

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS EXPERIMENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA PEATONAL A
PARTIR DEL GASTO ENERGÉTICO – CASO: ESTACIÓN “LAS PALMERAS” –
CORREDOR ROJO**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniera Civil:

AUTORA:

Netsy Emperatriz Munive Benites

ASESOR:

Ing. Fernando José Campos De la Cruz

Lima, marzo, 2021

Resumen

En el diseño actual de las ciudades se busca promover todos los tipos de desplazamientos de las personas dentro de los lineamientos de la movilidad sostenible. Para lograrlo, se debe promover la caminata como medio de transporte para distancias cortas y, para viajes de larga distancia, como complemento a otro medio de transporte, como el transporte público. Para este caso, hace falta diseñar la ubicación estratégica y alcance de los paraderos de transporte público, y evaluar la accesibilidad de las rutas peatonales alrededor de ellos. Para incluir destinos de alta demanda peatonal en el alcance de los peatones, y cuantificar el impacto positivo o negativo de cambios en la infraestructura peatonal, hace falta estudiar y definir cuánto están dispuestos a caminar los peatones para alcanzar su destino. Esto se puede lograr con el “área de influencia peatonal”, que delimita el entorno hasta donde los peatones están dispuestos a caminar alrededor de un punto de origen.

Actualmente existen diversos métodos, algunos más complejos que otros, para hallar el área de influencia peatonal de un paradero de transporte público. La forma más sencilla y difundida lo define como un radio de influencia que no considera las características del entorno de las rutas peatonales alrededor de la estación o punto de origen. Es decir, no toma en cuenta las características de las rutas alrededor de la estación ni las características de los peatones. Se plantea un método para definir el Área de Influencia Peatonal (AIP) basado en el cálculo de gasto energético peatonal, a partir de una ecuación que permite incluir variables que describen la trama alrededor de la estación y características del peatón. Este método se desarrolla, describe, y codifica para que pueda ser aplicado a cualquier estación de transporte público. Para probar su utilidad se aplica al caso de la estación “Las Palmeras” del “Corredor Rojo”.

De su aplicación se obtuvo que el área de influencia peatonal para una trama como la que colinda al del paradero en estudio, sin mayores impedancias en las rutas peatonales, asciende a 2 Km² aproximadamente. Finalmente, se analizan los efectos de diversos factores en el área de influencia peatonal como: distintos valores de gasto energético, distintas ubicaciones del paradero o restricciones al tránsito de los peatones en cruces.

Agradecimientos

A Dios, por guiarme en el camino y
ayudarme a crecer.

A mis padres, por su apoyo y amor
incondicional.

A mi familia, por ser el soporte de mis
decisiones.

A mi asesor por su paciencia, enseñanzas
y orientación.

A todas las personas que me acompañaron,
por su tiempo, consejos y soporte.

Tabla de Contenido

Capítulo 1: Introducción	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Objetivos de la investigación.....	4
1.2.1. Objetivo general.....	4
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Justificación e Hipótesis	5
1.3.1 Justificación	5
1.3.2 Hipótesis	6
Capítulo 2: Revisión de la literatura	7
2.1. Movilidad y accesibilidad.....	8
2.1.1. Del tráfico a la movilidad	8
2.1.2. Movilidad y accesibilidad sostenible	11
2.2. Comportamiento del peatón.....	14
2.2.1. En un tramo peatonal.....	14
2.2.2. En una intersección	15
2.2.3. En los “puentes peatonales”.....	18
2.3. Área de influencia peatonal.....	20
2.3.1. Área de influencia peatonal real.....	21
2.3.2. Área de influencia peatonal ideal	21
2.4. El área de influencia peatonal dentro de la movilidad y accesibilidad sostenible ...	22
2.4.1. Accesibilidad peatonal.....	22
2.4.2. Reducción las necesidades de viaje.....	23
2.4.3. Promoción el uso del transporte público	25
2.4.4. Promoción del transporte intermodal	26
2.5. Factores considerados en el área de influencia peatonal.....	27
2.5.1. Características personales	27
2.5.2. Características externas al peatón	28

2.6. Métodos para el cálculo del área de influencia peatonal.....	30
2.6.1. Circular Buffer o Distancia Euclídea	30
2.6.2. Método del área de servicio	31
2.6.3. Método “Time resistance”	32
2.6.4. Método “Velocidad del peatón”	33
2.6.5. Método “Energía del peatón”	34
2.6.6. Método de Análisis de Regresión	34
2.7. Gasto energético peatonal	35
2.8. Velocidad peatonal.....	35
2.8.1. Velocidad de recorrido	36
2.8.2. Velocidad de marcha	36
Capítulo 3: Metodología para delimitar el área de influencia peatonal	37
3.1. Recolección de datos	37
3.1.1. Trama urbana alrededor de la estación de Transporte Público	37
3.1.2. Pendiente y longitud de cada tramo peatonal	39
3.1.3. Cruces peatonales: Geometría y ciclo semafórico	40
3.1.4. Velocidad peatonal promedio	43
3.2. Procesamiento de datos	44
3.2.1. Gasto energético de tramos peatonales.....	44
3.2.2. Gasto energético de cruce peatonal	46
3.2.3. Gasto energético y escaleras peatonales	48
3.2.4. Gasto energético y trama peatonal	49
3.2.5. Gasto energético peatonal máximo	49
3.2.6. Lineamiento de algoritmo de límite de recorrido peatonal.....	50
3.3. Presentación de resultados del AIP	58
Capítulo 4: Aplicación del método propuesto en el caso de estudio	59
4.1. Descripción de la estación de transporte público.....	59
4.2. Recolección de datos	63

4.3. Procesamiento de datos	64
4.3.1 Velocidad promedio del peatón	67
4.3.2 Gasto energético máximo	67
4.3.3 Aplicación del código computacional	72
4.4. Resultados de aplicación del método.....	76
4.5. Discusión de resultados.....	78
4.5.1 Análisis de gasto energético máximo.....	78
4.5.2 Análisis del área de influencia peatonal de la estación “Las Palmeras”	82
4.5.3 Análisis del AIP para diferentes gastos máximos de energía	87
4.5.4 Análisis del AIP para diferentes ubicaciones del paradero inicial	90
4.5.5 Análisis del AIP para cambios en la trama peatonal.....	92
Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.....	95
5.1. Conclusiones	95
5.2. Recomendaciones	101
Referencias Bibliográficas.....	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 2.1: Área de influencia peatonal.....	21
Figura 2.2 : Ciudades compactas y diversas- Ciudades policéntricas	24
Figura 2.3: Área de influencia Peatona (Distancia Euclídea)- Estación Christianshavn del Metro en Copenhague.....	31
Figura 2.4: Principio del Método del área de servicio.....	32
Figura 2.5: Área de influencia Peatona (Método Time Resistance)- Noerrebro Runddel en Copenhague.....	33

Capítulo 3

Figura 3.1: Recolección de datos- Trama peatonal.....	38
Figura 3.2: Codificación de las rutas peatonales	39
Figura 3.3 :Cruce semafórico.....	42
Figura 3.4 Cruce no semafórico.....	42
Figura 3.5: Trama urbana con valores de gastos energéticos	49
Figura 3.6: Ruta peatonal alrededor de la estación en estudio.....	51
Figura 3.7: Diagrama de flujo del Primer Algoritmo para una ruta.....	53
Figura 3.8: Trama peatonal con nodos enumerados	55

Figura 3.9: Diagrama de flujo del Segundo Algoritmo 57

Figura 3.10: Área de influencia peatonal alrededor de una estación de transporte público 58

Capítulo 4

Figura 4.1: Paraderos del Servicio 201- Corredor Rojo Lima 60

Figura 4.2: Entrada a Centro Empresarial Real – Av. Víctor Andrés Belaunde 61

Figura 4.3: Vegetación en calles aledañas a Estación “Las Palmeras”: a) Calle Las Palmeras,
b) Av. Víctor Andrés Belaunde, c) Calle Choquehuanca 62

Figura 4.4: Plano de los distritos de San Isidro, Jesús María y Lince 63

Figura 4.5: a) Diagrama de Flujo de Cálculo de promedio de Velocidad de Marcha b) Diagrama
de flujo de Cálculo de Gasto Energético Máximo Promedio 65

Figura 4.6: Diagrama de flujo de aplicación de método 66

Figura 4.7 : Voluntario 8 - Ruta N° 1 69

Figura 4.8 : Voluntario 8 - Ruta N° 2 71

Figura 4.9: Interfaz de uso del código computacional 72

Figura 4.10: Interfaz de ingreso de datos a código computacional 73

Figura 4.11: Definición de nodo origen y gasto energético máximo en código computacional
..... 74

Figura 4.12: Datos de salida de código computacional: Nodos límite 74

Figura 4.13: Datos de salida de código computacional: Nodos fuera del área de influencia peatonal.....	75
Figura 4.14: Área de Influencia Peatonal alrededor del paradero “Las Palmeras”	76
Figura 4.15: Resultado de Área de Influencia Peatonal de Algoritmo 1 y Algoritmo 2.....	77
Figura 4.16: Comparación de gasto energético en dos rutas para cada voluntario.....	79
Figura 4.17: Gasto energético máximo vs edad.....	80
Figura 4.18: Gasto energético máximo – Comparación por género	81
Figura 4.19: Gasto energético máximo vs peso del peatón	82
Figura 4.20: Área de influencia peatonal –“Estación Las Palmeras”- Método propuesto vs Método de la Distancia Euclídea	83
Figura 4.21: Sectores en el área de influencia peatonal.....	84
Figura 4.22: Zonas de análisis en el área de influencia peatonal.....	85
Figura 4.23: Avenida Arequipa- Barandas	86
Figura 4.24: Trazo de rutas a nodos límite en zona 2	86
Figura 4.25: Área de influencia peatonal del paradero “Las Palmeras” vs gasto energético máximo	88
Figura 4.26: Área de influencia peatonal del paradero “Las Palmeras” para 49.8; 40 y 30 Kcal de gasto energético máximo.....	89

Figura 4.27: Área de influencia peatonal de diferentes puntos de origen con 40 Kcal de gasto energético máximo..... 91

Figura 4.28: Área de influencia peatonal del paradero “Las Palmeras”- Efecto de escaleras peatonales en la Av. Javier Prado 93

Figura 4.29: Zona afectada del área influencia peatonal del paradero “Las Palmeras”- Efecto de escaleras peatonales en la Av. Javier Prado 94



ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 2

Tabla 2.1. Características de las etapas del desarrollo urbano.....	9
Tabla 2.2: Jerarquía de prioridades en el enfoque de movilidad sostenible	12
Tabla 2.3: Nivel de servicio para veredas y senderos peatonales.	15
Tabla 2.4: Nivel de Servicio de Cruces Petonales	17
Tabla 2.5 :Muertes peatonales con o sin puentes peatonales.....	19

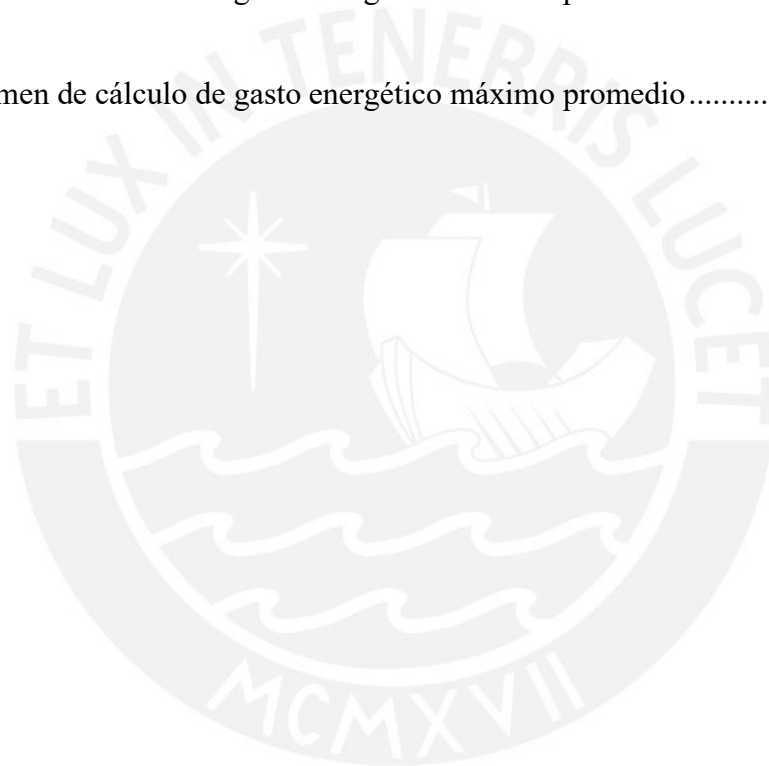
Capítulo 3

Tabla 3.1: Recolección de datos- longitud y pendientes de los tramos peatonales	40
Tabla 3.2: Recolección de características de las rutas peatonales	43
Tabla 3.3: Cálculo de gasto energético en los tramos peatonales.....	46
Tabla 3.4: Cálculo de gasto energético en los cruces no semaforizados	47
Tabla 3.5: Cálculo de gasto energético en los cruces semaforizados	48
Tabla 3.6: Proceso iterativo para definir límite de rutas peatonales	51

Capítulo 4

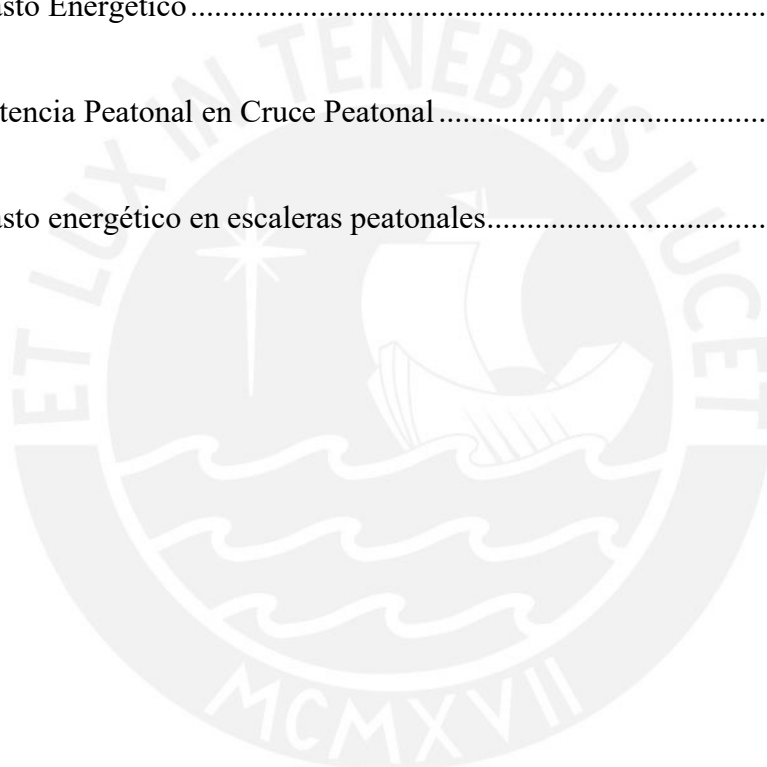
Tabla 4.1: Resumen velocidad de marcha de voluntarios.....	67
Tabla 4.2: Cálculo del gasto energía en los tramos peatonales- Voluntario 8- n=1, Carga del peatón= 0 kg -Velocidad = 1.5 m/s.....	69

Tabla 4.3: Cálculo del gasto energía en los cruces peatonales - Voluntario 8- n=1, Carga del peatón= 0 kg - Velocidad = 1.5 m/s.....	70
Tabla 4.4: Resumen de cálculo de gasto energético máximo promedio.....	71
Tabla 4.5: Resultados del análisis de gasto energético máximo.....	78
Tabla 4.6: Resumen de área de influencia peatonal Estación “Las Palmeras”.....	82
Tabla 4.7: Resumen de cálculo de gasto energético máximo promedio.....	87
Tabla 4.8: Resumen de cálculo de gasto energético máximo promedio.....	90



ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 – Velocidad de marcha.....	43
Ecuación 2 – Tiempo transcurrido.....	44
Ecuación 3 – Potencia Peatonal	44
Ecuación 4 – Gasto Energético	45
Ecuación 5 – Potencia Peatonal en Cruce Peatonal	46
Ecuación 6 – Gasto energético en escaleras peatonales.....	48



Capítulo 1: Introducción

El diseño actual de las ciudades busca cada vez más considerar la planificación de la ciudad tomando en cuenta a todos los tipos de desplazamiento de las personas. Este tipo de enfoque es llamado “Movilidad” y adicionalmente a él se atañe el término “Sostenible” que hace referencia a la búsqueda de la promoción de medios de transportes que no contaminen el medio ambiente y provengan de energías renovables.

Entonces, en este nuevo enfoque de “Movilidad Sostenible” el análisis de medios de transporte cómo la caminata se vuelve de vital importancia. Bajo ese marco surge el concepto del área de influencia peatonal de las estaciones de transporte público. La cual está definida por la distancia que el peatón está dispuesto a recorrer para llegar a la estación de transporte público desde su destino final o viceversa. Definir el área de influencia peatonal de las estaciones de transporte público es importante para el planeamiento, modelación, diseño y evaluación del sistema de movilidad sostenible.

Así, la presente investigación busca contribuir a los estudios acerca del área de influencia peatonal y su relación con el enfoque de movilidad sostenible. Adicionalmente, se busca definir un método que permita delimitar el área de influencia peatonal basado en el gasto energético.

Para lograr dichos fines, la investigación se desarrollará en 4 etapas. En la primera se busca abarcar la revisión de la bibliografía y marco teórico, En esta etapa se abarcan los estudios realizados previos a este. También se busca describir las aplicaciones del área de influencia peatonal dentro del marco de movilidad sostenible. Finalmente, se busca definir conceptos que serán de utilidad en el desarrollo del método para definir el área de influencia peatonal.

A partir de la segunda etapa, se comienza a definir, aplicar y analizar un método basado en el gasto energético para delimitar el área de influencia peatonal. En la tercera etapa, se describe el método planteado a detalle. Es decir, se definen los parámetros considerados y procedimientos a seguir para aplicar el método. El método luego de ser definido a detalle es aplicado en una estación de transporte público en Lima-Perú; a este procedimiento se le asigna el nombre de tercera etapa. Finalmente, en la última etapa se exponen las conclusiones y recomendaciones acerca de los resultados de la aplicación del método y en general del desarrollo de la investigación.

1.1. Antecedentes

El concepto de área de influencia peatonal es definido por el máximo viaje que realiza un peatón para acceder a las estaciones de transporte público o para llegar a su destino a partir de la estación de bus. Existen diversas investigaciones que describen factores que afectan el comportamiento del peatón en la decisión de realizar el viaje.

Por un lado, el comportamiento del peatón y la decisión de realizar un viaje o no hacia una estación de transporte público se ven influenciados por diversos factores del entorno de la vía peatonal (Cervero & Duncan, 2003). Dentro de los cuales muchos han sido estudiados; tales como, un clima favorable, la topografía del terreno (Hiroyuki & Tingstrom, 2014), la percepción de la seguridad en la ruta (Carrl & Tingstrom, 2010), la buena conexión de las rutas peatonales, el tráfico vehicular existente alrededor de la ruta (Cervero & Duncan, 2003) y la presencia de vegetación a lo largo de la ruta (Pearlmutter et al., 2006).

Por otro lado, existen investigaciones empíricas que identifican factores individuales que afectan los factores tales como el género, la capacidad económica, la disposición de un vehículo

privado. Sin embargo, algunas características como la ocupación, el género y la edad resultaron factores no significantes.(Jiang et al., 2012).

A pesar de que existen factores tanto del entorno cómo características individuales que afectan el viaje del peatón y en consecuencia el área de influencia, muchas investigaciones intentan definir métodos para definir el área de influencia peatonal.

El método más simple es el de la distancia euclídea alrededor de la estación de bus *“Comúnmente el área de influencia es definida por una determinada distancia determinada (400-m) alrededor de las estaciones de bus o tren”*(Zhao et al., 2003). Sin embargo, luego del estudio realizado por los Zhao y coinvestigadores encontraron que más de 0.5 millas de una parada de tránsito, el uso del tránsito disminuye a 3%. Ese resultado sugiere que se puede usar 0.5 millas (800 m) como límite superior del área de influencia peatonal. (Zhao et al., 2003)

Aunque el enfoque del buffer circular es una forma bastante buena de examinar las áreas de influencia para las paradas, tiene una debilidad. El método no tiene en cuenta las paradas del entorno geográfico. Con frecuencia, la distancia recorrida real desde un lugar determinado hasta una parada es algo más larga que la distancia euclidiana directa. (Landex et al., 2006).

Debido a las debilidades del método anterior O'Neill desarrolló un método que toma en cuenta la red de las vías peatonales. En este método se mide la distancia por el largo de las calles y delimitó el área de influencia usando una distancia de 0.25 millas equivalente a la suma de las distancias de las calles del recorrido peatonal.(O'Neill et al., 1992)

Karina Macías (2016) propone tres métodos alternativos para el cálculo del área de influencia basados en el concepto de gasto energético máximo. El primero toma en cuenta la pendiente de las calles y calcula el gasto energético por calle. El segundo considera los tiempos perdidos

en los cruceros peatonales y el tercero incluye ambos factores. Macías considera 105.836 Joules cómo el gasto energético máximo basado en el equivalente a un recorrido de 0.8 Km. Cómo cada método incluye más impedancias en las rutas peatonales, se observa que el tercer método refleja un área de influencia menor a lo obtenido por los otros métodos.

Además, existen diversos estudios que reflejan que los peatones buscan disminuir la energía a usar en los viajes peatonales. Así, en Singapur se realizó una encuesta para identificar los patrones de transporte peatonal. En esta investigación Olszewski & Wibowo concluyen que el número de pasos en tramos empinados disminuye la propabilidad que los peatones decidan caminar hacia una estación de transporte público (Olszewski & Wibowo, 2005).

1.2.Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Determinar el Área de Influencia Peatonal de una estación de transporte público, mediante un método empírico simple, que permita una implementación directa en el diseño de la localización de paraderos y la evaluación de las rutas peatonales.

1.2.2. Objetivos específicos

- Definir un método para determinar el Área de Influencia Peatonal, que considera las impedancias que se presentan en las rutas peatonales, las pendientes de las cuadras en la ruta, la velocidad, y el gasto energético del peatón
- Determinar la velocidad promedio de los peatones que se dirigen a una estación de transporte público

- Determinar el gasto energético máximo que está dispuesto a recorrer un peatón promedio (18-50 años)
- Codificar en el lenguaje Python el método para determinar el Área de Influencia Peatonal y verificar su efectividad
- Aplicar el método planteado en el paradero “Las Palmeras” del Servicio 201 del “Corredor Rojo” de la ciudad de Lima

1.3. Justificación e Hipótesis

1.3.1 Justificación

Definir el área de influencia peatonal de las estaciones de transporte público es importante para el planeamiento, modelación, diseño y evaluación del sistema de movilidad sostenible. Así, por ejemplo: contribuye al desarrollo del transporte multimodal, ayuda a descongestionar los nodos de tráfico y permite identificar zonas poco accesibles.

El desarrollo del transporte multimodal busca fomentar el acceso al transporte público mediante medios de transporte como las caminatas o el uso de bicicletas. Para ello, es necesario generar una distribución correcta de las estaciones de transporte; de tal manera que, todos los lugares de la ciudad posean una estación de transporte de fácil acceso. Esto es posible con el estudio del área de influencia peatonal pues permite conocer las zonas que origen o destino de un viaje peatonal a la estación.

Además, el estudio del área de influencia ideal permite reconocer hasta dónde están dispuestos a caminar los peatones. Con esta información será posible limitar el acceso de los vehículos privados en las zonas de mayor congestión pues las personas estarán dispuestas a transitar a

pie esa distancia. De esta manera, el número de vehículos disminuirá y se disminuirá la congestión de los nodos.

Por último, en la representación gráfica del área de influencia peatonal se pueden reconocer las zonas más angostas. Esas zonas representan la existencia de lugares que a pesar de ser cercanos a la estación quedan fuera de su área de influencia. Esto debido a problemas de accesibilidad en las rutas que se dirigen hacia esas zonas. Así identificarlas es el primer paso para solucionar las impedancias de las rutas y así ampliar el área de influencia peatonal de cada estación. Lograr dicha ampliación significaría un incremento en los viajes peatonales para el uso del transporte público y se disminuiría el uso de rutas alternas con formas de transporte no sostenibles como los autos propios, taxis, combis, etc.

1.3.2 Hipótesis

La propuesta de determinación del área de influencia peatonal a partir del gasto energético permite definir en un plano el límite máximo de desplazamientos peatonales alrededor de una estación de transporte público.

Capítulo 2: Revisión de la literatura

En este capítulo se muestra el desarrollo de conceptos importantes en el área de transporte como la movilidad y accesibilidad sostenibles y cómo estas interactúan con el área de influencia peatonal. Además, se abarca todos los conceptos necesarios para analizar esta interacción.

En 2.1 se define el concepto de la movilidad y accesibilidad sostenibles partiendo desde la evolución de los enfoques para llegar a este.

Luego, se presenta al peatón que es el sujeto de estudio para accesibilidad sostenible y el análisis del área de influencia peatonal (AIP). Existen dos tipos de AIP: real e ideal; los cuales son descritos la tercera parte de este capítulo.

El estudio del área de influencia peatonal es una herramienta que permite mejorar tanto la movilidad como la accesibilidad sostenible. Por un lado, el área de influencia peatonal permite medir la accesibilidad de los tramos peatonales alrededor de una estación de transporte público. Así, si las rutas peatonales muestran impedancias que impiden o complican el acceso de los peatones a estas, los peatones recorrerán menores distancias pues las impedancias significarán mayor esfuerzo para ellos. Es decir, el área de influencia será menor cuando las rutas peatonales no son muy accesibles para los peatones.

Por otro lado, el análisis del AIP ayuda a promover la movilidad sostenible pues es una herramienta que promueve la reducción de las necesidades de viaje, promueve el transporte público y el transporte intermodal. Además, permite el estudio de las ubicaciones óptimas de las instituciones con mayor demanda de peatones para así reducir las necesidades de viaje. Permite diseñar de manera óptima la distribución de las estaciones de transporte público, lo

cual mejora la calidad de este y promueve su uso. Además, fruto de que permite medir y mejorar la accesibilidad de las rutas peatonales y a la vez sirve como herramienta para incrementar la calidad del transporte público, el estudio del AIP permite promover el transporte intermodal.

Luego, en los títulos cinco y seis se presenta un resumen de estudios previos acerca de los factores que influyen en la definición del AIP y los diversos métodos que han sido planteados para el cálculo del AIP. Dentro de estos métodos, existen dos conceptos importantes: el gasto energético y la velocidad del peatón. Estos conceptos son descritos en la parte final del capítulo.

2.1.Movilidad y accesibilidad

El presente título tiene como objetivo comprender la evolución del planeamiento urbano en base a su evolución en base a su enfoque. Comenzará por el enfoque en el tráfico, luego el enfoque en el transporte público para llegar al concepto de movilidad que se complementa con la sostenibilidad. (Dextre & Avellaneda, 2014)

2.1.1. Del tráfico a la movilidad

La evolución del desarrollo urbano presentadas líneas arriba implica un cambio por etapas que se diferencian por el objeto y sujeto de estudio. Así, se pasó de enfocar los intereses en el tráfico y la capacidad vial (primera etapa) para enfocarse por los desplazamientos de las personas en sistemas masivos de transporte público urbano (segunda etapa). Después, los estudios han evolucionado para enfocar las preocupaciones en la movilidad de aquellos los segmentos más vulnerables (tercera etapa). Recientemente, los estudios se han enfocado al desplazamiento de las personas más vulnerables(movilidad) con sus consecuencias ambientales para llegar al concepto de movilidad sostenible.(Guerra, 2016)

Tabla 2.1. Características de las etapas del desarrollo urbano

<i>ETAPA</i>	<i>ÉNFASIS</i>	<i>ESTRATEGIA</i>
1	Tráfico	Capacidad Vial
2	Transporte Público	Prioridad al transporte público
3	Movilidad	Movilidad a todos los usuarios
4	Movilidad Sostenible	Accesibilidad sostenible

Fuente: (Dextre & Avellaneda, 2014)

En la primera etapa el enfoque fue hacia el tránsito, el cuál ha sido por largos años la disciplina encargada del diseño de ciudades. El objetivo del tránsito es la circulación segura y eficiente de peatones y vehículos (Radelat, 2003). Por ello, su objeto de estudio son los vehículos motorizados y tiene como fin adecuar el espacio urbano para que facilitar el tránsito de estos. Es decir, el diseño urbano se orienta a la óptima circulación de autos.

Este enfoque del diseño urbano ha provocado que se construya infraestructura orientada a satisfacer el crecimiento del parque automotor. Sin embargo, las evidencias reflejan que estas medidas no cumplen con su finalidad, descongestionar las vías y reducir tiempos de viaje. Además, estructuras como autopistas, puentes peatonales o pasos a desnivel generan segregación en las personas y limitan sus actividades. Este problema se ve reflejado en la siguiente analogía:

“Combatir la congestión aumentando la infraestructura para los automóviles es como querer apagar un incendio echando gasolina”.(Peñalosa, 2001)

Con el paso del tiempo, el sentido de la eficiencia del transporte cambió de ser el número de

vehículos movilizados a el número de personas transportadas y esto se logra con el uso de transporte masivo. Bajo este concepto, en la segunda etapa el enfoque se redirige hacia el transporte público y los objetos de estudio son los medios de transporte, los cuales pueden ser de diferentes tipos como los autos particulares, buses, tranvías, ferrocarriles, entre otros.

Este segundo enfoque destina el diseño urbano a una infraestructura urbana especial para el transporte público que la separa de las vías comunes y busca una menor congestión. Además de esto, se diseñan distintos medios de transporte público masivo de acuerdo con la capacidad de transporte de personas. Así para una capacidad de nueve mil personas por hora, en Ecuador se diseñó el Trolébus de Quito y para demandas de hasta once mil quinientas personas por hora se diseñaron tranvías. Cuando la demanda alcanza las treinta mil personas por hora, se opta por un sistema de buses de tránsito rápido (BRT por sus siglas en inglés: Bus Rapid Transit) con carriles exclusivos, como El Metropolitano de Lima. Y si el número de personas transportadas por hora supera las cuarenta mil es necesario un sistema de metro. (Dextre & Avellaneda, 2014)

A pesar de que el transporte público masivo es fundamental para satisfacer las necesidades de desplazamiento, en el enfoque del transporte público las distancias de viaje no son consideradas y permanecen iguales. Entonces, al disminuir el tiempo de viaje las actividades de las personas serán construidas cada vez más lejos y se volverá al problema inicial.

Los dos enfoques expuestos se orientan hacia el medio de transporte que utilizan las personas y no consideran sus características ni sus formas propias de movimiento. Así surge el concepto de movilidad que no solo considera el medio de transporte pues tiene como objeto de estudio a todas las formas o manifestaciones de los desplazamientos de las personas. (Avellaneda, 2008)

A lo largo de las descripciones anteriores se mencionó el objeto de estudio de cada etapa; sin embargo, el sujeto de estudio también cambia. Para el enfoque de tránsito, los sujetos de estudio son los conductores de los vehículos. Para el caso del transporte, son únicamente los usuarios de los medios de transporte sólo cuando se encuentran en un medio de transporte público. Sin embargo, para la movilidad, el sujeto de estudio es la diversidad de colectivos de personas que se movilizan, las que presentan características diferentes que determinan su forma de desplazamiento (Sanz Alduán, 2005).

2.1.2. Movilidad y accesibilidad sostenible

La movilidad amplía el enfoque del estudio del transporte urbano y no solo se centra en la circulación de vehículos motorizados, sino que se enfoca en el desplazamiento total de todos los usuarios (Sanz, 2010). Así, incluye todo tipo de desplazamientos, como caminar, usar la bicicleta, las sillas de ruedas, motos, etc.

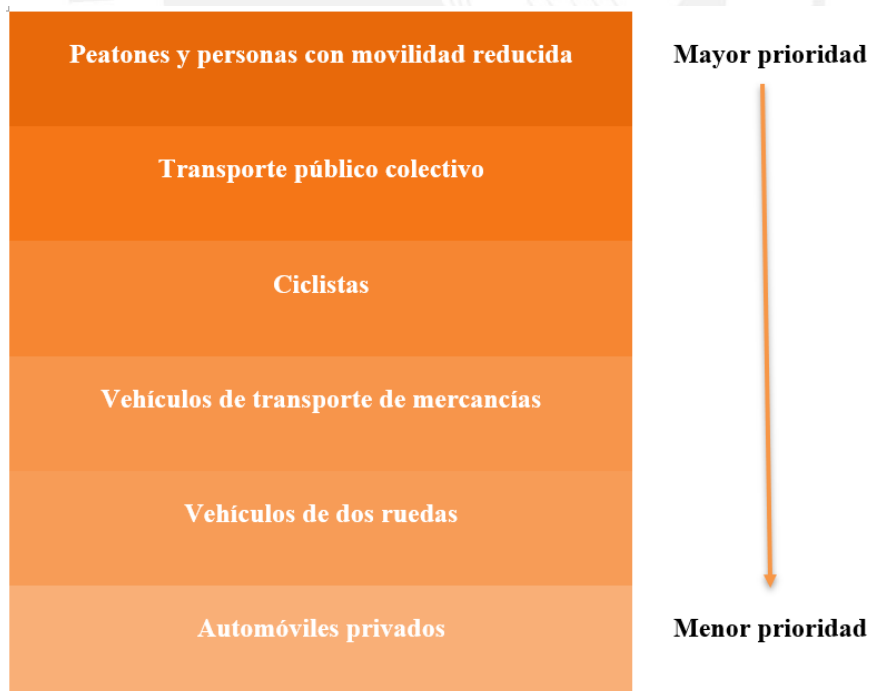
Por ello, su sujeto de estudio incluye a todos los colectivos de personas considerando principalmente a los más vulnerables. De esta manera, se busca diseñar la ciudad para el usuario más vulnerable para Tonucci la ciudad debe ser diseñada para los niños. De esta manera, si ellos pueden utilizar la ciudad de manera segura y cómoda entonces cualquier otro usuario debe poder hacerlo (Tonucci, 2004). Análogamente, Tyler propone basarse en las necesidades de los discapacitados para garantizar que todos los usuarios puedan desplazarse de forma cómoda y segura (Tyler, 2002).

La planificación urbana además debe considerar el impacto ambiental que nace por el transporte urbano. Así la sostenibilidad, concepto que refiere al impacto ambiental y socioeconómico de las actividades humanas se añade a la movilidad para formar el concepto de movilidad sostenible (Sanz, 2010).

La movilidad sostenible no solo se ocupa del movimiento de las personas sino también de las consecuencias de este al medio, tanto ambientales como sociales. Este nuevo enfoque considera las consecuencias ambientales como la contaminación atmosférica y acústica, la ocupación del suelo, generación de residuos, entre otros. Además se preocupa de la parte social, así busca la equidad “...considerando todos los colectivos involucrados, resaltando las necesidades específicas de cada uno, mujeres, niños, personas con discapacidad, personas mayores, inmigrantes de culturas diversas, pasajeros de automóviles, etc.” (Dextre & Avellaneda, 2014).

Así, el objetivo prioritario se convierte en la seguridad de todos los usuarios. Para lograr esto Dextre y Avellaneda proponen un nuevo orden de prioridades para el enfoque de la movilidad sostenible mostrado en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Jerarquía de prioridades en el enfoque de movilidad sostenible



Fuente: (Dextre & Avellaneda, 2014)

Como se puede observar bajo este enfoque *“como norma general, los desplazamientos no motorizados (caminata y bicicleta) deben tener prioridad sobre los desplazamientos motorizados en el interior de áreas urbanas. Además, entre los desplazamientos motorizados, el transporte público debe tener prioridad sobre el transporte privado* (Dextre & Avellaneda, 2014).

Para lograr los objetivos definidos en el párrafo anterior se deben concretar diversas líneas de acción entre las cuales se encuentran las acciones para promover la caminata y las acciones sobre el transporte público (Dextre & Avellaneda, 2014).

Dentro de la promoción de la caminata se encuentran medidas como mejorar la accesibilidad de las rutas eliminando las barreras arquitectónicas y aumentar la superficie viaria destinada al peatón. Mientras que por el lado de las acciones sobre el transporte público se encuentra la mejora del sistema de transporte público e impulsar que los usuarios lo vean como el medio más eficiente para distancias largas. Además, se debe mejorar la accesibilidad de las rutas, estaciones y las propias unidades de transporte público. En suma, el sistema debe contar con buena cobertura territorial y tener una función integrada desde el punto de vista físico, intermodal y tarifario (Dextre & Avellaneda, 2014).

En conclusión, el nuevo enfoque de la movilidad sostenible busca reducir el uso del auto particular mediante la impulsión de las caminatas y el uso de bicicletas para distancias cortas; mientras que, para distancias largas incentiva el uso del transporte público. Para ello se deben mejorar la calidad de las rutas peatonales y el sistema de transporte público. Bajo este marco, surge el concepto del área de influencia peatonal de una estación de transporte público. El cual es una herramienta que permite mejorar la calidad de las rutas peatonales identificando las impedancias en ellas y permite optimizar el diseño del sistema de transporte público mediante

la mejora de la distribución de las estaciones. Pues además de mejorar la calidad del transporte se debe aumentar la calidad del entorno que rodea a los peatones en el desplazamiento hacia las estaciones de transporte. (O'Sullivan & Morrall, 1996)

2.2. Comportamiento del peatón

Se busca detallar las actitudes de los peatones a lo largo de su recorrido por sus rutas. Así, se estudia el comportamiento que tienen en cada tramo de su recorrido, su accionar al momento de cruzar las intersecciones y en los puentes peatonales.

2.2.1. En un tramo peatonal

La elección de la ruta por parte del peatón se basa en sus capacidades físicas y sus preferencias, las cuales son: realizar menor esfuerzo, menor tiempo de viaje y/o tener mayor seguridad. De estas tres características tanto la búsqueda de menor tiempo de viaje y esfuerzo realizado son factibles y pueden ser medidos. Para medir el menor tiempo de viaje se puede optar por medir el Nivel de Servicio de los tramos peatonales (P. L.O.S).

El P.L.O.S (Pedestrian Level Of Service), es el parámetro que permite clasificar la calidad del flujo en una infraestructura peatonal. El cual se basa en tres criterios relacionados:

- *Velocidad: Es el promedio de la velocidad de caminata del peatón en un tramo y se expresa en metros por segundo.*
- *Densidad: Es el número promedio de peatones por metro cuadrado que pueden entrar en el tramo.*
- *Volumen: Flujo promedio por ancho efectivo de la infraestructura. el ancho efectivo de la vereda es la diferencia entre el ancho total de la misma y el ancho requerido por todos los elementos urbanos*

El nivel de servicio se clasifica de acuerdo con el tipo de flujo: flujo continuo y flujo discontinuo. Los tramos peatonales en la acera que sean lineales y continuos son clasificados como “Flujos continuos “. Mientras que, el tipo de flujo en los cruces semaforizados es clasificado como “Flujo discontinuo” y será abarcado en el siguiente apartado.

Los flujos continuos el nivel de servicio se clasifica de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.3: Nivel de servicio para veredas y senderos peatonales.

