1	1	1	4	4	4
48	Puno 2	Vía menor	-	-	1	1	1	4.3	4.3	4.3
49	Puno 3	Vía menor	-	-	1	1	1	4.9	4.9	4.9
50	Puno 4	Vía menor	-	-	1	1	1	5	5	5
51	Puno 5	Vía menor	5.32	-	1	2	1	9.1	9.1	4.55
52	Espinar	Vía menor	-	-	2	1	1	8.7	4.35	4.35
53	Sepúlveda	Colectora	1.64	2.58	2	2	2	12.8	6.4	3.2
54	Palacios 1	Vía menor	2.14	1.5	2	2	2	16.8	8.4	4.2
55	Goyeneche-Muñoz Najar	Colectora	1.46	-	1	2	1	9	9	4.5
56	Calle Tacna y Arica	Vía menor	-	-	1	2	1	7.5	7.5	3.75
57	Pasaje Islay	Vía menor	-	-	2	1	1	10	5	5
PS0	Progreso 2	Anillo Vial	-	-	2	2	1	12.2	6.1	3.05
PS1	Sáenz Peña	Vía menor	-	-	2	2	1	11.5	5.75	2.875
PS2	San Martín 4	Local	1.43	-	1	2	1	7.6	7.6	3.8
PS3	Espinar	Vía menor	-	-	2	1	1	8.7	4.35	4.35
PS4	Sepúlveda	Colectora	1.55	3	2	2	2	14.6	7.3	3.65

Continuación de *Anexo 01*

PS5	Pte. Santa Rita- Alameda	Arterial	3.5	-	2	1	1	6.7	3.35	3.35
PS6	Palacios 2	Vía menor	2.14	1.5	2	2	2	16.8	8.4	4.2
PS7	Av. Venezuela	Anillo vial	-	9.2	2	3	2	18	9	3

Nota. Elaboración propia.



ANEXO 02: REGISTRO DE VELOCIDADES

- Calle Bolognesi (M1)

Distancia de toma de datos L= 41.04m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto blanco	5.14	28.74
02	Auto azul	7.94	18.61
03	Auto plomo	6.46	22.87
04	Camión blanco	6.34	23.30
05	Auto blanco	12.27	12.04
06	Camión blanco	4.60	32.12
07	Auto azul	2.36	62.60
08	Moto negra	3.26	45.32
09	Auto gris	4.73	31.24
10	Auto negro	5.44	30.87
Velocidad media (V_m)			30.76

Nota. Elaboración propia.

- Avenida San Martín (Porvenir)

Avenida San Martín (M2)			
Distancia de toma de datos L= 45.66m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Camioneta	4.21	39.04
02	Auto colectivo	6.12	26.86
03	Auto	5.64	29.14
04	Camioneta SEAL	4.69	35.05
05	Moto	8.15	20.17
06	Auto	9.64	17.05
07	Auto colectivo	8.33	19.73
08	Taxi	6.80	24.17
09	Auto colectivo	8.48	19.38
10	Auto	8.02	20.50
Velocidad media (V_m)			25.11

Nota. Elaboración propia.

- Avenida San Martín (Alto Miraflores)

Avenida San Martín (M3)			
Distancia de toma de datos L= 44.20m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	7.00	22.73
02	Taxi	10.00	15.91
03	Auto	8.00	19.89
04	Auto	8.00	19.89
05	Camioneta	7.00	22.73
06	Combi	7.00	22.73
07	Taxi	9.00	17.68
08	Auto	8.00	19.89
09	Auto	7.00	22.73
10	Combi	8.00	19.89
Velocidad media (V_m)			20.41

Nota. Elaboración propia.

- Avenida Tarapacá

Avenida Tarapacá (M4)			
Distancia de toma de datos L= 55.44m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto taxi	6.24	31.98
02	Camión	5.14	38.83
03	Auto taxi	5.84	34.18
04	Combi	4.87	40.98
05	Auto	5.15	38.75
06	Auto taxi	5.20	38.38
07	Auto colectivo	3.64	54.83
08	Moto	6.30	31.68
09	Auto taxi	7.40	26.97
10	Auto colectivo	7.96	25.07
Velocidad media (V_m)			36.17

Nota. Elaboración propia.

- Avenida San Martín

Avenida San Martín (M5)			
Distancia de toma de datos L= 48.38m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Combi	6.30	27.63
02	Taxi	8.10	21.51
03	Auto	6.64	26.21
04	Taxi	10.75	16.20
05	Auto	6.30	27.63
06	Taxi	6.30	27.63
07	Auto	7.78	22.40
08	Auto	7.41	23.50
09	Auto	6.30	27.63
10	Taxi	5.75	30.28
Velocidad media (V_m)			25.06

- Nota. Elaboración propia.

- Calle Marte

Calle Marte (M6)			
Distancia de toma de datos L= 45.89m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Combi	4.00	41.30
02	Taxi	5.00	33.04
03	Auto	8.00	20.65
04	Taxi	5.00	33.04
05	Auto	3.00	55.07
06	Taxi	6.00	27.53
07	Auto	3.00	55.07
08	Auto	8.00	20.65
09	Auto	3.00	55.07
10	Taxi	4.00	41.30
Velocidad media (V_m)			38.27

Nota. Elaboración propia.

- Prolongación Goyeneche

Prolongación Goyeneche (M7)			
Distancia de toma de datos L= 80.24m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Combi	12.60	22.93
02	Auto	12.40	23.30
03	Auto taxi	12.00	24.07
04	Auto	13.15	21.97
05	Auto taxi	12.55	23.02
06	Auto taxi	11.80	24.48
07	Camioneta	16.40	17.61
08	Auto colectivo	13.90	20.78
09	Camioneta serenazgo	14.60	19.79
10	Auto	15.90	18.17
Velocidad media (V_m)			21.61

Nota. Elaboración propia.

- Avenida Goyeneche

Avenida Goyeneche (M8)			
Distancia de toma de datos L= 56.08m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto taxi	8.70	23.21
02	Combi	8.10	24.92
03	Auto taxi	6.35	31.79
04	Taxi	8.10	24.92
05	Camioneta	9.60	21.03
06	Moto	9.05	22.31
07	Auto taxi	5.50	36.71
08	Auto taxi	9.55	21.14
09	Taxi	6.05	33.37
10	Auto	9.80	20.60
Velocidad media (V_m)			26.00

Nota. Elaboración propia.

- Avenida Goyeneche

Avenida Goyeneche (M9)			
Distancia de toma de datos L= 55.65m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Minivan	9.62	20.83
02	Minivan	9.08	22.06
03	Auto taxi	7.62	26.29
04	Auto taxi	7.19	27.86
05	Auto	7.07	28.34
06	Auto	5.98	33.50
07	Auto taxi	6.92	28.95
08	Camioneta	8.34	24.02
09	Moto	6.44	31.11
10	Auto colectivo	6.93	28.91
Velocidad media (V_m)			27.19

Nota. Elaboración propia.