NIVEL DE SERVICIO	Espacio (m ² / peatón)	Volumen (peatón/min. /m)	Velocidad (m/s)	v/c
A	< 5.6	< 16	> 1.30	< 0.21
B	> 3.7 – 5.6	> 16 - 23	> 1.27 – 1.30	0.21 – 0.31
C	> 2.2 – 3.7	> 23 -33	> 1.22 – 1.27	> 0.31 – 0.44
D	> 1.4 – 2.2	> 33 - 49	> 1.14 – 1.22	> 0.44 – 0.65
E	> 0.75 – 1.4	> 49 – 75	> 0.75 – 1.14	0.65 – 1.00
F	< 0.75	Variable	< 0.75	Variable

Fuente (Instituto de Desarrollo Urbano, 2008)

2.2.2. En una intersección

En las zonas urbanas las calles son diseñadas en su mayoría para ser transitadas por los vehículos y peatones. A lo largo de los tramos estos se desplazan por separado y no se ven obligados a interactuar. Sin embargo, en el cruce vías los peatones se ven obligados a interactuar con los vehículos y toman el papel más vulnerable de este contexto.

En el presente apartado se analizará principalmente dos características del comportamiento peatonal en una intersección : la velocidad de cruce y el tiempo de espera. Estas características son puntos de partida para la estimación del gasto energético mediante el método planteado en el capítulo 3. En el cual se plantea una fórmula para el cálculo de la potencia energética que considera a la velocidad del peatón como variable para luego al combinar la potencia y el tiempo obtener el gasto energético.

La velocidad de preferencia de cada usuario se ve influenciada por su nivel de comodidad, sus habilidades, sus metas y su necesidad de llegar a su destino (Strawderman et al., 2010). Además, en los cruces los peatones mantienen su velocidad pues evitan desviarse de su velocidad estándar a menos que condiciones externas lo fueren a hacerlo (Helbing & Molnar, 1998). Cabe mencionar también que las velocidades de desplazamiento decrecen de manera no lineal cuando la densidad peatonal en las vías aumenta (Daamen & Hoogendoorn, 2003). En suma, los peatones, se desplazan en los cruces con su velocidad habitual salvo condiciones extremas o si la densidad de peatones es tal que limita su velocidad.

El tiempo de espera se define como el momento que el peatón se detiene antes de cruzar una vía. Esta característica define el Nivel de servicio de los cruces y se clasifica de acuerdo con la Tabla 2.4. Esta clasificación va de acorde al método de gasto energético, pues mientras menos sea el tiempo de espera, menor será el gasto de energía y en consecuencia el peatón optará por esa ruta. Así, podemos concluir que a mayor nivel de servicio de los cruces peatonales mayor será la calidad de la ruta en el marco de la idea que el peatón opta por las rutas de menor gasto energético.

Tabla 2.4: Nivel de Servicio de Cruces Peatonales

NIVEL DE SERVICIO	Tiempo de espera Peatonal (s/peatón)
A	< 10
B	10 - 20
C	20 – 30
D	30 – 40
E	40 - 60
F	> 60

Fuente (Instituto de Desarrollo Urbano, 2008)

Adicionalmente, el comportamiento del peatón se diferenciará respecto al tipo de cruces: semaforizados y no semaforizados. Estos comportamientos afectan principalmente al tiempo de espera de cruce y en consecuencia son considerados para el cálculo del gasto de energía en los cruces peatonales.

a) Cruces no semaforizados

Respecto al tiempo de espera se observa que cuando un peatón se enfrenta a una intersección sin presencia de semáforos el tiempo de espera es reducido y la tendencia a no esperar se incrementa. (Trujillo, 2015). Así, en los cruces de peatones señalizados, Geruschat encontró que los peatones pasaron el 13% de su tiempo de cruce revisando las direcciones izquierda y derecha. (Geruschat et al., 2003). Como comparación, Zhuang y Wu encontraron que en el caso de cruces no señalizados los peatones invierten un 60 % del tiempo de cruce revisando ambas direcciones antes de cruzar (Zhuang & Wu, 2013).

Además, la tendencia a observar a otros peatones se vuelve considerable en este tipo de intersecciones siendo las mujeres los peatones con más tendencia a hacerlo (Torquato, 2011)

b) Cruces semaforizados

Respecto al tiempo de espera la probabilidad de espera aumenta cuando el peatón llega a una intersección semaforizada. Debido a las restricciones que generan los ciclos del semáforo. Así frente a los ciclos, la mayoría de los usuarios espera hasta el cambio del semáforo al verde peatonal. Sin embargo, la probabilidad de cruce en rojo es superior a la del cruce en ámbar. Adicionalmente, si se refiere a intervalos, los primeros 10 segundos de verde son en los que más se cruza (Rosenbloom, 2009).

Además, cabe resaltar que Un número considerable de peatones presta mayor atención a los vehículos que al semáforo. Entonces los peatones se ven influenciados principalmente por lo que observan realmente y no confían en el respeto de los conductores a las reglas de tránsito (Torquato, 2011).

2.2.3. En los “puentes peatonales”

En ciudades donde el diseño de la infraestructura vial se realiza para aumentar la capacidad de circulación de los vehículos es común encontrar infraestructuras que obligan al peatón a realizar un mayor esfuerzo físico como los puentes peatonales. Los cuales son diseñados para aparentemente dar seguridad a los peatones. Sin embargo, fuentes demuestran que el porcentaje de muertes de peatones es 5 a 10 veces mayor en aquellas ciudades con puentes peatonales respecto a las que prescindan de ellos en zonas urbanas. (Dextre & Avellaneda, 2014)

Tabla 2.5 :Muertes peatonales con o sin puentes peatonales

Ciudad	Muertes Peonales / 100,000 Habitantes	Puentes
Londres	1.9	No
New York City	2.2	No
Singapur	2.8	Algunos
Sao Paulo	3.5	Algunos
Hong Kong	3.8	Algunos
Bogotá	5.7	Algunos
Lima (*)	8.8	Algunos
México City	15.4	Sí
Capetown	19.4	Sí

(*) Valor estimado por J. C. Dextre

Fuente: (King, 2006)- (Dextre & Avellaneda, 2014)

El comportamiento del peatón en este tipo de infraestructura se define principalmente por su decisión de usarlo o no. Así al respecto cuando un peatón se encuentra con un puente peatonal y tiene la opción de cruzar la vía a nivel de la calle, más del 50 % opta por la segunda opción(Hidalgo-Solórzano et al., 2010).A continuación se detallará por qué los peatones optan por usar o no un puente peatonal para cruzar una vía.

Por un lado, Echeverry e Hidalgo obtienen que los usuarios usan el puente peatonal principalmente porque cuidar su seguridad. Es decir, los usuarios dejan atrás al respeto de las normas cómo razón de uso de los puentes peatonales (Echeverry et al., 2005) (Hidalgo-Solórzano et al., 2010).

Por otro lado, los peatones no usan los puentes peatonales principalmente el gasto de energía (cansancio) que genera subir y bajar del puente, la falta de tiempo y el temor de robo (Arias Gallegos, 2012). Además, Echeverry encontró que la pereza, el afán, el temor a los delincuentes y el estado del puente se suman a las razones de no uso (Echeverry et al., 2005). En México, Hidalgo valora los motivos de no uso; entre los cuales se encuentran la inseguridad, el esfuerzo que implica usar el puente y la incapacidad de hacerlo. (Hidalgo-Solórzano et al., 2010). Entonces, de las tres investigaciones realizadas en Perú, Colombia y México respectivamente se puede concluir que las principales causas de que los peatones opten por no usar el puente peatonal es evitar realizar el esfuerzo que implica ascender y descender en el puente.

2.3. Área de influencia peatonal

El “área de influencia peatonal” representa el área geográfica ubicada en la vecindad de un paradero o estación de una ruta de transporte público dentro de la cual la mayoría de los usuarios puede llegar a pie. (Jiang et al., 2012) Es decir, esta área engloba la base de clientes del transporte público.

El área de influencia peatonal para el transporte público se puede definir como la vecindad de una parada o estación de una línea de transporte público. Además, esta área proviene la mayoría de los pasajeros que no se transfieren en la parada o estación en particular. De esta forma, el área de influencia se puede ver como la base de clientes para el transporte público. (Landex et al., 2006)

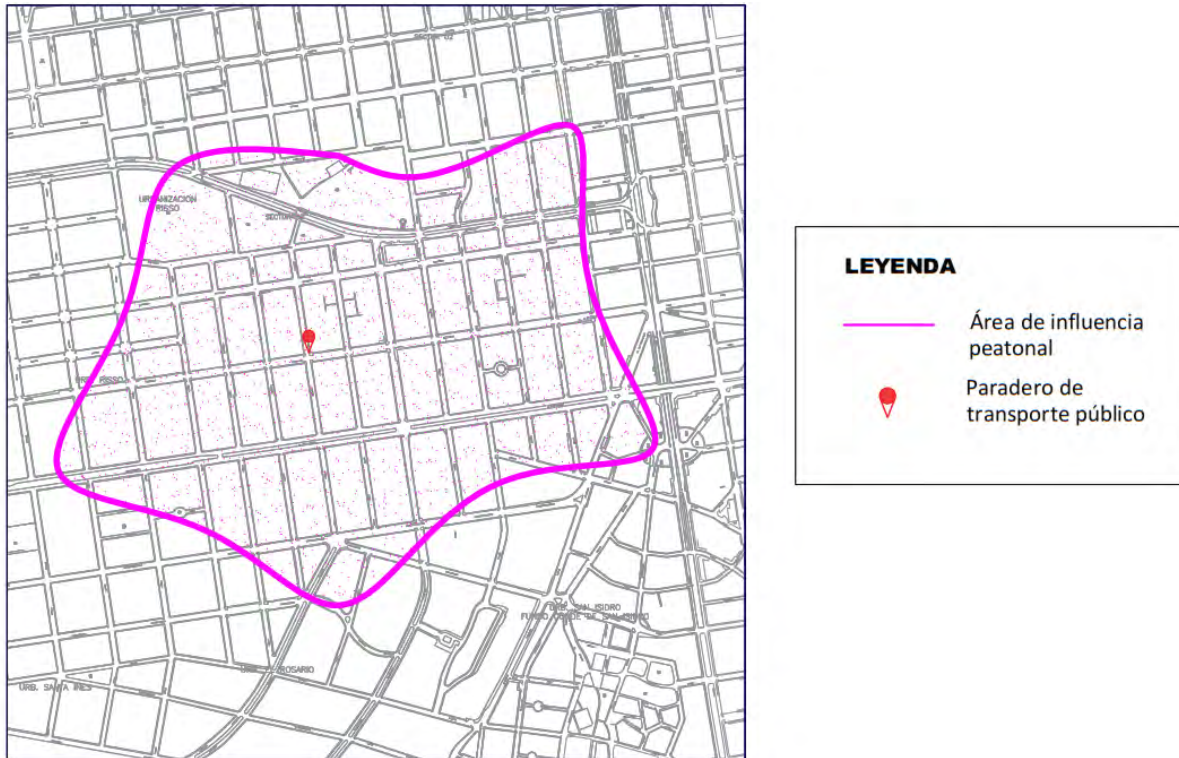


Figura 2.1: Área de influencia peatonal

Fuente: Elaboración propia

2.3.1. Área de influencia peatonal real

El área de influencia peatonal real se encuentra definida por la distancia que actualmente el peatón recorre para llegar a la estación de transporte público.

2.3.2. Área de influencia peatonal ideal

El área de influencia peatonal ideal se encuentra definida por la distancia que el peatón está dispuesto a recorrer para llegar a la estación de transporte público.

2.4. El área de influencia peatonal dentro de la movilidad y accesibilidad sostenible

En el presente capítulo se busca describir detalladamente la importancia de definir un área que limite el alcance del recorrido peatonal en las líneas de acción de la movilidad y accesibilidad sostenibles.

2.4.1. Accesibilidad peatonal

La movilidad sostenible busca promover la caminata como primera opción para los usuarios cuando recorran rutas cortas. Para ello existen múltiples medidas que mejoran la calidad de las rutas peatonales. Dichas medidas se resumen en la búsqueda de 5 características básicas que abarca la calidad de las rutas.

La primera característica la ruta peatonal debe estar “Conectada” que refiere a la característica de las rutas de permitir el acceso a destinos de interés como paraderos de buses, centros comerciales, mercados, etc. En esta medida, el área de influencia peatonal nos permite observar si las rutas peatonales abarcan un radio de acción hacia los puntos de interés mencionados. Por ejemplo, si se calcula el área de influencia peatonal alrededor de los centros comerciales, se podrá definir los lugares en los que los usuarios no estarán dispuestos a caminar hasta dicho punto de interés y optar por otro tipo de transporte. En suma, el área de influencia peatonal nos permite evaluar la conexión de las rutas con los puntos de interés de una ciudad.

Además, para que los usuarios opten por usarlas, las rutas deben ser “convenientes”; es decir, deberán ser la mejor opción para los usuarios. Las principales diferencias entre los peatones y los vehículos se ven reflejadas en los cruceros. Por ello, los peatones deberán percibir que lo más efectivo es usar las rutas peatonales. El área de influencia peatonal permite reconocer las zonas a las que se llega con mayor dificultad y las rutas asociadas a ellas. Tales rutas tienen

inconvenientes que en muchas ocasiones se tratan de la prevalencia de cruceos semaforizados con un tiempo de verde peatonal reducido.

Por último, la ruta debe ser “Confortable”; es decir, la ruta debe tener la infraestructura adecuada con el ancho de las rutas correcto, pendiente, diferenciación de las rutas para los automóviles y con una señalización correcta. De esta manera, la ruta permitirá no sentir riesgo de recorrerlas.

2.4.2. Reducción las necesidades de viaje

El segundo grupo de estrategias para promover el desarrollo sostenible se encuentran, la necesidad de reducir la necesidad de viajar. Debido a que si se reducen las necesidades de trasladarse largas distancias, la tasa de uso de vehículos motorizados disminuirá.

Para lograr el desarrollo de esta estrategia hace falta planificación del diseño y crecimiento de las ciudades. Bajo este marco surgen los conceptos de “ciudad compacta y diversa” y “ciudad policéntrica”.

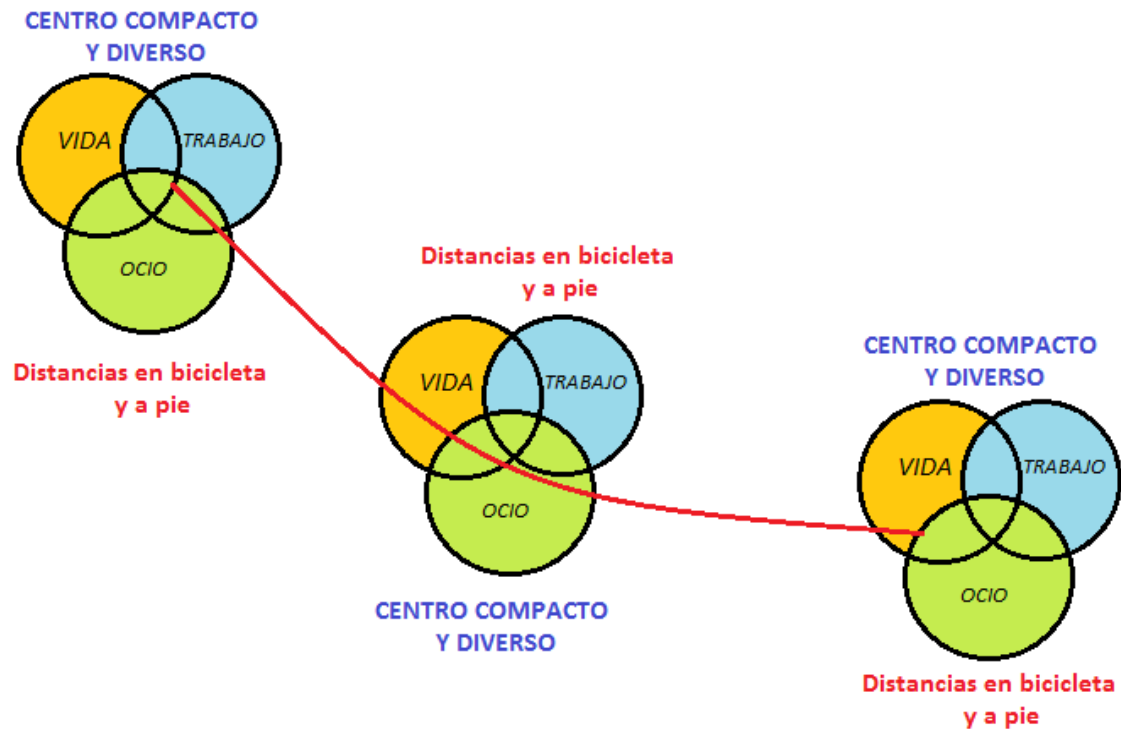


Figura 2.2 : Ciudades compactas y diversas- Ciudades policéntricas

Fuente: (Dextre & Avellaneda, 2014)

Una ciudad compacta y diversa es aquella que tiene un territorio que propicia la cercanía de los lugares de las principales actividades de los ciudadanos. Así, el lugar de los servicios, las zonas de ocio y centros laborales son planificados. Esto se realiza con el fin de que se encuentren a una distancia accesible de alcanzar en bicicleta o a pie.

Por otro lado, el término de ciudad policéntrica se refiere a aquel dónde las escuelas, hospitales, universidades, centros de entretenimiento, oficinas se encuentran concentradas en diversos puntos planificados. Es decir, que se tienen muchos centros compactos y diversos que permitan que las personas no tengan que realizar grandes desplazamientos.

Entonces, si se deben diseñar centros compactos y diversos con los principales centros de actividades de los ciudadanos que sean posibles de acceder a pie o con el uso de la bicicleta, ¿cómo se puede conocer la distancia límite de que estos centros de actividades de las zonas de

vivienda? La respuesta a esta incógnita es el concepto del área de influencia peatonal. Este permitirá conocer si son o no factibles las ubicaciones de los centros comerciales, hospitales, centros educativos, etc., bajo la intención de reducir las necesidades de viaje.

2.4.3. Promoción el uso del transporte público

Caminar o usar la bicicleta son los medios de transporte más eficientes para distancias cortas. Sin embargo, cuando existe la necesidad de realizar rutas largas, se presentan dos opciones para los usuarios: el transporte público y el transporte privado.

El transporte público es el medio más eficiente desde un punto de vista colectivo. En Lima, el 73.3% de las personas usa el transporte para ir a su trabajo, oficina o centro de estudio; sin embargo, de este porcentaje el 69% manifiesta que se encuentra insatisfecho con el servicio brindado. El auto propio es usado por un 9.4% (Observatorio Ciudadano Lima Cómo Vamos et al., 2016) y es la opción elegida para los usuarios que cuentan con él. Así, en el enfoque de la movilidad sostenible busca mantener a los usuarios del transporte público mejorando el grado de satisfacción de sus usuarios e incentivar que el otro grupo opte por transportarse en las redes del transporte público.

Para lograr ello, una de las principales estrategias a tomar es optimizar el alcance que tiene la ubicación de los paraderos de transporte público. Debido a que si este es ampliado mayor cantidad de personas tendrá en su decisión de movilidad diaria a la opción del transporte público. Para optimizar el alcance de las estaciones primero deberá evaluado. El área de influencia peatonal es una herramienta ideal para esta evaluación pues nos permite ubicar con claridad los problemas que generan que el alcance se reduzca. Además de ello, el área de influencia permite gestionar las mejoras a realizar en las rutas peatonales identificando los cambios a realizar que tengan mejor relación Costo-Beneficio.

En suma, para distancias largas el transporte público es el medio más eficiente y debe mejorar su calidad para ser la primera opción de los ciudadanos. Ampliar el alcance del servicio de transporte público es una de las principales estrategias a realizar. Dónde el área de influencia peatonal es de gran ayuda pues permite la evaluación del alcance cómo la posterior optimización de las rutas peatonales para aumentar el alcance del transporte público.

2.4.4. Promoción del transporte intermodal

El objetivo de las políticas públicas deberá ser el desarrollo de la intermodalidad del transporte. Es decir, promover el intercambio de medios de transporte para llegar a un destino. Así, por ejemplo, se busca que el usuario llegue a la estación de transporte público para luego hacer uso de él y finalmente manejar bicicleta hacia su destino.

Los desarrollos de estos intercambios de modalidad deben ser diseñados de acuerdo con el alcance de cada tipo de transporte. Así, por ejemplo, la ubicación de las estaciones de transporte público deberá ser planificadas en lugares donde el alcance hacia ellas a través de otros medios de transporte como la caminata o bicicleta sea el máximo posible. O como otro ejemplo, si luego de la evaluación del área de influencia peatonal de una zona que concentre muchos usuarios como las zonas de oficinas se observa que esta área no abarca ninguna estación de transporte público. Se deberá en ese caso rediseñar las estaciones existentes para acercar una hacia esa zona. Para que así, los usuarios opten por caminar para luego usar el sistema de transporte público.

En conclusión, el área de influencia peatonal permite el análisis de la distribución actual de los intercambios de modos de transporte y su posterior planificación. El análisis permite optimizar el diseño de las ciudades para promover el transporte intermodal y la planificación permite que el crecimiento sea adecuado de acuerdo con este enfoque.

2.5. Factores considerados en el área de influencia peatonal

Existen diversos factores que podrían influenciar en la decisión de un peatón a realizar un viaje con el fin de alcanzar una estación de transporte. Diversos autores analizaron una o varias características con el fin de resolver si estos tienen o no influencia importante en la decisión del peatón. A continuación, se presentan los factores que fueron determinados como influyentes divididos en dos grupos: los que son características propias del peatón y los que no dependen de los mismos.

2.5.1. Características personales

i) Género del peatón

Características como el género de los peatones no muestra ningún patrón o influencia en la decisión de realizar un viaje peatonal ni en la distancia de este. Tanto (Alshalalfah & Shalaby, 2007) en Toronto como (Wibowo & Chalermpong, 2007) en Bangkok coincidieron en sus resultados mostrando en ambos casos que el género del peatón no mostraba mayor relevancia.

ii) Posesión de vehículos

Las personas con disponibilidad de vehículos suelen tener, buscar y establecer sus hogares lejos de las estaciones de transporte público. Mientras que, para las que no cuentan con un vehículo disponible, la cercanía de su hogar a una estación de transporte público es un factor importante en la elección de la ubicación de su hogar. (Alshalalfah & Shalaby, 2007).

Sin embargo, si el caso es de posesión de vehículos el factor determinante en la decisión de usar vehículo para acceder a las estaciones de transporte en lugar de caminar es la facilidad de estacionamiento en la estación de estudio (Wibowo & Chalermpong, 2007).

iii) Edad del peatón

Se esperaría que los jóvenes caminen distancias mayores que los adultos o niños. Sin embargo, en Toronto Alshalalfah & Shalaby (2007) encontraron que la distancia de los viajes en promedio son similares. Es decir, la edad no es un factor que determina la distancia máxima que recorren los peatones para acceder al transporte público.

2.5.2. Características externas al peatón

i) Propósito del viaje

El propósito del viaje fue analizado por Alshalalfah & Shalaby (2007), donde analizó la proporción de viajes con fines de estudio y trabajo. Los resultados mostraron que ambos propósitos muestran la misma distancia máxima que recorren los peatones para alcanzar la estación de transporte.

Esta característica no influye en la decisión del peatón según los resultados de la investigación en Toronto (Alshalalfah & Shalaby, 2007) y no es considerada como factor para el método del gasto energético descrito en el capítulo 3. Sin embargo, para evitar una posible influencia de este factor en la aplicación del método del capítulo 4 se escogió una estación de bus rodeada de grandes edificios de oficinas y comerciales. De esta manera, se esperará que la mayor demanda de esa estación de bus representa a los trabajadores que se dirigen a su puesto de trabajo.

ii) Entorno de la ruta peatonal.

El entorno del recorrido que el peatón debe hacer es importante en su decisión. Este engloba diversos factores como la seguridad, los atractivos visuales en la ruta, la vegetación de la zona; entre otros.

En ese contexto existen dos zonas tipo que resultan atractivas e influyen en la decisión positiva del peatón para caminar hacia la estación de transporte por las rutas de esas zonas. El primer tipo de zonas son las de alto grado residencial del área y el segundo tipo incluye las zonas de alta densidad comercial.

Ambas rutas aparentan seguridad en la ruta pues la primera garantiza la quietud y vigilancia de la zona y la segunda la seguridad y gran número de personas que disminuye la probabilidad de ser víctima de la inseguridad. (Wibowo & Chalermpong, 2007). Es decir, la seguridad podría de una ruta puede ser considerada como la característica más influyente en la decisión del peatón de recorrer dicha ruta.

En suma, las investigaciones muestran que la seguridad del entorno de la ruta peatonal es un factor que influye en la decisión del peatón. Es decir, se espera que una estación de transporte público ubicado en una zona percibida como tranquila presente un área de influencia mayor a otra estación en una zona insegura. El método planteado en el capítulo 3 podría servir para probar si una zona más segura resulta en un área de influencia peatonal mayor. Además, para evitar una posible influencia de este factor en la aplicación del método en el capítulo 4 se escogió un paradero de bus en uno de los distritos considerados como los más seguros de Lima.

iii) Nivel dificultad de la ruta peatonal

Olszewski & Wibowo (2005) estudiaron en 2005 el comportamiento de los usuarios del tren en Singapur. Ellos encontraron que el número de cruces peatonales y la cantidad de gradas a ascender de una ruta influye negativamente en la decisión de llegar a la estación caminando. Por otro lado, Arias Gallegos en 2012 , encontró en Arequipa que el gasto de energía (cansancio) que genera subir y bajar del puente es una de la razones principales por las que los peatones no usan los puentes peatonales

En suma, tanto los cruces como las escaleras peatonales representan un gasto energético significativo para la ruta a realizar por el peatón. Es decir, el gasto de energía resulta un factor limitante para el área de influencia peatonal. Esto va de acuerdo con el método planteado en el Capítulo 3 que usa al gasto energético como causa principal de definir el límite de la ruta que un peatón está dispuesto a recorrer.

2.6.Métodos para el cálculo del área de influencia peatonal

2.6.1. Circular Buffer o Distancia Euclídea

Este método es el más simple y común, consiste en limitar al área de influencia con una distancia euclídea. Así, este método considera una distancia euclídea determinada y define al área de influencia por una circunferencia con un radio igual a la distancia euclidiana y centro en la estación de transporte. (Andersen & Landex, 2009)

Este método es simple y común para estimar el nivel de servicio de una estación de transporte público. Pero no toma en cuenta la geografía alrededor. La trama de las rutas peatonales, los obstáculos que se presentan en la ruta u otros factores que impiden que considerar a un área de influencia con forma circular refleje la realidad.

Por ejemplo en Copenhague, Landex et al., (2006) estudió el área de influencia de una estación de Metro. En la siguiente figura se puede observar que algunas zonas del AIP se encuentran sobre canales de agua y no consideran el efecto de estos en la forma del área de influencia. Es decir, este método ignora los obstáculos físicos de las rutas peatonales.

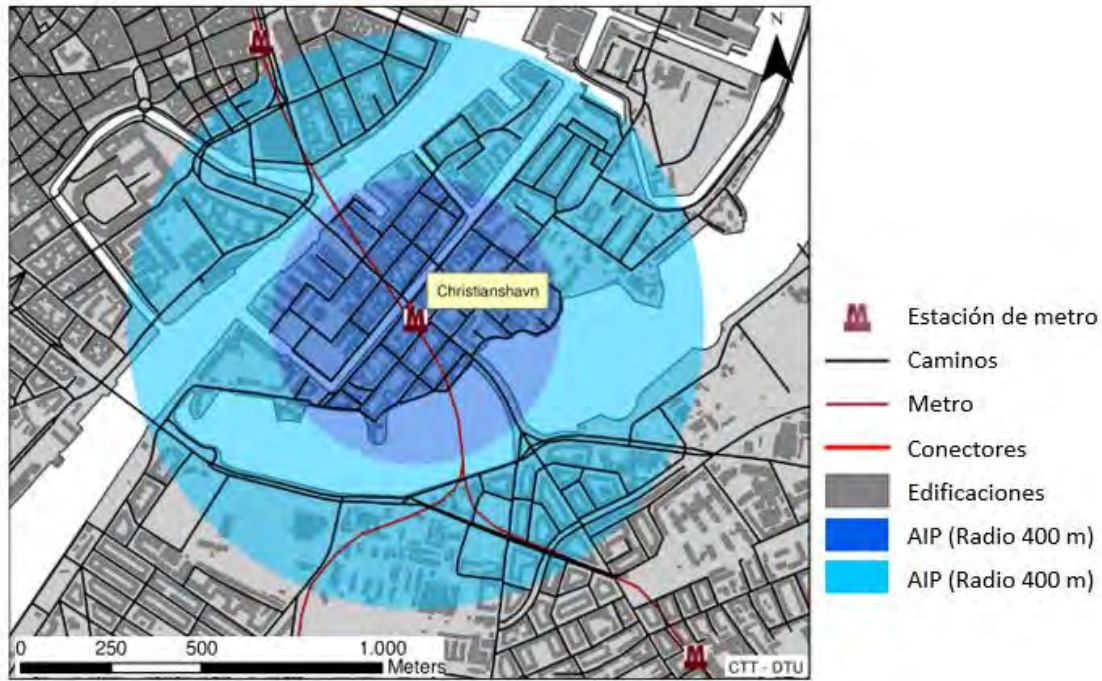


Figura 2.3: Área de influencia Peatona (Distancia Euclídea)- Estación Christianshavn del Metro en Copenhague

Fuente: (Andersen & Landex, 2009)

2.6.2. Método del área de servicio

Este método consiste en considerar una distancia límite a realizar en una peatonal. Esta distancia resulta de la suma de la longitud de los tramos de la ruta alrededor de la estación. (Macias, 2016)

El principio de este método es explicado por Andersen & Landex (2009). Este método determina puntos en cada tramo de la red peatonal. Estos puntos representan el límite del recorrido del peatón partiendo desde la estación y varían de acuerdo con los tramos escogidos para la ruta. Las uniones de estos puntos se realizan mediante una interpolación y la forma final obtenida es el área de influencia peatonal.

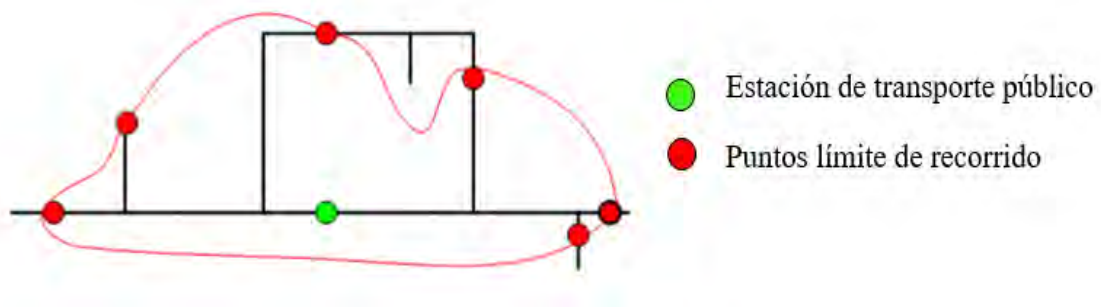


Figura 2.4: Principio del Método del Área de Servicio

Fuente: Adaptado de Andersen & Landex (2009)

2.6.3. Método “Time resistance”

En este método se usa el tiempo en lugar de la distancia como factor para limitar el recorrido de los peatones alrededor de las estaciones de transporte.

Así, luego de definir un tiempo de recorrido máximo se procede a calcular los tiempos parciales de cada ruta peatonal posible. Con las distancias de los tramos y la velocidad típica del peatón se pueden obtener los tiempos correspondientes a cada tramo. Este método permite incluir el tiempo que los peatones invierten en salir de la estación de transporte. Como se puede apreciar en la siguiente figura, el área de influencia peatonal se ve reducida en una estación subterránea frente a una estación a nivel:

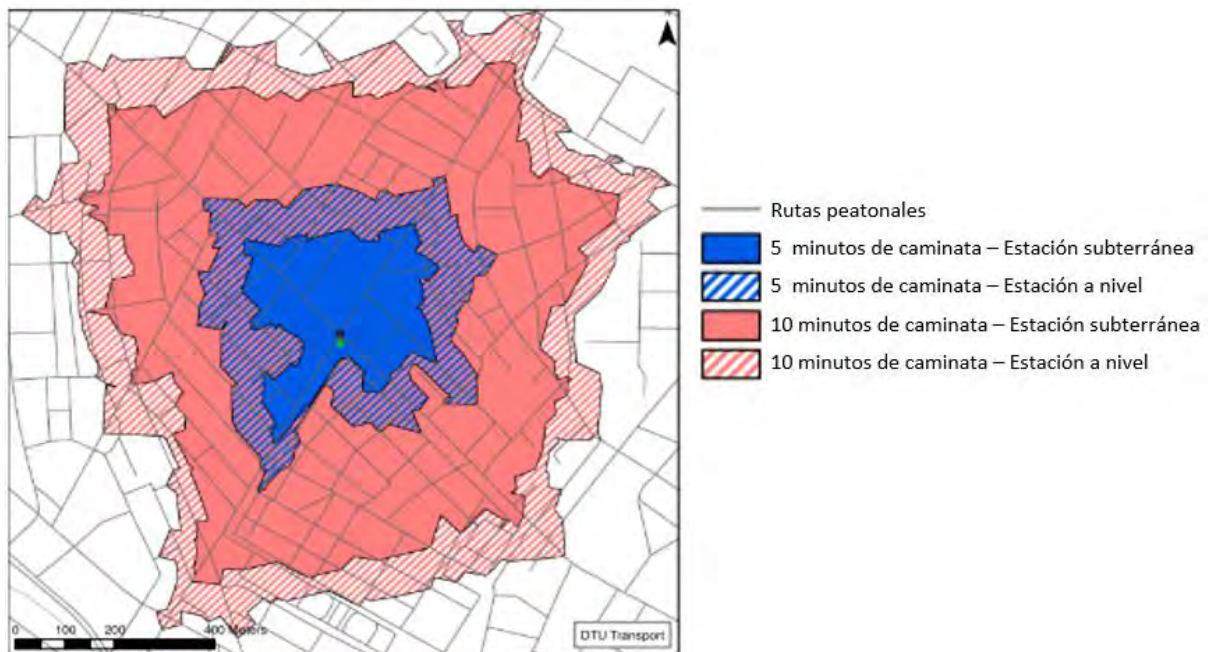


Figura 2.5: Área de influencia Peatona (Método Time Resistance)- Noerrebro Runddel en Copenhague

Fuente: (Andersen & Landex, 2009)

Además, con este método se pueden considerar los tiempos de espera provocados por los semáforos y el efecto de los cruces con escaleras peatonales que aumentan el tiempo de recorrido pues la velocidad del peatón es menor en estos cruces que en los cruces a nivel. (Andersen & Landex, 2009).

2.6.4. Método “Velocidad del peatón”

Este método utiliza el tiempo invertido del peatón en su recorrido para calcular el contorno del área de influencia.

En este método se considera que cada tramo cuenta con dos opciones de recorrido para los peatones a cada lado de la berma y para cada uno se calcula el tiempo de recorrido demandado. En consecuencia, a lo anterior, se considera además el tiempo que le requiere al peatón atravesar los cruces y el tiempo de espera en los mismos.

El límite de cada ruta será definido por el tiempo máximo que el peatón está dispuesto a demorar para alcanzar su destino a partir de la estación de transporte o viceversa. (Macias, 2016)

2.6.5. Método “Energía del peatón”

Este método utiliza la energía expendida por el peatón en su recorrido para calcular el contorno del área de influencia.

En este método se considera la energía que el peatón utiliza tanto en movimiento como en reposo. Para el gasto de energía en movimiento se considera la energía expendida al recorrer cualquiera de los dos lados de la berma de un tramo, los cruces peatonales y los pasos a desnivel. Mientras que para el gasto energético en reposo se consideran los tiempos de espera en los cruces sanforizados.

El límite de cada ruta será definido por el gasto energético máximo que el peatón está dispuesto a invertir para alcanzar su destino a partir de la estación de transporte o viceversa.

2.6.6. Método de Análisis de Regresión

Este método estima la accesibilidad a pie de las poblaciones atendidas por el tránsito a partir de variables independientes. Es decir, utiliza una variable dependiente cuantitativa como la cantidad de peatones servidos por una estación de transporte que vivan en el entorno cercano a la estación para formular una ecuación que pueda predecirla. La predicción de la variable dependiente se realiza mediante un análisis de regresión de variables independientes.

Por ejemplo, Zhao et al., (2003) utiliza variables independientes como : el número de hogares por acre en una zona, número de residentes por acre en una zona, número de empleados por acre en una zona , número de calles internas que cruzan el límite de una zona de análisis de

viaje (por cada 1,000 pies de longitud del perímetro de la zona) y otras. Todas estas variables son fáciles de recopilar y medibles para poder volver a definir las en otro año para estimar la accesibilidad a pie futura de la estación.

2.7. Gasto energético peatonal

El gasto energético peatonal es la cantidad de energía medida en Joule expedida por el peatón. En la presente investigación este término será referido a la cantidad de energía que un peatón usa para transportarse. Por lo tanto, el gasto energético incluye la energía expendida tanto en las actividades en movimiento como caminar o bajar/subir rampas y escaleras; así como el estado de reposo en las esperas de los cruces peatonales.

El estudio en predicciones del gasto energético humano en el transporte es limitado. En 1977, el Instituto de Investigación de Medicina de la Armada del Ejército de Estados Unidos realizó un estudio con 6 adultos caminando por 15 minutos con diferentes cargas del peatón y en diferentes pendientes de la ruta. Este estudio resultó en una ecuación que aproxima el gasto energético peatonal (Pandolf et al., 1977). Esta ecuación fue evaluada en el 2014 por Faria, que mediante instrumentos de medida portables obtuvo valores de gasto energético muy aproximados a los obtenidos el instituto americano. (Faria et al., 2014)

2.8. Velocidad peatonal

La velocidad generalmente se considera uniforme desde el punto de vista académico aun cuando esto no es evidente en la realidad. Esa velocidad uniforme por definición es el cociente de la distancia recorrida entre el tiempo que se tarda en recorrer esa distancia.

Para esta investigación es importante identificar dos tipos de velocidad: la velocidad de marcha y la velocidad de recorrido. Estos conceptos han sido definidos para vehículos por Cal y Mayor, pero serán adaptados para los peatones en lo posterior. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

2.8.1. Velocidad de recorrido

Llamada también velocidad global o de viaje, es el resultado de dividir la distancia recorrida de inicio a fin de viaje, entre el tiempo total que se demoró el peatón en recorrerla. Este tiempo incluye todas las demoras provocadas por paradas en los cruces de vía o cualquier causa ajena a la voluntad del peatón y propia de la ruta peatonal. Es decir, no incluye demoras fuera de la ruta peatonal el ingreso a centros comerciales, restaurantes, distracciones, etc.

La velocidad de recorrido sirve principalmente para comparar condiciones de la calidad de las rutas. Se puede comparar una ruta con otra o se puede medir la velocidad de recorrido en una misma ruta para evaluar el efecto de cambios o mejoras en la calidad de esta.

2.8.2. Velocidad de marcha

Para un peatón es el resultado de dividir la distancia recorrida entre durante el peatón se desplazó. Para obtener la velocidad de marcha en un viaje normal, se descontará del tiempo total de recorrido, todo aquel tiempo que el peatón se hubiese detenido, por cualquier causa asociada a las rutas peatonales. Por lo tanto, esta velocidad por lo general será de valor superior a la de recorrido.

Capítulo 3: Metodología para delimitar el área de influencia peatonal

El presente capítulo describe el método propuesto a ser usado para delimitar el área de influencia peatonal. Para ello, se describen qué datos deben ser recolectados y cómo se procesarán estos para llegar finalmente al resultado: el Área de Influencia Peatonal.

3.1.Recolección de datos

El presente apartado busca mostrar a detalle los datos que se deben recolectar para el desarrollo de método. Para ello, se explicará la definición de cada tipo de dato y se detallará la organización y presentación de la recolección de estos.

3.1.1. Trama urbana alrededor de la estación de Transporte Público

Para fines de esta investigación, trama peatonal se definirá como el grupo de los tramos peatonales organizados en un plano.

La información necesaria para elaborar la trama peatonal se enumera a continuación:

- Dirección de los tramos peatonales
- Organización de los tramos en un plano.

Dicha información será representada en un plano como el mostrado a continuación:

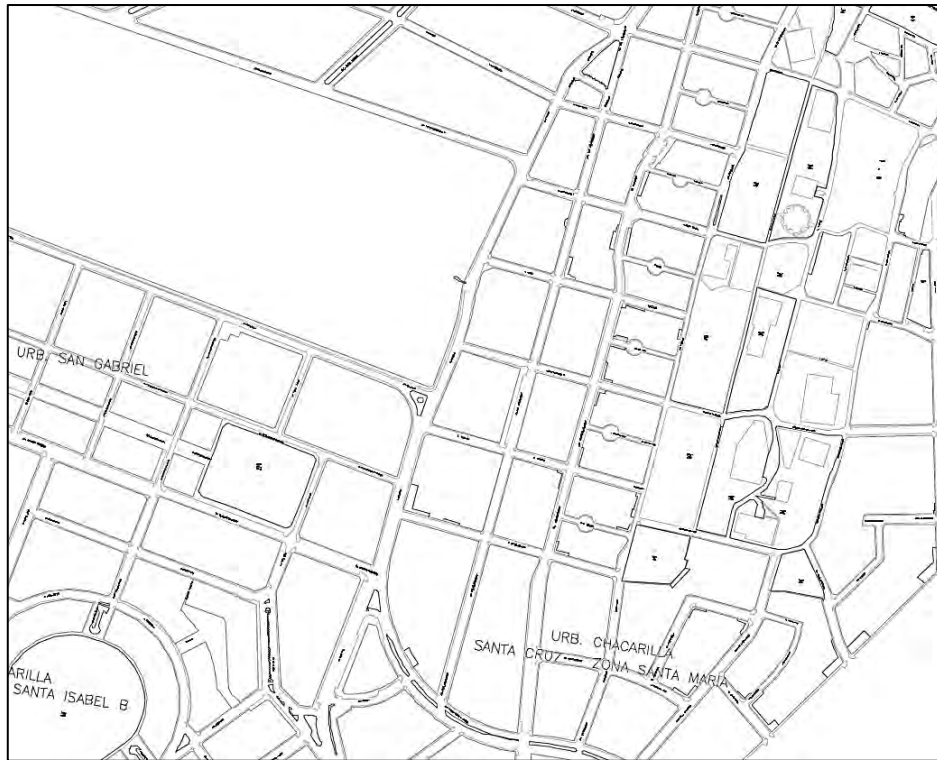


Figura 3.1: Recolección de datos- Trama peatonal

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el plano se procederá a codificar cada ruta peatonal para identificarlos con claridad. Para ello, se debe considerar que los tramos peatonales tienen dos posibles recorridos para los peatones a cada lado de la berma. Dichas rutas serán diferenciadas por la ruta A y B de un tramo; de esta manera, para el tramo 1 existen dos rutas 1A y 1B. Finalmente, para el caso de los cruces estos serán identificados por las dos rutas que conecten, así el cruce que conecte la ruta 1A y 1B será denominado “1A-1B”.

El siguiente gráfico muestra un ejemplo de cómo se enumerarán las rutas peatonales.

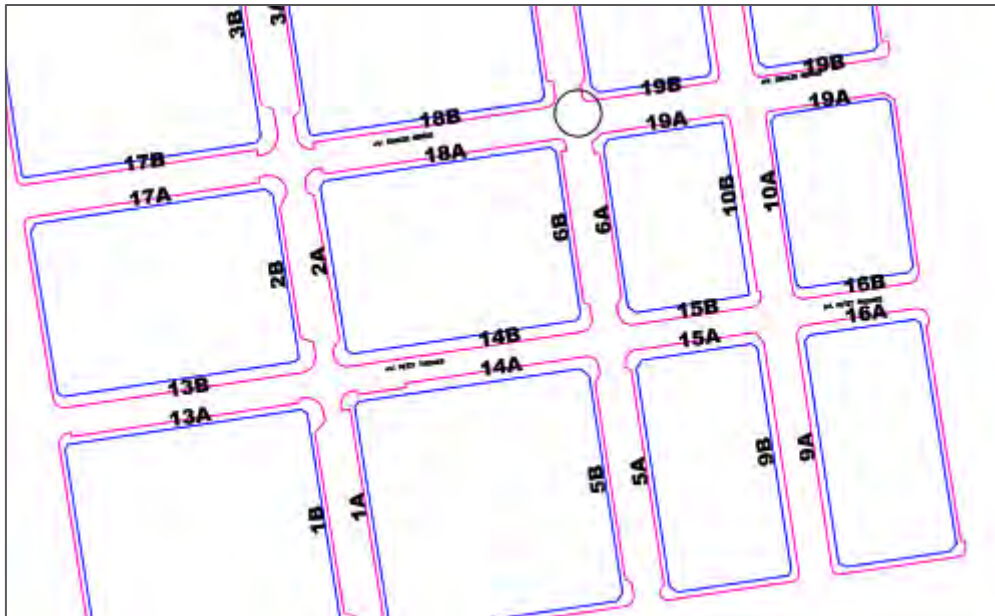


Figura 3.2: Codificación de las rutas peatonales

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Pendiente y longitud de cada tramo peatonal

Como segundo punto, se deben obtener las características de cada ruta para el cálculo de su gasto energético equivalente. Las principales características en este método son la pendiente o inclinación y la longitud de los tramos peatonales.

La longitud del tramo se definirá como la medida de la distancia que recorre el peatón entre esquinas a lo largo de la vereda. Este recorrido será simplificado a una recta que es representada por una línea que une el inicio y fin de cada vereda.

La pendiente o inclinación representa la relación entre la diferencia de las cotas del inicio y fin de la vereda con la longitud horizontal de la ruta peatonal. Es importante considerar que la pendiente depende de la dirección de recorrido de la ruta; así se en la ruta 1 A en la dirección de Norte a Sur tiene una pendiente de 2%, en la dirección de Sur a Norte tendrá una pendiente

de -2%. Para simplificar la codificación, la pendiente a registrar será la pendiente de la ruta en la dirección que se aleja de la estación de estudio.

Finalmente, las características mencionadas deberán ser resumidas en una tabla como la siguiente:

Tabla 3.1: Recolección de datos- longitud y pendientes de los tramos peatonales

Tramo	Longitud (m)	Pendiente (%)
1A	87.57	1
1B	81.76	0.5
2A	80.92	2
2B	82.66	1
3A	81.55	0
3B	75.51	0
4A	82.2	0
4B	75.55	1
5A	81.87	1
5B	75.51	1

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Cruces peatonales: Geometría y ciclo semafórico

Los cruces peatonales se definen como la zona de intersección entre la circulación de vehículos a ruedas con el tránsito peatonal. Para su análisis en este método es importante reconocer la actividad de un peatón durante el cruce. Para fines de este método, dividiremos el cruce del peatón en dos etapas: la demora y la circulación peatonal.

La primera etapa aborda el tiempo en que el peatón se detiene justo antes de cruzar la calzada. Este tiempo dependerá del tipo de cruce, semaforizado o no semaforizado; si existe o no señalización en la calzada y de la longitud de la calzada a cruzar.

La segunda etapa, la circulación peatonal, se analizará cómo una ruta peatonal. Los datos por recolectar para analizar una ruta peatonal son la longitud y la pendiente del recorrido a lo largo de la calzada que el peatón realiza. Las consideraciones y simplificaciones son similares a las de los tramos peatonales descritos en el punto 3.1.8.

En suma, los datos a recolectar para este punto son, el tipo de cruce, su señalización, la longitud y pendiente del recorrido.

i. Cruces semaforizados

Este tipo de cruces tienen la presencia de uno o más semáforos que controlan el tránsito entre peatones y automóviles proporcionando tiempos de espera.

Existen diversos tipos de semáforos peatonales (Schoon, 2010). El más común es el de funcionamiento automático, donde los intervalos son fijos, sin opción a modificación. Los demás presentan similitudes entre sí. El semáforo tipo Pelican activa el verde cuando el peatón oprime un botón. Así también el tipo Puffin, con la ventaja adicional de detectar la presencia de un peatón dispuesto a cruzar. El Toucan es similar a este último, con la diferencia de incluir a los ciclistas.

Para fines del método, se registrará el tiempo de espera del peatón. Para ello se asumirá que el peatón tiene un tiempo de espera igual a todo el tiempo que el semáforo le indique detenerse.

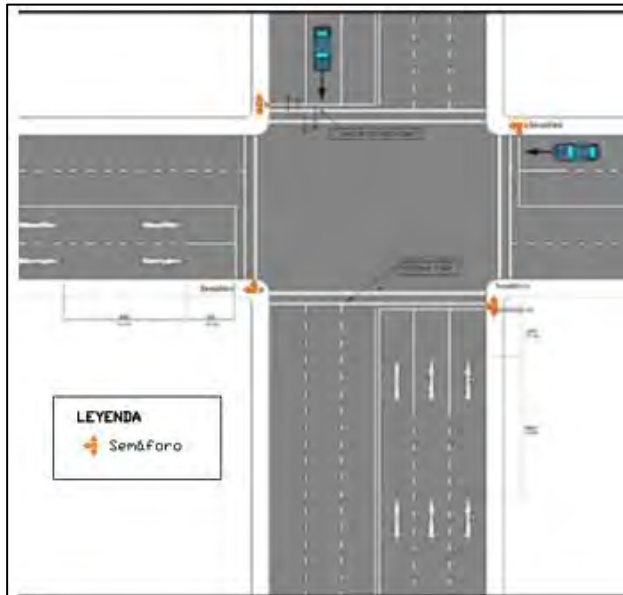


Figura 3.3 :Cruce semafórico

Fuente : Adaptado de (Departamento de Seguridad Vial - Dirección de Vialidad, n.d.)

ii. Cruces no semaforizados

En el caso de que los cruces no cuenten con semáforos, se procederá a verificar si en el cruce existen pasos peatonales (líneas de cebra).

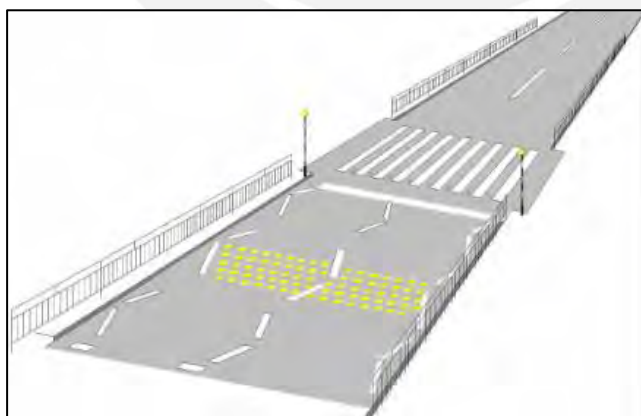


Figura 3.4 Cruce no semafórico

Fuente : Adaptado de (Departamento de Seguridad Vial - Dirección de Vialidad, n.d.)

Finalmente, para registrar las características mencionadas se usará una tabla como la mostrada a continuación:

Tabla 3.2: Recolección de características de las rutas peatonales

Cruce peatonal	¿Tiene señalización?	¿Tiene semáforo?	Tiempo de espera en semáforo (s)	Longitud	Pendiente
1A-1B	SI	SI	60		
2A-2B	SI	SI	105		
3A-3B	NO	NO	0		
4A-4B					
5A-5B					
6A-6B					
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Velocidad peatonal promedio

La velocidad por recolectar para este método es la velocidad de marcha descrita en la sección 2.8. Así, esta es definida por observación simple de los usuarios de la estación de transporte público en estudio. Para ello se medirá en el tiempo que los peatones recorren una distancia definida previa a la medición. Con los tiempos de cada peatón se calculará su velocidad de marcha usando la ecuación 1 y finalmente la velocidad promedio de los peatones.

$$Velocidad \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{Distancia(m)}{tiempo(s)} \dots (1)$$

Ecuación 1 – Velocidad de marcha

Para efectos de la aplicación del método se asumirá que la velocidad es la misma en todos los tramos. Es decir, el cálculo del gasto energético en cada tramo será calculado usando en la ecuación 2, la velocidad promedio obtenida por observación de los peatones.

3.2. Procesamiento de datos

Una vez se terminen de recolectar todos los datos, se procederá a analizarlos mediante cálculos y diversos procedimientos. Los cuales son organizados en 5 etapas y son descritos a continuación:

3.2.1. Gasto energético de tramos peatonales

El gasto energético resulta del producto de la potencia peatonal y el tiempo que se emplee dicha potencia. El tiempo transcurrido será obtenido por la división de la longitud del tramo entre la velocidad peatonal promedio (Ecuación 2). Mientras que para la potencia peatonal Pandolf propone un modelo para obtener la potencia a partir de la inclinación de la ruta, el peso del peatón, el peso que carga el peatón, la velocidad y el tipo de terreno (Pandolf et al., 1977).

$$\text{Tiempo transcurrido}(s) = \frac{\text{Longitud del tramo}(m)}{\text{Velocidad peatonal promedio}(s)} \dots (2)$$

Ecuación 2 – Tiempo transcurrido

$$P = 1.5 W + 2.0 (W + L) * \left(\frac{L}{W}\right)^2 + n (W + L)(1.5 * V^2 + 0.35 V * G) \dots (3)$$

Ecuación 3 – Potencia Peatonal

Tomado de “Predicting energy-expenditure with loads while standing or walking very slowly” (Pandolf et al., 1977)

Dónde:

P: Potencia (Watt)

W: Peso del peatón (kg)

L: Peso que carga el peatón (kg)

n: Factor del tipo de terreno

V: Velocidad peatonal (m/s)

G: Pendiente del tramo peatonal (porcentaje)

Valores de n:

- *Superficie asfaltada: 1.0*
- *Nieves suave (3.5 cm): 4.1*
- *Nieves suave (2.5 cm): 3.3*
- *Nieves suave (1.5 cm): 2.5*
- *Arena suelta: 2.1*

El gasto energético tiene como unidad principal a los Joules ($\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$), equivalente a la potencia (Watts o Joule/segundo) por el tiempo transcurrido.

$$\text{Gasto energético} = \text{Potencia} * \text{Tiempo transcurrido} \dots (4)$$

Ecuación 4 – Gasto Energético

Dónde:

- *Gasto energético: Joule*
- *Potencia: Watt*
- *Tiempo transcurrido: segundos*

Finalmente, para resumir el cálculo del gasto energético peatonal en cada ruta se usará las ecuaciones 2,3 y 4. El cálculo se organizará en una tabla como la siguiente:

Tabla 3.3: Cálculo de gasto energético en los tramos peatonales

Trama	Longitud (m)	Pendiente (%)	Peso del peatón	Velocidad (m/s)	Potencia (Watts)	Tiempo (s)	Energía Joules	Energía kcal
1	97.9	0	61	1.52	302.9	64.4	19512	4.7
2	12.7	0	61	1.52	302.9	8.4	2535	0.6
3	110.5	0	61	1.52	302.9	72.7	22018	5.3
4	109.4	0	61	1.52	302.9	72.0	21799	5.2
5	139.4	0	61	1.52	302.9	91.7	27781	6.6
6	64.8	0	61	1.52	302.9	42.6	12913	3.1
7	109.5	0	61	1.52	302.9	72.0	21819	5.2
8	106.4	0	61	1.52	302.9	70.0	21195	5.1
9	160.2	0	61	1.52	302.9	105.4	31916	7.6
10	113.1	0	61	1.52	302.9	74.4	22540	5.4

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Gasto energético de cruce peatonal

Para cálculo del gasto de energía en los cruces peatonales se dividirá cada cruce en dos etapas: la espera y el cruce de la vía.

En la primera etapa se considerará el gasto de energía en su posición de espera. El cual resultará del producto de la potencia peatonal por el tiempo que el peatón espera antes de cruzar la vía. La potencia peatonal resulta de la ecuación 3; en la cual, se reemplaza una velocidad nula en ella. Así, la ecuación 3 se simplifica y se convierte en:

$$P = 1.5 W + 2.0 (W + L) * \left(\frac{L}{W}\right)^2 \dots (5)$$

Ecuación 5 – Potencia Peatonal en – Espera en Cruce Peatonal

El tiempo de espera depende del tipo de cruce: semaforizado y no semaforizado. Por un lado, en el caso de los cruces que no cuentan con la presencia de un semáforo se usarán los tiempos especificados en el punto 2.4.2. Si no existe presencia de las líneas de cruce peatonal (cebra),

el tiempo de espera será el 60% de su tiempo de cruce, Mientras que, si las líneas de cebra si se encuentran presentes ese tiempo se reduce al 13% del tiempo de cruce.

Por otro lado, si el cruce es controlado por un semáforo, el tiempo de espera será definido por el caso más conservador y se tomará en cuenta el tiempo del rojo peatonal.

La etapa 2 refiere al gasto energético que el peatón realiza durante su desplazamiento para cruzar la vía. El cuál será analizado cómo si fuera un tramo peatonal cuyo procedimiento es descrito en el punto 3.2.1. Cabe mencionar que la velocidad para el cruce será considerada la velocidad promedio en los tramos peatonales pues de acuerdo con lo expuesto anteriormente los peatones evitan desviarse de su velocidad estándar.

En conclusión, el gasto de energía en los cruces peatonales será analizado en dos etapas: la etapa de espera y el cruce de la vía. En la primera etapa se la potencia del peatón se calculará con la ecuación 5 y el tiempo de espera dependerá del tipo de cruce. La segunda etapa será analizada similarmente al cálculo del gasto energético de un tramo peatonal, procedimiento descrito en el punto anterior. A continuación, se muestran las tablas que resumen el proceso descrito diferenciadas para los cruces semaforizados y no semaforizados:

Tabla 3.4: Cálculo de gasto energético en los cruces no semaforizados

CRUCES NO SEMAFORIZADOS										
Cruce peatonal	Cruce peatonal señalizado	Tiempo espera (s)	Peso del peatón (Kg)	Carga del peatón (Kg)	GASTO ETAPA 1 (J)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Tiempo (s)	GASTO ETAPA 2 (J)
1A-1B	SI	1.1	62	2	102.4	10	2	1.2	8.3	2452.9
2A-2B	NO	7.5	62	2	698.5	15	2	1.2	12.5	3679.4
3A-3B										
4A-4B										
5A-5B										
6A-6B										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.5: Cálculo de gasto energético en los cruces semaforizados

CRUCES NO SEMAFORIZADOS									
Cruce peatonal	Tempo de espera por ciclo semafórico (s)	Peso del peatón (Kg)	Carga del peatón (Kg)	GASTO ETAPA 1 (J)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Velocidad (m/s)	Tiempo (s)	GASTO ETAPA 2 (J)
1A-1B	60	62	0	5580.0	10	2	1.2	8.3	2399.4
2A-2B	35	62	2	3259.7	15	2	1.2	12.5	3679.4
3A-3B									
4A-4B									
5A-5B									
6A-6B									

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Gasto energético y escaleras peatonales

Para el caso de gradas o escaleras peatonales, se considerará el valor encontrado por (BASSETT et al., 1997) mediante el registro de la frecuencia cardíaca de los usuarios. El cual define que el costo calórico por subir y bajar una grada es de 0.20 kcal. Donde 0.15 kcal son por ascender una grada y 0.05 kcal por descenderla. Es decir, la siguiente ecuación se utilizará para los puentes peatonales.

$$\text{Gasto energético} = \text{Gradas Asc.} * 0.15 + \text{Gradas Desc.} * 0.05 \dots (5)$$

Ecuación 6 – Gasto energético en escaleras peatonales

Dónde:

- Gasto energético: Kcal
- Gradas Asc.: Número de gradas ascendidas
- Gradas Desc.: Número de gradas descendidas

3.2.4. Gasto energético y trama peatonal

Los gastos energéticos de cada tramo y cruce peatonal luego de ser calculados deberán ser representados en la trama urbana alrededor de la estación de transporte público de estudio. De modo que se facilite la acumulación de los gastos energéticos de cada ruta posible utilizando el plano con estos valores representados.

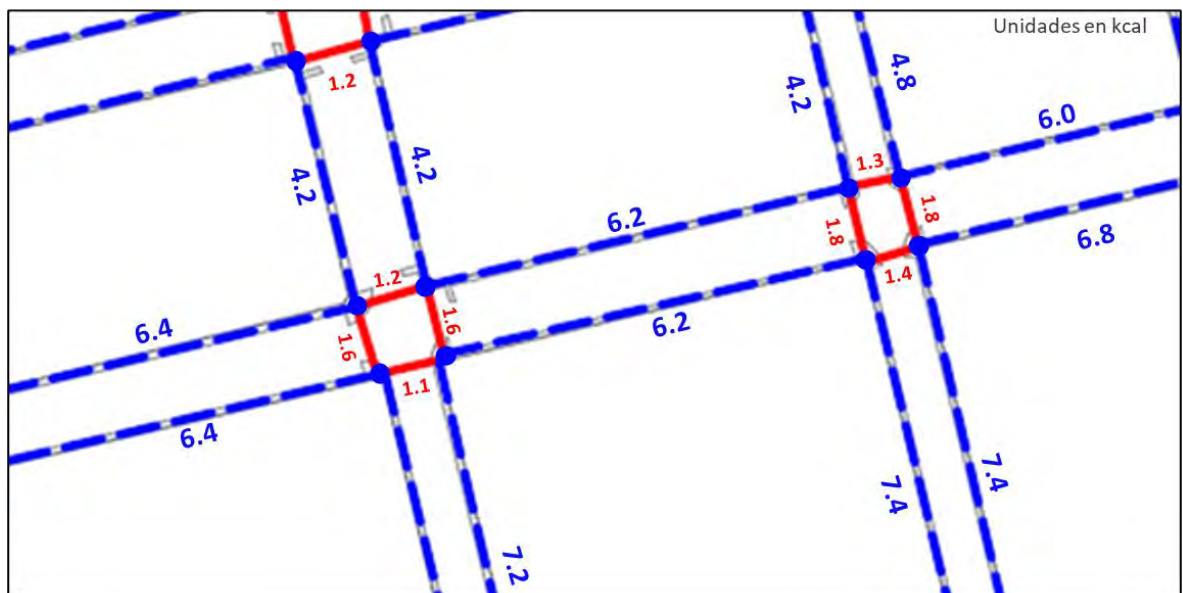


Figura 3.5: Trama urbana con valores de gastos energéticos

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Gasto energético peatonal máximo

El gasto energético peatonal máximo será determinado experimentalmente usando el método descrito a continuación.

Se analizará el gasto energético máximo de peatones en dos rutas diferentes. Para ello se considerarán los pasos descritos en los puntos 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 con una variación. Dicha variación se refleja en los tiempos de espera en los cruces peatonales (etapa 1), los cuales serán los tiempos de espera real que se observará durante la prueba.

Al finalizar la prueba y el cálculo en dos rutas diferentes se obtendrán dos valores de gasto energético del peatón en estudio. La diferencia entre ambos valores determinará la exactitud del valor del gasto energético de dicho peatón.

Realizar dos pruebas con un mismo peatón nos permite evaluar la exactitud de su percepción del concepto de “¿cuánto está dispuesto a caminar para alcanzar su destino desde una estación de transporte público o viceversa?”. Si ambos valores son similares, se procederá a calcular el promedio de ambos para obtener el valor del gasto energético máximo de dicho peatón.

Finalmente, los valores del gasto energético máximo de los peatones que realizan la prueba serán promediados para obtener un valor de gasto energético peatonal máximo.

3.2.6. Lineamiento de algoritmo de límite de recorrido peatonal

Primer Algoritmo

Una vez obtenidas las características de la trama peatonal alrededor de la estación de estudio y el gasto energético de cada ruta y cruce peatonal se procederán a definir el área de influencia peatonal.

Para ello se usará un proceso repetitivo para definir el gasto energético de cada ruta posible. Es decir, el gasto energético se acumulará a lo largo de la ruta y se definirá como fin de esta cuando el gasto energético supere o iguale al valor máximo calculado previamente.

Por ejemplo, asumiendo que el gasto energético peatonal máximo es de 253 000 Joules. Se comienza a acumular la energía consumida en cada cruce o tramo peatonal para una ruta en específico. Para la ruta 1 en específico, mostrada en la Figura 3.6, se colocarán todos sus valores en una tabla y se obtendrá el límite de esta ruta. Este proceso se muestra a continuación.

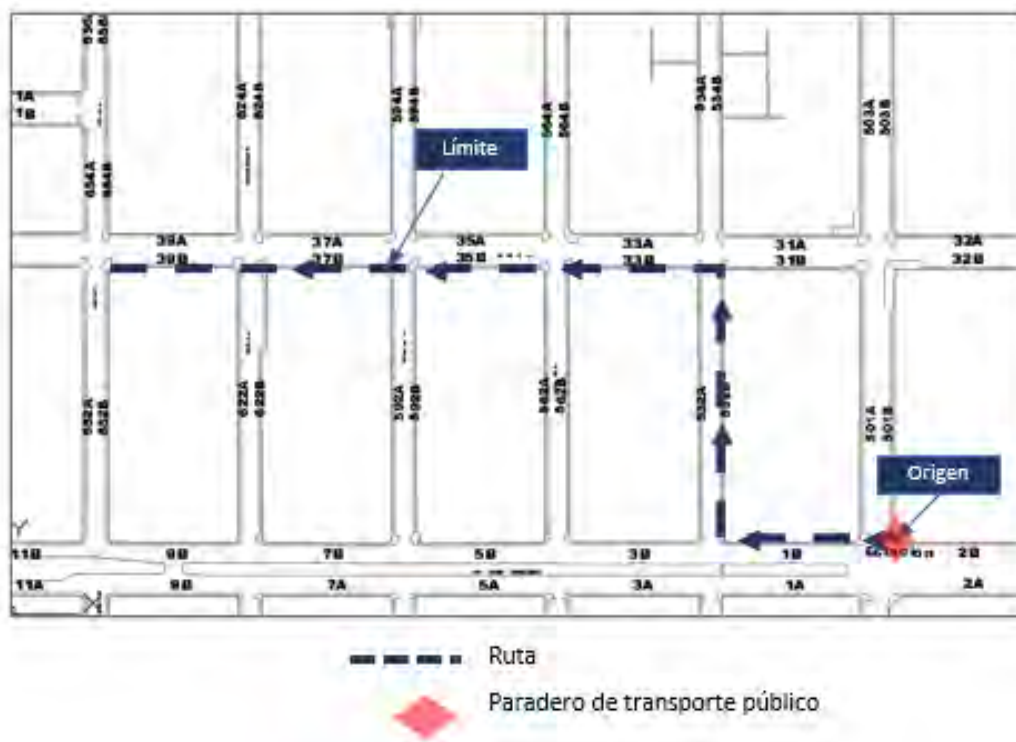


Figura 3.6: Ruta peatonal alrededor de la estación en estudio

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.6: Proceso iterativo para definir límite de rutas peatonales

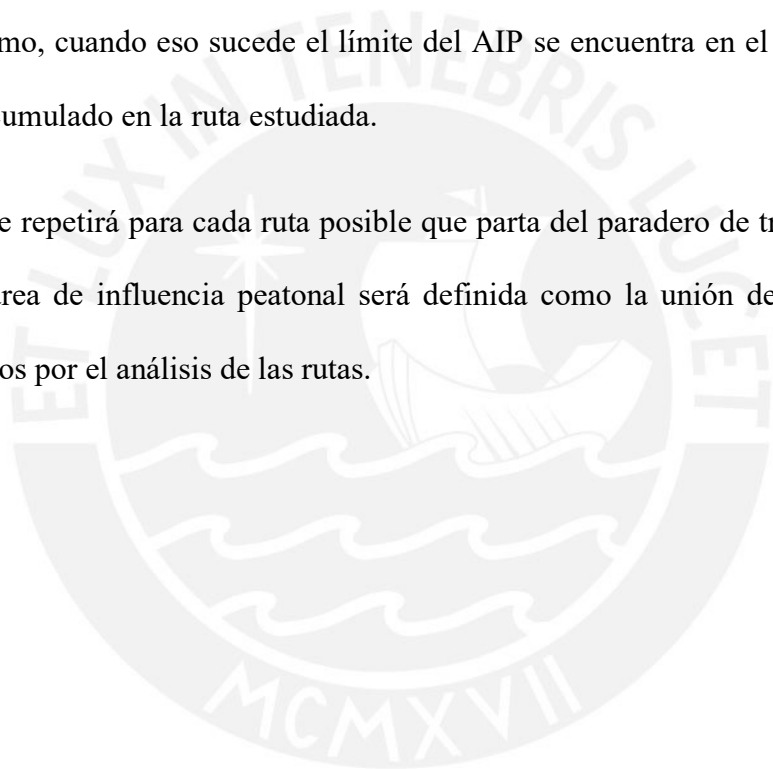
CÓDIGO	TIPO	GASTO ENERGÉTICO	GASTO ENERGÉTICO ACUMULADO	¿CONTINUAR ACUMULANDO?
501B-501A	Cruce	12,000	12,000	SI
1B	Tramo	30,000	42,000	SI
532B	Tramo	90,000	132,000	SI
532B-532A	Cruce	6,351	138,351	SI
33B	Tramo	28,500	166,851	SI
562B-562A	Cruce	5,370	172,221	SI
35B	Tramo	33,000	205,221	SI
592B-592A	Cruce	6,332	211,553	SI
37B	Tramo	42,000	253,553	NO
622B-622A	Cruce	6,200	-	NO
39B	Tramo	41,560	-	NO

Fuente: Elaboración propia

Para la ruta elegida, por ejemplo, se obtuvo que el límite máximo a recorrer por un peatón se encuentra en el tramo 37B. Sin embargo, se observa además que recorriendo todo el tramo el gasto energético máximo es superado en 552.5 Joules. Para casos como este se tomará en cuenta una decisión pesimista y se definirá como el límite de la ruta el inicio del tramo.

En suma, la ruta, mostrada a ejemplo presenta el límite al inicio del tramo 37B como se muestra en la Figura 3.6. Este proceso se resume en el diagrama de flujo mostrado líneas abajo. En él se muestra que el gasto energético total se va acumulando hasta que este supere al gasto energético máximo, cuando eso sucede el límite del AIP se encuentra en el inicio del último tramo o cruce acumulado en la ruta estudiada.

Dicho proceso se repetirá para cada ruta posible que parta del paradero de transporte público en estudio. El área de influencia peatonal será definida como la unión de los límites más alejados obtenidos por el análisis de las rutas.



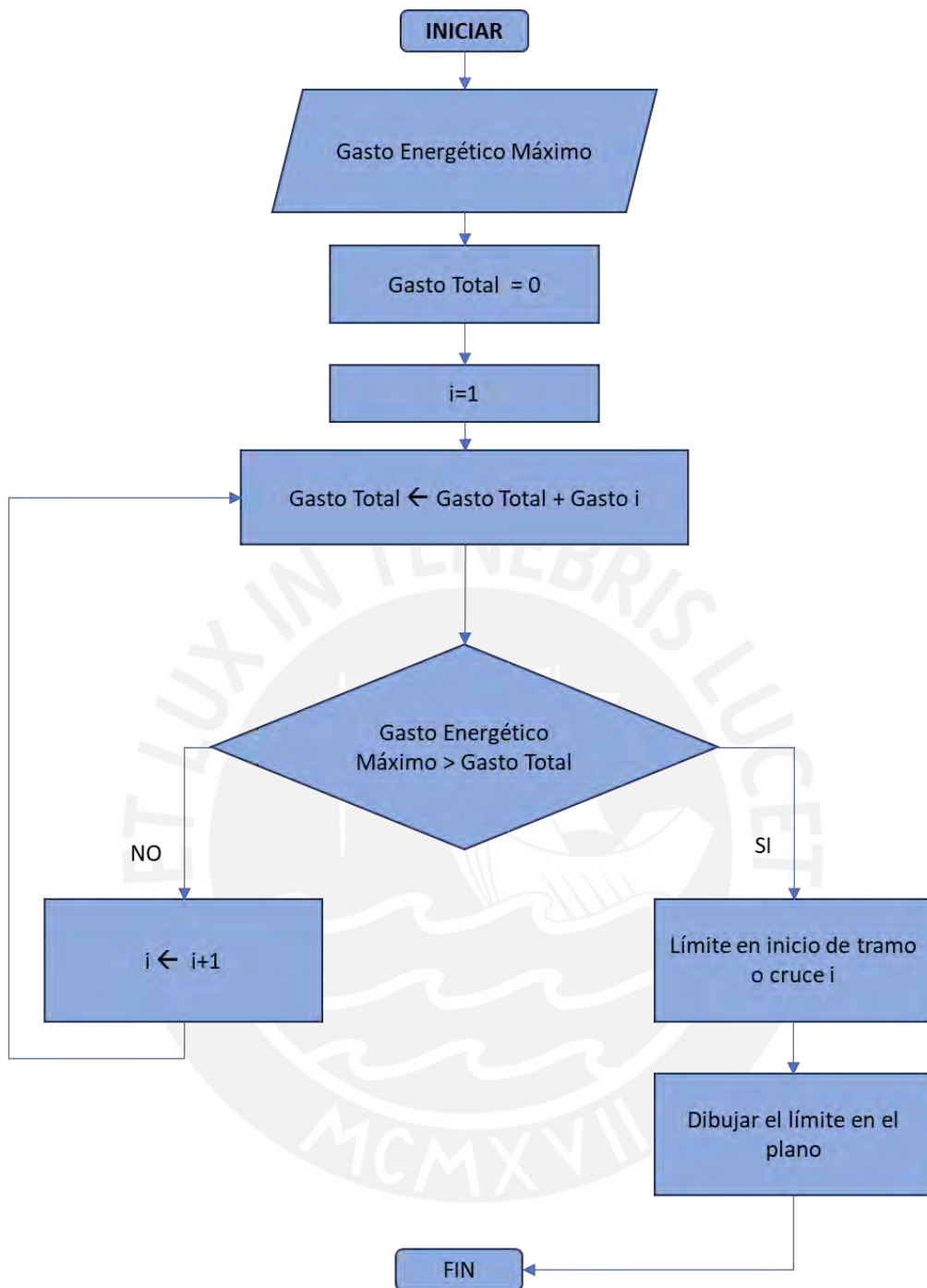


Figura 3.7: Diagrama de flujo del Primer Algoritmo para una ruta

Fuente: Elaboración propia

Segundo Algoritmo

Adicionalmente al primer algoritmo, se plantea un código para automatizar la aplicación con un programa en el código de lenguaje “Python”. Este método se basa en el algoritmo Dijkstra, el cual sirve para la determinación del camino más corto para alcanzar todos los nodos dado un nodo de origen.

El código se basa en identificar cada inicio y fin de un tramo peatonal como un nodo. El programa une dos nodos mediante aristas, a las cuales se les asigna un gasto de energía. De esta manera el algoritmo genera un “grafo” o campo similar a la trama peatonal. En este grafo se cuenta con la información de las conexiones entre nodos y los gastos calóricos entre estos.

El código requiere que la trama alrededor de la estación sea dividida por puntos (nodos) y contar con los gastos de energía que un peatón emplea de un punto a otro como se muestra en la Figura 3.8. Con estos datos se ingresan los datos de entrada en una lista con el formato de “nodo inicio, nodo fin, gasto calórico”. Por ejemplo, el tramo que conecta el punto 183 y 184, el costo de energía se calcula con las fórmulas explicadas en el punto 3.2.1. por tratarse de un tramo peatonal. Luego, estos datos se ingresan al programa como “n183, n184, 4.21”. Mientras que, en el caso del camino que une 184 y 185 al tratarse de un cruce peatonal el costo de energía se calcula con las fórmulas explicadas en el punto 3.2.2. Los datos se ingresan al programa como “n184, n185 ,1.29”. Todas las conexiones de los nodos se ingresan en el mismo formato en una lista. Esta lista es el primer dato de entrada al programa.

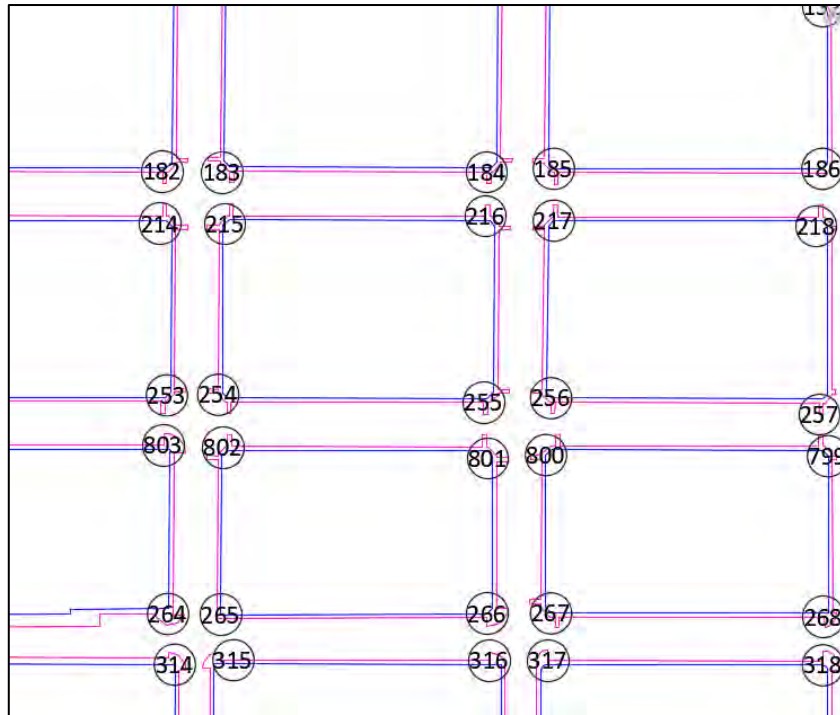


Figura 3.8: Trama peatonal con nodos enumerados

Fuente: Elaboración propia

Además de la lista con los nodos y los gastos calóricos, el programa requiere dos datos de entrada adicionales. El primero de estos es el nodo origen, nodo del cual parten todas las rutas, el cual coincide con la ubicación del paradero en estudio. El segundo dato de entrada adicional es el gasto total máximo de energía. Este representa el gasto de energía máximo que está dispuesto a recorrer un peatón para llegar a su destino. Este dato servirá para que el programa devuelva como datos de salida la rutas cuyo gasto de energía superan este valor.

El algoritmo Dijkstra funciona buscando el camino más corto para llegar a cada nodo a partir del nodo de inicio. En otras palabras, el algoritmo determina la ruta para llegar a cada nodo que representa menor gasto de energía para el peatón.