- Avenida Pro Hogar

Avenida Pro Hogar (M10)			
Distancia de toma de datos L= 54.73m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Camión pequeño	6.27	31.42
02	Auto	5.83	33.80
03	Camioneta	6.05	32.57
04	Auto colectivo	6.51	30.27
05	Auto taxi	5.94	33.17
06	Auto	6.40	30.79
07	Auto	6.01	32.78
08	Camioneta	5.53	35.63
09	Auto colectivo	6.51	30.27
10	Auto taxi	6.81	28.93
Velocidad media (V_m)			31.96

Nota. Elaboración propia.

- Calle Puente Arnao

Calle Puente Arnao (M11)			
Distancia de toma de datos L= 52.02m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	10.00	18.73
02	Auto	3.00	62.42
03	Camioneta	9.00	20.81
04	Moto	7.00	26.75
05	Camioneta	7.00	26.75
06	Auto	7.00	26.75
07	Auto	8.00	23.41
08	Auto	9.00	20.81
09	Combi	9.00	20.81
10	Taxi	9.00	20.81
Velocidad media (V_m)			26.81

Nota. Elaboración propia.

- Calle Puente Arnao

Calle Puente Arnao (M12)			
Distancia de toma de datos L= 56.34m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Combi	12.22	16.60
02	Auto	12.11	16.75
03	Auto	4.22	48.06
04	Camión	11.17	18.16
05	Auto	8.01	25.32
06	Auto	3.90	52.01
07	Auto	3.87	52.41
08	Auto	5.86	34.61
09	Auto	5.76	35.21
10	Auto	5.77	35.15
Velocidad media (V_m)			33.43

Nota. Elaboración propia.

- Calle Sánchez Trujillo

Calle Sánchez Trujillo (M13)			
Distancia de toma de datos L= 65.83m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Camioneta	10.52	22.53
02	Auto taxi	10.65	22.25
03	Minivan	11.95	19.83
04	Combi	11.42	20.75
05	Camioneta	11.73	20.20
06	Taxi	4.58	51.74
07	Auto taxi	7.30	32.46
08	Auto taxi	6.08	38.98
09	Auto taxi	4.06	58.37
10	Auto taxi	5.58	42.47
Velocidad media (V_m)			32.96

Nota. Elaboración propia.

- Avenida Progreso

Avenida Progreso (M14)			
Distancia de toma de datos L= 124.91m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	11.79	38.14
02	Auto taxi	10.52	42.74
03	Camioneta	10.12	44.43
04	Moto	8.77	51.27
05	Auto	11.56	38.90
06	Auto	11.86	37.92
07	Auto	11.73	38.34
08	Camioneta	9.19	48.93
09	Moto	10.19	44.13
10	Auto taxi	11.15	40.33
Velocidad media (V_m)			42.51

Nota. Elaboración propia.

- Avenida Progreso

Avenida Progreso (M15)			
Distancia de toma de datos L= 95.21m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	8.42	40.71
02	Auto taxi	8.51	40.28
03	Auto taxi	9.37	36.58
04	Auto taxi	7.96	43.06
05	Auto taxi	8.57	39.99
06	Moto	8.38	40.90
07	Auto	7.77	44.11
08	Auto taxi	8.56	40.04
09	Camión pequeño	9.09	37.71
10	Auto	9.18	37.34
Velocidad media (V_m)			40.07

Nota. Elaboración propia.

- Avenida Progreso

Avenida Progreso (M15)			
Distancia de toma de datos L= 99.07m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Moto	9.66	36.92
02	Auto	10.22	34.90
03	Moto	10.18	35.03
04	Camioneta	10.81	32.99
05	Auto taxi	10.77	33.12
06	Auto taxi	10.56	33.77
07	Auto taxi	9.22	38.68
08	Auto	9.16	38.94
09	Auto taxi	10.77	33.12
10	Auto	8.32	42.87
Velocidad media (V_m)			35.70

Nota. Elaboración propia.

- Calle Sáenz Peña

Calle Sáenz Peña (M16)			
Distancia de toma de datos L= 48.71m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto taxi	8.15	21.51
02	Auto	7.29	24.06
03	Moto	8.59	20.42
04	Moto	8.45	20.74
05	Auto	9.29	18.88
06	Auto	7.76	22.61
07	Camioneta	6.96	25.18
08	Auto taxi	7.25	24.17
09	Auto	6.88	25.50
10	Auto taxi	8.52	20.57
Velocidad media (V_m)			22.36

Nota. Elaboración propia.

- Avenida San Martín

Avenida San Martín (M17)			
Distancia de toma de datos L= 64.27m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto taxi	7.98	28.99
02	Auto	9.53	24.28
03	Moto	8.77	26.38
04	Moto	10.45	22.14
05	Auto	10.80	21.42
06	Auto	9.58	24.15
07	Camioneta	9.48	24.41
08	Auto taxi	10.82	21.38
09	Auto	10.36	22.33
10	Auto taxi	10.66	21.70
Velocidad media (V_m)			23.72

Nota. Elaboración propia.

- Calle Espinar

Calle Espinar (M18)			
Distancia de toma de datos L= 45.19m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	5.00	32.54
02	Auto	6.00	27.11
03	Taxi	5.00	32.54
04	Auto	13.00	12.51
05	Combi	5.00	32.54
06	Auto	5.00	32.54
07	Moto	6.00	27.11
08	Auto	6.00	27.11
09	Auto	5.00	32.54
10	Combi	4.00	40.67
Velocidad media (V_m)			29.72

Nota. Elaboración propia.

- Calle Palacios

Calle Palacios (M19)			
Distancia de toma de datos L= 75.17m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	9.00	30.07
02	Auto	10.00	27.06
03	Auto	11.00	24.60
04	Moto	9.00	30.07
05	Taxi	8.00	33.83
06	Auto	9.00	30.07
07	Moto	9.00	30.07
08	Moto	10.00	27.06
09	Camioneta	10.00	27.06
10	Camioneta	9.00	30.07
Velocidad media (V_m)			29.00

Nota. Elaboración propia.

- Calle Palacios

Calle Palacios (M19)			
Distancia de toma de datos L= 55.47m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Combi	10.40	19.20
02	Auto	10.87	18.37
03	Moto	11.32	17.64
04	Auto taxi	10.36	19.28
05	Taxi	7.68	26.00
06	Auto	6.11	32.68
07	Auto	6.47	30.86
08	Auto	10.25	19.48
09	Auto taxi	10.70	18.66
10	Auto taxi	9.06	22.04
Velocidad media (V_m)			22.42

Nota. Elaboración propia.