Luego de ejecutar el programa se obtienen dos grupos de datos de salida. El primer grupo de resultados que genera el programa son los “Nodos límite”. Estos son los nodos que representan

el mayor gasto de energía sin superar el gasto de energía máximo que está dispuesto a recorrer el peatón. Además, el programa devuelve las rutas por las cuales se llega a los nodos límite. Es decir, Los nodos límite son aquellos nodos que son el final de una ruta que aún no supera el gasto de energía máximo, pero de añadirse un tramo más a la ruta esta superaría el mismo.

El segundo grupo de resultados que genera el programa son los nodos fuera del área de influencia personal. Estos nodos son aquellos cuyas rutas óptimas para alcanzarlos desde el paradero o nodo inicial superan el gasto de energía máximo. Es decir, en esta lista de nodos se encontrarán todos los nodos que no estén dentro del alcance del área de influencia peatonal.

En resumen, el programa generado para automatizar el proceso del método propuesto requiere de codificar todos los puntos de la trama alrededor de la estación con una numeración y de la obtención de los gastos de energía que le representa a un peatón llegar de cada nodo a otro. Los datos de entrada son las conexiones de los nodos y los gastos de energía, el nodo origen o ubicación del paradero y el gasto total máximo de energía. Con estos datos el programa devuelve los nodos límite del área de influencia peatonal con las rutas óptimas para alcanzarlos y todos los nodos fuera de él área de influencia peatonal. Este proceso se resume en el siguiente diagrama de flujo:

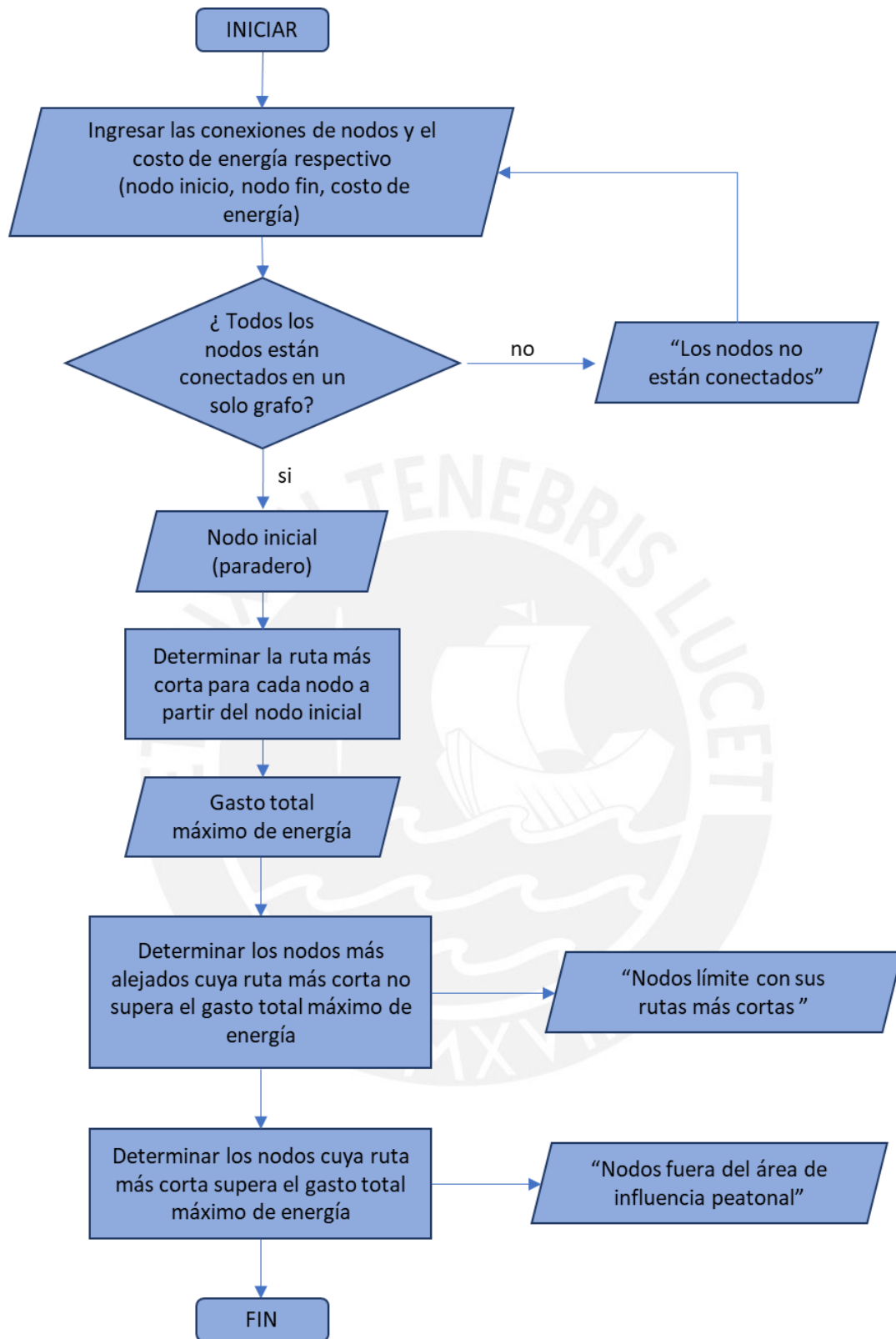


Figura 3.9: Diagrama de flujo del Segundo Algoritmo

Fuente: Elaboración propia

3.3. Presentación de resultados del AIP

La presentación será realizada en un plano, el cuál mostrará los límites de ruta más alejados al paradero de transporte público. Los límites serán representados por puntos, los cuales serán unidos por trazos curvilíneos para definir el área de influencia peatonal.

El resultado final de este proceso mostrará un área irregular alrededor de la estación en estudio cómo el mostrado a continuación:

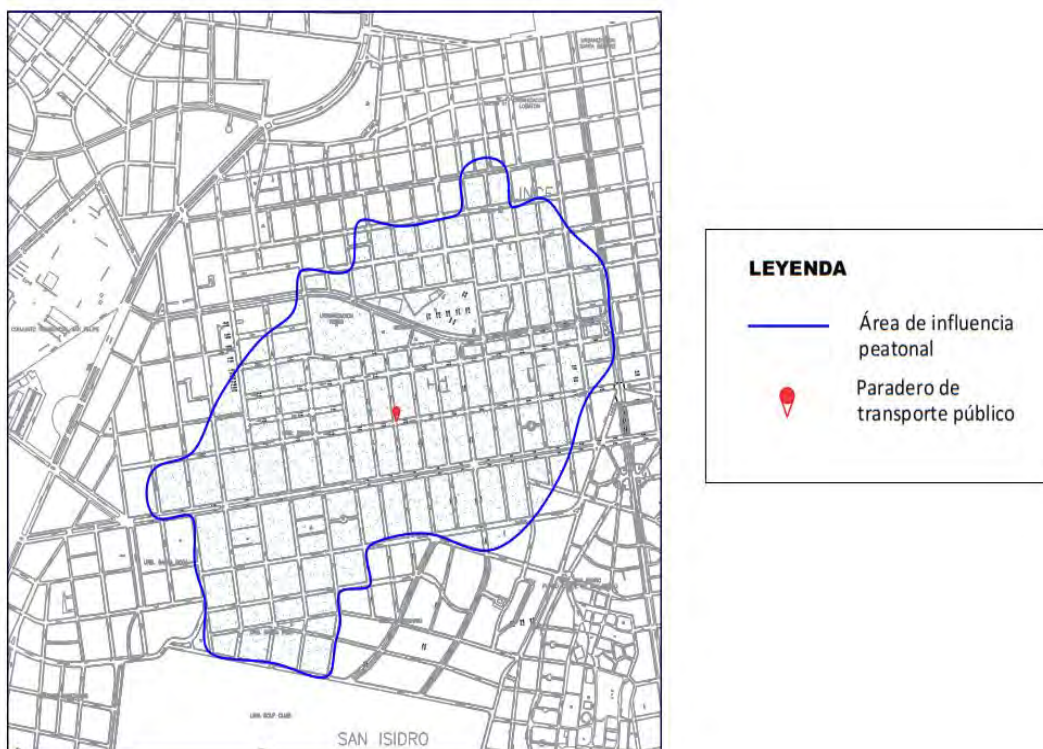


Figura 3.10: Área de influencia peatonal alrededor de una estación de transporte público

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4: Aplicación del método propuesto en el caso de estudio

En este capítulo se describe cómo se aplica el método planteado al capítulo anterior en una estación de transporte público. Para ello, se describe la estación y las principales características de estas que determinaron su elección para la investigación. Luego, se describe cómo se recolectaron y procesaron los datos. Para finalmente analizar el área de influencia peatonal obtenida y discutir los resultados.

4.1. Descripción de la estación de transporte público

El sistema de transporte escogido es el Corredor Rojo- Servicio 201, uno de los corredores complementarios implementados por el “Instituto Metropolitano Pro-Transporte de Lima”. Además, de sus múltiples paraderos se analizará el área de influencia peatonal del paradero “Las Palmeras”. Este paradero fue escogido debido a dos razones principales; el tipo de uso de las edificaciones alrededor del paradero y las condiciones del entorno en las rutas peatonales.



Municipalidad de Lima

CORREDOR ROJO - SERVICIO 201

JAVIER PRADO - LA MARINA - FAUCETT



Figura 4.1: Paraderos del Servicio 201- Corredor Rojo Lima

Fuente: (Instituto Metropolitano Protransporte de Lima, 2017)

Respecto al primer motivo, se buscó escoger un paradero dónde la afluencia de peatones sea elevada y pueda ser definido un tipo de peatón promedio. Así, alrededor del paradero “Las Palmeras” se encuentran; restaurantes, centros comerciales, edificios de oficinas; entre otros. Resalta principalmente el Centro Empresarial Real que alberga más de 67,000 m² de área de oficinas y 12 edificios de oficinas y 13 restaurantes. Este tipo de organizaciones genera la afluencia de sus colaboradores, los cuáles son posibles usuarios del “Corredor Rojo- Servicio 201”. Por lo tanto, la infraestructura alrededor de la estación incrementa la población con posibilidad de usar la estación “Las Palmeras”.



Figura 4.2: Entrada a Centro Empresarial Real – Av. Víctor Andrés Belaunde

Fuente: Imagen propia

Adicionalmente, se consideraron las características como la seguridad y vegetación propias del entorno de las rutas peatonales alrededor de la estación “Las Palmeras”. La estación escogida se encuentra en el distrito de San Isidro , el cuál según el informe “Lima Cómo Vamos” es considerado el distrito más seguro (Observatorio Ciudadano Lima Cómo Vamos et al., 2016). Además, como se puede observar en las siguientes imágenes, el entorno de la estación presenta vegetación en sus tramos.



a)



b)



c)

Figura 4.3: Vegetación en calles aledañas a Estación “Las Palmeras”: a) Calle Las Palmeras, b) Av. Víctor Andrés Belaunde, c) Calle Choquehuanca

Fuente: Imagen propia

De esta manera, se disminuye el efecto del entorno con factores como la inseguridad y la presencia de vegetación descritos en el punto 1.6. Debido a dichas características, el estudio aislará otros factores del entorno peatonal que pueden afectar el área de influencia peatonal y contribuye a reforzar la hipótesis de que el gasto energético es el factor que define el área de influencia peatonal.

4.2.Recolección de datos

A continuación, se detallarán las consideraciones tomadas para recolectar los datos:

- La trama alrededor de la estación. la longitud de los tramos y cruces fueron recolectados utilizando los planos de catastro de los distritos San Isidro, Jesús María y Lince.

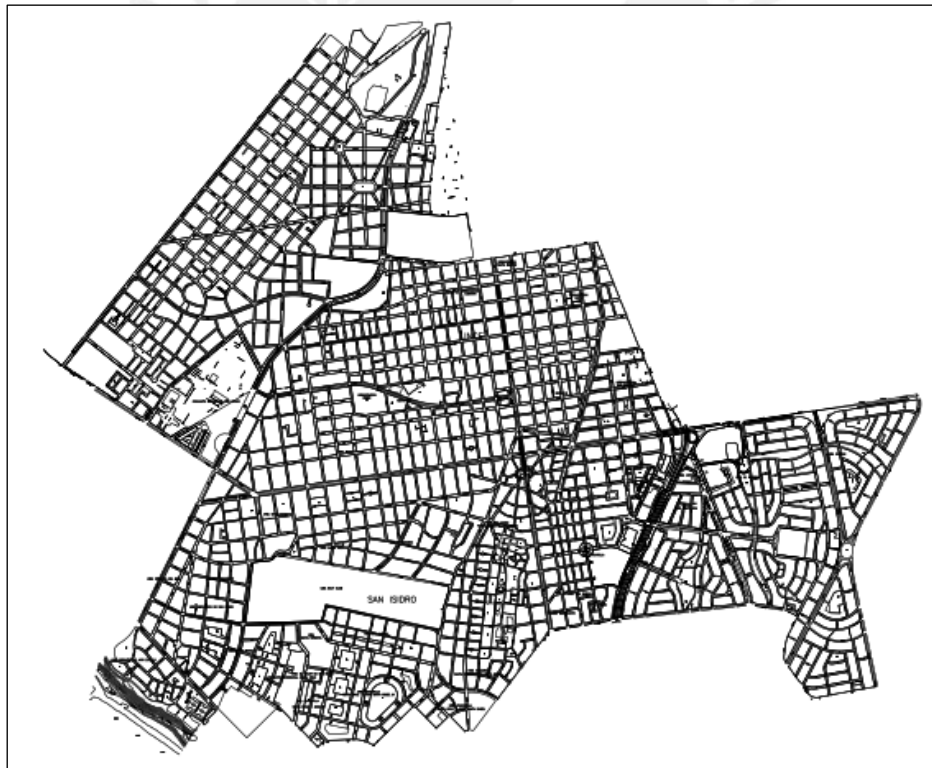


Figura 4.4: Plano de los distritos de San Isidro, Jesús María y Lince

Fuente: Instituto Catastral de Lima

- El factor del tipo de terreno n de la ecuación 2 se consideró el correspondiente a superficies asfaltadas; es decir, el valor de n es 1.
- La pendiente de las rutas fue obtenida usando Google Earth: Sin embargo, debido a las limitaciones de este programa y las irregularidades de las pendientes en la acera se considerarán significativas sólo en los casos mayores a 2.5%.
- El tipo de cruce (semaforizado o no), su señalización y el ciclo semafórico de existir; serán recolectados por observación directa.

4.3. Procesamiento de datos

Luego de registrar los datos de la trama peatonal, se registraron las caminatas de 10 voluntarios. De ellos se obtuvo la velocidad de marcha promedio y gasto energético, el proceso para llegar a dichos valores se describen en los puntos 4.3.1 y 4.3.2 y se resumen en los diagramas de flujo de la Figura 4.5. Estos datos sumados a la trama peatonal son necesarios para aplicar el método planteado en el capítulo anterior para determinar el área de influencia peatonal mediante los dos algoritmos propuestos. Este proceso se describe a continuación; además se resume en el diagrama de flujo mostrado en la figura 4.6.

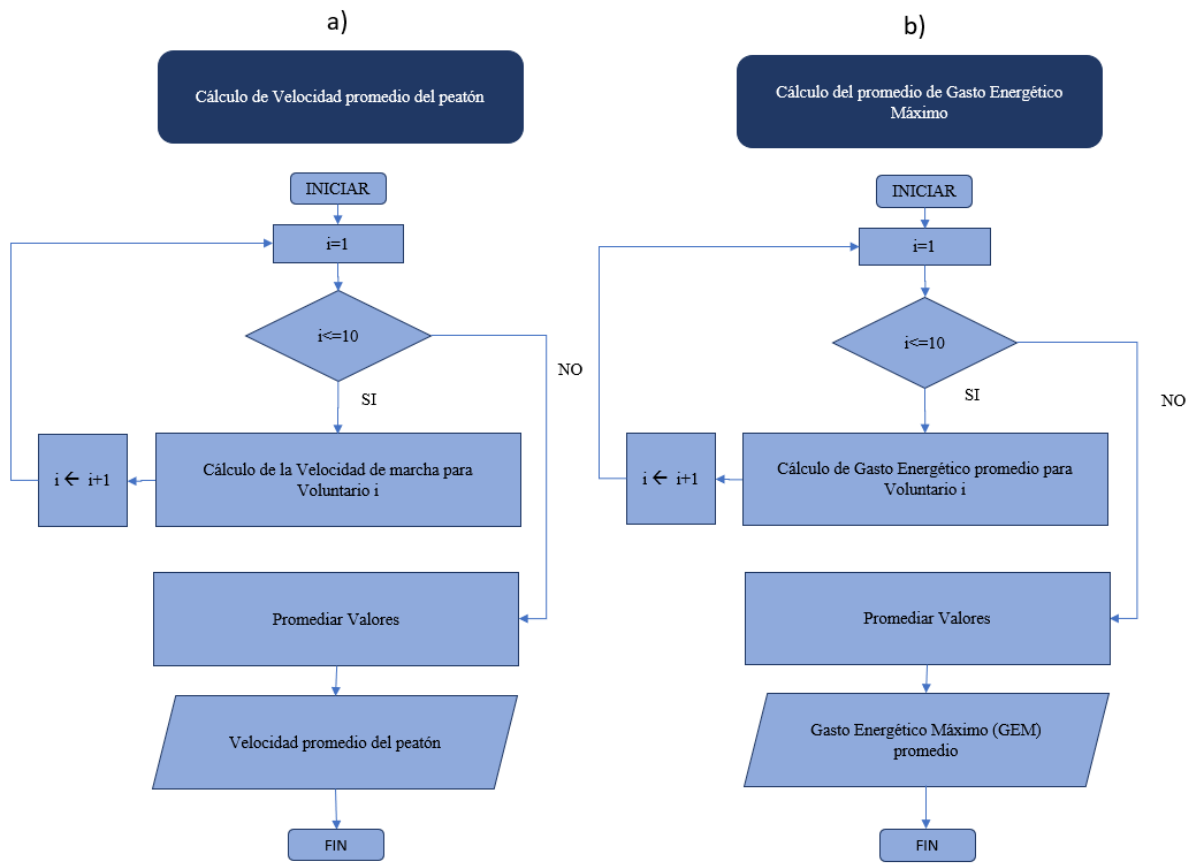


Figura 4.5: a) Diagrama de Flujo de Cálculo de promedio de Velocidad de Marcha b) Diagrama de flujo de Cálculo de Gasto Energético Máximo Promedio

Fuente: Elaboración propia

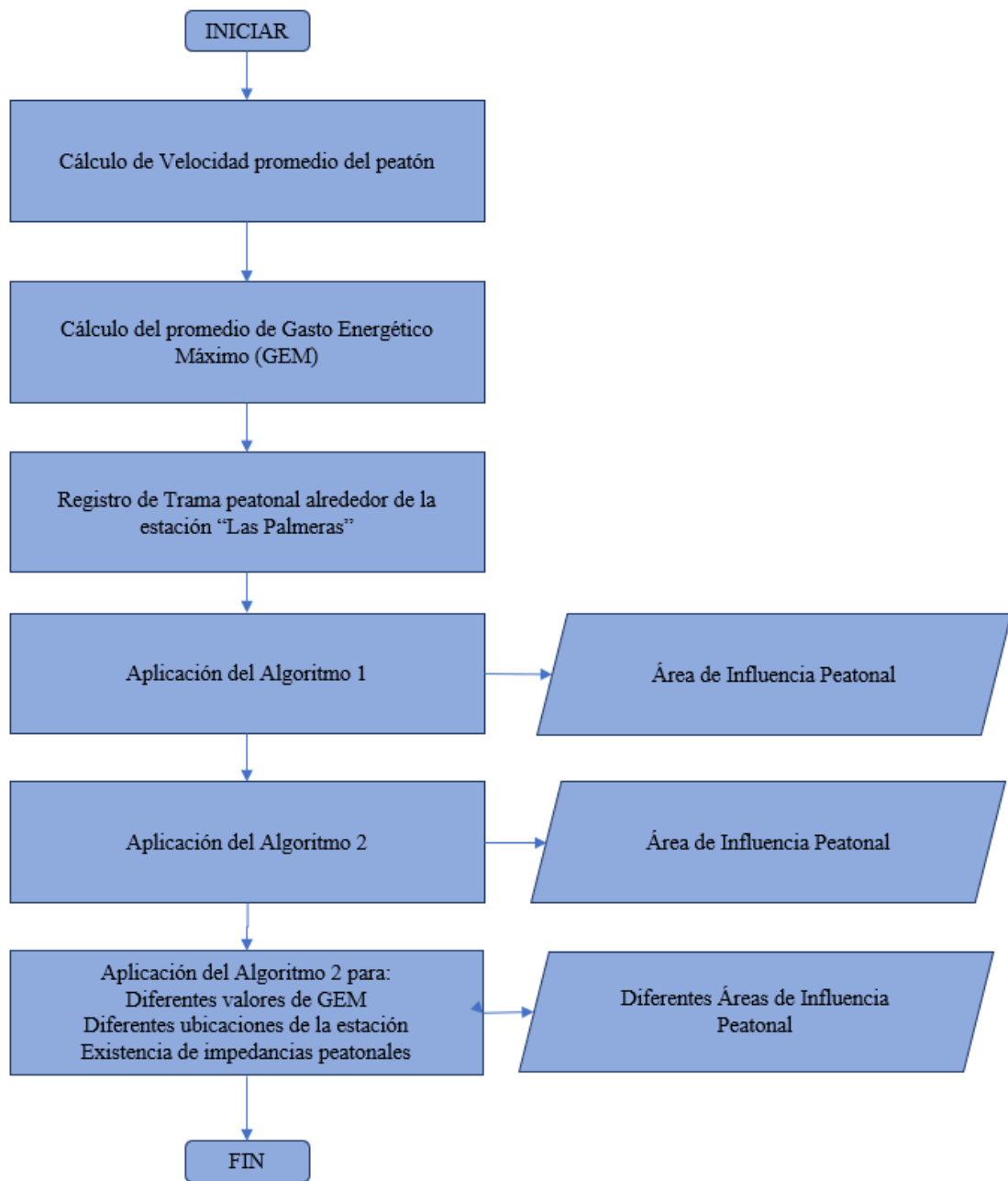


Figura 4.6: Diagrama de flujo de aplicación de método

Fuente: Elaboración propia

4.3.1 Velocidad promedio del peatón

La velocidad promedio del peatón a usarse en la aplicación del método se obtuvo como el promedio de la velocidad de marcha de los 10 voluntarios. En la siguiente tabla se muestran los valores para cada voluntario. Se obtuvo como resultado que la velocidad promedio es de 1.3 m/s.

Tabla 4.1: Resumen velocidad de marcha de voluntarios

Voluntario N°	Edad (años)	Género	Peso (kg)	Velocidad de marcha (m/s)
1	21	F	61	1.4
2	22	F	61	1.5
3	43	F	57	1.4
4	47	F	62	1.2
5	52	F	70	1.2
6	21	M	65	1.1
7	21	M	65	1.4
8	22	M	84	1.5
9	22	M	72	1.4
10	47	M	71	1.2
Promedio				1.3

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Gasto energético máximo

Para obtener el gasto energético máximo se analizaron 10 personas voluntarias. El estudio se realizó en el distrito de San Isidro en lugares diferentes a los alrededores de la estación en estudio y también en lugares cercanos a la misma. Esto con el fin de obtener si es posible extrapolar los resultados de una zona a otra. En dichas zonas, tanto las distancias y las pendientes cómo los tipos de cruces fueron registrados de acuerdo con lo definido en el punto 4.7.

Cada individuo fue provisto de un reloj inteligente el cuál registraría la ruta que se realiza mediante el GPS. Esta ruta es corroborada por la grabación de un video. Con el video se registró la velocidad promedio del peatón usando el tiempo en recorrer un tramo y dividiéndolo entre el tiempo transcurrido en el mismo. Adicionalmente, con el estudio del video se definió el tiempo de espera en cada cruce.

Cada voluntario realizó dos rutas diferentes y respondió a la simulación de hasta dónde caminaría en su día a día para alcanzar una estación de bus. Se realizaron dos rutas con el fin de evaluar la capacidad del voluntario de definir su alcance, la cual será óptima si los valores del gasto energético de ambas rutas resulten similares.

A continuación, se mostrará a detalle los resultados del gasto energético de uno de los voluntarios.

VOLUNTARIO 8

El voluntario 8, cuyo peso es 84 kg, realizó su primera ruta mostrada en la Figura 4.7. La ruta consta de 8 tramos y 7 cruces peatonales.

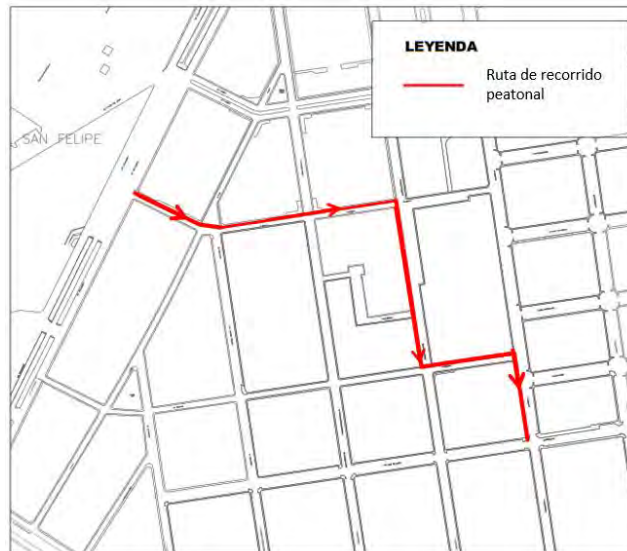


Figura 4.7 : Voluntario 8 - Ruta N° 1

Fuente: Elaboración propia

a) Cálculo de gasto energético en los tramos peatonales

Primero se busca obtener el gasto de energía en los tramos, para ello se calculó este valor en cada tramo usando las ecuaciones 2 y 3. Luego, se suman los gastos energéticos de cada tramo para obtener la energía total de tramos que asciende a 49.2 kcal.

Tabla 4.2: Cálculo del gasto energía en los tramos peatonales- Voluntario 8- n=1, Carga del peatón= 0 kg - Velocidad = 1.5 m/s

TRAMO	Longitud (m)	Peso del peatón (Kg)	Potencia (Watts)	Tiempo (s)	Energía (Joules)	Energía kcal
1	97.9	84	417	64.4	26,870	6.4
2	12.7	84	417	8.4	3,491	0.8
3	110.5	84	417	72.7	30,320	7.2
4	109.4	84	417	72.0	30,018	7.2
5	139.4	84	417	91.7	38,256	9.1
6	64.8	84	417	42.6	17,782	4.3
7	109.5	84	417	72.0	30,046	7.2
8	106.4	84	417	70.0	29,187	7.0
TOTAL						49.2

Fuente: Elaboración propia

b) *Cálculo de gasto energético en los cruces peatonales*

En segundo lugar, se muestra el cálculo de la energía consumida o gasto energético correspondiente a cada cruce. Cabe resaltar que en el cálculo se utilizaron los tiempos de espera reales del recorrido de los peatones. Luego, se suman los gastos energéticos de cada cruce para obtener la energía total de cruces que asciende a 5.0 kcal.

Tabla 4.3: Cálculo del gasto energía en los cruces peatonales - Voluntario 8- n=1, Carga del peatón= 0 kg - Velocidad = 1.5 m/s

Cruce	Tiempo espera (s)	Gasto energético - ETAPA 1 (J)	Longitud (m)	Tiempo (s)	Gasto energético - ETAPA 2 (J)	Gasto energético del cruce (J)	Gasto energético del cruce (kcal)
1	-	-	7.9	5.2	2,263	2,263	0.5
2	-	-	5.8	3.8	1,660	1,660	0.4
3	-	-	14.5	9.5	4,153	4,153	1.0
4	10	1260	8.9	5.9	2,567	3,827	0.9
5	-	-	7.8	5.1	2,240	2,240	0.5
6	5	630	13.5	8.9	3,883	4,513	1.1
7	-	-	7.8	5.1	2,243	2,243	0.5
TOTAL							5.0

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, el gasto energético máximo del voluntario 8 en su ruta 1 asciende a 54.2 kcal, la suma de los gastos de energía en los cruces y tramos peatonales. El proceso se repitió una vez más para la ruta mostrada en la Figura 4.8 y se obtuvo el valor de 58.2 kcal. La diferencia de ambos valores es menor a 10 %; por lo que se concluye que el voluntario uno si pudo definir con cierta exactitud el límite de energía expendida para alcanzar una estación de transporte público.

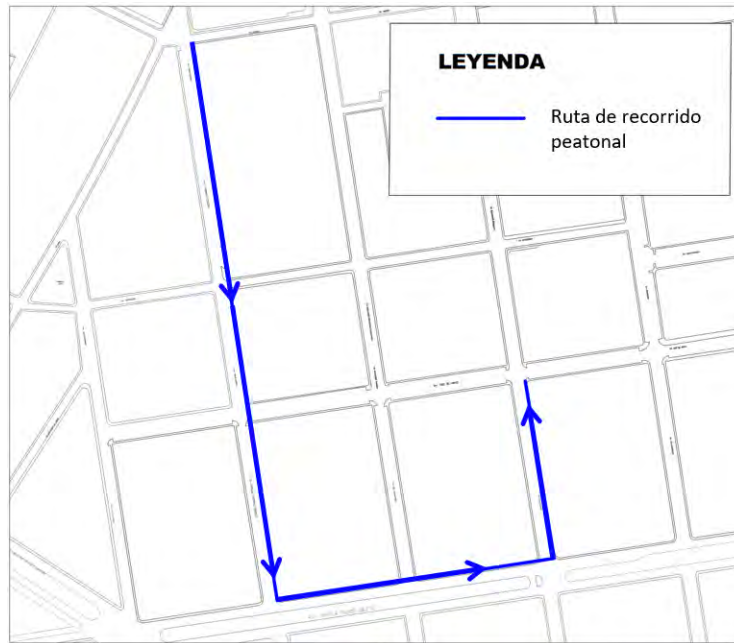


Figura 4.8 : Voluntario 8 - Ruta N° 2

Fuente: Elaboración propia

El procedimiento descrito se realizó en un total de 10 personas entre 21 y 52 años y os valores obtenidos son mostrados a continuación en una tabla resumen.

Tabla 4.4: Resumen de cálculo de gasto energético máximo promedio

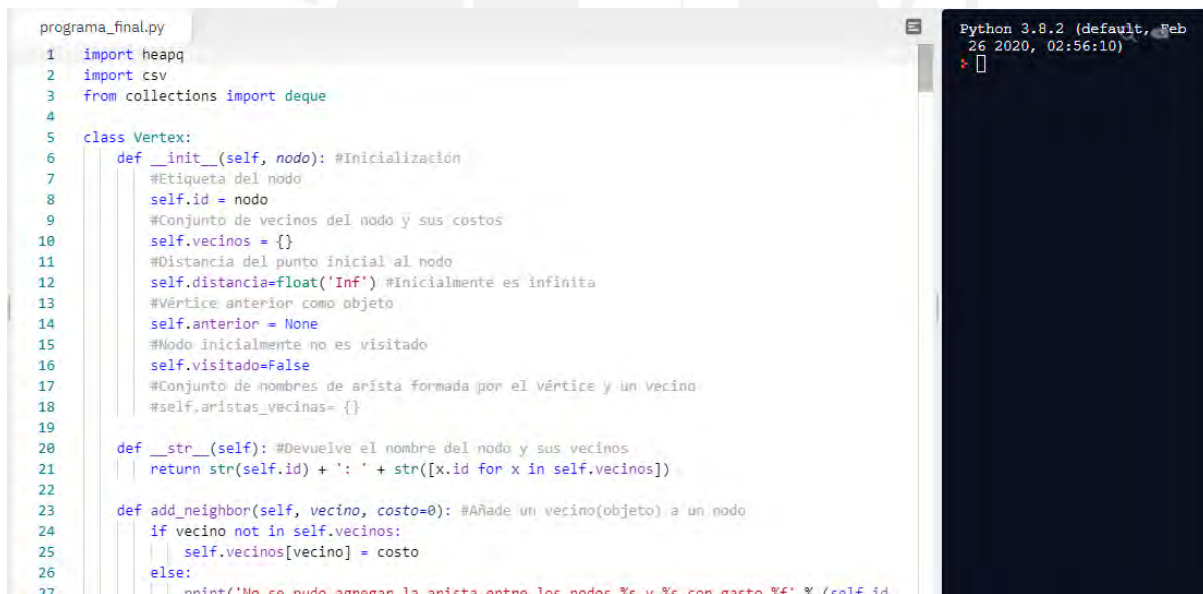
Voluntario N°	Edad (años)	Peso (kg)	Género	Gasto energético máximo (kcal) - Promedio
1	21	65	M	53.6
2	22	84	M	56.2
3	22	61	F	54.2
4	47	62	F	52.4
5	21	61	F	55.5
6	47	71	M	51.9
7	43	57	F	52.5
8	21	65	M	40.3
9	22	72	M	42.1
10	52	70	F	39.6
Promedio				49.8

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, para el cálculo del gasto energético máximo se analizó este valor en dos rutas diferentes para 10 personas. Las 20 rutas analizadas con los voluntarios fueron diferentes entre ellas y en lugares cercanos a la estación “Las Palmeras” del distrito de San Isidro. Por cada individuo se obtuvo un gasto energético resultado del promedio de dicho valor en 2 rutas. Para finalmente promediar el gasto de energía de los voluntarios y obtener el “Gasto energético máximo promedio” que resultó 49.8 kcal. Este valor será usado en adelante para calcular el área de influencia peatonal.

4.3.3 Aplicación del código computacional

Insertar el código del Anexo B en un programa nuevo en un entorno Python como se muestra en la siguiente figura:



```
programa_final.py
1 import heapq
2 import csv
3 from collections import deque
4
5 class Vertex:
6     def __init__(self, nodo): #Inicialización
7         #Etiqueta del nodo
8         self.id = nodo
9         #Conjunto de vecinos del nodo y sus costos
10        self.vecinos = {}
11        #Distancia del punto inicial al nodo
12        self.distancia=float('Inf') #Inicialmente es infinita
13        #Vértice anterior como objeto
14        self.anterior = None
15        #Nodo inicialmente no es visitado
16        self.visitado=False
17        #Conjunto de nombres de arista formada por el vértice y un vecino
18        #self.aristas_vecinas= {}
19
20    def __str__(self): #Devuelve el nombre del nodo y sus vecinos
21        return str(self.id) + ': ' + str([x.id for x in self.vecinos])
22
23    def add_neighbor(self, vecino, costo=0): #Añade un vecino(objeto) a un nodo
24        if vecino not in self.vecinos:
25            self.vecinos[vecino] = costo
26        else:
27            print('No se pudo agregar la arista entre los nodos %s y %s con costo %f' % (self.id,
```

Figura 4.9: Interfaz de uso del código computacional

Fuente: Tomado del programa Repl.it

El código importa los valores de un documento con valores separados por comas llamado “data_prueba-csv”, este documento es el que contiene los valores de gasto energético entre

nodo y nodo como se muestra en la Figura 4.10. El costo energético de cada tramo o cruce peatonal se calcula de acuerdo con las ecuaciones 3, 4 y 5 descritas en el Capítulo 3; considerando un peso del peatón promedio de 66.8 kg y sin peso de carga. Esta información se encuentra en el Anexo A, donde se muestran los nodos numerados alrededor de la estación de acuerdo con lo mostrado en el plano del Anexo C.



Figura 4.10: Interfaz de ingreso de datos a código computacional

Fuente: Tomado del programa Repl.it

El código del Anexo B considera el gasto energético máximo como 49.8 kcal y el origen en el nodo “n392”. Estos valores son los correspondientes a la ubicación actual de la estación “Las Palmeras” y el valor encontrado para el Gasto Energético Máximo anteriormente. Sin embargo, ambos valores pueden cambiarse indistintamente y se encuentran en las filas 221 y 222 del código del Anexo B como se muestra en la siguiente figura:

```

218
219
220 #Definir el nodo del punto inicial y el costo máximo permitido en el área de influencia
221 origen= g.get_vertex('n392') #Ver en mapa qué nodo es el origen
222 cost_max=49.8
223
224
225 #Obtiene los nodos que están conectados en el grafo

```

Figura 4.11: Definición de nodo origen y gasto energético máximo en código computacional

Fuente: Adaptado del programa Repl.it

Luego de ejecutar el programa se obtienen dos grupos importantes de datos de salida. Los nudos límite con sus respectivas rutas más cortas (Figura 4.12) y los nudos fuera del área de influencia peatonal (Figura 4.13) . En el caso de aplicación se obtuvieron 86 vértices como nodos límite.

```

El límite lo conforman 86 vértices:

['n2', 'n25', 'n9', 'n41', 'n43', 'n74', 'n75', 'n76', 'n76', 'n103', 'n80', 'n183', 'n253', 'n803', 'n263',
'n313', 'n418', 'n419', 'n420', 'n582', 'n591', 'n754', 'n672', 'n674', 'n690', 'n699', 'n703', 'n782',
'n755', 'n783', 'n786', 'n783', 'n138', 'n823', 'n33', 'n34', 'n820', 'n821', 'n822', 'n823', 'n2', 'n21',
'n818', 'n927', 'n927', 'n936', 'n1011', 'n418', 'n952', 'n210', 'n958', 'n210', 'n241', 'n971', 'n978',
'n981', 'n989', 'n997', 'n1001', 'n1006', 'n1014', 'n1028', 'n1032', 'n1033', 'n1047', 'n1047', 'n1047',
'n1077', 'n1079', 'n1096', 'n1096', 'n1107', 'n1105', 'n1107', 'n1127', 'n1122', 'n1143', 'n649', 'n651',
'n652', 'n1181', 'n1171', 'n1304', 'n1304', 'n675', 'n676']

Nodo n2 con camino: ['n2', 'n20', 'n39', 'n59', 'n85', 'n163', 'n164', 'n165', 'n166', 'n167', 'n169', 'n197', 'n229', 'n279', 'n328', 'n392']

Nodo n25 con camino: ['n25', 'n26', 'n27', 'n45', 'n46', 'n47', 'n68', 'n94', 'n95', 'n106', 'n810', 'n168', 'n170', 'n198', 'n230', 'n229', 'n279', 'n328', 'n392']

Nodo n9 con camino: ['n9', 'n27', 'n45', 'n46', 'n47', 'n68', 'n94', 'n95', 'n106', 'n810', 'n168', 'n170', 'n198', 'n230', 'n229', 'n279', 'n328', 'n392']

Nodo n41 con camino: ['n41', 'n40', 'n60', 'n86', 'n85', 'n163', 'n164', 'n165', 'n166', 'n167', 'n169', 'n197', 'n229', 'n279', 'n328', 'n392']

```

Figura 4.12: Datos de salida de código computacional: Nodos límite

Fuente: Tomado del programa Repl.it

```
Los nodos fuera del area de influencia son:  
  
n1  
n5  
n6  
n23  
n24  
n7  
n8  
n22  
n42  
n805  
n35  
n36  
n53  
n54  
n56  
n55  
n77  
n78  
n104  
n133  
n134  
n135  
n146
```

Figura 4.13: Datos de salida de código computacional: Nodos fuera del área de influencia peatonal

Fuente: Tomado del programa Repl.it

Finalmente, el área de influencia peatonal se grafica como la unión de los nodos límite considerando que la forma del límite graficado no debe encerrar a los nodos fuera del área influencia. Luego de realizar lo descrito se obtiene el área de influencia mostrado en la siguiente figura:

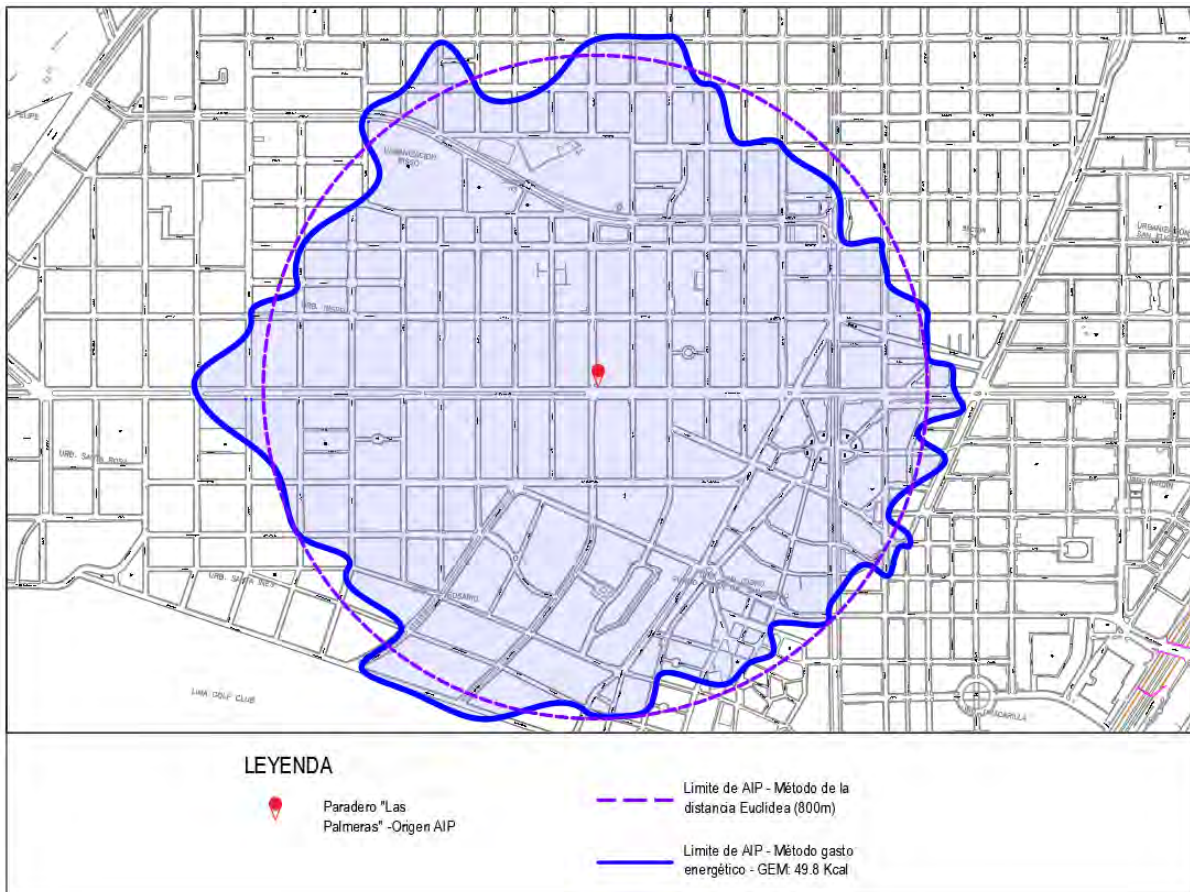


Figura 4.14: Área de Influencia Peatonal alrededor del paradero “Las Palmeras”

Fuente: Elaboración propia

4.4.Resultados de aplicación del método

Luego de haber registrado los datos de los tramos y cruces, registrar los datos obtenidos de los voluntarios y haberlos procesados como se describe anteriormente. Se procede a utilizar el Algoritmo 1 y Algoritmo 2 descritos en el punto 3.2. para definir los puntos que forman el límite del área de influencia peatonal alrededor de la estación “Las Palmeras”. A continuación, se muestra el área de influencia peatonal obtenido por ambos algoritmos.