- Calle Teniente Rodríguez

Calle Teniente Rodríguez (M20)			
Distancia de toma de datos L= 99.36m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Camioneta	6.64	53.87
02	Auto	9.73	36.76
03	Auto	5.94	60.22
04	Moto	6.76	52.91
05	Moto	9.05	39.52
06	Auto taxi	10.41	34.36
07	Auto	5.36	66.73
08	Auto taxi	10.16	35.21
09	Camioneta	10.76	33.24
10	Auto taxi	10.32	34.66
Velocidad media (V_m)			44.75

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 0 – Avenida Progreso

Avenida Progreso (S0)			
Distancia de toma de datos L= 35.36m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Camioneta	3.96	32.15
02	Camioneta	1.73	73.58
03	Camioneta	1.98	64.29
04	Camión	4.64	27.43
07	Auto	4.18	30.45
08	Auto	2.28	55.83
10	Auto station	3.58	35.56
11	Camioneta	3.87	32.89
12	Auto	3.46	36.79
13	Camioneta	4.03	31.59
Velocidad media (V_m)			45.61

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 0 – Avenida Progreso

Avenida Progreso (S0)			
Distancia de toma de datos L= 40.67m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Camioneta	4.19	34.95
02	Camioneta	3.47	42.17
03	Camioneta	3.95	37.02
04	Camion	3.81	38.46
05	Auto	4.11	35.65
06	Auto pequeño	3.59	40.83
07	Auto ant	4.74	30.92
08	Auto	5.03	29.09
09	Auto indriver	4.00	36.64
10	Auto station	3.91	37.41
Velocidad media (V_m)			36.31

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 1 – Calle Sáenz Peña

Calle Sáenz Peña (S1)			
Distancia de toma de datos L= 62.05m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	8.60	25.97
02	Minivan	7.27	30.74
03	Auto taxi	11.37	19.65
04	Auto	8.71	25.64
05	Auto	10.43	21.42
06	Camion gas	9.01	24.78
07	Auto	7.37	30.30
08	Auto taxi	7.80	28.64
09	Auto colectivo	7.65	29.19
10	Auto	10.82	20.64
Velocidad media (V_m)			25.70

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 1 – Calle Sáenz Peña

Calle Sáenz Peña (S1)			
Distancia de toma de datos L= 52.15m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	11.01	17.05
02	Minivan	10.80	17.38
03	Auto taxi	8.86	21.19
04	Auto	11.85	15.84
05	Auto	11.48	16.35
06	Camion gas	9.19	20.43
07	Auto	9.36	20.06
08	Auto taxi	9.53	19.70
09	Auto colectivo	8.60	21.82
10	Auto	9.16	20.50
Velocidad media (V_m)			19.03

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 2 - Avenida San Martín

Avenida San Martín (S2)			
Distancia de toma de datos L= 88.10m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	7.90	40.15
02	Minivan	8.31	38.18
03	Auto taxi	10.70	29.63
04	Auto	10.17	31.18
05	Auto	8.66	36.62
06	Camión gas	8.93	35.51
07	Auto	9.23	34.36
08	Auto taxi	10.09	31.42
09	Auto colectivo	9.01	35.21
10	Auto	7.96	39.84
Velocidad media (V_m)			35.21

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 2 - Avenida San Martín

Avenida San Martín (S2)			
Distancia de toma de datos L= 88.20m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	9.66	32.87
02	Minivan	12.32	25.77
03	Auto taxi	9.73	32.63
04	Auto	10.29	30.86
05	Auto	12.26	25.90
06	Camión gas	12.06	26.33
07	Auto	11.70	27.14
08	Auto taxi	11.30	28.10
09	Auto colectivo	12.08	26.28
10	Auto	10.70	29.67
Velocidad media (V_m)			28.56

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 2' – Avenida Goyeneche

Avenida Goyeneche (S2')			
Distancia de toma de datos L= 47.40m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	6.00	28.44
02	Taxi	4.00	42.66
03	Taxi	6.00	28.44
04	Colectivo	5.00	34.13
05	Moto	5.00	34.13
06	Auto	4.00	42.66
07	Combi	6.00	28.44
08	Auto	5.00	34.13
09	Auto	5.00	34.13
10	Auto	5.00	34.13
Velocidad media (V_m)			34.13

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 2' – Avenida Goyeneche

Avenida Goyeneche (S2')			
Distancia de toma de datos L= 102.73m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	47.60	7.77
02	Combi	48.70	7.59
03	Minivan	47.94	7.71
04	Auto colectivo	45.54	8.12
05	Auto taxi	44.90	8.24
06	Auto	45.14	8.19
07	Minivan	39.44	9.38
08	Auto taxi	41.67	8.88
09	Auto	50.57	7.31
10	Auto taxi	69.10	5.35
Velocidad media (V_m)			07.85

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 3 – Calle Espinar

Calle Espinar (S3)			
Distancia de toma de datos L= 43.19m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	3.32	46.83
02	Auto	4.27	36.41
03	Taxi	5.19	29.96
04	Auto	6.14	25.32
05	Combi	4.67	33.29
06	Auto	4.15	37.47
07	Moto	5.09	30.55
08	Auto	5.26	29.56
09	Auto	4.96	31.35
10	Combi	3.85	40.39
Velocidad media (V_m)			34.11

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 3 – Calle Espinar

Calle Espinar (S3)			
Distancia de toma de datos L= 45.19m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	5.00	32.54
02	Auto	6.00	27.11
03	Taxi	5.00	32.54
04	Auto	13.00	12.51
05	Combi	5.00	32.54
06	Auto	5.00	32.54
07	Moto	6.00	27.11
08	Auto	6.00	27.11
09	Auto	5.00	32.54
10	Combi	4.00	40.67
Velocidad media (V_m)			29.72

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 4 – Avenida Sepúlveda

Avenida Sepúlveda (S4)			
Distancia de toma de datos L= 115.72m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Combi	11.00	37.87
02	Auto taxi	11.20	36.96
03	Camioneta	10.10	41.70
04	Auto	10.04	41.00
05	Camioneta	7.97	51.18
06	Camioneta	11.06	37.80
07	Camioneta	7.90	58.76
08	Taxi	7.47	54.24
09	Auto	7.20	57.07
10	Auto taxi	11.60	35.85
Velocidad media (V_m)			45.24

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 4 – Avenida Sepúlveda

Avenida Sepúlveda (S4)			
Distancia de toma de datos L= 102.38m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Combi	14.07	26.20
02	Auto taxi	14.29	25.79
03	Camioneta	13.32	27.67
04	Auto	9.77	37.72
05	Camioneta	10.97	33.60
06	Camioneta	13.35	27.61
07	Auto	13.26	27.80
08	Taxi	12.54	29.39
09	Auto	10.30	35.78
10	Auto taxi	9.25	39.85
Velocidad media (V_m)			31.14

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 5 – Calle 18a

Calle 18^a (S5)			
Distancia de toma de datos L= 29.96m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto taxi	1.75	61.63
02	Auto taxi	2.97	36.32
03	Camioneta	2.22	48.58
04	Auto	1.95	55.31
05	Camioneta	2.33	46.29
06	Auto taxi	2.41	44.75
07	Camioneta	2.31	46.69
08	Moto	2.55	42.30
09	Moto	2.09	51.61
10	Auto taxi	5.60	19.26
Velocidad media (V_m)			45.27

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 5 – Calle 18a

Calle 18^a (S5)			
Distancia de toma de datos L= 42.01m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	3.36	45.01
02	Moto	3.64	41.55
03	Moto	2.64	57.29
04	Auto	3.17	47.71
05	Auto taxi	3.01	50.24
06	Taxi	2.71	55.81
07	Auto taxi	2.85	53.07
08	Moto	6.11	24.75
09	Auto taxi	5.94	25.46
10	Auto	5.51	27.45
Velocidad media (V_m)			42.83

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 6 – Calle Palacios

Calle Palacios (S6)			
Distancia de toma de datos L= 75.15m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Auto	9.00	30.07
02	Auto	10.00	27.06
03	Auto	11.00	24.60
04	Moto	9.00	30.07
05	Taxi	8.00	33.83
06	Auto	9.00	30.07
07	Moto	9.00	30.07
08	Moto	10.00	27.06
09	Camioneta	10.00	27.06
10	Camioneta	9.00	30.07
Velocidad media (V_m)			29.00

Nota. Elaboración propia.

- Punto de Salida 6 – Calle Palacios

Calle Palacios (S6)			
Distancia de toma de datos L= 55.47m			
N°	Vehículo	T (seg)	V(km/h)
01	Combi	10.40	19.20
02	Auto	10.87	18.37
03	Moto	11.32	17.64
04	Auto taxi	10.36	19.28
05	Taxi	7.68	26.00
06	Auto	6.11	32.68
07	Auto	6.47	30.86
08	Auto	10.25	19.48
09	Auto taxi	10.70	18.66
10	Auto taxi	9.06	22.04
Velocidad media (V_m)			22.42

Nota. Elaboración propia.

ANEXO 03: RESULTADOS VISUM PARA ANALISIS EN SIMULTÁNEO

- Distancia de desplazamiento

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	48.58	48.26	59.10	0.00	0.00	0.00	0.00	49.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	7.15	0.00	1.70	2.56	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5.24	1.18	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	5.71	2.04	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	9.56	1.53	2.13	2.85	0.00	0.00	0.00	3.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	8.35	1.88	1.49	2.33	0.00	0.00	0.00	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	12.58	2.23	2.96	3.64	0.00	0.00	0.00	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	9.10	2.84	2.08	2.95	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	7.79	2.76	2.17	2.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	12.34	2.86	3.02	3.89	0.00	0.00	0.00	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	15.09	3.52	3.73	4.58	0.00	0.00	0.00	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	12.90	3.39	3.10	3.78	0.00	0.00	0.00	2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	17.01	4.27	4.17	4.87	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	21.14	5.06	5.30	5.96	0.00	0.00	0.00	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	17.32	4.33	4.26	4.94	0.00	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	23.48	5.65	5.87	6.55	0.00	0.00	0.00	5.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	20.22	5.05	4.98	5.66	0.00	0.00	0.00	4.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

- Tiempo de desplazamiento con congestión

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	195.11	197.72	245.34	0.00	0.00	0.00	0.00	169.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	24.33	0.00	5.85	9.17	0.00	0.00	0.00	9.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	17.27	4.68	0.00	5.50	0.00	0.00	0.00	7.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	17.52	6.51	4.40	0.00	0.00	0.00	0.00	6.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	33.93	5.20	8.01	11.33	0.00	0.00	0.00	9.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	32.87	7.04	6.93	10.25	0.00	0.00	0.00	8.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	52.06	9.97	12.21	15.53	0.00	0.00	0.00	14.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	35.01	10.72	9.04	12.36	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	33.66	11.47	9.44	12.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	54.58	13.26	13.93	17.25	0.00	0.00	0.00	10.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	60.90	14.99	15.46	18.78	0.00	0.00	0.00	11.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	49.64	12.97	12.38	15.70	0.00	0.00	0.00	8.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	76.22	18.67	19.34	22.66	0.00	0.00	0.00	15.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	87.55	21.50	22.17	25.49	0.00	0.00	0.00	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	65.28	16.52	16.41	19.73	0.00	0.00	0.00	12.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	89.86	22.08	22.75	26.07	0.00	0.00	0.00	18.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	77.36	19.54	19.43	22.75	0.00	0.00	0.00	15.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

- Velocidad con Congestión

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-2	13-2	14-2
Sum	228.45	222.39	220.28	0.00	0.00	0.00	0.00	272.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	52.84	0.00	17.44	16.74	0.00	0.00	0.00	0.00	18.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	53.62	15.08	0.00	18.51	0.00	0.00	0.00	0.00	20.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	58.05	18.82	17.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	68.17	17.63	15.93	15.10	0.00	0.00	0.00	0.00	19.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	60.93	16.03	12.90	13.65	0.00	0.00	0.00	0.00	18.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	57.69	13.40	14.56	14.07	0.00	0.00	0.00	0.00	15.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	69.48	15.92	13.81	14.30	0.00	0.00	0.00	0.00	25.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	41.67	14.45	13.81	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	54.65	12.93	13.03	13.53	0.00	0.00	0.00	0.00	15.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	59.97	14.10	14.49	14.62	0.00	0.00	0.00	0.00	16.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	63.55	15.68	15.02	14.43	0.00	0.00	0.00	0.00	18.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	53.85	13.73	12.94	12.89	0.00	0.00	0.00	0.00	14.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	58.22	14.11	14.34	14.03	0.00	0.00	0.00	0.00	15.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	64.36	15.73	15.57	15.01	0.00	0.00	0.00	0.00	18.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	63.02	15.34	15.49	15.07	0.00	0.00	0.00	0.00	17.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	63.18	15.52	15.39	14.93	0.00	0.00	0.00	0.00	17.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

ANEXO 04: RESULTADOS VISUM PARA LA ETAPA 1

- Distancia de desplazamiento

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	49.48	48.17	58.47	0.00	0.00	0.00	0.00	48.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	7.12	0.00	1.70	2.52	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5.21	1.18	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	6.25	2.43	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	9.51	1.53	2.13	2.83	0.00	0.00	0.00	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	7.93	1.93	1.47	2.14	0.00	0.00	0.00	2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	12.39	2.25	2.84	3.55	0.00	0.00	0.00	3.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	8.94	2.88	2.08	2.76	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	8.01	2.96	2.17	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	12.32	2.97	3.04	3.75	0.00	0.00	0.00	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	14.89	3.55	3.62	4.47	0.00	0.00	0.00	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	12.90	3.39	3.10	3.78	0.00	0.00	0.00	2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	17.07	4.20	4.17	5.00	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	21.14	5.06	5.30	5.96	0.00	0.00	0.00	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	17.39	4.39	4.26	4.94	0.00	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	23.48	5.65	5.87	6.56	0.00	0.00	0.00	5.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	20.31	5.14	4.98	5.66	0.00	0.00	0.00	4.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