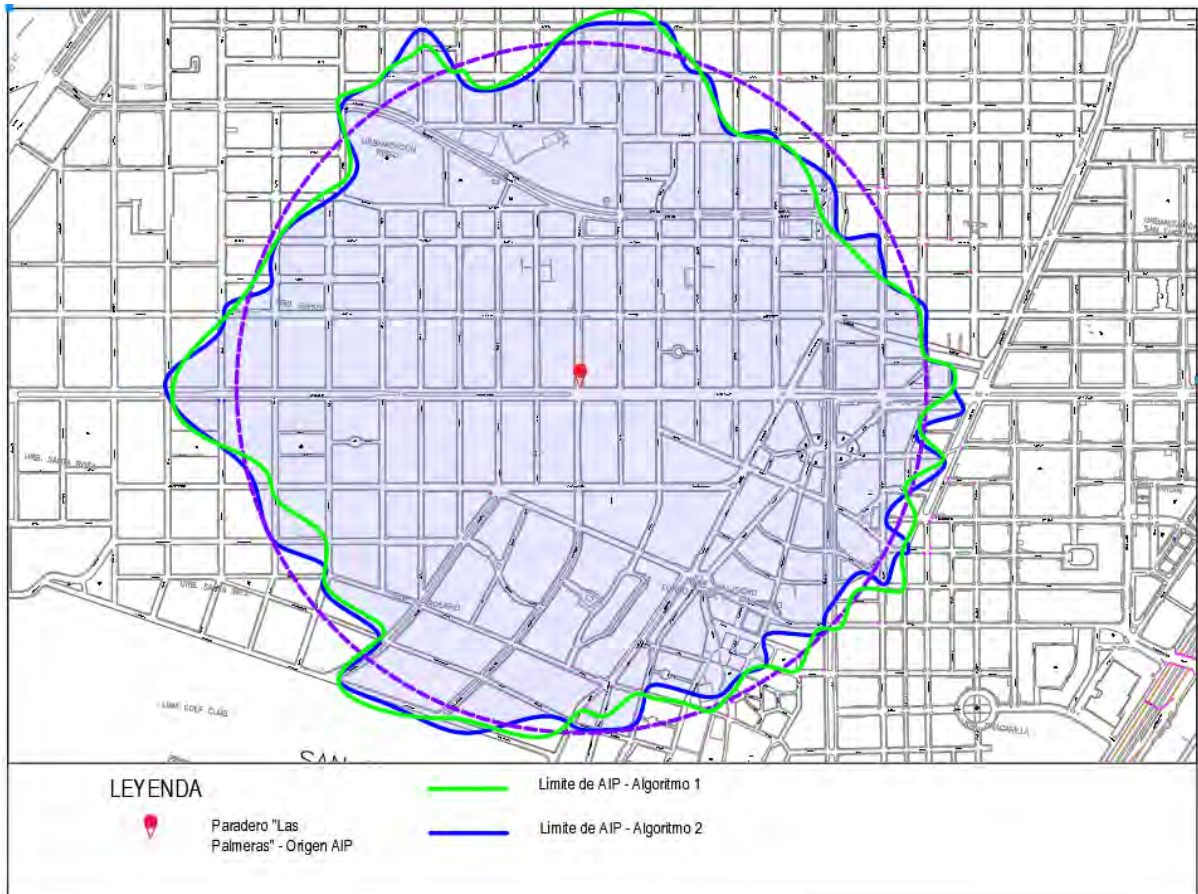


Figura 4.15: Resultado de Área de Influencia Peatonal de Algoritmo 1 y Algoritmo 2

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que ambos algoritmos dan como resultado un área de influencia similar. Sin embargo, el primer algoritmo consiste en un proceso repetitivo de operaciones para cada ruta e implica la búsqueda de todas las rutas posibles que observa la persona que lo aplica. Mientras que, el segundo algoritmo es automatizado en la búsqueda de la ruta más corta y en la acumulación del gasto energético para obtener el límite de desplazamiento de los peatones. Así en adelante se utilizará el Algoritmo 2 para los análisis y discusión de resultados. De acuerdo con el punto 3.3 el resultado del Análisis del método planteado debe ser mostrado en un plano el cual se encuentra en el Anexo D.

4.5. Discusión de resultados

4.5.1 Análisis de gasto energético máximo

Para obtener el gasto energético máximo peatonal con el que se delimitó el área de influencia peatonal de la estación en estudio se midió este valor en 10 personas entre las edades de 21 y 52 años. Los resultados se resumen en la siguiente tabla, donde los voluntarios están ordenados por edad y se muestran los datos del peso, género y los gastos de energía en cada una de las dos rutas que realizaron.

Tabla 4.5: Resultados del análisis de gasto energético máximo

Voluntario N°	Edad (años)	Género	Peso (kg)	Gasto energético máximo (kcal) RUTA 1	Gasto energético máximo (kcal) RUTA 2	Gasto energético máximo (kcal) Promedio
1	21	F	61	55.8	55.1	55.5
2	22	F	61	53.1	55.3	54.2
3	43	F	57	54.4	50.6	52.5
4	47	F	62	54.4	50.4	52.4
5	52	F	70	38.2	41.0	39.6
6	21	M	65	56.2	50.9	53.6
7	21	M	65	42.3	38.2	40.3
8	22	M	84	54.2	58.2	56.2
9	22	M	72	40.1	44.0	42.1
10	47	M	71	52.2	51.5	51.9
Promedio						49.8

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se mostrarán los puntos importantes del resultado de este procedimiento.

Se observó que todos los voluntarios definían el límite de sus rutas en el final de un tramo o un cruce. Es decir, ninguno definió el final de su ruta sin acabar de recorrer por completo una cuadra o un cruce. Esto es importante, es posible suponer que, si la zona de influencia termina a la mitad de un tramo, el peatón llegará hasta el final de dicho tramo o cruce.

El objetivo de analizar el recorrido de los voluntarios en dos rutas diferentes fue determinar si son capaces de definir con cierta precisión el límite de las rutas que están dispuestos a caminar para alcanzar un punto caminando. Es decir, se buscaba analizar si efectivamente el gasto energético de los peatones define el límite de sus rutas. El resultado fue satisfactorio pues los resultados obtenidos en cada voluntario son cercanos como se muestra en la Figura 4.16 el porcentaje de diferencia entre los gastos energéticos de cada ruta varía entre el 1% al 10%. Estos valores son mínimos y aceptables para considerar que la energía gastada en una ruta peatonal es un parámetro importante para definir el área de influencia peatonal.

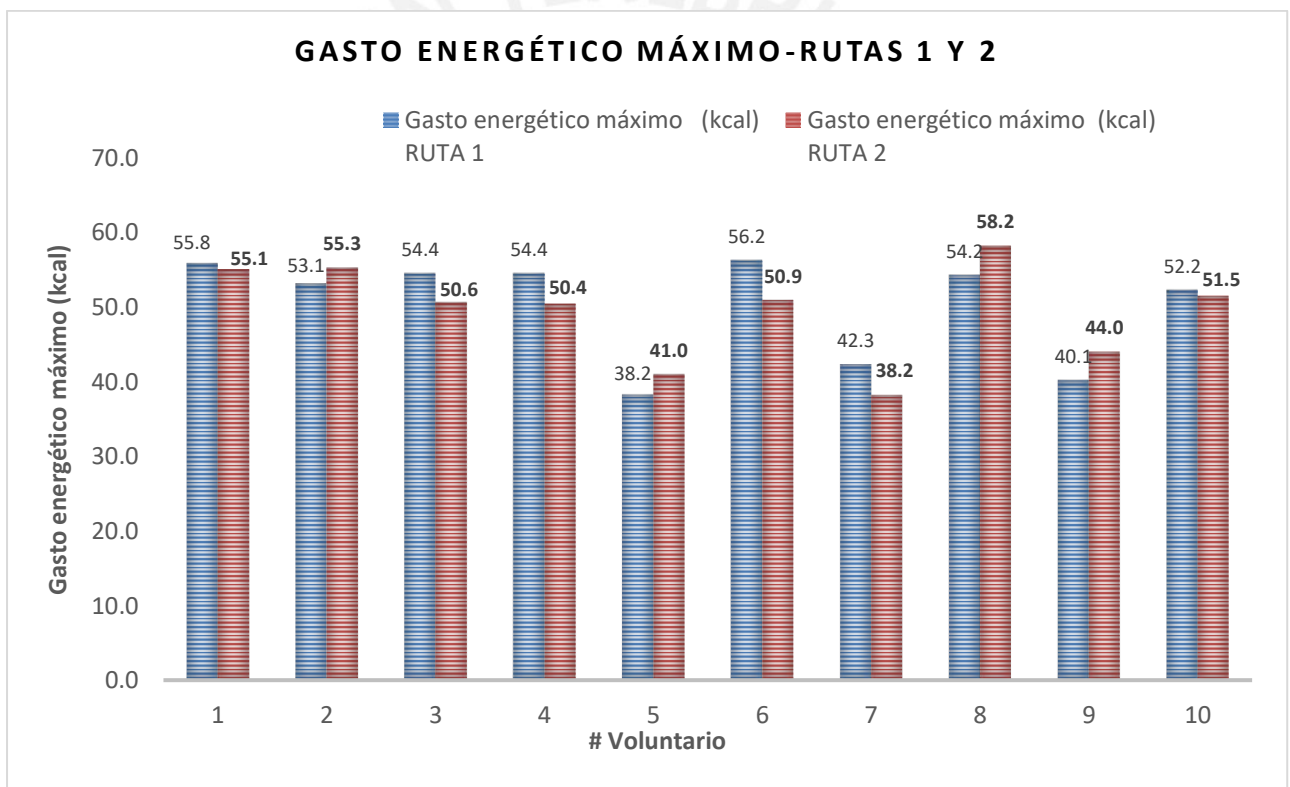


Figura 4.16: Comparación de gasto energético en dos rutas para cada voluntario

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, otro punto a resaltar es que se observó que a pesar de que no se muestra claramente la diferencia del gasto energético respecto a la edad, la línea de tendencia de estos valores tiende a disminuir a medida que le edad de los voluntarios aumenta. Este resultado era

esperado debido a que a medida que la edad aumenta las personas están menos dispuestas a caminar por diversos motivos. Entre ellos pueden estar que a medida que la edad aumenta, el estado físico disminuye y las personas tienen a agotarse más rápido y el agotamiento está relacionado a la energía invertida por el peatón.

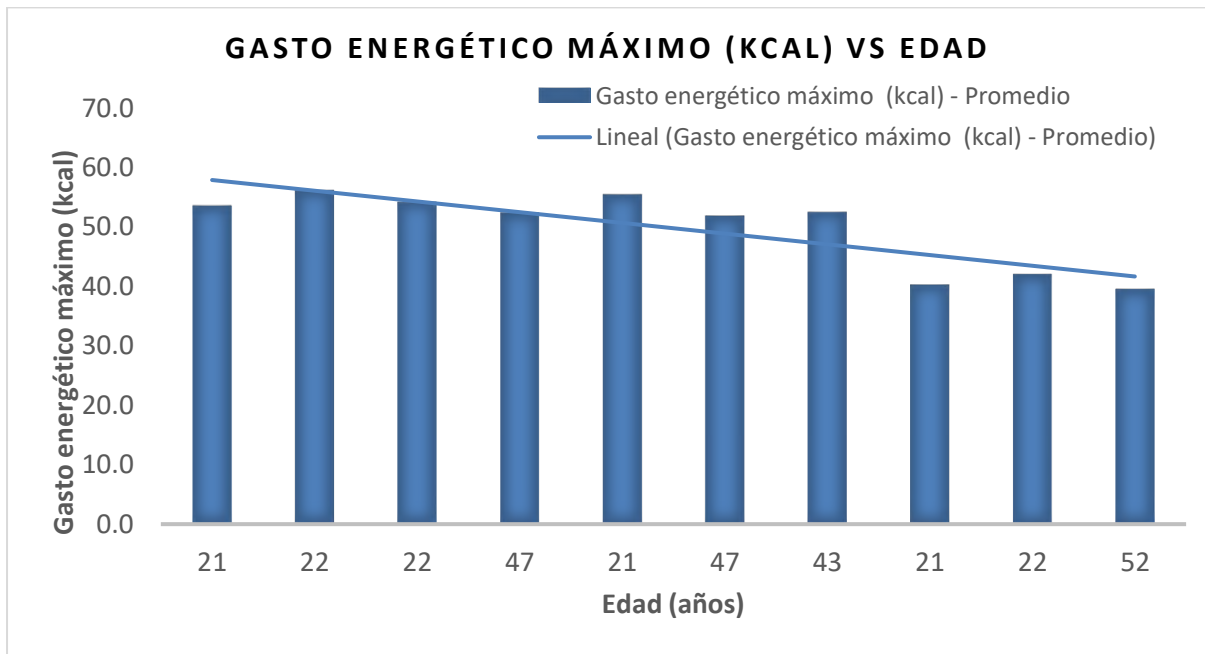


Figura 4.17: Gasto energético máximo vs edad

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, el promedio del gasto energético de las personas con sexo femenino es de 50.8 kcal mientras que para el sexo masculino el promedio es 48.8 kcal. Es decir, resultó que el género masculino presenta un gasto energético máximo superior al género femenino. Ese porcentaje es mínimo y en la siguiente figura se puede ver cómo no existe una tendencia en la que la línea del gasto de las personas de género femenino es siempre superior a la del género masculino. En suma, lo observado no muestra evidencia suficiente para definir una tendencia de mayor gasto energético por un género u otro.

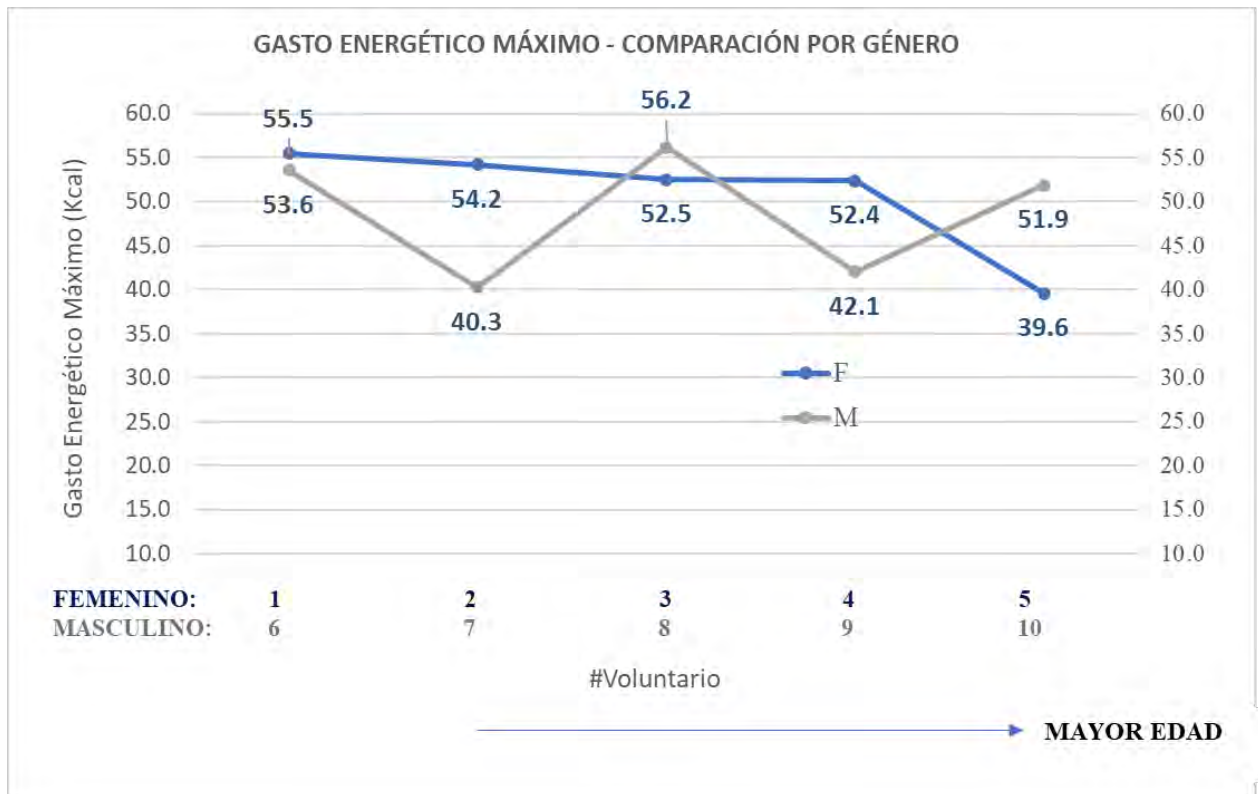


Figura 4.18: Gasto energético máximo – Comparación por género

Fuente: Elaboración propia

Además, es importante mostrar que la longitud de las rutas varía drásticamente respecto a los pesos de las personas. Así; por ejemplo, en el caso de los voluntarios 1 y 2 de 65 y 84 Kg respectivamente se observa que el voluntario que tiene un peso menor caminó en ambas rutas una distancia mayor en aproximadamente una cuadra al peatón con mayor peso. Sin embargo, al analizar el resultado se obtuvieron valores de gasto energético muy similares en ambos voluntarios. Es decir, que las personas con mayor peso tienden a caminar menores longitudes y tiempos, pero invierten la misma cantidad de energía que los de menor peso. Este análisis se puede apreciar en la siguiente figura, donde no se muestra relación entre el peso y el GEM de los peatones.

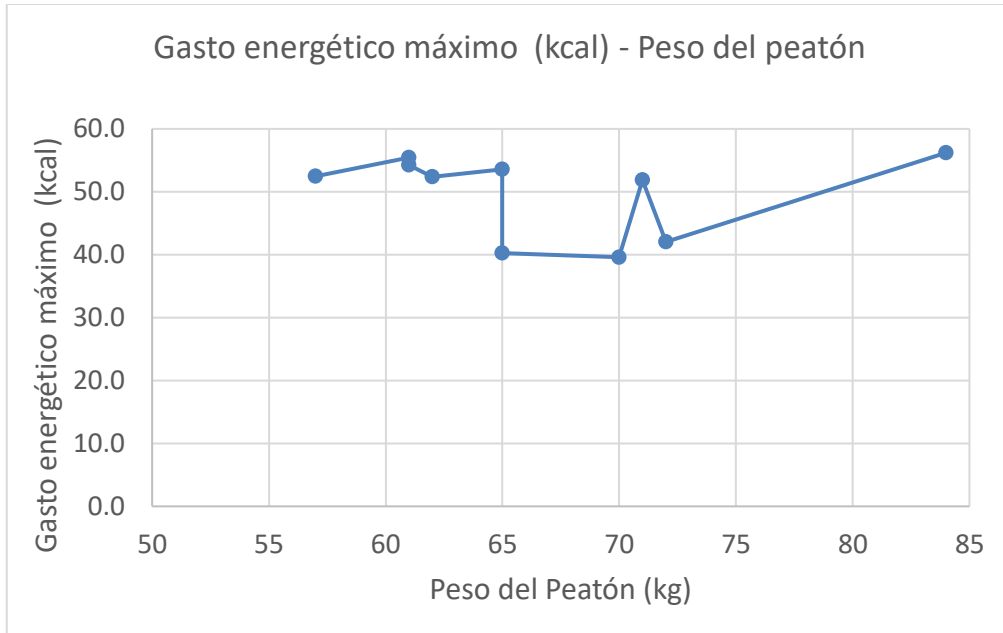


Figura 4.19: Gasto energético máximo vs peso del peatón

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 Análisis del área de influencia peatonal de la estación “Las Palmeras”

En primer lugar, al comparar el área de influencia peatonal obtenida con la que se obtiene por el uso del método de la Distancia Euclídea considerando la distancia de 800 m punto. Se observa que el método que define que la que el área de influencia peatonal se encuentra definida por el en torno a 800 m alrededor de la estación es muy aproximada al área de influencia peatonal real de un peatón limeño promedio de 66.8kg.

Tabla 4.6: Resumen de área de influencia peatonal Estación “Las Palmeras”

Área de influencia peatonal - AIP (Km ²)	Gasto energético máximo GEM (Kcal)	Radio de área equivalente - R (Km)
1.990	49.8	0.80

Fuente: Elaboración propia

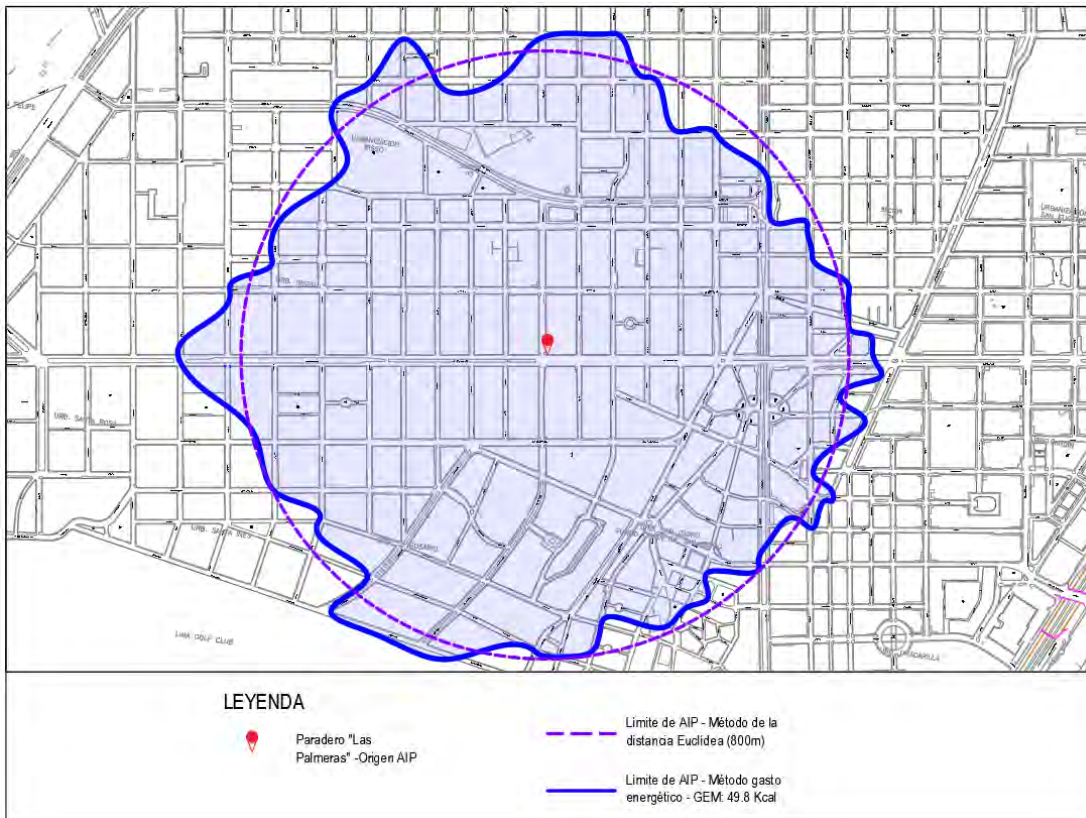


Figura 4.20: Área de influencia peatonal – “Estación Las Palmeras”- Método propuesto vs Método de la Distancia Euclídea

Fuente: Elaboración propia

Además, se analizará el área de influencia peatonal obtenida por sectores de acuerdo con la distribución mostrada a continuación:

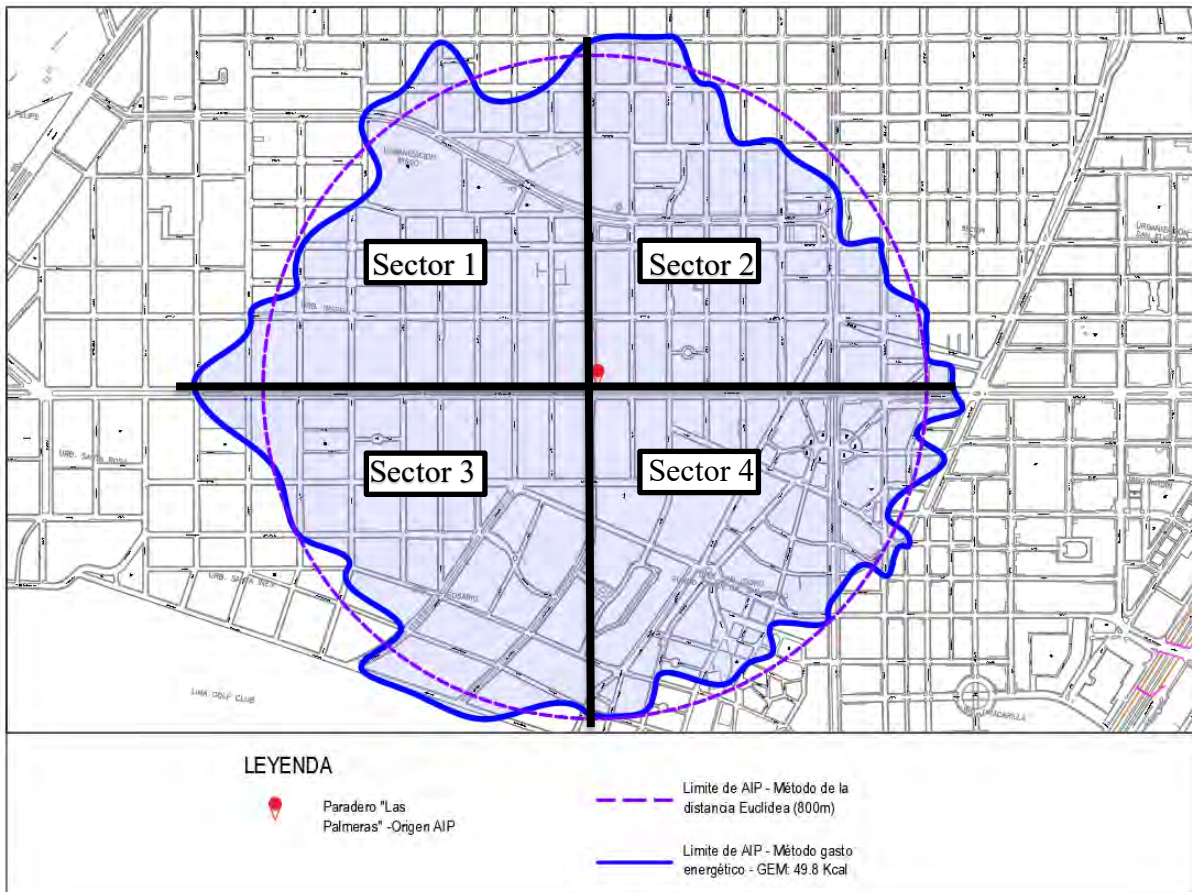


Figura 4.21: Sectores en el área de influencia peatonal

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el sector 2 está delimitado de manera homogénea respecto al círculo definido por la Distancia Euclídea, en el sector el AIP obtenido dista un tramo del círculo de 800 m en todo el sector; salvo en los límites vertical y horizontal. Esto se debe a que la trama de esa zona está representada en mayoría por tramos horizontales y verticales similares entre ellos y que la zona no presenta mayores obstáculos para los peatones.

A diferencia de los otros sectores, el sector 4 presenta una forma más irregular y es el sector que muestra se asemeja más al AIP de la distancia Euclídea. Eso se debe a que esta zona presenta mayor cantidad de tramos inclinados, los cuales son usados por los peatones como “atajos” que les permiten llegar a puntos más lejanos que con la misma energía gastada.

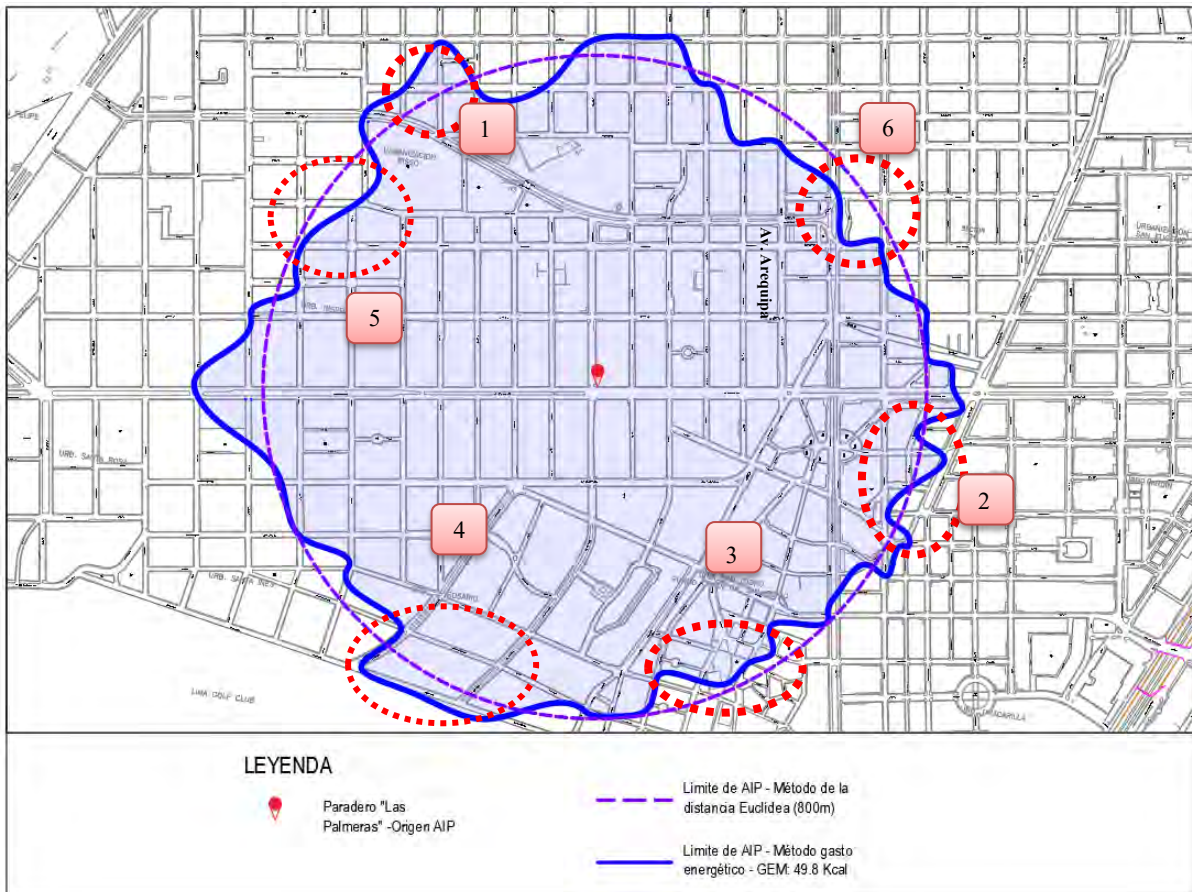


Figura 4.22: Zonas de análisis en el área de influencia peatonal

Fuente: Elaboración propia

En la zona sombreada número 3 mostrada en la Figura 4.20 se observa que el área de influencia disminuye respecto al círculo definido por 800 m. Esto se debe a que la única la opción que nos permite llegar a esos puntos implica el cruce del peatón por muchos cruces semaforizados con un tiempo peatonal elevado.

Se observa que en la “Zona 2” el área de influencia se encuentra alrededor de la Distancia Euclídea (800 m). Sin embargo, para esa zona se espera que el área de influencia disminuya. Debido a que, para llegar a los puntos en los que el área de influencia disminuye severamente es necesario cruzar la Avenida Arequipa la cual no permite el cruce de los peatones, pues presenta barandas que bloquean el tránsito peatonal como se observa en la siguiente figura.



Figura 4.23: Avenida Arequipa- Barandas

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, al observar las rutas para llegar a los nodos límites de la zona, ninguno requiere el cruce por la zona con paso impedido. Las rutas más cortas para acceder a dicha zona vienen por la Calle Manuel Bañón (ver Figura 4.22); ya que, es un tramo inclinado y representa menor gasto de energía por peatón. Esto explica, por qué en la Zona 2 no se aprecia una reducción representativa en el área de influencia peatonal.



Figura 4.24: Trazo de rutas a nodos límite en zona 2

Fuente: Elaboración propia

Por último, el resultado de los tramos oblicuos en aumentar el área de influencia peatonal se puede ver además en las zonas 2 y 4 donde las rutas que implican el uso de las de los tramos oblicuos presentan el límite del área de influencia peatonal mayor a la del círculo de 800 m. Mientras que en la zona 5, se observa que el área de influencia es menor que el determinado por el método de la Distancia Euclídea Esto se debe a que los tramos para llegar a esta zona son horizontales y verticales y no presentan atajos.

4.5.3 Análisis del AIP para diferentes gastos máximos de energía

El método permite evaluar el área de influencia peatonal para diferentes tipos de peatones y para diferentes tipos de gastos energéticos máximos. Así, nos permite evaluar el AIP en forma y dimensión para diferente gasto energético como se muestra en la Figura 4.26.

Par el caso de la estación “Las Palmeras”, con el segundo algoritmo se analizó el área de influencia peatonal para 49.8, 40.0 y 30.0 kcal y la dimensión se muestra en la siguiente tabla. De estos valores, se observa que el área de influencia y el gasto energético para el paradero “Las Palmeras” muestran una relación poligonal de grado 2 como se muestra en la Figura 4.25.

Tabla 4.7: Resumen de cálculo de gasto energético máximo promedio

Área de influencia peatonal - AIP (Km ²)	Gasto energético máximo GEM (Kcal)	Radio de área equivalente - R (Km)
1.990	49.8	0.80
1.175	40.0	0.61
0.651	30.0	0.46

Fuente: Elaboración propia

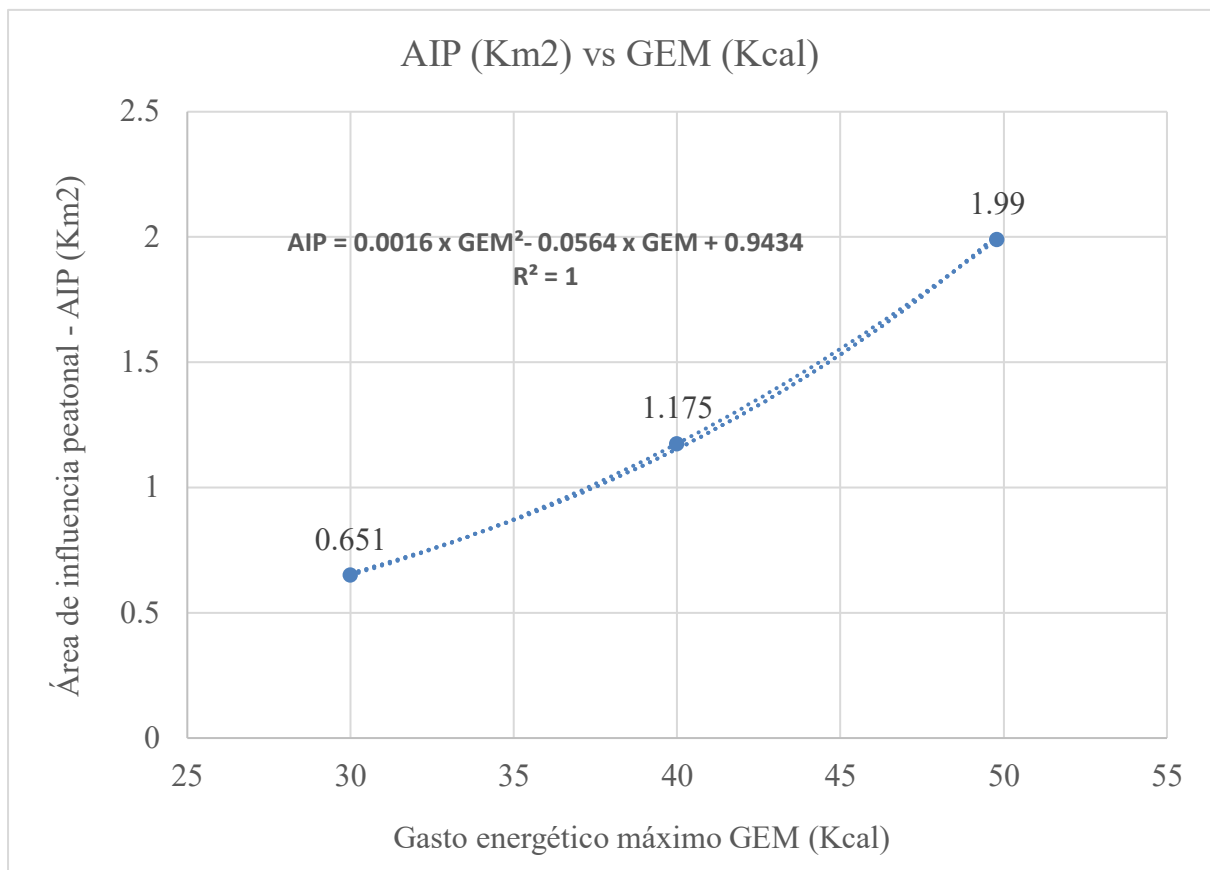


Figura 4.25: Área de influencia peatonal del paradero “Las Palmeras” vs gasto energético máximo

Fuente: Elaboración propia

Para lograr representar esta variación en el método, solo se debe variar el valor el Gasto Energético Máximo de la lista de datos a ingresar para el segundo algoritmo propuesto para el método. Así con el método se podría calcular el área de alcance de la estación para peatones que estén dispuestos a invertir distintos valores máximos de energía. Además, se puede representar los destinos que solo requieran el 70%, 60%, 50 % o cualquier porcentaje de la energía máxima que están dispuestos a invertir los peatones. De esa manera, se puede evaluar la probabilidad de que los usuarios opten por la caminata como medio de transporte

Por ejemplo, en el caso de la estación “Las Palmeras”, el AIP 1 de la Figura 4.26, representa al área de servicio del paradero para 49.8 kcal como energía máxima a invertir. Esta cantidad de

energía máxima representa a las personas que se dirigen con la finalidad de alcanzar su centro de labores o estudios desde la estación de bus o viceversa. Sin embargo, el valor de inversión de energía máxima con otra finalidad, como un destino social o recreativo, tal como un centro comercial, podría ser menor y representar solo 30 kcal. En ese caso, un centro comercial en el punto de destino A (Ver Figura 4.26) no se verá beneficiado por ese paradero. Mientras que un edificio de oficinas ubicado en ese mismo punto si se ve beneficiado por el paradero “Las Palmeras”.

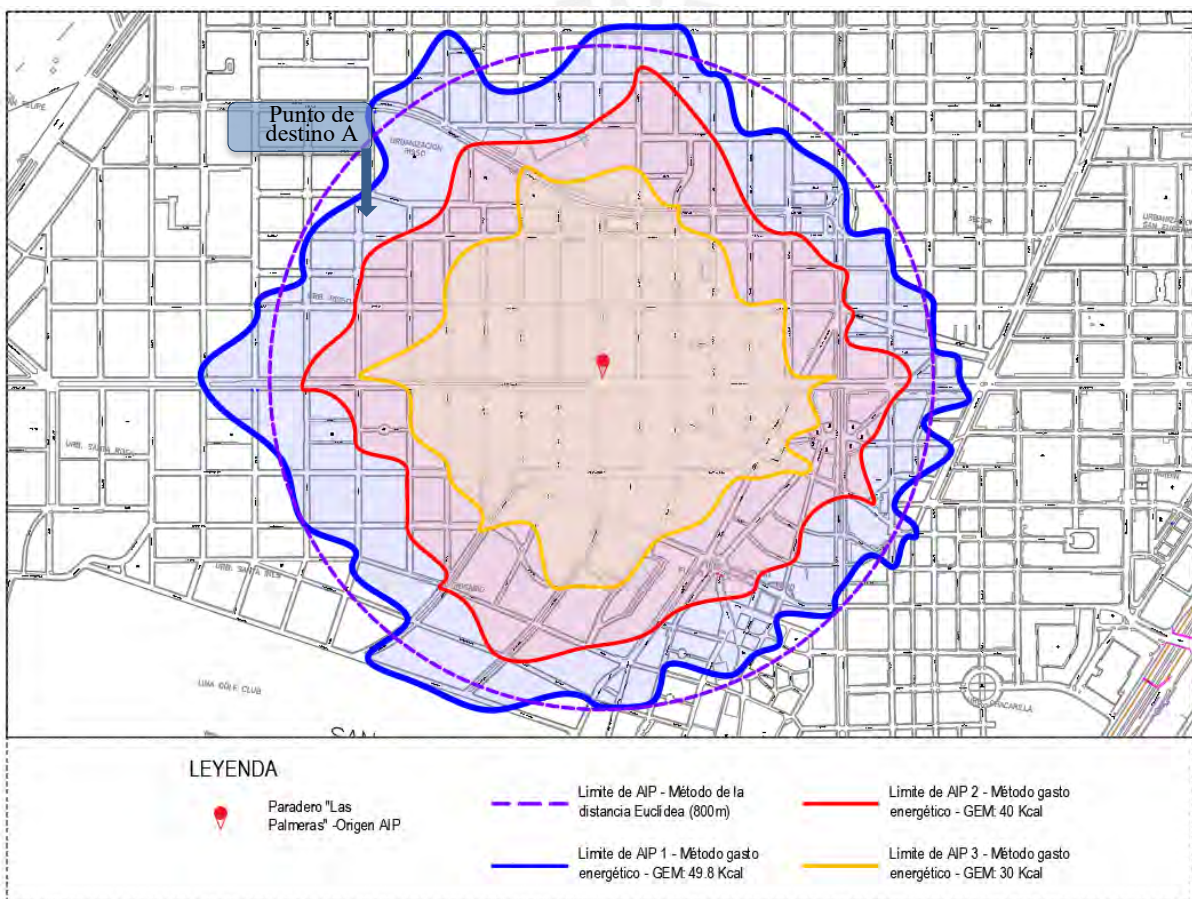


Figura 4.26: Área de influencia peatonal del paradero “Las Palmeras” para 49.8; 40 y 30 Kcal de gasto energético máximo

Fuente: Elaboración propia

4.5.4 Análisis del AIP para diferentes ubicaciones del paradero inicial

El método propuesto también nos permite calcular el área de influencia peatonal de diferentes paraderos u orígenes de la trama urbana. Así, nos permite evaluar la mejor ubicación de un paradero o comparar el área de influencia de distintos orígenes. En la siguiente figura se muestra el área de influencia peatonal de 3 distintos puntos de origen. Se observa que el área de influencia varía de punto a punto a otro hasta en un 5%. Es decir, a pesar de que los 3 puntos de origen se encuentren muy próximos y pertenecen a la misma trama peatonal la variación en la forma del área de alcance peatonal entre una y otra es podría resultar significativa.

Tabla 4.8: Resumen de cálculo de gasto energético máximo promedio

Punto de origen	Área de influencia peatonal - AIP (Km ²)	Radio de área equivalente - R (Km)
1	1.235	0.63
2	1.192	0.62
3	1.174	0.61

Fuente: Elaboración propia

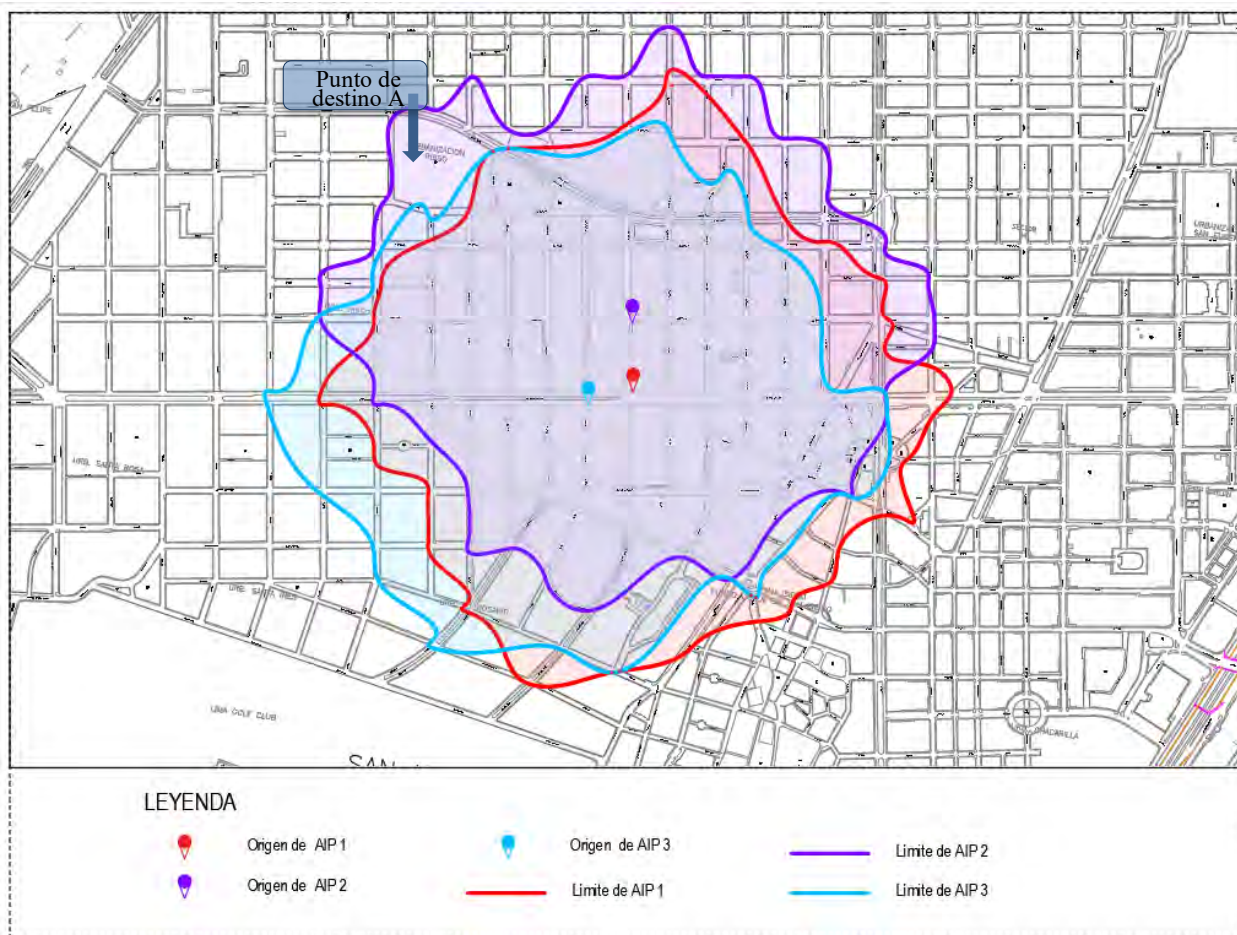


Figura 4.27: Área de influencia peatonal de diferentes puntos de origen con 40 Kcal de gasto energético máximo

Fuente: Elaboración propia

Para lograr representar el cambio de origen el método solo se debe cambiar el nodo inicial de la lista de datos a ingresar para el segundo algoritmo propuesto para el método. Así para el caso de la trama peatonal recolectada se podrá analizar si influencia si del cambio ubicación de una estación punto así se podrá encontrar la ubicación óptima para llegar los ciertos puntos estratégicos o para obtener la mayor área de influencia personal.

Por un lado, esta variación permite analizar la mejor ubicación de un paradero para para alcanzar puntos determinados en la trama. Por ejemplo, en la Figura 4.27, si la ubicación del destino A se trataría de un objetivo atractivo y/o importante como un centro comercial, la

ubicación del paradero en el origen número 1 no contaría con alcance hasta dicho destino. En otras palabras, el destino atractivo al que muchos peatones concurrirían no sería alcanzable desde Origen 1. Es decir, la ubicación del paradero en el origen 1 deja fuera del alcance a la al centro comercial y las personas que quieran acceder a él se verán tentadas a usar otro medio de transporte.

El análisis con el método nos permite analizar si esa es la mejor ubicación del paradero o punto de origen. Así, como se ve Figura 4.27, si el punto de origen o paradero es trasladado a al punto de origen 2, el centro comercial sí se encontraría dentro del alcance área de servicio de la estación. De esa manera, muchas personas tendrán la opción de llegar caminando y se disminuirá el uso de otros medios de transporte para acceder a un destino tan afluído como un centro comercial.

Por otro lado, el método también permite buscar la ubicación del paradero su origen que genere una mayor área de influencia personal. Por ejemplo, para casos en los que la trama peatonal no cuenta con destinos representativos o que generan gran afluencia de peatones como una trama urbana de uso residencial. La mejor ubicación será el aquella que genere mayor área de servicio. Para el ejemplo propuesto el punto de origen 1 es el que genera mayor área de servicio pues alcanza un área de 1.235 Km². Es decir, para un área cuya densidad de peatones es homogénea, la ubicación del paradero en el punto de origen 1 será la que sirva a mayor cantidad de peatones. Y así permitirá mayor cantidad de viajes peatonales, disminuyendo la probabilidad del uso de otro medio de transporte.

4.5.5 Análisis del AIP para cambios en la trama peatonal

Finalmente, el método también permite evaluar el efecto de la aplicación de cambios en la trama peatonal o generación de nuevos problemas para los peatones y su impacto en las áreas

de influencia personal. Así, para el caso de la estación “Las Palmeras” se analiza el efecto que provocaría implementar escaleras peatonales en la avenida Javier Prado. Para esto se asume que muchos de los cruces peatonales en la avenida Javier Prado se verán bloqueados para que el peatón sólo pueda tomar las escaleras peatonales para cruzar esta avenida.

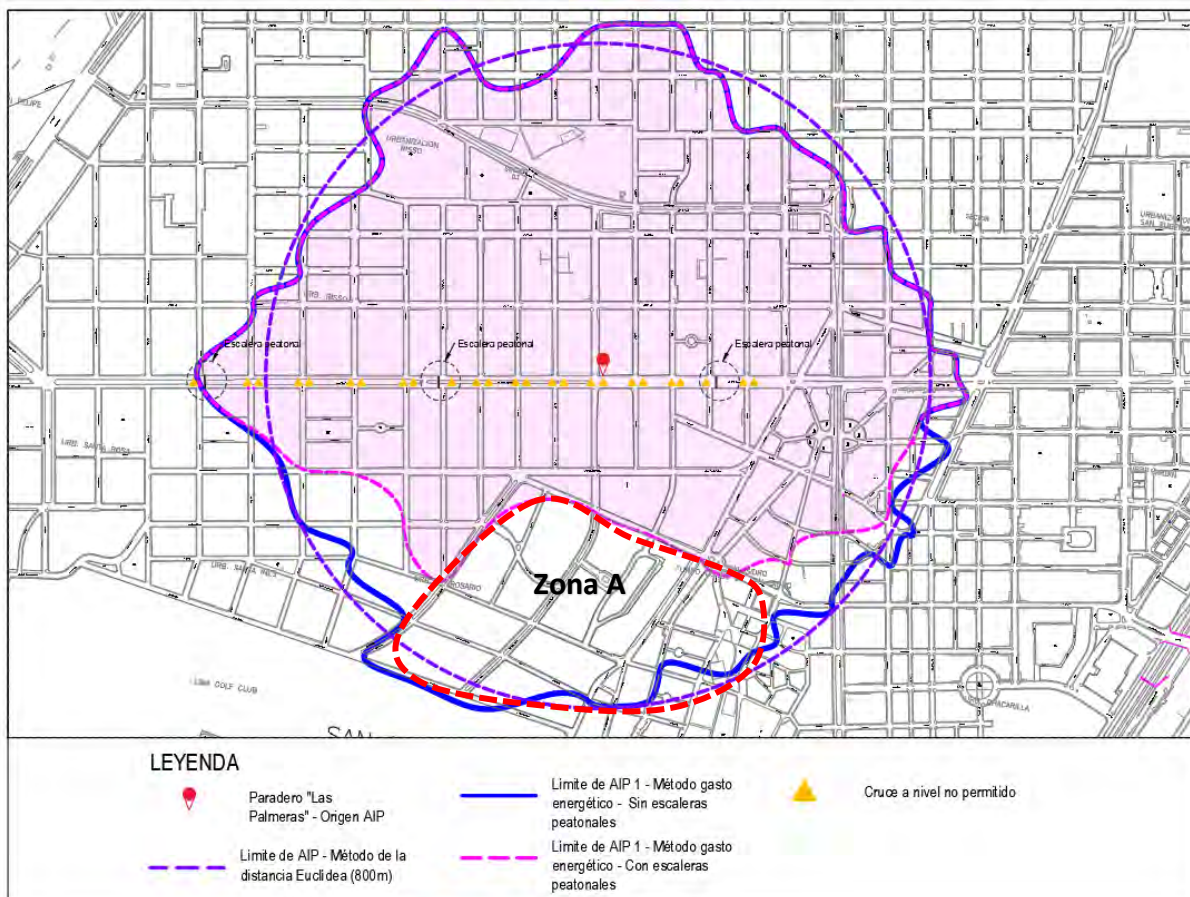


Figura 4.28: Área de influencia peatonal del paradero “Las Palmeras”- Efecto de escaleras peatonales en la Av. Javier Prado

Fuente: Elaboración propia

Para lograr representar esto en el método no se ingresan las conexiones de los puntos correspondientes a los cruces bloqueados en la avenida Javier Prado. Además, se asignó un

costo calórico mayor en los cruces con escalera peatonal la Av. Javier Prado, el incremento correspondió a el gasto de energía en el ascenso y descenso de las escaleras peatonales.

Se observa que las zonas más cercanas a la ubicación de las escaleras son las menos afectadas, mientras que, la zona ubicada entre las escaleras es la zona donde el alcance peatonal se ve más disminuido. Además, en la figura anterior se muestra cómo el área de influencia peatonal de esta estación se ve afectada drásticamente en la zona A. Como se puede observar en la siguiente figura, esa zona está conformada por un Centro Comercial, un Museo, restaurantes, edificios de oficina; entre otros destinos que generan gran afluencia de peatones. Es decir, la implementación de las escaleras peatonales tendría gran impacto en la cantidad de usuarios del Paradero “Las Palmeras”.

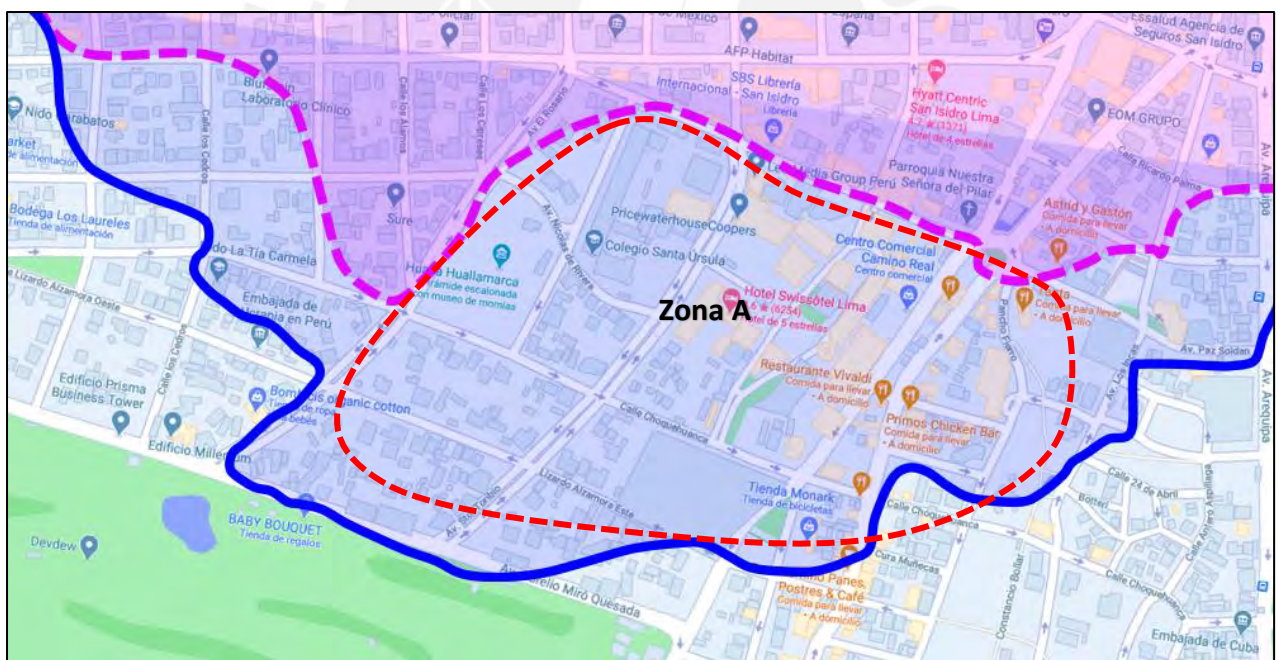


Figura 4.29: Zona afectada del área influencia peatonal del paradero “Las Palmeras”- Efecto de escaleras peatonales en la Av. Javier Prado

Fuente: Adaptado de Google Maps

Finalmente, el área de influencia peatonal disminuye de 1.990 Km² a 1.555 Km². Así, el impacto de restringir el cruce a nivel e instalar escaleras peatonales en la avenida Javier Prado disminuye en 22% el AIP de la estación “Las Palmeras”.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

El trabajo de investigación buscó plantear un método sencillo para poder delimitar el área de influencia peatonal alrededor de un punto y aplicarlo al caso de un paradero en Lima. Se comenzó por definir el concepto del área de influencia peatonal para luego mostrar sus beneficios para diversos factores que promueven el desarrollo del enfoque de “Movilidad Sostenible”, finalmente se describió y aplicó el método propuesto.

El método propuesto se basa en delimitar el área de influencia peatonal en función al gasto de energía máximo que el peatón está dispuesto a invertir en el recorrido para llegar a su objetivo. Se utilizó una ecuación que permite calcular el gasto energético de las personas planteada en 1977 por el Instituto de Investigación de Medicina de la Armada del Ejército de Estados Unidos (Pandolf et al., 1977). Dicha ecuación permitió incluir características de los desplazamientos de los peatones en una trama urbana; tales como, longitud de tramo, semaforización de los cruces y la existencia o falta de la señalización en los cruces.

El método fue descrito detalladamente en el Capítulo 3, donde se muestra cómo obtener el área de influencia peatonal a partir del cálculo del gasto energético que cada ruta representa para un peatón. Se describieron los datos a recolectar con las consideraciones de cada uno. Los datos por recolectar fueron: la longitud de los tramos, los tipos de cruce, los tiempos de ciclo semafórico y las características de la trama alrededor de la estación. Luego, se describieron dos opciones de algoritmos para procesar los datos y obtener el área de influencia peatonal.

Para la aplicación del método, fue necesario determinar la velocidad promedio y el gasto energético máximo del tipo de usuario del paradero “Las Palmeras” del servicio del Corredor Rojo en la ciudad de Lima.

Para la velocidad promedio, se registró la velocidad de marcha de 10 voluntarios con las características de usuarios de este paradero, personas entre 20 y 50 años. La distribución de mujeres y varones fue equitativa en los voluntarios seleccionados y todos los voluntarios realizaban diariamente viajes hacia sus centros de estudios o labores.

Se registraron las velocidades de marcha para un tramo de cada voluntario y al promediar los valores de los 10 voluntarios, se obtuvo la velocidad promedio de 1.3 m/s. Los valores de velocidad no presentaron mayor variabilidad y el rango de los valores fue de 0.4 m/s. Además, no se apreciaron tendencias de la velocidad de marcha condicionadas ni por edad ni por sexo.

Luego de medidas las velocidades de marcha, los 10 voluntarios recorrieron dos rutas cada uno. Ambas rutas fueron diferentes y espaciadas por periodos de tiempo de al menos dos horas. En ambas rutas, cada voluntario indicó el lugar hasta dónde caminaría para alcanzar el paradero del bus que le permitirá llegar a su centro de estudios o laborales. Es decir, los voluntarios definieron los límites de las dos rutas que recorrieron. Luego, se calculó el gasto energético máximo para cada ruta. Estos dos valores fueron promediados para obtener el gasto energético máximo de cada voluntario.

Se pudo comprobar que, según lo esperado, el género y el peso del peatón no representan un factor determinante para el gasto de energía máximo que está dispuesto a invertir en su ruta. Sin embargo, características como la edad del peatón sí influyen en la cantidad de energía que está dispuesto a invertir el peatón. Así, resultó que a mayor es la edad del usuario, menor será su gasto energético máximo.

Finalmente, se promediaron los 10 valores obtenidos de los voluntarios para obtener el gasto energético máximo que un peatón promedio está dispuesto a invertir para llegar a su objetivo. Este valor resultó 49,8 kilocalorías y se usó en la aplicación del método en la estación “Las Palmeras”.

Para la aplicación del método se ejecutaron los dos algoritmos propuestos en el Capítulo 3.

Para ambos se necesitan los siguientes datos:

- La trama peatonal con los costos de energía de cada tramo o cruce peatonal
- El gasto energético máximo
- La ubicación del paradero o estación en estudio, punto de origen del área de influencia

El primer algoritmo consiste en acumular los costos de energía de los tramos, para cada ruta posible, hasta que el gasto energético de la ruta supere al gasto energético máximo. Cuando esa condición se cumple se determina el límite de la ruta. El límite del área de influencia peatonal se define con los límites más alejados de todas las rutas de la trama.

El segundo algoritmo se codificó en el Lenguaje Python y consiste en definir a la trama peatonal como un conjunto de nodos. Donde cada tramo une dos puntos y tiene un costo de energía. El algoritmo consiste en determinar la ruta más corta (con menor costo de energía) hacia cada nodo desde el origen o paradero inicial. De ese proceso se obtiene una lista de cada nodo con el costo mínimo de energía para alcanzarlo. El límite del área de influencia peatonal se define con los nodos cuya ruta más corta representa un costo de energía menor al gasto energético máximo.

De la aplicación del método del gasto energético máximo mediante los dos algoritmos se concluyó que el segundo algoritmo cuenta con mayores ventajas en su uso. Si bien el primer algoritmo permite un trabajo manual y sencillo, este proceso no permite el análisis del AIP con otros valores de costo energético máximo o de diferentes paraderos en la misma trama. Además, al ser un proceso manual y repetitivo la probabilidad de error en su aplicación es mayor al del código computacional del segundo algoritmo.

Por otro lado, el segundo algoritmo implica un mayor trabajo en el ingreso de los datos; sin embargo, el proceso de obtención de los puntos que definen el límite del AIP es inmediato. Además, este segundo algoritmo permite que una vez que los datos de la trama peatonal se encuentren ingresados (tramos entre nodos y costos energéticos) la obtención de áreas de influencia para diferentes valores máximos de gasto energético u otros paraderos sea inmediato.

De los resultados de aplicar el método propuesto en el paradero “Las Palmeras” se obtuvo que su área de influencia es de 1.990 Km². Además, por la forma y dimensiones del área de influencia se concluye que el método de la “Distancia Euclídea” con un radio de 800 m representa una buena aproximación en un paradero con rutas peatonales de buena calidad y sin mayores impedancias como las del paradero “Las Palmeras”. Es decir, el método de la Distancia Euclídea refleja el AIP del paradero “Las Palmeras” para un limeño promedio entre 20 y 50 años.

Del análisis de la forma del límite del área de influencia peatonal se concluyó que la oblicuidad de algunas calles hace que el área de influencia peatonal en esa zona sea mayor pues acortan la distancia a recorrer y en consecuencia el costo de energía para el peatón. Además, se encontró que el bloque de algunos cruces con barreras físicas como barandas u otros disminuyen el AIP en la zona.

Cabe resaltar que; la zona estudiada refleja un entorno amigable y seguro para el peatón de acuerdo con diversos estudios, además, la mayoría de las de los cruces y tramos se encuentran en buen estado y correctamente señalizados. Es decir, las rutas y el entorno del paradero “Las Palmeras” no presentan mayor dificultad para los peatones.

Además, se analizó el cambio de 3 factores y su efecto en el área de influencia peatonal. El primer factor fue el gasto máximo de energía. Para el caso de la estación “Las Palmeras” se obtuvo que se guarda una relación poligonal de grado 2 entre el área de influencia y el gasto energético máximo.

La variación del gasto máximo de energía permite analizar la accesibilidad peatonal de distintos tipos de destinos. Pues distintos objetivos para el peatón representarían diferentes montos de energía máxima a invertir. Además, esta variación permite mostrar el alcance del AIP de una estación para distintos gastos máximos a invertir por el peatón. Así, se puede analizar en qué rango de gasto de energía se encuentra un determinado destino en la trama y verificar la probabilidad de que el peatón lo alcance. Ya que, se puede analizar en cada destino qué porcentaje del gasto máximo representan y así evaluar si serán destinos atractivos para llegar caminando por el peatón.

El segundo factor fue la ubicación del paradero inicial, la evaluación de este permite mejorar la calidad del transporte público porque permite evaluar la mejor ubicación de los paraderos. Para determinar la mejor ubicación se puede buscar el alcance de destinos importantes o la ubicación que genere una mayor área de influencia peatonal.

Para el caso de la estación “Las Palmeras”, se analizó el caso de 3 ubicaciones para el paradero y se observó que con variaciones de desplazar el origen una sola cuadra se podría obtener un área mayor de hasta un 5%.

El tercer factor fue las variaciones de cambios en la trama peatonal. El método permite analizar el cambio en tiempos de espera en los ciclos semafóricos, restricciones del uso peatonal de distintos tramos, bloqueo de cruces peatonales, etc. Así, para el caso del paradero “Las Palmeras” el método mostró que la implementación de escaleras peatonales en la Av. Javier Prado disminuiría el área en hasta un 22% dejando de lado una gran parte de la zona sin poder ser alcanzada por los peatones desde la estación. Este valor en el impacto del área de influencia peatonal, sumado a otros factores, deberá ser usado en la toma de decisiones acerca de la infraestructura de las vías públicas.

En suma, el método planteado es sencillo de aplicar y se ha desarrollado un código que agiliza su aplicación. Además, el método permite realizar diversos análisis de los efectos de los factores en el área de influencia. Lo cual permite promover medidas que ayuden a mejorar la calidad para los peatones, evaluar si un destino de alta demanda peatonal se encuentra en el área de alcance peatonal, el alcance de distintos tipos de peatones, el impacto de los cambios en la infraestructura de las vías peatonales, entre muchos otros. Es decir, el método planteado es sencillo y su aplicación enriquece la toma de decisiones en diversos ámbitos.

5.2.Recomendaciones

Se recomienda que los cruces deben ser visibles señalizados y que unan los tramos de la manera óptima posible para disminuir el gasto energético del peatón. Es decir, que presenten la menor distancia posible para unir dos tramos y que el peatón tenga preferencia en los cruces tanto semaforizados como los que no cuentan con semáforos.

Además, se recomienda evitar estructuras o cambios que involucren un mayor gasto de energía por parte del peatón para no disminuir el área peatonal. Por ejemplo, evitar puentes peatonales, evitar las rotondas, disminuir el tiempo de espera del peatón en cruces semaforizados, evitar que el diseño de las rutas peatonales obligue al peatón a desviar sus rutas y en consecuencia consumir mayor energía.

Para zonas donde las pendientes de las rutas sean representativas se recomienda utilizar un programa para el análisis espacial como Arc-GIS.

El método ha sido codificado para que el área de influencia se pueda obtener de manera automática para cualquier punto en un plano o para cualquier valor de gasto energético máximo. Así, se recomienda su uso para el análisis de cambio de ubicación de paraderos o para hallar el AIP grupos de peatones con diferentes gastos máximos de energía.

Con el método planteado se puede determinar el área de influencia peatonal para distintos tipos de grupos de personas: niños, adultos, adultos mayores, etcétera. Así, se recomienda utilizar el método para otros fines diferentes a los del estudio de una estación de transporte público. Por ejemplo, el uso para el área de influencia de un centro comercial, de un colegio, de un hospital, universidad, etc.

Adicionalmente, se recomienda que en el caso de contar con relojes inteligentes que puedan medir el consumo de energía en las rutas peatonales, estos se usen para la etapa del cálculo del gasto energético máximo de un peatón. Debido a que, se comprobó que los valores de gasto de energía que ofrece un reloj de esta categoría son aproximadamente los mismos que se obtienen mediante la ecuación usada en el método.



Referencias Bibliográficas

- Alshalalfah, B. W., & Shalaby, a. S. (2007). Case Study: Relationship of Walk Access Distance to Transit with Service, Travel, and Personal Characteristics. *Journal of Urban Planning and Development*, 133(2), 114–118. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9488\(2007\)133:2\(114\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9488(2007)133:2(114))
- Andersen, J. L. E., & Landex, A. (2009). GIS-based Approaches to Catchment Area Analyses of Mass Transit. *ESRI International User Conference*, 1–13.
- Arias Gallegos, W. L. (2012). Motivos del desuso de puentes peatonales en Arequipa. *Revista Cubana de Salud Publica*, 38(1), 84–97. <https://doi.org/10.1590/S0864-34662012000100009>
- Avellaneda, P. (2008). Movilidad cotidiana, pobreza y exclusión social en la ciudad de Lima. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 28(2), 9–35. <https://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/download/AGUC0808220009A/30821>
- BASSETT, D. R., VACHON, J. A., KIRKLAND, A. O., HOWLEY, E. T., DUNCAN, G. E., & JOHNSON, K. R. (1997). Energy cost of stair climbing and descending on the college alumnus questionnaire. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(9). https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/1997/09000/Energy_cost_of_stair_climbing_and_descending_on.19.aspx
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de transito Fundamentos y aplicaciones* (Alfaomega Grupo Editor (ed.)).

Cervero, R., & Duncan, M. (2003). Walking, Bicycling, and Urban Landscapes: Evidence from the San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1478–1483. <https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1478>

Departamento de Seguridad Vial - Dirección de Vialidad. (n.d.). *Señales Horizontales - Instructivo de Aplicación*.

Dextre, J. C., & Avellaneda, P. (2014). *Movilidad en zonas urbanas* (Fondo Editorial de & P. U. C. del Perú. (eds.)).

Echeverry, A., Jacobo, J., Mera, J. J., & Zárate, L. C. (2005). *Actitudes y comportamientos de los peatones en los sitios de alta accidentalidad en Cali Alex*.

Faria, M., Duarte, G., Vasconcelos, A., & Farias, T. (2014). Evaluation of a numerical methodology to estimate pedestrians' energy consumption and PM inhalation. *Transportation Research Procedia*, 3(July), 780–789. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.057>

Geruschat, D. R., Hassan, S. E., & Turano, K. A. (2003). Gaze Behavior while Crossing. *Optometry and Vision Science*, 80(7), 515–528. <https://doi.org/1040-5488/03/8007-0515/0>

Guerra, G. (2016). La movilidad urbana sostenible como fundamento del diseño de las políticas públicas para las reformas de transporte urbano en América Latina. *XXI Congreso Internacional Del CLAD Sobre La Reforma Del Estado y de La Administración Pública*,

Santiago, Chile, 1–11.

Helbing, D., & Molnar, P. (1998). *Self-Organization Phenomena in Pedestrian Crowds*. 1–10.

<https://doi.org/10.1068/b2697>

Hidalgo-Solórzano, E., Campuzano-Rincón, J., Rodríguez-Hernández, J. M., Chias-Becerril, L., Reséndiz-López, H., Sánchez-Restrepo, H., Baranda-Sepúlveda, B., Franco-Arias, C., & Híjar, M. (2010). Motivos de uso y no uso de puentes peatonales en la Ciudad de México: la perspectiva de los peatones. *Salud Pública de México*, 52(6), 502–510.

Hiroyuki, I., & Tingstrom, M. (2014). A new approach for bikeshed analysis with consideration of topography, street connectivity, and energy consumption. *Computers, Environment and Urban Systems*, 48, 166–177. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2014.07.008>

Instituto Catastral de Lima (2018). Plano Catastral de Jesus María. Lima: Instituto Catastral de Lima.

Instituto Catastral de Lima (2018). Plano Catastral de San Isidro. Lima: Instituto Catastral de Lima.

Instituto Catastral de Lima (2018). Plano Catastral de Lince. Lima: Instituto Catastral de Lima.

Instituto de Desarrollo Urbano. (2008). *Guía práctica de la movilidad urbana*. <http://www.pactodeproductividad.com/pdf/guiageneralsobreaccesibilidad.pdf>

Instituto Metropolitano Protransporte de Lima. (2017). *PROTRANSPORTE*. <http://www.protransporte.gob.pe/index.php/corredores-complementarios/corredores>

- Jiang, Y., Christopher Zegras, P., & Mehndiratta, S. (2012). Walk the line: Station context, corridor type and bus rapid transit walk access in Jinan, China. *Journal of Transport Geography*, 20(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.09.007>
- KING, M. (2006). Trafico Calmado: pequeñas obras de infraestructura, grandes beneficios en calidad de vida. *Conferencia Internacional Sobre Tráfico Calmado*.
- Landex, A., Hansen, S., & Anderson, J. L. E. (2006). *Examination of catchment areas for public transport*. 1–16.
- Macias, K. (2016). Alternative Methods for the Calculation of Pedestrian Catchment Areas for Public Transit. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2540, 138–144. <https://doi.org/10.3141/2540-15>
- O'Neill, W. A., Ramsey, R. D., & Chou, J. (1992). Analysis of Transit Service Areas Using Geographic Information Systems. In *Transportation Research Record* (Vol. 1364, pp. 131–138). <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1992/1364/1364-015.pdf>
- O'Sullivan, S., & Morrall, J. (1996). Walking Distances to and from Light-Rail Transit Stations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1538, 19–26. <https://doi.org/10.3141/1538-03>
- Observatorio Ciudadano Lima Cómo Vamos, La, C., Lince, V., Del, M., Miraflores, M., Libre, P., San, R., San, B., San, I., San, L., Santiago De Surco, M., Lima, S., Ate, E., Cieneguilla, C., Agustino, E., Molina, L., San, L.-C., De Lurigancho, J., Anita, S., ... Callao, V. (2016).

Encuesta Lima Como Vamos. http://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2017/04/EncuestaLimaCómoVamos_2016.pdf

Olszewski, P., & Wibowo, S. (2005). Using Equivalent Walking Distance to Assess Pedestrian Accessibility to Transit Stations in Singapore. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1927(1927), 38–45. <https://doi.org/10.3141/1927-05>

Pandolf, K., Givoni, B., & Goldman, R. (1977). Predicting energy-expenditure with loads while standing or walking very slowly. In *Journal of Applied Physiology* (Vol. 43).

Pearlmutter, D., Berliner, P., & Shaviv, E. (2006). Physical modeling of pedestrian energy exchange within the urban canopy. *Building and Environment*, 41(6), 783–795. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.03.017>

Peñalosa, E. (2001). *Conferencia organizada por la Fundación para la Cultura Urbana.*

Radelat, G. (2003). *Principios de Ingeniería de tránsito* (Instituto de Ingenieros de Transporte (ed.)).

Rosenbloom, T. (2009). Crossing at a red light: Behaviour of individuals and groups. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 12(5), 389–394. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trf.2009.05.002>

Sanz, A. (2010). *Urbanismo y movilidad sostenible. Guía para la construcción de ciudades siguiendo criterios de movilidad sostenible.* NASURSA, Navarra de Suelo Residencial

S.A. y CRANA, Centro de Recursos Ambientales de Navarra.

Sanz Alduán, A. (2005). *El viaje de las palabras*.