- Tiempo de desplazamiento a flujo libre

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	90.61	86.66	105.63	0.00	0.00	0.00	0.00	88.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	13.88	0.00	3.68	5.21	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8.87	2.01	0.00	2.78	0.00	0.00	0.00	0.00	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	9.34	3.39	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	15.14	2.18	3.39	4.65	0.00	0.00	0.00	0.00	4.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	12.65	2.80	2.35	3.52	0.00	0.00	0.00	0.00	3.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	21.30	3.72	4.93	6.19	0.00	0.00	0.00	0.00	6.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	14.67	4.78	3.53	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	13.75	4.97	3.78	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	22.15	5.80	5.19	6.44	0.00	0.00	0.00	0.00	4.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	28.54	7.24	6.63	8.62	0.00	0.00	0.00	0.00	6.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	23.05	6.15	5.47	6.63	0.00	0.00	0.00	0.00	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	31.83	7.97	7.59	9.33	0.00	0.00	0.00	0.00	6.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	39.91	9.68	9.86	10.95	0.00	0.00	0.00	0.00	9.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	31.69	8.53	7.56	8.72	0.00	0.00	0.00	0.00	6.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	42.14	10.24	10.35	11.55	0.00	0.00	0.00	0.00	9.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	42.19	11.15	10.18	11.35	0.00	0.00	0.00	0.00	9.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

- Tiempo de desplazamiento con congestión

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	131.81	132.10	158.62	0.00	0.00	0.00	0.00	113.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	14.95	0.00	3.81	5.67	0.00	0.00	0.00	0.00	5.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	10.14	2.62	0.00	3.24	0.00	0.00	0.00	0.00	4.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	10.81	4.11	2.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	18.83	2.84	4.28	6.14	0.00	0.00	0.00	0.00	5.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	16.59	3.58	3.29	5.15	0.00	0.00	0.00	0.00	4.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	26.94	4.87	6.31	8.17	0.00	0.00	0.00	0.00	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	21.25	6.28	5.67	7.52	0.00	0.00	0.00	0.00	1.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	21.47	7.47	6.07	7.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	31.30	7.78	8.02	9.88	0.00	0.00	0.00	0.00	5.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	40.17	10.00	10.24	12.09	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	32.62	8.80	8.12	9.98	0.00	0.00	0.00	0.00	5.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	54.98	13.70	13.94	15.80	0.00	0.00	0.00	0.00	11.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	66.31	16.54	16.77	18.63	0.00	0.00	0.00	0.00	14.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	44.74	11.54	11.25	13.10	0.00	0.00	0.00	0.00	8.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	68.61	17.11	17.35	19.21	0.00	0.00	0.00	0.00	14.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	56.82	14.56	14.27	16.13	0.00	0.00	0.00	0.00	11.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

- Velocidad con Congestión

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	373.69	353.62	350.14	0.00	0.00	0.00	0.00	425.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	85.25	0.00	26.75	26.72	0.00	0.00	0.00	0.00	31.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	91.02	26.93	0.00	30.87	0.00	0.00	0.00	0.00	33.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	103.28	35.49	32.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	122.33	32.24	29.79	27.65	0.00	0.00	0.00	0.00	32.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	115.40	32.31	26.73	25.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	110.40	27.67	27.05	26.07	0.00	0.00	0.00	0.00	29.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	113.06	27.45	22.03	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	67.06	23.77	21.47	21.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	95.77	22.90	22.76	22.75	0.00	0.00	0.00	0.00	27.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	89.55	21.28	21.20	22.20	0.00	0.00	0.00	0.00	24.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	96.35	23.09	22.89	22.71	0.00	0.00	0.00	0.00	27.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	74.59	18.39	17.93	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	76.64	18.35	18.95	19.20	0.00	0.00	0.00	0.00	20.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	93.92	22.84	22.72	22.60	0.00	0.00	0.00	0.00	25.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	82.30	19.79	20.30	20.48	0.00	0.00	0.00	0.00	21.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	86.07	21.19	20.95	21.06	0.00	0.00	0.00	0.00	22.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

ANEXO 05: RESULTADOS VISUM PARA LA ETAPA 2

- Distancia de desplazamiento

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	49.05	47.73	58.23	0.00	0.00	0.00	0.00	47.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	7.13	0.00	1.70	2.54	0.00	0.00	0.00	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5.24	1.18	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	2.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	5.87	2.04	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	9.72	1.82	2.06	2.78	0.00	0.00	0.00	3.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	7.74	1.60	1.48	2.27	0.00	0.00	0.00	2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	10.57	2.25	2.39	3.10	0.00	0.00	0.00	2.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	8.68	2.62	2.08	2.76	0.00	0.00	0.00	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	7.84	2.79	2.17	2.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	12.57	3.07	3.02	3.91	0.00	0.00	0.00	2.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	15.08	3.67	3.72	4.43	0.00	0.00	0.00	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	12.96	3.42	3.10	3.80	0.00	0.00	0.00	2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	16.70	3.97	4.16	4.87	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	21.18	5.09	5.28	5.99	0.00	0.00	0.00	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	17.59	4.58	4.26	4.96	0.00	0.00	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	23.53	5.67	5.87	6.57	0.00	0.00	0.00	5.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	20.49	5.30	4.98	5.69	0.00	0.00	0.00	4.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

- Tiempo de desplazamiento a flujo libre

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	24.03	24.51	32.64	0.00	0.00	0.00	0.00	33.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	13.53	0.00	3.68	4.86	0.00	0.00	0.00	0.00	4.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	8.88	2.01	0.00	2.79	0.00	0.00	0.00	0.00	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	9.24	3.28	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	15.39	2.18	3.41	4.57	0.00	0.00	0.00	0.00	5.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	12.98	2.77	2.44	3.79	0.00	0.00	0.00	0.00	3.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	17.78	3.72	3.90	5.15	0.00	0.00	0.00	0.00	5.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	14.77	4.88	3.53	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00	1.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	22.09	5.19	5.39	6.80	0.00	0.00	0.00	0.00	4.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

- Tiempo de desplazamiento con congestión

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	35.33	37.18	51.76	0.00	0.00	0.00	0.00	45.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	18.87	0.00	4.78	7.06	0.00	0.00	0.00	7.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	12.11	2.93	0.00	3.93	0.00	0.00	0.00	5.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	12.33	4.44	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	23.21	3.58	5.40	7.67	0.00	0.00	0.00	6.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	21.12	4.31	4.22	6.50	0.00	0.00	0.00	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	27.96	5.60	6.80	9.08	0.00	0.00	0.00	6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	20.47	6.33	4.89	7.17	0.00	0.00	0.00	2.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	33.25	8.14	8.09	10.36	0.00	0.00	0.00	6.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

- Velocidad con Congestión

Nombre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13-1	14-1	13-2	14-2
Sum	381.40	374.57	354.96	0.00	0.00	0.00	0.00	410.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	67.61	0.00	21.33	21.60	0.00	0.00	0.00	24.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	77.07	24.07	0.00	25.91	0.00	0.00	0.00	27.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	85.70	27.56	28.96	0.00	0.00	0.00	0.00	29.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	99.28	25.60	23.65	22.05	0.00	0.00	0.00	27.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	87.12	21.63	21.11	20.87	0.00	0.00	0.00	23.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	92.01	24.07	21.10	20.54	0.00	0.00	0.00	26.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	109.01	24.90	25.52	23.09	0.00	0.00	0.00	35.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	91.25	23.08	22.43	22.65	0.00	0.00	0.00	23.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Nota. Elaboración propia.

ANEXO 06: RUTAS PARA EVACUACION PARA ETAPAS

ETAPA 1

Ruta 0

- Desde Comp. La Galaxia → Calle Venus – Av. Orión – Calle Marte – Jirón Salaverry – Prolongación Goyeneche o Prolongación Alto Perú – Av. Goyeneche
- Desde Losa deportiva Coyllorite → Calle Huáscar – Jr. Cahuide - Puente Tahuantinsuyo - Av. Goyeneche
- Unión de los 2 → Calle Independencia-Calle Espinar- Calle José Gálvez → Llega a Cuartel Salaverry

Ruta 1

- Desde Comp. Dep. “El Salvador” → Calle Salvador Allende – Av. Francisco Bolognesi
- Desde Comp. Dep. “Tomasa Tito Condemayta” → Revolución Lenin – Calle Junín
- Unión de los 2 → Calle Junín – Av. San Martín – Av. Tarapacá- Av. prohogar → Llega a parque Mayta Cápac

Ruta 2

Desde Parque La Alameda → Av Teniente Ferre – Calle 1 – Calle Héroes de Cenepa- Calle Teniente Rodríguez → Llega a Cuartel Salaverry

ETAPA 2

Ruta 3

Desde Plaza San Antonio → Calle Puno- Av San Martín → Llega a parque Mayta Cápac

Ruta 4

Desde Coliseo Deportivo La Chavela → Calvario – Av. Progreso- Av. San Martín → Llega a parque Mayta Cápac

Ruta 5

- Desde Parque María Auxiliadora → Calle Tacna- Av. Goyeneche-Calle Moquegua-Sepúlveda – Palacios → Llega a Cuartel Salaverry
- Desde Altiplano → Pasaje Teniente Ferre – Av. Teniente Ferre – Sepúlveda- Palacios → Llega a Cuartel Salaverry

Ruta 6

Desde Parque Las Palmeras → Calle Ramón Castilla -Av. Prohogar -Calle José Gálvez → Llega a Cuartel Salaverry

Ruta 7

Desde Losa deportiva Ulrich Neissen → María Nieves Bustamante – Calle Independencia- Av. San Martín – Gonzales Prada –Puente Arno - Calle Sánchez Trujillo - Calle Teniente Rodríguez → Llega a Cuartel Salaverry



PLANTEAMIENTO DE ZONAS Y RUTAS DE EVACUACIÓN FRENTE A UN ESCENARIO DE RIESGO VOLCÁNICO EN EL DISTRITO DE MIRAFLORES – AREQUIPA 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

11%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.igp.gob.pe Fuente de Internet	<1%
2	repositorio.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	<1%
3	neokraft.net Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1%
5	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	old.regionarequipa.gob.pe Fuente de Internet	<1%
7	www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	kupdf.net Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.gruposetec24h.com.br Fuente de Internet	<1 %
11	García López Eduardo. "Un modelo de simulación basado en dinámica de sistemas como apoyo en la toma de decisiones de la implementación de los ODS : el caso de la CDMX", TESIUNAM, 2021 Publicación	<1 %
12	alfresco.indeci.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
13	es.unionpedia.org Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.cepal.org Fuente de Internet	<1 %
17	MENDIZABAL CARLOS DARIO ALEXANDER. "ITS para la Modificación del Programa de Monitoreo Ambiental de la Empresa Catherine Service-IGA0014019", R.G.E. N° 54-2021-GR-LAMB/GEEM, 2021 Publicación	<1 %

18	repositorio.up.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.invias.gov.co Fuente de Internet	<1 %
20	pt.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
21	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
22	blog.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
24	ovi.ingemmet.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados Trabajo del estudiante	<1 %
26	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Ministerio de Educación de Perú - COAR Trabajo del estudiante	<1 %
28	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

29	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
30	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
31	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.utmachala.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
34	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
35	vdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %
36	bibliotecavirtualoducal.uc.cl Fuente de Internet	<1 %
37	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
38	bello.gov.co Fuente de Internet	<1 %
39	repositorio.uaustral.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
40	www.congreso.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

41

Escobar Bravo Guillermo Luciano. "Proceso constructivo del retorno vehicular elevado vado II, en el km 12 +839.823 de la autopista Guadalajara Zapotlanejo", TESIUNAM, 2014

Publicación

<1 %

42

Miralles Escobar Antonio. "Propuesta de mejoramiento para los tiempos de traslado del metrobús en un tramo de Insurgentes Sur", TESIUNAM, 2014

Publicación

<1 %

43

repositorio.espe.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

44

trid.trb.org

Fuente de Internet

<1 %

45

www.igi-global.com

Fuente de Internet

<1 %

46

repository.lasalle.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

47

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

48

José Benado, Francisco Hervé, Manuel Schilling, José Brilha. "Geoconservation in Chile: State of the Art and Analysis", Geoheritage, 2018

Publicación

<1 %

49

Submitted to Universidad del Norte, Colombia

<1 %

50

bibliotecadeinvestigaciones.wordpress.com

Fuente de Internet

<1 %

51

tesis.pucp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

52

www.minem.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

53

sichuanlab.com

Fuente de Internet

<1 %

54

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

55

divinavindecare.ro

Fuente de Internet

<1 %

56

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

57

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

58

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

59

Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD
AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA

Trabajo del estudiante

<1 %

60

geotecniafacil.com

Fuente de Internet

<1 %

61

portal.indeci.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

62

virtual.urbe.edu

Fuente de Internet

<1 %

63

repositorio.ufsc.br

Fuente de Internet

<1 %

64

www.occovi.gov.ar

Fuente de Internet

<1 %

65

biblioteca.uajms.edu.bo

Fuente de Internet

<1 %

66

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

67

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

68

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

69

revistas.ulima.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

70

Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1 %

71

Valerio Rosas Alexis, Valdés Gama José Antonio. "Análisis vehicular en ambos

<1 %

sentidos de la Calzada Zaragoza,
determinación de su nivel de servicio y
propuesta de mejoramiento", TESIUNAM,
2020

Publicación

72

caroline.fluxus.org

Fuente de Internet

<1 %

73

Submitted to Universidad de Manizales

Trabajo del estudiante

<1 %

74

Submitted to University of Reading

Trabajo del estudiante

<1 %

75

myslide.es

Fuente de Internet

<1 %

76

repository.usta.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

77

"DESARROLLO DE MODELOS DE VELOCIDAD
DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS EN
CARRETERAS CONVENCIONALES,
CONSIDERANDO SUS CARACTERÍSTICAS
GEOMÉTRICAS Y OPERACIONALES",
'Universitat Politecnica de Valencia'

Fuente de Internet

<1 %

78

happylibnet.com

Fuente de Internet

<1 %

79

www.frontiersin.org

Fuente de Internet

<1 %

80

Argumedo Velazquez Marco Antonio.