Strawderman, L., Lee, H., & Usher, J. M. (2010). Utilization of behavioral studies in developing the intermodal simulator for the analysis of pedestrian traffic (ISAPT). *Transportation Planning and Technology*, 33(3), 281–295.
<https://doi.org/10.1080/03081061003732334>

Tonucci, F. (2004). La ciudad de los niños. *Un Nuevo Modo de Pensar La Ciudad*.

Torquato, R. J. (2011). *Percepção de Risco e Comportamento de Pedestres*. 113.

Trujillo, R. G. (2015). *Comportamiento de cruce peatonal: un estudio observacional en la ciudad de Ushuaia*. <http://rpsico.mdp.edu.ar/handle/123456789/254%09>

Tyler, N. (2002). *Accessibility and the Bus System: From Concepts to Practice*.

Wibowo, S., & Chalernpong, S. (2007). *Transit station access trips and factors affecting propensity to walk to transit stations in Bangkok , Thailand* TRANSIT STATION ACCESS TRIPS AND FACTORS AFFECTING PROPENSITY TO WALK TO TRANSIT STATIONS IN BANGKOK ,. December. <https://doi.org/10.11175/easts.7.1806>

Zhao, F., Chow, L.-F., Li, M.-T., Gan, A., & Ubaka, I. (2003). Forecasting Transit Walk Accessibility : A Regression Model Alternative to the Buffer Method. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1835(03), 16.

<https://doi.org/10.3141/1835-05>

Zhuang, X., & Wu, C. (2013). Modeling pedestrian crossing paths at unmarked roadways.

IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 14(3), 1438–1448.

<https://doi.org/10.1109/TITS.2013.2267734>



ANEXO A: TABLA DE VALORES DE GASTO ENERGÉTICO ENTRE NODOS

Nodo inicial	Nodo Final	Gasto Energético	Datos para Código Phyton
1	2	0.35	n1,n2,0.35
1	19	5.20	n1,n19,5.20
2	20	2.67	n2,n20,2.67
5	6	0.39	n5,n6,0.39
5	23	5.00	n5,n23,5.00
6	24	4.94	n6,n24,4.94
6	7	3.7	n6,n7,3.66
7	8	0.34	n7,n8,0.34
7	25	4.98	n7,n25,4.98
8	26	4.96	n8,n26,4.96
8	9	3.8	n8,n9,3.77
9	27	4.92	n9,n27,4.92
9	10	0.8	n9,n10,0.8
10	11	3.8	n10,n11,3.77
10	28	4.92	n10,n28,4.92
11	12	0.32	n11,n12,0.32
11	29	5.01	n11,n29,5.01
12	30	4.96	n12,n30,4.96
12	826	3.8	n12,n826,3.8
19	20	0.74	n19,n20,0.74
19	38	1.03	n19,n38,1.03
20	39	1.01	n20,n39,1.01
21	22	0.63	n21,n22,0.63
21	40	1.02	n21,n40,1.02
22	23	3.90	n22,n23,3.90
22	41	0.88	n22,n41,0.88
23	24	0.74	n23,n24,0.74
23	42	1.04	n23,n42,1.04
24	25	3.70	n24,n25,3.70
24	805	1.06	n24,n805,1.06
25	26	0.67	n25,n26,0.67
25	43	1.04	n25,n43,1.04
26	27	3.96	n26,n27,3.96
26	44	1.02	n26,n44,1.02
27	45	0.97	n27,n45,0.97
28	29	3.98	n28,n29,3.98
28	46	0.97	n28,n46,0.97
29	30	0.69	n29,n30,0.69
29	47	1.24	n29,n47,1.24
30	31	3.76	n30,n31,3.76

30	48	1.04	n30,n48,1.04
31	32	0.64	n31,n32,0.64
31	49	1.02	n31,n49,1.02
32	33	3.77	n32,n33,3.77
32	50	1.06	n32,n50,1.06
33	34	0.67	n33,n34,0.67
33	51	1.00	n33,n51,1.00
34	52	1.05	n34,n52,1.05
34	35	3.8	n34,n35,3.8
35	36	0.31	n35,n36,0.31
35	53	0.79	n35,n53,0.79
36	54	0.81	n36,n54,0.81
37	57	2.98	n37,n57,2.98
37	38	3.8	n37,n38,3.8
38	58	4.57	n38,n58,4.57
38	39	0.78	n38,n39,0.78
39	59	4.77	n39,n59,4.77
40	41	0.63	n40,n41,0.63
40	60	4.73	n40,n60,4.73
41	42	3.85	n41,n42,3.85
41	61	4.76	n41,n61,4.76
42	62	4.81	n42,n62,4.81
42	805	0.66	n42,n805,0.66
43	44	0.65	n43,n44,0.65
43	64	4.80	n43,n64,4.80
44	45	4.03	n44,n45,4.03
44	65	4.75	n44,n65,4.75
45	66	4.76	n45,n66,4.76
45	46	0.8	n45,n46,0.8
46	47	3.86	n46,n47,3.86
46	67	4.75	n46,n67,4.75
47	48	0.69	n47,n48,0.69
47	68	4.65	n47,n68,4.65
48	49	3.68	n48,n49,3.68
48	69	6.08	n48,n69,6.08
49	70	6.08	n49,n70,6.08
49	50	0.8	n49,n50,0.8
50	51	3.84	n50,n51,3.84
50	71	6.08	n50,n71,6.08
51	52	0.71	n51,n52,0.71
51	72	6.06	n51,n72,6.06
52	73	6.06	n52,n73,6.06
52	53	3.8	n52,n53,3.8
53	54	0.69	n53,n54,0.69
53	74	6.00	n53,n74,6.00
54	75	6.02	n54,n75,6.02

54	56	3.8	n54,n56,3.8
55	56	0.91	n55,n56,0.91
55	76	6.14	n55,n76,6.14
56	77	6.36	n56,n77,6.36
57	58	4.20	n57,n58,4.20
57	80	1.29	n57,n80,1.29
58	59	0.57	n58,n59,0.57
58	81	1.23	n58,n81,1.23
59	60	3.80	n59,n60,3.80
59	85	0.93	n59,n85,0.93
60	61	0.75	n60,n61,0.75
60	86	0.62	n60,n86,0.62
61	62	3.85	n61,n62,3.85
61	87	0.62	n61,n87,0.62
62	63	0.77	n62,n63,0.77
62	88	0.61	n62,n88,0.61
63	64	3.66	n63,n64,3.66
63	89	0.57	n63,n89,0.57
64	65	0.76	n64,n65,0.76
64	90	0.59	n64,n90,0.59
65	66	3.96	n65,n66,3.96
65	91	0.59	n65,n91,0.59
66	67	0.8	n66,n67,0.8
66	92	0.57	n66,n92,0.57
67	68	3.94	n67,n68,3.94
67	93	0.59	n67,n93,0.59
68	69	0.69	n68,n69,0.69
68	94	0.59	n68,n94,0.59
69	70	3.72	n69,n70,3.72
69	95	0.88	n69,n95,0.88
70	71	0.75	n70,n71,0.75
70	96	1.02	n70,n96,1.02
71	72	3.69	n71,n72,3.69
71	97	1.08	n71,n97,1.08
72	73	0.59	n72,n73,0.59
72	98	0.94	n72,n98,0.94
73	74	3.70	n73,n74,3.70
73	99	0.90	n73,n99,0.90
74	75	0.68	n74,n75,0.68
74	100	0.96	n74,n100,0.96
75	76	3.88	n75,n76,3.88
75	101	0.96	n75,n101,0.96
76	77	1.70	n76,n77,1.70
76	102	1.77	n76,n102,1.77
77	78	5.28	n77,n78,5.28
77	103	1.79	n77,n103,1.79

78	104	1.65	n78,n104,1.65
80	81	3.99	n80,n81,3.99
80	133	4.02	n80,n133,4.02
81	82	0.95	n81,n82,0.95
82	59	1.63	n82,n59,1.63
82	83	0.71	n82,n83,0.71
83	84	2.34	n83,n84,2.34
84	128	0.70	n84,n128,0.70
84	142	6.78	n84,n142,6.78
85	83	1.42	n85,n83,1.42
85	86	2.71	n85,n86,2.71
85	163	2.92	n85,n163,2.92
86	87	0.83	n86,n87,0.83
87	88	3.56	n87,n88,3.56
88	89	0.83	n88,n89,0.83
89	90	3.51	n89,n90,3.51
90	91	0.76	n90,n91,0.76
91	92	3.81	n91,n92,3.81
92	93	1.10	n92,n93,1.10
93	94	3.88	n93,n94,3.88
94	95	0.76	n94,n95,0.76
94	810	5.88	n94,n810,5.88
95	96	5.50	n95,n96,5.50
95	106	3.70	n95,n106,3.70
96	97	0.72	n96,n97,0.72
96	107	3.72	n96,n107,3.72
97	98	1.96	n97,n98,1.96
97	108	3.83	n97,n108,3.83
98	99	0.64	n98,n99,0.64
98	115	7.71	n98,n115,7.71
99	100	3.77	n99,n100,3.77
99	116	7.76	n99,n116,7.76
100	101	0.52	n100,n101,0.52
100	117	7.77	n100,n117,7.77
101	102	3.92	n101,n102,3.92
101	118	7.69	n101,n118,7.69
102	103	1.60	n102,n103,1.60
102	815	5.29	n102,n815,5.29
103	104	5.26	n103,n104,5.26
103	120	5.38	n103,n120,5.38
104	121	5.42	n104,n121,5.42
106	107	5.42	n106,n107,5.42
106	109	0.59	n106,n109,0.59
107	108	0.74	n107,n108,0.74
107	110	0.77	n107,n110,0.77
108	111	0.60	n108,n111,0.60

109	110	4.89	n109,n110,4.89
109	112	3.33	n109,n112,3.33
110	111	1.14	n110,n111,1.14
110	113	3.57	n110,n113,3.57
111	114	3.75	n111,n114,3.75
112	113	3.95	n112,n113,3.95
112	171	1.21	n112,n171,1.21
113	114	0.51	n113,n114,0.51
113	172	1.36	n113,n172,1.36
114	115	3.91	n114,n115,3.91
114	173	1.41	n114,n173,1.41
115	116	0.43	n115,n116,0.43
115	174	1.37	n115,n174,1.37
116	117	3.89	n116,n117,3.89
116	175	1.42	n116,n175,1.42
117	118	0.43	n117,n118,0.43
117	176	1.48	n117,n176,1.48
118	119	4.02	n118,n119,4.02
118	177	1.48	n118,n177,1.48
119	125	1.72	n119,n125,1.72
119	178	1.17	n119,n178,1.17
120	121	5.23	n120,n121,5.23
120	123	0.57	n120,n123,0.57
121	124	0.72	n121,n124,0.72
123	124	5.24	n123,n124,5.24
123	125	2.01	n123,n125,2.01
125	126	5.51	n125,n126,5.51
125	179	1.23	n125,n179,1.23
126	180	1.17	n126,n180,1.17
128	129	7.52	n128,n129,7.52
128	143	6.30	n128,n143,6.30
129	130	0.46	n129,n130,0.46
129	144	2.91	n129,n144,2.91
130	131	4.99	n130,n131,4.99
130	145	2.43	n130,n145,2.43
131	145	5.26	n131,n145,5.26
131	160	0.74	n131,n160,0.74
133	139	5.26	n133,n139,5.26
134	135	5.22	n134,n135,5.22
134	146	0.49	n134,n146,0.49
135	136	0.49	n135,n136,0.49
135	147	0.49	n135,n147,0.49
136	148	0.44	n136,n148,0.44
136	137	5.08	n136,n137,5.08
137	138	1.49	n137,n138,1.49
137	149	0.75	n137,n149,0.75

137	150	0.75	n137,n150,0.75
138	139	0.94	n138,n139,0.94
138	151	0.75	n138,n151,0.75
139	140	3.66	n139,n140,3.66
139	151	0.78	n139,n151,0.78
140	152	0.96	n140,n152,0.96
140	153	0.96	n140,n153,0.96
141	140	7.70	n141,n140,7.70
141	154	0.96	n141,n154,0.96
141	155	0.96	n141,n155,0.96
142	143	0.41	n142,n143,0.41
142	156	0.69	n142,n156,0.69
143	144	5.43	n143,n144,5.43
143	157	0.63	n143,n157,0.63
144	145	0.85	n144,n145,0.85
144	158	0.90	n144,n158,0.90
145	159	0.92	n145,n159,0.92
146	147	5.21	n146,n147,5.21
147	148	0.43	n147,n148,0.43
147	182	4.10	n147,n182,4.10
148	149	5.05	n148,n149,5.05
148	183	4.10	n148,n183,4.10
149	150	0.49	n149,n150,0.49
149	184	4.11	n149,n184,4.11
150	185	4.10	n150,n185,4.10
151	152	5.30	n151,n152,5.30
152	153	0.83	n152,n153,0.83
152	186	3.08	n152,n186,3.08
153	154	3.70	n153,n154,3.70
154	155	0.78	n154,n155,0.78
154	188	2.97	n154,n188,2.97
155	156	3.68	n155,n156,3.68
155	189	2.97	n155,n189,2.97
156	157	0.74	n156,n157,0.74
156	190	2.98	n156,n190,2.98
157	158	3.79	n157,n158,3.79
157	191	2.95	n157,n191,2.95
158	159	0.71	n158,n159,0.71
158	192	2.99	n158,n192,2.99
159	160	3.77	n159,n160,3.77
159	193	2.98	n159,n193,2.98
160	161	0.78	n160,n161,0.78
161	162	4.17	n161,n162,4.17
162	196	2.82	n162,n196,2.82
162	169	1.2	n162,n169,1.2
163	128	1.43	n163,n128,1.43

163	164	7.54	n163,n164,7.54
164	129	1.23	n164,n129,1.23
164	165	0.57	n164,n165,0.57
165	130	1.16	n165,n130,1.16
165	166	4.38	n165,n166,4.38
166	131	1.66	n166,n131,1.66
166	167	3.51	n166,n167,3.51
167	162	1.90	n167,n162,1.90
167	168	4.22	n167,n168,4.22
167	169	1.85	n167,n169,1.85
168	112	0.53	n168,n112,0.53
168	170	1.42	n168,n170,1.42
169	170	4.02	n169,n170,4.02
169	197	2.62	n169,n197,2.62
170	171	0.43	n170,n171,0.43
170	198	2.35	n170,n198,2.35
171	173	4.04	n171,n173,4.04
171	199	2.14	n171,n199,2.14
172	173	0.51	n172,n173,0.51
172	200	2.19	n172,n200,2.19
173	174	3.95	n173,n174,3.95
173	201	2.09	n173,n201,2.09
174	175	0.56	n174,n175,0.56
174	202	2.13	n174,n202,2.13
175	176	3.90	n175,n176,3.90
175	203	2.14	n175,n203,2.14
176	177	0.49	n176,n177,0.49
176	204	2.15	n176,n204,2.15
177	178	3.99	n177,n178,3.99
177	205	2.12	n177,n205,2.12
178	179	1.72	n178,n179,1.72
178	206	2.17	n178,n206,2.17
179	180	4.98	n179,n180,4.98
179	207	2.16	n179,n207,2.16
181	182	5.15	n181,n182,5.15
181	213	0.49	n181,n213,0.49
182	183	0.49	n182,n183,0.49
182	214	0.49	n182,n214,0.49
183	184	4.92	n183,n184,4.92
183	215	0.51	n183,n215,0.51
184	185	0.42	n184,n185,0.42
184	216	0.50	n184,n216,0.50
185	186	5.10	n185,n186,5.10
185	217	0.43	n185,n217,0.43
186	187	0.69	n186,n187,0.69
186	218	0.75	n186,n218,0.75

187	188	3.73	n187,n188,3.73
187	219	1.15	n187,n219,1.15
188	189	0.78	n188,n189,0.78
188	220	1.12	n188,n220,1.12
189	190	3.72	n189,n190,3.72
189	221	1.12	n189,n221,1.12
190	191	0.73	n190,n191,0.73
190	222	1.13	n190,n222,1.13
191	192	3.75	n191,n192,3.75
191	223	1.14	n191,n223,1.14
192	193	0.61	n192,n193,0.61
192	224	1.14	n192,n224,1.14
193	194	3.75	n193,n194,3.75
193	225	1.02	n193,n225,1.02
194	195	0.64	n194,n195,0.64
194	226	0.96	n194,n226,0.96
195	196	4.10	n195,n196,4.10
195	227	0.94	n195,n227,0.94
196	228	0.88	n196,n228,0.88
196	197	0.8	n196,n197,0.8
197	198	4.03	n197,n198,4.03
197	229	0.94	n197,n229,0.94
198	199	0.53	n198,n199,0.53
198	230	0.43	n198,n230,0.43
199	200	3.81	n199,n200,3.81
199	231	0.87	n199,n231,0.87
200	201	0.67	n200,n201,0.67
200	232	0.90	n200,n232,0.90
201	202	3.75	n201,n202,3.75
201	233	0.90	n201,n233,0.90
202	203	0.60	n202,n203,0.60
202	234	0.96	n202,n234,0.96
203	204	3.77	n203,n204,3.77
203	235	0.97	n203,n235,0.97
204	205	0.64	n204,n205,0.64
204	236	0.92	n204,n236,0.92
205	206	3.84	n205,n206,3.84
205	237	0.97	n205,n237,0.97
206	207	0.99	n206,n207,0.99
206	238	0.97	n206,n238,0.97
207	208	4.98	n207,n208,4.98
207	796	0.97	n207,n796,0.97
208	239	0.69	n208,n239,0.69
209	240	1.15	n209,n240,1.15
210	241	0.40	n210,n241,0.40
213	214	5.17	n213,n214,5.17

213	252	3.3	n213,n252,3.3
214	215	0.48	n214,n215,0.48
214	253	3.31	n214,n253,3.31
215	216	4.91	n215,n216,4.91
215	254	3.34	n215,n254,3.34
216	217	0.44	n216,n217,0.44
216	255	3.32	n216,n255,3.32
217	218	5.06	n217,n218,5.06
217	256	3.31	n217,n256,3.31
218	219	0.59	n218,n219,0.59
218	257	3.33	n218,n257,3.33
219	220	3.69	n219,n220,3.69
219	258	3.36	n219,n258,3.36
220	221	0.78	n220,n221,0.78
220	270	7.59	n220,n270,7.59
221	222	3.77	n221,n222,3.77
221	271	7.62	n221,n271,7.62
222	223	0.73	n222,n223,0.73
222	272	7.59	n222,n272,7.59
223	224	3.78	n223,n224,3.78
223	273	7.57	n223,n273,7.57
224	225	0.61	n224,n225,0.61
224	274	7.59	n224,n274,7.59
225	226	3.73	n225,n226,3.73
225	275	7.55	n225,n275,7.55
226	227	0.67	n226,n227,0.67
226	276	7.62	n226,n276,7.62
227	228	3.97	n227,n228,3.97
227	277	7.57	n227,n277,7.57
228	278	7.69	n228,n278,7.69
228	229	0.6	n228,n229,0.6
229	230	4.10	n229,n230,4.10
229	279	7.62	n229,n279,7.62
230	231	0.53	n230,n231,0.53
230	280	7.69	n230,n280,7.69
231	232	3.78	n231,n232,3.78
231	281	7.61	n231,n281,7.61
232	233	0.64	n232,n233,0.64
232	282	7.66	n232,n282,7.66
233	234	3.78	n233,n234,3.78
233	283	7.78	n233,n283,7.78
234	235	0.69	n234,n235,0.69
234	284	7.67	n234,n284,7.67
235	236	3.72	n235,n236,3.72
235	285	7.63	n235,n285,7.63
236	237	0.74	n236,n237,0.74

236	286	7.64	n236,n286,7.64
237	238	3.85	n237,n238,3.85
237	287	7.65	n237,n287,7.65
238	796	0.99	n238,n796,0.99
238	813	3.01	n238,n813,3.01
239	240	1.36	n239,n240,1.36
239	292	3.23	n239,n292,3.23
240	241	5.04	n240,n241,5.04
240	294	3.11	n240,n294,3.11
247	252	0.78	n247,n252,0.78
251	804	0.78	n251,n804,0.78
251	262	4.9	n251,n262,4.9
252	253	5.00	n252,n253,5.00
252	804	0.42	n252,n804,0.42
253	254	0.42	n253,n254,0.42
253	803	0.48	n253,n803,0.48
254	255	4.90	n254,n255,4.90
254	802	0.43	n254,n802,0.43
255	256	0.51	n255,n256,0.51
255	801	0.43	n255,n801,0.43
256	257	5.07	n256,n257,5.07
256	800	0.51	n256,n800,0.51
257	258	0.59	n257,n258,0.59
257	799	0.41	n257,n799,0.41
258	269	4.19	n258,n269,4.19
261	262	5.85	n261,n262,5.85
261	795	1.70	n261,n795,1.70
262	263	1.56	n262,n263,1.56
262	312	0.66	n262,n312,0.66
263	264	5.45	n263,n264,5.45
263	313	0.70	n263,n313,0.70
264	265	0.65	n264,n265,0.65
264	314	0.66	n264,n314,0.66
265	266	5.33	n265,n266,5.33
265	315	0.69	n265,n315,0.69
266	267	0.44	n266,n267,0.44
266	316	0.76	n266,n316,0.76
267	268	5.37	n267,n268,5.37
267	317	0.71	n267,n317,0.71
268	269	0.42	n268,n269,0.42
268	318	0.60	n268,n318,0.60
269	270	3.98	n269,n270,3.98
269	319	0.60	n269,n319,0.60
270	271	0.36	n270,n271,0.36
270	320	1.53	n270,n320,1.53
271	272	4.02	n271,n272,4.02

271	321	1.58	n271,n321,1.58
272	273	0.44	n272,n273,0.44
272	322	0.54	n272,n322,0.54
273	274	3.98	n273,n274,3.98
273	323	0.55	n273,n323,0.55
274	275	0.44	n274,n275,0.44
274	324	0.56	n274,n324,0.56
275	276	3.97	n275,n276,3.97
275	325	0.56	n275,n325,0.56
276	277	0.43	n276,n277,0.43
276	326	0.55	n276,n326,0.55
277	278	4.35	n277,n278,4.35
277	793	0.59	n277,n793,0.59
278	327	0.48	n278,n327,0.48
278	279	0.4	n278,n279,0.4
279	280	4.31	n279,n280,4.31
279	328	0.51	n279,n328,0.51
280	281	0.44	n280,n281,0.44
280	329	0.61	n280,n329,0.61
281	282	3.94	n281,n282,3.94
281	330	0.61	n281,n330,0.61
282	283	0.44	n282,n283,0.44
282	331	0.61	n282,n331,0.61
283	284	4.00	n283,n284,4.00
283	332	0.67	n283,n332,0.67
284	285	0.52	n284,n285,0.52
284	333	0.80	n284,n333,0.80
285	286	3.98	n285,n286,3.98
285	334	0.69	n285,n334,0.69
286	287	0.37	n286,n287,0.37
286	335	0.62	n286,n335,0.62
287	288	4.12	n287,n288,4.12
287	336	0.62	n287,n336,0.62
288	300	1.60	n288,n300,1.60
288	337	0.56	n288,n337,0.56
289	288	4.08	n289,n288,4.08
289	291	0.83	n289,n291,0.83
290	291	0.61	n290,n291,0.61
290	292	5.07	n290,n292,5.07
291	293	5.15	n291,n293,5.15
291	300	4.11	n291,n300,4.11
292	293	0.43	n292,n293,0.43
292	294	1.61	n292,n294,1.61
293	295	1.61	n293,n295,1.61
293	301	4.11	n293,n301,4.11
294	295	0.45	n294,n295,0.45

294	296	4.98	n294,n296,4.98
295	297	4.98	n295,n297,4.98
295	302	3.99	n295,n302,3.99
296	297	0.62	n296,n297,0.62
300	301	5.26	n300,n301,5.26
300	338	0.56	n300,n338,0.56
301	302	2.28	n301,n302,2.28
301	339	0.65	n301,n339,0.65
302	303	5.10	n302,n303,5.10
302	340	1.23	n302,n340,1.23
302	341	0.99	n302,n341,0.99
303	342	0.77	n303,n342,0.77
312	313	1.62	n312,n313,1.62
312	375	8.1	n312,n375,8.1
313	314	5.53	n313,n314,5.53
313	376	8.1	n313,n376,8.1
314	315	0.38	n314,n315,0.38
314	377	8.09	n314,n377,8.09
315	316	5.53	n315,n316,5.53
315	378	8.08	n315,n378,8.08
316	317	0.64	n316,n317,0.64
316	379	8.00	n316,n379,8.00
317	318	5.63	n317,n318,5.63
317	380	7.99	n317,n380,7.99
318	319	0.34	n318,n319,0.34
318	381	8.09	n318,n381,8.09
319	320	4.06	n319,n320,4.06
319	382	8.07	n319,n382,8.07
320	321	0.40	n320,n321,0.40
320	383	8.07	n320,n383,8.07
321	322	3.93	n321,n322,3.93
321	384	8.21	n321,n384,8.21
322	323	0.37	n322,n323,0.37
322	385	8.08	n322,n385,8.08
323	324	3.98	n323,n324,3.98
323	386	8.06	n323,n386,8.06
324	325	0.44	n324,n325,0.44
324	387	8.03	n324,n387,8.03
325	326	3.99	n325,n326,3.99
325	388	8.05	n325,n388,8.05
326	389	8.01	n326,n389,8.01
326	793	0.46	n326,n793,0.46
327	793	4.34	n327,n793,4.34
327	328	0.4	n327,n328,0.4
328	329	4.31	n328,n329,4.31
329	330	0.44	n329,n330,0.44

330	331	3.94	n330,n331,3.94
330	438	7.96	n330,n438,7.96
331	332	0.44	n331,n332,0.44
331	812	3.77	n331,n812,3.77
332	333	3.95	n332,n333,3.95
332	442	3.72	n332,n442,3.72
333	334	0.45	n333,n334,0.45
333	444	3.74	n333,n444,3.74
334	335	3.96	n334,n335,3.96
334	445	3.79	n334,n445,3.79
335	336	0.35	n335,n336,0.35
335	398	8.05	n335,n398,8.05
336	337	4.12	n336,n337,4.12
336	399	8.02	n336,n399,8.02
337	338	1.60	n337,n338,1.60
337	400	8.04	n337,n400,8.04
338	339	5.05	n338,n339,5.05
338	401	7.97	n338,n401,7.97
339	402	8.61	n339,n402,8.61
339	404	1.6	n339,n404,1.61
340	359	2.26	n340,n359,2.26
340	349	5.1	n340,n349,5.1
341	340	0.4	n341,n340,0.36
341	342	4.08	n341,n342,4.08
341	350	4.1	n341,n350,4.1
342	350	1.2	n342,n350,1.2
349	361	0.56	n349,n361,0.56
350	349	0.97	n350,n349,0.97
359	349	4.88	n359,n349,4.88
359	360	0.53	n359,n360,0.53
360	361	4.89	n360,n361,4.89
360	406	4.91	n360,n406,4.91
361	407	4.98	n361,n407,4.98
362	363	4.56	n362,n363,4.56
362	366	0.62	n362,n366,0.62
363	367	0.36	n363,n367,0.36
366	367	4.62	n366,n367,4.62
366	408	2.78	n366,n408,2.78
367	409	3.7	n367,n409,3.7
374	375	5.28	n374,n375,5.28
374	418	2.54	n374,n418,2.54
375	376	1.85	n375,n376,1.85
375	419	1.79	n375,n419,1.79
376	377	5.12	n376,n377,5.12
376	420	1.79	n376,n420,1.79
377	378	0.47	n377,n378,0.47

377	421	1.79	n377,n421,1.79
378	379	5.12	n378,n379,5.12
378	422	1.79	n378,n422,1.79
379	380	0.81	n379,n380,0.81
379	423	1.79	n379,n423,1.79
380	381	5.28	n380,n381,5.28
380	424	1.79	n380,n424,1.79
381	382	0.73	n381,n382,0.73
381	425	1.79	n381,n425,1.79
382	383	3.64	n382,n383,3.64
382	426	1.79	n382,n426,1.79
383	384	0.74	n383,n384,0.74
383	427	1.79	n383,n427,1.79
384	385	3.78	n384,n385,3.78
384	428	1.79	n384,n428,1.79
385	386	0.63	n385,n386,0.63
385	429	1.79	n385,n429,1.79
386	387	3.69	n386,n387,3.69
386	430	1.79	n386,n430,1.79
387	388	0.69	n387,n388,0.69
387	431	1.79	n387,n431,1.79
388	389	3.69	n388,n389,3.69
388	432	1.79	n388,n432,1.79
389	433	1.80	n389,n433,1.80
389	390	0.5	n389,n390,0.46
390	434	1.79	n390,n434,1.79
390	793	7.85	n390,n793,7.85
391	390	3.99	n391,n390,3.99
391	327	8.06	n391,n327,8.06
391	435	2.56	n391,n435,2.56
392	328	7.94	n392,n328,7.94
392	391	1.89	n392,n391,1.89
392	393	4.03	n392,n393,4.03
392	436	2.58	n392,n436,2.58
393	329	7.96	n393,n329,7.96
393	437	1.84	n393,n437,1.84
393	438	0.44	n393,n438,0.44
394	395	0.60	n394,n395,0.60
394	440	1.73	n394,n440,1.73
395	396	3.79	n395,n396,3.79
395	441	1.85	n395,n441,1.85
396	397	0.69	n396,n397,0.69
396	448	1.86	n396,n448,1.86
397	398	3.73	n397,n398,3.73
397	792	1.86	n397,n792,1.86
398	399	0.51	n398,n399,0.51

398	449	1.90	n398,n449,1.90
399	400	4.05	n399,n400,4.05
399	450	1.90	n399,n450,1.90
400	401	1.67	n400,n401,1.67
400	451	2.65	n400,n451,2.65
401	402	1.57	n401,n402,1.57
402	403	1.90	n402,n403,1.90
403	405	3.19	n403,n405,3.19
403	454	2.69	n403,n454,2.69
404	403	6.35	n404,n403,6.35
404	405	5.53	n404,n405,5.53
405	406	0.36	n405,n406,0.36
406	407	4.85	n406,n407,4.85
406	456	2.52	n406,n456,2.52
407	408	1.59	n407,n408,1.59
407	457	1.66	n407,n457,1.66
408	409	2.13	n408,n409,2.13
418	419	5.38	n418,n419,5.38
418	463	9.2	n418,n463,9.2
419	420	0.64	n419,n420,0.64
419	464	9.2	n419,n464,9.2
420	421	5.44	n420,n421,5.44
420	465	9.2	n420,n465,9.2
421	422	0.67	n421,n422,0.67
421	466	3.49	n421,n466,3.49
422	423	5.40	n422,n423,5.40
422	467	3.48	n422,n467,3.48
423	424	0.42	n423,n424,0.42
423	470	3.46	n423,n470,3.46
424	425	5.42	n424,n425,5.42
424	472	3.46	n424,n472,3.46
425	426	0.83	n425,n426,0.83
425	481	4.45	n425,n481,4.45
426	427	3.86	n426,n427,3.86
426	483	4.48	n426,n483,4.48
427	428	0.44	n427,n428,0.44
427	495	9.50	n427,n495,9.50
428	429	4.02	n428,n429,4.02
428	496	9.47	n428,n496,9.47
429	430	0.34	n429,n430,0.34
429	497	9.48	n429,n497,9.48
430	431	4.00	n430,n431,4.00
430	498	9.47	n430,n498,9.47
431	432	0.27	n431,n432,0.27
431	499	9.43	n431,n499,9.43
432	433	3.98	n432,n433,3.98

432	500	9.47	n432,n500,9.47
433	501	9.53	n433,n501,9.53
433	434	0.42	n433,n434,0.42
434	502	9.54	n434,n502,9.54
434	435	4.27	n434,n435,4.27
435	503	9.52	n435,n503,9.52
435	436	1.5	n435,n436,1.5
436	437	3.95	n436,n437,3.95
436	504	9.42	n436,n504,9.42
437	439	0.70	n437,n439,0.70
437	505	9.44	n437,n505,9.44
438	394	3.69	n438,n394,3.69
438	439	1.73	n438,n439,1.73
439	440	4.01	n439,n440,4.01
439	506	9.51	n439,n506,9.51
440	441	0.48	n440,n441,0.48
440	507	3.20	n440,n507,3.20
441	448	3.93	n441,n448,3.93
441	508	3.22	n441,n508,3.22
442	443	0.0	n442,n443,0
443	395	3.81	n443,n395,3.81
444	447	0.0	n444,n447,0
445	446	0.38	n445,n446,0.38
446	397	3.77	n446,n397,3.77
447	396	3.81	n447,n396,3.81
448	511	4.72	n448,n511,4.72
448	792	0.49	n448,n792,0.49
449	450	0.48	n449,n450,0.48
449	516	6.57	n449,n516,6.57
449	792	3.89	n449,n792,3.89
450	451	4.00	n450,n451,4.00
450	519	6.71	n450,n519,6.71
451	452	1.59	n451,n452,1.59
451	522	5.02	n451,n522,5.02
452	453	0.91	n452,n453,0.91
452	523	5.12	n452,n523,5.12
453	454	1.58	n453,n454,1.58
453	530	4.32	n453,n530,4.32
454	455	2.84	n454,n455,2.84
454	531	4.12	n454,n531,4.12
455	456	2.41	n455,n456,2.41
455	533	3.87	n455,n533,3.87
456	457	4.60	n456,n457,4.60
456	534	3.40	n456,n534,3.40
457	458	1.48	n457,n458,1.48
457	534	7.2	n457,n534,7.2

458	459	4.20	n458,n459,4.20
463	464	5.49	n463,n464,5.49
463	556	0.8	n463,n556,0.8
464	465	0.64	n464,n465,0.64
464	557	0.9	n464,n557,0.86
465	488	5.46	n465,n488,5.46
465	558	0.84	n465,n558,0.84
466	467	0.74	n466,n467,0.74
466	468	0.29	n466,n468,0.29
467	469	0.31	n467,n469,0.31
467	470	5.51	n467,n470,5.51
468	469	0.74	n468,n469,0.74
468	485	2.29	n468,n485,2.29
469	471	5.48	n469,n471,5.48
469	486	2.29	n469,n486,2.29
470	471	0.31	n470,n471,0.31
470	472	0.76	n470,n472,0.76
471	473	0.78	n471,n473,0.78
471	475	1.24	n471,n475,1.24
472	473	0.29	n472,n473,0.29
473	474	0.74	n473,n474,0.74
474	477	0.36	n474,n477,0.36
474	481	5.77	n474,n481,5.77
475	474	0.78	n475,n474,0.78
475	476	1.06	n475,n476,1.06
475	477	0.78	n475,n477,0.78
476	478	0.78	n476,n478,0.78
476	480	0.33	n476,n480,0.33
477	478	1.06	n477,n478,1.06
477	482	5.76	n477,n482,5.76
478	479	0.32	n478,n479,0.32
479	492	3.06	n479,n492,3.06
480	479	0.74	n480,n479,0.74
480	491	3.17	n480,n491,3.17
481	482	0.62	n481,n482,0.62
481	483	0.72	n481,n483,0.72
482	484	0.72	n482,n484,0.72
482	493	4.57	n482,n493,4.57
483	484	0.49	n483,n484,0.49
484	494	4.45	n484,n494,4.45
485	486	0.74	n485,n486,0.74
485	487	0.32	n485,n487,0.32
486	476	5.49	n486,n476,5.49
486	489	0.29	n486,n489,0.29
487	488	3.08	n487,n488,3.08
487	489	0.74	n487,n489,0.74

488	490	0.68	n488,n490,0.68
488	559	0.75	n488,n559,0.75
489	480	5.50	n489,n480,5.50
489	490	3.06	n489,n490,3.06
490	491	5.48	n490,n491,5.48
490	560	0.75	n490,n560,0.75
491	492	0.69	n491,n492,0.69
491	561	0.82	n491,n561,0.82
492	493	5.49	n492,n493,5.49
492	562	0.82	n492,n562,0.82
493	494	0.62	n493,n494,0.62
493	563	0.71	n493,n563,0.71
494	495	3.91	n494,n495,3.91
494	564	0.89	n494,n564,0.89
495	496	0.39	n495,n496,0.39
495	565	0.82	n495,n565,0.82
496	497	3.95	n496,n497,3.95
496	566	0.82	n496,n566,0.82
497	498	0.32	n497,n498,0.32
497	567	0.96	n497,n567,0.96
498	499	4.06	n498,n499,4.06
498	568	0.96	n498,n568,0.96
499	500	0.34	n499,n500,0.34
499	569	0.77	n499,n569,0.77
500	501	4.01	n500,n501,4.01
500	570	1.06	n500,n570,1.06
501	502	0.31	n501,n502,0.31
501	571	0.91	n501,n571,0.91
502	503	4.40	n502,n503,4.40
502	572	0.91	n502,n572,0.91
503	504	0.4	n503,n504,0.4
503	573	0.65	n503,n573,0.65
504	505	4.41	n504,n505,4.41
504	574	1.76	n504,n574,1.76
505	506	0.40	n505,n506,0.40
505	575	0.93	n505,n575,0.93
506	576	0.90	n506,n576,0.90
506	807	4.05	n506,n807,4.05
507	509	0.51	n507,n509,0.51
507	508	0.62	n507,n508,0.62
508	510	0.38	n508,n510,0.38
508	511	4.11	n508,n511,4.11
509	510	0.62	n509,n510,0.62
509	807	5.83	n509,n807,5.83
510	512	3.91	n510,n512,3.91
510	514	5.84	n510,n514,5.84

511	512	0.79	n511,n512,0.79
511	513	0.44	n511,n513,0.44
512	515	4.03	n512,n515,4.03
513	512	0.79	n513,n512,0.79
513	516	4.24	n513,n516,4.24
514	517	8.25	n514,n517,8.25
514	578	0.63	n514,n578,0.63
515	518	1.36	n515,n518,1.36
516	515	0.54	n516,n515,0.54
516	519	0.37	n516,n519,0.37
517	554	0.99	n517,n554,0.99
517	555	0.86	n517,n555,0.86
518	517	1.38	n518,n517,1.38
518	553	0.90	n518,n553,0.90
519	515	0.67	n519,n515,0.67
519	520	0.70	n519,n520,0.70
520	518	0.61	n520,n518,0.61
520	525	0.62	n520,n525,0.62
521	520	2.49	n521,n520,2.49
521	524	0.74	n521,n524,0.74
522	521	0.33	n522,n521,0.33
522	523	0.74	n522,n523,0.74
523	524	0.34	n523,n524,0.34
523	528	1.64	n523,n528,1.64
524	525	2.49	n524,n525,2.49
524	526	1.64	n524,n526,1.64
525	527	1.90	n525,n527,1.90
525	553	0.87	n525,n553,0.87
526	527	2.11	n526,n527,2.11
526	806	0.46	n526,n806,0.46
527	540	0.40	n527,n540,0.40
527	552	0.89	n527,n552,0.89
528	526	0.41	n528,n526,0.41
528	529	2.41	n528,n529,2.41
528	806	0.51	n528,n806,0.51
529	539	0.43	n529,n539,0.43
530	529	1.99	n530,n529,1.99
530	531	0.36	n530,n531,0.36
531	533	1.26	n531,n533,1.26
535	545	4.15	n535,n545,4.15
536	535	1.36	n536,n535,1.36
536	544	3.11	n536,n544,3.11
537	536	1.60	n537,n536,1.60
537	543	2.68	n537,n543,2.68
538	537	0.43	n538,n537,0.43
538	542	2.19	n538,n542,2.19

539	538	1.44	n539,n538,1.44
540	541	2.50	n540,n541,2.50
540	551	0.89	n540,n551,0.89
541	542	0.75	n541,n542,0.75
541	549	0.68	n541,n549,0.68
541	550	0.68	n541,n550,0.68
542	543	0.56	n542,n543,0.56
543	544	2.34	n543,n544,2.34
543	547	0.32	n543,n547,0.32
544	546	0.68	n544,n546,0.68
544	545	3.2	n544,n545,3.2
547	546	2.35	n547,n546,2.35
547	631	5.86	n547,n631,5.86
548	547	0.48	n548,n547,0.48
548	629	5.82	n548,n629,5.82
549	548	1.13	n549,n548,1.13
549	627	5.08	n549,n627,5.08
550	549	0.59	n550,n549,0.59
550	626	4.80	n550,n626,4.80
551	550	2.50	n551,n550,2.50
552	551	0.29	n552,n551,0.29
553	552	1.71	n553,n552,1.71
553	554	2.75	n553,n554,2.75
554	621	4.88	n554,n621,4.88
555	554	0.76	n555,n554,0.76
555	620	4.53	n555,n620,4.53
556	557	5.49	n556,n557,5.49
557	558	0.64	n557,n558,0.64
557	580	5.4	n557,n580,5.4
558	559	5.50	n558,n559,5.50
558	581	5.5	n558,n581,5.52
559	560	0.68	n559,n560,0.68
559	582	5.59	n559,n582,5.59
560	561	5.48	n560,n561,5.48
560	583	5.62	n560,n583,5.62
561	562	0.68	n561,n562,0.68
561	584	5.61	n561,n584,5.61
562	563	5.50	n562,n563,5.50
562	585	5.61	n562,n585,5.61
563	564	0.62	n563,n564,0.62
563	586	5.59	n563,n586,5.59
564	565	3.91	n564,n565,3.91
564	587	5.50	n564,n587,5.50
565	566	0.32	n565,n566,0.32
565	596	5.61	n565,n596,5.61
566	567	4.11	n566,n567,4.11

566	598	5.66	n566,n598,5.66
567	568	0.32	n567,n568,0.32
567	600	5.46	n567,n600,5.46
568	569	3.33	n568,n569,3.33
568	602	4.73	n568,n602,4.73
569	602	5.41	n569,n602,5.41
569	604	1.01	n569,n604,1.01
570	571	2.98	n570,n571,2.98
570	604	0.69	n570,n604,0.69
570	605	2.42	n570,n605,2.42
571	572	0.65	n571,n572,0.65
572	573	4.26	n572,n573,4.26
573	610	3.79	n573,n610,3.79
574	575	4.24	n574,n575,4.24
574	611	4.07	n574,n611,4.07
575	576	0.75	n575,n576,0.75
576	577	3.81	n576,n577,3.81
577	578	0.32	n577,n578,0.32
577	612	7.05	n577,n612,7.05
578	555	7.90	n578,n555,7.90
578	615	7.38	n578,n615,7.38
579	580	5.50	n579,n580,5.50
580	581	0.64	n580,n581,0.64
580	589	0.69	n580,n589,0.69
581	582	5.51	n581,n582,5.51
581	761	0.62	n581,n761,0.62
582	583	0.64	n582,n583,0.64
582	590	0.56	n582,n590,0.56
583	584	5.50	n583,n584,5.50
583	591	0.55	n583,n591,0.55
584	585	0.67	n584,n585,0.67
584	592	0.57	n584,n592,0.57
585	586	5.50	n585,n586,5.50
585	593	0.66	n585,n593,0.66
586	587	0.60	n586,n587,0.60
586	594	0.73	n586,n594,0.73
587	595	0.69	n587,n595,0.69
587	596	4.07	n587,n596,4.07
588	589	5.50	n588,n589,5.50
589	761	0.64	n589,n761,0.64
590	591	0.64	n590,n591,0.64
590	758	3.50	n590,n758,3.50
591	592	5.47	n591,n592,5.47
591	756	3.49	n591,n756,3.49
592	593	0.65	n592,n593,0.65
592	754	3.50	n592,n754,3.50

593	594	5.51	n593,n594,5.51
593	752	3.44	n593,n752,3.44
594	595	0.62	n594,n595,0.62
594	751	4.96	n594,n751,4.96
595	597	4.06	n595,n597,4.06
595	747	5.36	n595,n747,5.36
596	597	0.64	n596,n597,0.64
596	598	0.27	n596,n598,0.27
597	746	6.06	n597,n746,6.06
597	599	0.34	n597,n599,0.34
598	599	0.64	n598,n599,0.64
598	600	4.08	n598,n600,4.08
599	601	3.64	n599,n601,3.64
599	745	5.14	n599,n745,5.14
600	601	0.85	n600,n601,0.85
600	602	0.75	n600,n602,0.75
601	732	1.38	n601,n732,1.38
601	745	6.00	n601,n745,6.00
602	603	1.22	n602,n603,1.22
603	730	4.17	n603,n730,4.17
603	732	0.80	n603,n732,0.80
604	603	5.71	n604,n603,5.71
604	607	2.58	n604,n607,2.58
605	606	0.58	n605,n606,0.58
605	607	0.65	n605,n607,0.65
606	608	0.65	n606,n608,0.65
606	610	5.57	n606,n610,5.57
607	608	0.42	n607,n608,0.42
607	730	6.77	n607,n730,6.77
608	609	5.73	n608,n609,5.73
608	729	8.03	n608,n729,8.03
609	727	5.62	n609,n727,5.62
610	609	0.68	n610,n609,0.68
611	612	6.76	n611,n612,6.76
611	613	0.54	n611,n613,0.54
612	614	0.54	n612,n614,0.54
612	615	0.48	n612,n615,0.48
613	614	6.54	n613,n614,6.54
613	724	5.68	n613,n724,5.68
614	726	7.05	n614,n726,7.05
614	616	0.3	n614,n616,0.32
615	616	0.54	n615,n616,0.54
615	617	5.88	n615,n617,5.88
616	618	5.18	n616,n618,5.18
616	718	7.38	n616,n718,7.38
617	618	0.67	n617,n618,0.67

617	643	1.80	n617,n643,1.80
618	659	1.76	n618,n659,1.76
618	661	8.45	n618,n661,8.45
619	617	4.78	n619,n617,4.78
619	622	0.76	n619,n622,0.76
620	619	0.68	n620,n619,0.68
620	621	0.76	n620,n621,0.76
621	622	0.69	n621,n622,0.69
621	623	2.26	n621,n623,2.26
622	624	2.22	n622,n624,2.22
622	643	4.25	n622,n643,4.25
623	624	0.38	n623,n624,0.38
623	641	0.54	n623,n641,0.54
624	644	4.54	n624,n644,4.54
625	623	2.77	n625,n623,2.77
625	628	0.53	n625,n628,0.53
626	625	0.61	n626,n625,0.61
626	627	0.62	n626,n627,0.62
627	628	0.40	n627,n628,0.40
627	629	3.85	n627,n629,3.85
628	630	3.98	n628,n630,3.98
628	641	3.43	n628,n641,3.43
629	630	0.56	n629,n630,0.56
629	631	0.51	n629,n631,0.51
630	632	0.53	n630,n632,0.53
630	639	3.56	n630,n639,3.56
631	632	0.48	n631,n632,0.48
631	633	3.91	n631,n633,3.91
632	634	3.91	n632,n634,3.91
632	637	3.56	n632,n637,3.56
633	634	1.57	n633,n634,1.57
635	636	0.51	n635,n636,0.51
637	635	4.89	n637,n635,4.89
637	638	0.48	n637,n638,0.48
638	636	4.99	n638,n636,4.99
638	648	3.08	n638,n648,3.08
639	637	0.56	n639,n637,0.56
639	640	0.39	n639,n640,0.39
640	638	0.56	n640,n638,0.56
640	647	3.12	n640,n647,3.12
641	639	5.81	n641,n639,5.81
641	642	0.40	n641,n642,0.40
642	640	5.99	n642,n640,5.99
642	645	3.67	n642,n645,3.67
643	644	1.09	n643,n644,1.09
643	659	0.68	n643,n659,0.68

644	645	1.55	n644,n645,1.55
645	646	3.95	n645,n646,3.95
645	657	0.57	n645,n657,0.57
646	647	2.89	n646,n647,2.89
646	656	0.94	n646,n656,0.94
647	648	1.51	n647,n648,1.51
647	653	0.81	n647,n653,0.81
648	649	6.31	n648,n649,6.31
648	650	0.69	n648,n650,0.69
650	651	6.12	n650,n651,6.12
650	652	2.26	n650,n652,2.26
653	650	1.47	n653,n650,1.47
653	654	2.44	n653,n654,2.44
656	653	2.99	n656,n653,2.99
657	656	3.88	n657,n656,3.88
658	664	7.58	n658,n664,7.58
658	657	0.4	n658,n657,0.37
659	660	1.33	n659,n660,1.33
659	662	8.69	n659,n662,8.69
660	658	1.41	n660,n658,1.41
660	663	7.68	n660,n663,7.68
661	662	0.59	n661,n662,0.59
661	683	0.58	n661,n683,0.58
662	663	1.40	n662,n663,1.40
662	678	0.37	n662,n678,0.37
663	664	0.32	n663,n664,0.32
663	679	0.35	n663,n679,0.35
664	665	5.55	n664,n665,5.55
664	667	0.30	n664,n667,0.30
665	666	0.33	n665,n666,0.33
667	666	5.44	n667,n666,5.44
667	669	2.38	n667,n669,2.38
668	670	0.24	n668,n670,0.24
669	668	5.36	n669,n668,5.36
669	671	0.25	n669,n671,0.25
671	670	5.36	n671,n670,5.36
671	672	2.69	n671,n672,2.69
672	673	4.43	n672,n673,4.43
672	674	1.42	n672,n674,1.42
673	816	1.41	n673,n816,1.41
674	675	2.39	n674,n675,2.39
674	816	4.43	n674,n816,4.43
676	677	2.44	n676,n677,2.44
678	679	1.30	n678,n679,1.30
678	682	5.42	n678,n682,5.42
679	667	0.36	n679,n667,0.36

679	680	2.38	n679,n680,2.38
680	669	0.50	n680,n669,0.50
680	671	0.50	n680,n671,0.50
680	681	2.37	n680,n681,2.37
681	672	1.37	n681,n672,1.37
681	688	1.34	n681,n688,1.34
682	681	3.16	n682,n681,3.16
682	689	1.60	n682,n689,1.60
683	678	0.62	n683,n678,0.62
683	684	5.47	n683,n684,5.47
684	682	2.00	n684,n682,2.00
684	692	1.70	n684,n692,1.70
686	677	0.52	n686,n677,0.52
686	685	0.34	n686,n685,0.34
687	675	0.62	n687,n675,0.62
687	676	0.51	n687,n676,0.51
687	686	2.70	n687,n686,2.70
688	674	1.42	n688,n674,1.42
688	687	2.39	n688,n687,2.39
689	688	3.54	n689,n688,3.54
689	690	4.8	n689,n690,4.78
690	686	3.50	n690,n686,3.50
690	695	0.29	n690,n695,0.29
691	689	0.52	n691,n689,0.52
691	693	3.11	n691,n693,3.11
691	694	3.01	n691,n694,3.01
692	691	0.43	n692,n691,0.43
692	702	3.62	n692,n702,3.62
693	700	0.4	n693,n700,0.4
694	696	1.6	n694,n696,1.58
695	685	3.57	n695,n685,3.57
696	697	0.40	n696,n697,0.40
696	690	0.46	n696,n690,0.46
698	696	2.42	n698,n696,2.42
698	699	1.39	n698,n699,1.39
699	697	2.54	n699,n697,2.54
699	704	4.95	n699,n704,4.95
700	698	1.72	n700,n698,1.72
701	698	0.55	n701,n698,0.55
701	703	1.42	n701,n703,1.42
702	693	0.91	n702,n693,0.91
702	700	0.91	n702,n700,0.91
702	701	1.57	n702,n701,1.57
703	705	3.88	n703,n705,3.88
703	699	0.6	n703,n699,0.56
705	706	1.14	n705,n706,1.14

707	705	12.81	n707,n705,12.81
707	708	0.71	n707,n708,0.71
708	706	12.79	n708,n706,12.79
709	703	10.64	n709,n703,10.64
709	707	5.79	n709,n707,5.79
710	701	10.58	n710,n701,10.58
710	709	1.4	n710,n709,1.39
711	710	4.79	n711,n710,4.79
711	712	5.94	n711,n712,5.94
712	692	4.80	n712,n692,4.80
713	684	4.06	n713,n684,4.06
713	712	0.57	n713,n712,0.57
714	712	0.57	n714,n712,0.57
714	713	0.79	n714,n713,0.79
715	713	3.13	n715,n713,3.13
716	714	3.07	n716,n714,3.07
716	719	0.6	n716,n719,0.64
719	715	0.4	n719,n715,0.37
722	716	4.27	n722,n716,4.27
723	722	4.55	n723,n722,4.55
723	735	3.51	n723,n735,3.51
724	723	0.47	n724,n723,0.47
724	725	4.93	n724,n725,4.93
725	722	0.39	n725,n722,0.39
726	725	4.6	n726,n725,4.64
727	728	4.17	n727,n728,4.17
728	734	0.52	n728,n734,0.52
729	728	5.88	n729,n728,5.88
729	733	0.59	n729,n733,0.59
730	729	0.32	n730,n729,0.32
730	731	0.70	n730,n731,0.70
731	733	0.43	n731,n733,0.43
731	739	6.31	n731,n739,6.31
732	731	3.00	n732,n731,3.00
732	740	8.48	n732,n740,8.48
733	734	5.60	n733,n734,5.60
733	738	5.95	n733,n738,5.95
734	737	4.79	n734,n737,4.79
735	736	5.04	n735,n736,5.04
736	711	0.49	n736,n711,0.49
737	741	0.57	n737,n741,0.57
738	737	4.74	n738,n737,4.74
738	742	0.52	n738,n742,0.52
739	738	0.38	n739,n738,0.38
739	743	0.52	n739,n743,0.52
740	739	5.53	n740,n739,5.53

740	744	0.43	n740,n744,0.43
741	791	4.72	n741,n791,4.72
742	741	4.59	n742,n741,4.59
743	742	0.37	n743,n742,0.37
744	743	5.62	n744,n743,5.62
744	788	5.12	n744,n788,5.12
746	740	0.94	n746,n740,0.94
746	745	1.23	n746,n745,1.23
746	748	0.48	n746,n748,0.48
747	746	3.77	n747,n746,3.77
747	749	0.49	n747,n749,0.49
748	744	1.26	n748,n744,1.26
748	782	5.06	n748,n782,5.06
749	748	3.42	n749,n748,3.42
750	749	0.82	n750,n749,0.82
751	747	0.69	n751,n747,0.69
751	750	0.51	n751,n750,0.51
752	751	5.79	n752,n751,5.79
752	753	0.49	n752,n753,0.49
753	750	5.64	n753,n750,5.64
753	781	4.12	n753,n781,4.12
754	752	0.67	n754,n752,0.67
754	755	0.49	n754,n755,0.49
755	753	0.73	n755,n753,0.73
755	808	3.79	n755,n808,3.79
756	754	5.46	n756,n754,5.46
756	757	0.44	n756,n757,0.44
757	755	5.44	n757,n755,5.44
757	765	1.96	n757,n765,1.96
758	756	0.65	n758,n756,0.65
758	759	0.57	n758,n759,0.57
759	757	0.57	n759,n757,0.57
759	764	1.79	n759,n764,1.79
760	759	4.98	n760,n759,4.98
760	763	0.50	n760,n763,0.50
760	764	4.77	n760,n764,4.77
761	590	5.48	n761,n590,5.48
761	762	3.3	n761,n762,3.34
762	758	5.49	n762,n758,5.49
762	760	0.56	n762,n760,0.56
763	766	0.50	n763,n766,0.50
764	765	0.57	n764,n765,0.57
764	766	0.46	n764,n766,0.46
765	775	0.49	n765,n775,0.49
765	808	5.25	n765,n808,5.25
766	773	6.20	n766,n773,6.20

766	775	0.51	n766,n775,0.51
769	770	5.84	n769,n770,5.84
770	772	5.75	n770,n772,5.75
771	773	5.21	n771,n773,5.21
772	778	5.80	n772,n778,5.80
773	772	0.61	n773,n772,0.61
773	774	0.51	n773,n774,0.51
774	772	0.61	n774,n772,0.61
774	777	5.18	n774,n777,5.18
775	774	6.18	n775,n774,6.18
775	776	5.25	n775,n776,5.25
776	777	6.16	n776,n777,6.16
776	780	0.65	n776,n780,0.65
777	778	0.74	n777,n778,0.74
777	779	0.64	n777,n779,0.64
778	785	4.34	n778,n785,4.34
779	778	0.74	n779,n778,0.74
779	784	2.65	n779,n784,2.65
780	779	6.17	n780,n779,6.17
780	783	7.62	n780,n783,7.62
781	780	0.48	n781,n780,0.48
781	782	7.85	n781,n782,7.85
782	783	0.53	n782,n783,0.53
782	788	1.18	n782,n788,1.18
783	784	7.50	n783,n784,7.50
783	787	1.20	n783,n787,1.20
784	785	0.70	n784,n785,0.70
784	786	2.08	n784,n786,2.08
785	708	11.70	n785,n708,11.70
786	785	0.78	n786,n785,0.78
786	789	11.82	n786,n789,11.82
787	786	6.75	n787,n786,6.75
787	790	10.54	n787,n790,10.54
788	787	0.49	n788,n787,0.49
788	791	10.53	n788,n791,10.53
789	708	0.72	n789,n708,0.72
790	709	0.67	n790,n709,0.67
790	789	5.90	n790,n789,5.90
791	790	0.59	n791,n790,0.59
792	513	4.94	n792,n513,4.94
795	312	5.41	n795,n312,5.41
796	239	5.07	n796,n239,5.07
796	290	3.00	n796,n290,3.00
799	258	0.59	n799,n258,0.59
799	268	3.27	n799,n268,3.27
800	267	3.04	n800,n267,3.04

800	799	5.09	n800,n799,5.09
801	266	3.25	n801,n266,3.25
801	800	0.51	n801,n800,0.51
802	265	3.14	n802,n265,3.14
802	801	4.87	n802,n801,4.87
803	264	3.57	n803,n264,3.57
803	802	0.46	n803,n802,0.46
804	803	5.42	n804,n803,5.42
805	43	3.79	n805,n43,3.79
805	63	4.74	n805,n63,4.74
806	539	2.42	n806,n539,2.42
806	540	1.99	n806,n540,1.99
807	514	0.39	n807,n514,0.39
807	577	0.63	n807,n577,0.63
808	776	0.48	n808,n776,0.48
808	781	0.65	n808,n781,0.65
809	133	0.59	n809,n133,0.59
809	138	4.06	n809,n138,4.06
810	106	0.65	n810,n106,0.65
810	109	0.65	n810,n109,0.65
810	168	3.22	n810,n168,3.22
811	394	3.89	n811,n394,3.89
812	811	0.32	n812,n811,0.32
813	289	0.53	n813,n289,0.53
813	290	0.86	n813,n290,0.86
814	119	1.83	n814,n119,1.83
814	123	0.77	n814,n123,0.77
815	120	0.77	n815,n120,0.77
815	814	0.76	n815,n814,0.76
817	57	0.60	n817,n57,0.60
818	817	2.80	n818,n817,2.80
818	37	0.59	n818,n37,0.59
820	821	1	n820,n821,1
820	11	1.0	n820,n11,1
821	822	3	n821,n822,3
821	12	1.0	n821,n12,1
822	823	0.8	n822,n823,0.8
822	826	1.8	n822,n826,1.8
823	824	4.0	n823,n824,4
823	827	1.8	n823,n827,1.8
824	825	1.4	n824,n825,1.4
824	828	1.8	n824,n828,1.8
825	882	3.9	n825,n882,3.9
826	827	1.5	n826,n827,1.5
826	31	4.9	n826,n31,4.9
827	32	4.9	n827,n32,4.9

827	828	4.0	n827,n828,4
828	33	4.9	n828,n33,4.9
828	829	1.5	n828,n829,1.5
829	905	3.9	n829,n905,3.9
829	34	5.0	n829,n34,5
830	820	5.3	n830,n820,5.3
830	831	1.7	n830,n831,1.7
831	832	3.8	n831,n832,3.8
831	821	5.3	n831,n821,5.3
832	822	5.3	n832,n822,5.3
832	833	1.6	n832,n833,1.6
833	823	5.2	n833,n823,5.2
833	859	3.8	n833,n859,3.8
859	858	1.7	n859,n858,1.7
859	824	5.2	n859,n824,5.2
856	857	1.6	n856,n857,1.6
856	864	5.3	n856,n864,5.3
857	853	3.9	n857,n853,3.9
857	866	5.2	n857,n866,5.2
853	855	1.6	n853,n855,1.6
853	872	5.3	n853,n872,5.3
855	876	5.2	n855,n876,5.2
852	854	1.5	n852,n854,1.5
852	865	5.2	n852,n865,5.2
854	867	5.2	n854,n867,5.2
854	845	4.3	n854,n845,4.3
844	885	5.2	n844,n885,5.2
845	847	3.9	n845,n847,3.9
845	888	5.3	n845,n888,5.3
847	848	1.6	n847,n848,1.6
847	890	5.3	n847,n890,5.3
848	850	4.1	n848,n850,4.1
848	891	5.1	n848,n891,5.1
850	851	2.0	n850,n851,2
850	871	5.3	n850,n871,5.3
851	873	5.3	n851,n873,5.3
851	830	3.9	n851,n830,3.9
842	840	1.8	n842,n840,1.8
842	850	2.2	n842,n850,2.2
840	843	3.6	n840,n843,3.6
840	851	2.1	n840,n851,2.1
843	841	1.7	n843,n841,1.7
843	836	6.6	n843,n836,6.6
841	831	2.1	n841,n831,2.1
878	883	1.9	n878,n883,1.9
878	895	1.7	n878,n895,1.7

883	868	2.0	n883,n868,2
883	898	1.9	n883,n898,1.9
868	870	1.7	n868,n870,1.7
870	875	3.9	n870,n875,3.9
875	869	1.7	n875,n869,1.7
875	899	1.8	n875,n899,1.8
869	864	3.9	n869,n864,3.9
869	892	1.7	n869,n892,1.7
864	866	1.7	n864,n866,1.7
864	896	1.8	n864,n896,1.8
866	872	3.8	n866,n872,3.8
866	897	1.8	n866,n897,1.8
872	876	1.7	n872,n876,1.7
872	1	1.8	n872,n1,1.8
876	865	3.8	n876,n865,3.8
876	2	1.8	n876,n2,1.8
865	867	1.6	n865,n867,1.6
865	894	1.9	n865,n894,1.9
867	885	3.9	n867,n885,3.9
867	893	1.8	n867,n893,1.8
885	888	1.7	n885,n888,1.7
885	5	1.8	n885,n5,1.8
888	890	3.7	n888,n890,3.7
888	6	1.7	n888,n6,1.7
890	891	1.6	n890,n891,1.6
890	7	1.8	n890,n7,1.8
891	871	4.1	n891,n871,4.1
891	8	1.9	n891,n8,1.9
895	898	1.6	n895,n898,1.6
895	911	3.3	n895,n911,3.3
898	899	6.9	n898,n899,6.9
898	910	3.3	n898,n910,3.3
899	892	1.5	n899,n892,1.5
899	909	3.2	n899,n909,3.2
892	896	4.1	n892,n896,4.1
892	918	5.0	n892,n918,5
896	897	1.5	n896,n897,1.5
896	914	4.9	n896,n914,4.9
897	1	3.9	n897,n1,3.9
897	915	4.9	n897,n915,4.9
894	893	1.5	n894,n893,1.5
894	21	4.9	n894,n21,4.9
893	5	3.9	n893,n5,3.9
893	22	4.8	n893,n22,4.8
908	911	5.5	n908,n911,5.5
908	912	2.0	n908,n912,2

911	910	1.6	n911,n910,1.6
910	909	6.7	n910,n909,6.7
909	913	2.0	n909,n913,2
918	914	3.8	n918,n914,3.8
918	922	2.0	n918,n922,2
914	915	1.8	n914,n915,1.8
914	818	2.1	n914,n818,2.1
912	913	12.7	n912,n913,12.7
912	931	4.1	n912,n931,4.1
913	918	2.1	n913,n918,2.1
913	926	3.9	n913,n926,3.9
922	818	3.8	n922,n818,3.8
922	927	2.2	n922,n927,2.2
930	925	1.8	n930,n925,1.8
930	937	2.1	n930,n937,2.1
925	924	5.5	n925,n924,5.5
925	940	2.3	n925,n940,2.3
924	931	1.7	n924,n931,1.7
924	933	2.3	n924,n933,2.3
931	928	5.5	n931,n928,5.5
931	939	2.3	n931,n939,2.3
928	929	2.0	n928,n929,2
928	934	2.4	n928,n934,2.4
929	926	6.6	n929,n926,6.6
929	938	2.5	n929,n938,2.5
926	927	1.7	n926,n927,1.7
926	936	2.4	n926,n936,2.4
927	817	3.9	n927,n817,3.9
927	80	2.4	n927,n80,2.4
937	940	1.7	n937,n940,1.7
940	933	5.5	n940,n933,5.5
933	939	1.6	n933,n939,1.6
939	934	5.6	n939,n934,5.6
939	945	4.4	n939,n945,4.4
934	938	1.8	n934,n938,1.8
934	943	4.2	n934,n943,4.2
938	936	6.8	n938,n936,6.8
938	944	4.2	n938,n944,4.2
936	80	1.8	n936,n80,1.8
936	1220	4.2	n936,n1220,4.2
945	943	5.4	n945,n943,5.4
945	947	1.8	n945,n947,1.8
943	944	1.8	n943,n944,1.8
943	948	1.9	n943,n948,1.9
944	1220	6.8	n944,n1220,6.8
944	946	1.8	n944,n946,1.8

1220	133	1.8	n1220,n133,1.8
1220	809	1.9	n1220,n809,1.9
947	948	5.6	n947,n948,5.6
947	134	4.2	n947,n134,4.2
948	946	1.7	n948,n946,1.7
948	135	4.4	n948,n135,4.4
946	809	6.9	n946,n809,6.9
946	136	4.3	n946,n136,4.3
963	965	1.8	n963,n965,1.8
963	969	1.5	n963,n969,1.5
965	962	5.4	n965,n962,5.4
965	966	1.6	n965,n966,1.6
962	964	1.7	n962,n964,1.7
962	967	1.6	n962,n967,1.6
964	247	5.4	n964,n247,5.4
964	968	1.5	n964,n968,1.5
969	966	1.7	n969,n966,1.7
969	983	5.2	n969,n983,5.2
966	967	5.4	n966,n967,5.4
966	984	5.1	n966,n984,5.1
967	968	1.8	n967,n968,1.8
967	985	5.2	n967,n985,5.2
968	251	5.3	n968,n251,5.3
968	261	5.1	n968,n261,5.1
983	984	1.7	n983,n984,1.7
983	993	1.7	n983,n993,1.7
984	985	5.4	n984,n985,5.4
984	991	1.8	n984,n991,1.8
985	261	1.8	n985,n261,1.8
985	992	1.7	n985,n992,1.7
993	991	1.6	n993,n991,1.6
993	1012	8.0	n993,n1012,8
991	992	5.5	n991,n992,5.5
991	1016	7.9	n991,n1016,7.9
992	795	1.7	n992,n795,1.7
992	1011	7.9	n992,n1011,7.9
1020	1012	5.4	n1020,n1012,5.4
1020	1023	2.6	n1020,n1023,2.6
1012	1016	1.8	n1012,n1016,1.8
1012	1024	1.9	n1012,n1024,1.9
1016	1011	5.4	n1016,n1011,5.4
1016	1026	1.6	n1016,n1026,1.6
1011	374	1.9	n1011,n374,1.9
1011	1025	1.6	n1011,n1025,1.6
1023	1024	5.3	n1023,n1024,5.3
1024	1026	1.8	n1024,n1026,1.8

1026	1025	5.4	n1026,n1025,5.4
1026	1056	9.4	n1026,n1056,9.4
1025	418	1.7	n1025,n418,1.7
1025	1055	9.4	n1025,n1055,9.4
1056	1055	5.4	n1056,n1055,5.4
1056	1066	1.9	n1056,n1066,1.9
1055	463	1.8	n1055,n463,1.8
1055	1064	1.9	n1055,n1064,1.9
1089	579	1.7	n1089,n579,1.7
1089	1093	1.7	n1089,n1093,1.7
1093	588	1.8	n1093,n588,1.8
1093	1121	3.4	n1093,n1121,3.4
1121	1120	1.7	n1121,n1120,1.7
1121	1123	1.7	n1121,n1123,1.7
1120	1221	5.5	n1120,n1221,5.5
1120	1125	1.6	n1120,n1125,1.6
1221	762	1.7	n1221,n762,1.7
1221	1222	1.8	n1221,n1222,1.8
1123	1125	1.9	n1123,n1125,1.9
1125	1222	5.2	n1125,n1222,5.2
1125	767	4.6	n1125,n767,4.6
1222	763	1.8	n1222,n763,1.8
1222	768	6.2	n1222,n768,6.2
36	919	3.9	n36,n919,3.9
919	920	1.9	n919,n920,1.9
919	55	1.8	n919,n55,1.8
920	917	5.1	n920,n917,5.1
920	56	1.8	n920,n56,1.8
917	916	2.4	n917,n916,2.4
917	921	1.7	n917,n921,1.7
916	923	1.8	n916,n923,1.8
56	921	5.2	n56,n921,5.2
921	923	2.4	n921,n923,2.4
921	78	6.1	n921,n78,6.1
923	932	2.7	n923,n932,2.7
932	935	1.9	n932,n935,1.9
78	941	2.4	n78,n941,2.4
941	942	1.8	n941,n942,1.8
104	942	2.4	n104,n942,2.4
942	951	5.3	n942,n951,5.3
121	951	2.6	n121,n951,2.6
951	950	4.9	n951,n950,4.9
951	952	1.7	n951,n952,1.7
950	949	1.8	n950,n949,1.8
950	953	1.7	n950,n953,1.7
949	955	1.7	n949,n955,1.7

124	952	2.4	n124,n952,2.4
952	954	2.2	n952,n954,2.2
952	209	5.3	n952,n209,5.3
954	953	4.0	n954,n953,4
954	958	5.3	n954,n958,5.3
953	955	1.7	n953,n955,1.7
953	210	5.2	n953,n210,5.2
955	956	3.9	n955,n956,3.9
955	959	5.2	n955,n959,5.2
956	957	5.2	n956,n957,5.2
209	958	1.6	n209,n958,1.6
958	210	3.9	n958,n210,3.9
210	959	1.8	n210,n959,1.8
959	957	3.8	n959,n957,3.8
959	961	1.7	n959,n961,1.7
957	960	1.7	n957,n960,1.7
241	961	1.7	n241,n961,1.7
961	960	3.9	n961,n960,3.9
961	971	3.1	n961,n971,3.1
960	970	3.1	n960,n970,3.1
296	971	1.7	n296,n971,1.7
971	970	3.9	n971,n970,3.9
971	978	1.6	n971,n978,1.6
970	972	2.0	n970,n972,2
970	977	1.6	n970,n977,1.6
972	973	5.0	n972,n973,5
972	979	1.6	n972,n979,1.6
973	974	2.0	n973,n974,2
973	975	1.6	n973,n975,1.6
974	976	1.6	n974,n976,1.6
297	978	1.8	n297,n978,1.8
978	977	3.8	n978,n977,3.8
978	980	3.9	n978,n980,3.9
977	979	2.0	n977,n979,2
977	982	4.0	n977,n982,4
979	975	5.0	n979,n975,5
979	981	3.9	n979,n981,3.9
975	976	1.9	n975,n976,1.9
975	986	3.9	n975,n986,3.9
303	980	1.7	n303,n980,1.7
980	982	3.8	n980,n982,3.8
980	990	1.9	n980,n990,1.9
982	981	2.0	n982,n981,2
982	987	1.8	n982,n987,1.8
981	986	5.0	n981,n986,5
981	989	2.0	n981,n989,2

986	988	1.9	n986,n988,1.9
342	990	1.8	n342,n990,1.8
990	987	3.9	n990,n987,3.9
990	994	1.7	n990,n994,1.7
987	989	1.9	n987,n989,1.9
987	995	2.5	n987,n995,2.5
989	988	5.0	n989,n988,5
989	997	2.7	n989,n997,2.7
988	1000	4.1	n988,n1000,4.1
350	994	2.0	n350,n994,2
994	995	3.8	n994,n995,3.8
994	996	1.7	n994,n996,1.7
995	997	2.0	n995,n997,2
995	998	2.2	n995,n998,2.2
997	1000	5.2	n997,n1000,5.2
997	999	1.8	n997,n999,1.8
349	996	1.8	n349,n996,1.8
996	998	4.6	n996,n998,4.6
996	362	2.3	n996,n362,2.3
998	999	1.5	n998,n999,1.5
998	363	2.4	n998,n363,2.4
999	1002	6.4	n999,n1002,6.4
999	1001	2.3	n999,n1001,2.3
1002	1007	2.1	n1002,n1007,2.1
363	1001	1.5	n363,n1001,1.5
1001	1007	6.0	n1001,n1007,6
1001	1003	1.8	n1001,n1003,1.8
1007	1009	1.5	n1007,n1009,1.5
367	1005	1.8	n367,n1005,1.8
367	1008	2.4	n367,n1008,2.4
1003	1004	1.9	n1003,n1004,1.9
1003	1005	0.8	n1003,n1005,0.8
1004	1006	1.3	n1004,n1006,1.3
1004	1015	2.5	n1004,n1015,2.5
1006	1009	3.2	n1006,n1009,3.2
1006	1014	2.4	n1006,n1014,2.4
1009	1013	1.9	n1009,n1013,1.9
1005	1017	2.3	n1005,n1017,2.3
1008	1005	1.9	n1008,n1005,1.9
1008	1018	1.6	n1008,n1018,1.6
409	1019	2.0	n409,n1019,2
1019	1018	1.7	n1019,n1018,1.7
1019	1008	2.3	n1019,n1008,2.3
1018	1017	1.5	n1018,n1017,1.5
1018	459	2.5	n1018,n459,2.5
1017	1015	2.2	n1017,n1015,2.2

1017	1029	2.4	n1017,n1029,2.4
1015	1014	1.8	n1015,n1014,1.8
1014	1013	2.1	n1014,n1013,2.1
1013	1010	3.3	n1013,n1010,3.3
1013	1027	3.0	n1013,n1027,3
1010	1223	9.1	n1010,n1223,9.1
1010	1021	3.0	n1010,n1021,3
459	1029	1.6	n459,n1029,1.6
459	1041	5.3	n459,n1041,5.3
1029	1028	4.2	n1029,n1028,4.2
1029	1032	2.5	n1029,n1032,2.5
1027	1021	3.1	n1027,n1021,3.1
1027	1028	1.8	n1027,n1028,1.8
1021	1022	3.3	n1021,n1022,3.3
1021	1036	5.2	n1021,n1036,5.2
1022	1035	4.8	n1022,n1035,4.8
1030	458	1.9	n1030,n458,1.9
1030	1046	4.4	n1030,n1046,4.4
1032	1031	4.2	n1032,n1031,4.2
1032	1033	1.4	n1032,n1033,1.4
1031	1034	1.5	n1031,n1034,1.5
1033	1034	4.2	n1033,n1034,4.2
1033	1042	2.5	n1033,n1042,2.5
1034	1040	2.2	n1034,n1040,2.2
1036	1035	5.4	n1036,n1035,5.4
1036	1039	1.7	n1036,n1039,1.7
1035	1038	1.6	n1035,n1038,1.6
534	1037	2.2	n534,n1037,2.2
534	1043	1.9	n534,n1043,1.9
1037	1045	2.5	n1037,n1045,2.5
1037	1030	5.4	n1037,n1030,5.4
1045	1046	2.5	n1045,n1046,2.5
1045	1050	1.7	n1045,n1050,1.7
1046	1044	1.6	n1046,n1044,1.6
1046	1049	1.5	n1046,n1049,1.5
1044	1041	2.4	n1044,n1041,2.4
1044	1052	1.5	n1044,n1052,1.5
1041	1042	1.5	n1041,n1042,1.5
1041	1048	1.6	n1041,n1048,1.6
1042	1040	4.1	n1042,n1040,4.1
1042	1051	1.6	n1042,n1051,1.6
1040	1036	3.5	n1040,n1036,3.5
1040	1047	1.8	n1040,n1047,1.8
1039	1038	5.6	n1039,n1038,5.6
1039	1053	3.9	n1039,n1053,3.9
1038	1054	3.6	n1038,n1054,3.6

1043	1050	2.2	n1043,n1050,2.2
1043	535	1.6	n1043,n535,1.6
1050	1049	2.9	n1050,n1049,2.9
535	1050	2.3	n535,n1050,2.3
1049	1052	1.6	n1049,n1052,1.6
1049	1067	4.1	n1049,n1067,4.1
1052	1048	2.3	n1052,n1048,2.3
1052	1060	3.4	n1052,n1060,3.4
1048	1051	1.5	n1048,n1051,1.5
1048	1061	3.4	n1048,n1061,3.4
1051	1047	3.7	n1051,n1047,3.7
1051	1062	3.4	n1051,n1062,3.4
1047	1039	3.7	n1047,n1039,3.7
1047	1053	2.5	n1047,n1053,2.5
1053	1054	7.2	n1053,n1054,7.2
1053	1057	1.5	n1053,n1057,1.5
1057	1059	3.2	n1057,n1059,3.2
1057	1075	4.2	n1057,n1075,4.2
1059	1058	1.5	n1059,n1058,1.5
1059	1071	3.9	n1059,n1071,3.9
1058	1072	3.9	n1058,n1072,3.9
1075	1071	4.8	n1075,n1071,4.8
1075	1080	1.7	n1075,n1080,1.7
1071	1072	1.5	n1071,n1072,1.5
1071	1085	1.6	n1071,n1085,1.6
1072	1076	3.8	n1072,n1076,3.8
1072	1083	1.7	n1072,n1083,1.7
1076	1088	1.6	n1076,n1088,1.6
1077	1073	3.4	n1077,n1073,3.4
1077	1079	1.6	n1077,n1079,1.6
1073	1075	2.9	n1073,n1075,2.9
1073	1081	1.7	n1073,n1081,1.7
1079	1081	3.2	n1079,n1081,3.2
1079	1091	2.4	n1079,n1091,2.4
1081	1084	1.5	n1081,n1084,1.5
1081	1087	2.2	n1081,n1087,2.2
1084	1087	1.7	n1084,n1087,1.7
1084	1096	3.1	n1084,n1096,3.1
1087	1080	1.7	n1087,n1080,1.7
1087	1098	2.7	n1087,n1098,2.7
1080	1086	2.3	n1080,n1086,2.3
1080	1094	3.0	n1080,n1094,3
1086	1082	1.5	n1086,n1082,1.5
1086	1100	3.0	n1086,n1100,3
1082	1085	2.4	n1082,n1085,2.4
1082	1099	2.9	n1082,n1099,2.9

1085	1083	1.5	n1085,n1083,1.5
1085	1095	3.0	n