"Simulacion microscopica de trafico aplicada a un sistema de intersecciones controladas por semaforo en la zona poniente de la zmvn", TESIUNAM, 2004

Publicación

<1 %

81

Mozo Sánchez José. "Análisis de nivel de servicio y capacidad de segmentos básicos de autopistas, segmentos trenzados y rampas de acuerdo al manual de capacidad de carreteras HCM2000 aplicando MathCad", TESIUNAM, 2011

Publicación

<1 %

82

R. Machacca, P. Lesage, H. Tavera, J. Pesicek, C. Caudron, J.L. Torres, N. Puma, K. Vargas, I. Lazarte, M. Rivera, A. Burgisser. "The 2013–2020 seismic activity at Sabancaya Volcano (Peru): Long lasting unrest and eruption", Journal of Volcanology and Geothermal Research, 2023

Publicación

<1 %

83

mriuc.bc.uc.edu.ve

Fuente de Internet

<1 %

84

pdfcoffee.com

Fuente de Internet

<1 %

85

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

86	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
87	www.enfoquederecho.com Fuente de Internet	<1 %
88	www.investinperu.pe Fuente de Internet	<1 %
89	arquitectura.mx1.uabc.mx Fuente de Internet	<1 %
90	ascelibrary.org Fuente de Internet	<1 %
91	futur.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
92	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
93	sistemamid.com.ar Fuente de Internet	<1 %
94	www.predes.org.pe Fuente de Internet	<1 %
95	www.tandfonline.com Fuente de Internet	<1 %
96	Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana Trabajo del estudiante	<1 %

97 Martínez Ramírez Karina. "Percepción de riesgo volcánico asociado a la gestión de riesgo en el volcán Popocatépetl", TESIUNAM, 2022
Publicación <1 %

98 Tovar Goris Arturo. "Riesgo de desastre de inundación en la Zona Metropolitana del Valle de México : caso de estudio Valle Dorado", TESIUNAM, 2016
Publicación <1 %

99 dspace.ucacue.edu.ec
Fuente de Internet <1 %

100 repositorio.uap.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

101 repositorio.upci.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

102 www2.congreso.gob.pe
Fuente de Internet <1 %

103 Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León
Trabajo del estudiante <1 %

104 Submitted to Universidad Estatal de Milagro
Trabajo del estudiante <1 %

105 Submitted to Universidad Nacional de Colombia
Trabajo del estudiante <1 %

106	link.springer.com Fuente de Internet	<1 %
107	Submitted to unjbg Trabajo del estudiante	<1 %
108	www.comunidadandina.org Fuente de Internet	<1 %
109	Ana María Pérez Zuriaga. "CARACTERIZACIÓN Y MODELIZACIÓN DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN CARRETERAS CONVENCIONALES A PARTIR DE LA OBSERVACIÓN NATURALÍSTICA DE LA EVOLUCIÓN DE VEHÍCULOS LIGEROS", Universitat Politecnica de Valencia, 2012 Publicación	<1 %
110	Hernández Loza Jazmín. "Diseño de circuito de juegos y obstáculos para entrenamiento de perros en búsqueda y rescate del PMPBR (programa de manejadores de perros de búsqueda y rescate) UNAM", TESIUNAM, 2017 Publicación	<1 %
111	Submitted to Universidad Señor de Sipan Trabajo del estudiante	<1 %
112	html.rincondelvago.com Fuente de Internet	<1 %
113	impla.gob.pe Fuente de Internet	<1 %

<1 %

114 repositorio.unicamp.br
Fuente de Internet

<1 %

115 repositorio.uta.edu.ec
Fuente de Internet

<1 %

116 www.sideme.org
Fuente de Internet

<1 %

117 Roberto Carlos Dávila Morán, Juan Manuel Sánchez Soto, Henri Emmanuel López Gómez, Flor Carolina Espinoza Camus et al. "Work Stress as a Consequence of the COVID-19 Pandemic: A Systematic Review", Sustainability, 2023
Publicación

<1 %

118 Submitted to Universidad Alas Peruanas
Trabajo del estudiante

<1 %

119 catalogo.oefa.gob.pe
Fuente de Internet

<1 %

120 doblevia.files.wordpress.com
Fuente de Internet

<1 %

121 handwiki.org
Fuente de Internet

<1 %

122 FM & SP INGENIEROS SAC. "EIA Proyecto Planta Industrial Mexichem - Arequipa.-

<1 %

IGA0012092", Oficio N° 286-2013-
PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

123	Hernández Bello María Guadalupe. "Evaluación del riesgo volcánico en Unión Juárez, Chiapas", TESIUNAM, 2021 Publicación	<1 %
124	Muñiz Trejo Eduardo. "Análisis de la política pública nacional de reducción de riesgos de desastre en México (2012-2018)", TESIUNAM, 2020 Publicación	<1 %
125	dspace.uclv.edu.cu Fuente de Internet	<1 %
126	lahora.gt Fuente de Internet	<1 %
127	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
128	www.minsa.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
129	www.theseus.fi Fuente de Internet	<1 %
130	Isidro Ibarra Bianca Itzel. "Diseño, construcción y puesta en marcha de un equipo de escaldado con enfriamiento instantáneo por lotes", TESIUNAM, 2021 Publicación	<1 %

131 Suñé Puchol Iván. "Origen y evolución de la caldera de Ilopango, El Salvador (Centroamérica) : un supervolcán activo con múltiples erupciones explosivas cuaternarias", TESIUNAM, 2019
Publicación <1 %

132 apunteenlalibreta.blogspot.com
Fuente de Internet <1 %

133 www.inei.gob.pe
Fuente de Internet <1 %

134 www.muniarequipa.gob.pe
Fuente de Internet <1 %

135 www.radiohc.cu
Fuente de Internet <1 %

136 ENVIRONMENTAL MANAGEMENT & ENGINEERING PERU SAC. "Primer ITS del Proyecto Infraestructura de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos de Gestión No Municipal - Relleno de Seguridad Majes-IGA0013662", R.D. N° 00100-2021-SENACE-PE/DEIN, 2021
Publicación <1 %

137 Gomez Arenas Hugo Cesar. "Análisis del tráfico vehicular en el Centro Histórico del municipio de Zapopan, Jalisco", TESIUNAM, 2004
Publicación <1 %

138	Malpica García Héctor Alfonso. "Plan de regularización del sitio de disposición final de Santa Cruz de Juventino Rosas, Guanajuato según la NOM-083 SEMARNAT-2003", TESIUNAM, 2009 Publicación	<1 %
139	bioetica.org Fuente de Internet	<1 %
140	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
141	repositorio.uide.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
142	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
143	repository.udistrital.edu.co Fuente de Internet	<1 %
144	resourcegovernance.org Fuente de Internet	<1 %
145	www.congresobc.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
146	www.ufsj.edu.br Fuente de Internet	<1 %
147	Alvarez Blum Francisco José. "Análisis del funcionamiento del segmento del corredor semaforizado en el tramo comprendido entre	<1 %

las avenidas Camino a Sta. Teresa y Viaducto Tlalpan sobre avenida Insurgentes Sur, en la Ciudad de Mexico, aplicando HCM / Cinema y Passer 90", TESIUNAM, 2000

Publicación

148

Durán López Héctor. "Metodología para el desarrollo de infraestructura carretera mediante el uso del paquete computacional TransCAD", TESIUNAM, 2007

Publicación

<1 %

149

Patrick Facelli Sanchez, Lisset Mercado Hanco. "Trombe walls with porous medium insertion and their influence on thermal comfort in flats in Cusco, Peru", Energy and Built Environment, 2022

Publicación

<1 %

150

Pérez Espinosa Luis Enrique. "Análisis espacial de la ocurrencia y severidad de los incendios en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, México (2016-2021)", TESIUNAM, 2022

Publicación

<1 %

151

bibdigital.epn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

152

dokumen.pub

Fuente de Internet

<1 %

153

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

154 mail.ues.edu.sv
Fuente de Internet

<1 %

155 pbadupws.nrc.gov
Fuente de Internet

<1 %

156 proactivo.com.pe
Fuente de Internet

<1 %

157 repositorio.ucss.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

158 repositorio.unjfsc.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

159 repositorio.upagu.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

160 repository.unipiloto.edu.co
Fuente de Internet

<1 %

161 rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com
Fuente de Internet

<1 %

162 up-rid.up.ac.pa
Fuente de Internet

<1 %

163 vri.unsa.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

164 webquery.ujmd.edu.sv
Fuente de Internet

<1 %

165	websites.fraunhofer.de Fuente de Internet	<1 %
166	worldwidescience.org Fuente de Internet	<1 %
167	www.cne.go.cr Fuente de Internet	<1 %
168	www.ifad.org Fuente de Internet	<1 %
169	www.inpe.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
170	www.jrsiberica.com Fuente de Internet	<1 %
171	www.mef.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
172	www.munibustamante.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
173	www.plataforma-colombiana.org Fuente de Internet	<1 %
174	Aries van Beinum, Erik Broekman, Haneen Farah, Wouter Schakel, Fred Wegman, Serge Hoogendoorn. "Critical Assessment of Microscopic Simulation Models for Simulating Turbulence around Motorway Ramps", Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems, 2020	<1 %

175 ERM PERU S.A.. "PMA para la Instalación y Operación de la Planta Compresora KP 127.- IGA0005733", R.D. N° 317-2011-MEM/AE, 2020
Publicación <1 %

176 Farfán Heredia Berenice. "Etnoecología purépecha : motivos y consecuencias del manejo de plantas silvestres y hongos intercambiados en mercados tradicionales", TESIUNAM, 2019
Publicación <1 %

177 García Marroquín Galdino. "El uso de vehículos aéreos no tripulados para el análisis de exposición a procesos de remoción en masa a escala local : estudio de caso en La Gloria, Teziutlán", TESIUNAM, 2020
Publicación <1 %

178 Raya Tovar Humberto. "Propuesta para la conservación rutinaria del tramo carretero Uruapan-El Sabino del km 4+520 al km 8+220 en base a las normas de la SCT", TESIUNAM, 2011
Publicación <1 %

179 Romero Martínez Evelin. "Ingeniería de tránsito para la estimación de la oferta y la demanda de estacionamientos", TESIUNAM, 2014 <1 %

180	Submitted to Universidad Del Magdalena Trabajo del estudiante	<1 %
181	Zúñiga Tovar Ángel Emmanuel. "Incremento de la vulnerabilidad y riesgo ante lluvias intensas en México por cambio en la cobertura del suelo", TESIUNAM, 2017 Publicación	<1 %
182	books.openedition.org Fuente de Internet	<1 %
183	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
184	extwprlegs1.fao.org Fuente de Internet	<1 %
185	ipre.investigacion.ing.uc.cl Fuente de Internet	<1 %
186	moam.info Fuente de Internet	<1 %
187	nanopdf.com Fuente de Internet	<1 %
188	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
189	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %

190	Fuente de Internet	<1 %
191	repo.floodalliance.net Fuente de Internet	<1 %
192	repositorio.escuelamilitar.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
193	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
194	transportesynegocios.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
195	www.alnap.org Fuente de Internet	<1 %
196	www.biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
197	www.indecopi.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
198	www.ocyt.org.co Fuente de Internet	<1 %
199	www.ptolomeo.unam.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
200	www1.eafit.edu.co Fuente de Internet	<1 %
201	Gonzalez TAmayo José Alfredo. "Características generales sobre la demanda,	<1 %

planeacion, redes y proyectos de los sistemas de transporte", TESIUNAM, 2002

Publicación

202

Laverde Barajas Miguel Ángel. "Análisis integral del riesgo por inundación en la cuneca baja del Río Tonalá", TESIUNAM, 2013

Publicación

203

Luis Izquierdo-Horna, Jose Zevallos, Yustin Yopez. "An integrated approach to seismic risk assessment using random forest and hierarchical analysis: Pisco, Peru", Heliyon, 2022

Publicación

204

SGS DEL PERU S.A.C.. "DAA de la Planta de Fabricación de Cartones-IGA0009008", R.D. N° 482-2016-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020

Publicación

205

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

206

Domínguez Gonzalez Adriana Ines, Morales Solares Jesus, Herrera Maldonado Samuel, Mora Sierra Daniel. "Administracion de la conservacion de las carreteras", TESIUNAM, 2002

Publicación

207

Rosas Jaimes Oscar Alfonso. "Estimación y control de tráfico vehicular", TESIUNAM, 2008

Publicación

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

208

archive.org

Fuente de Internet

<1 %

209

repositorio.unal.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado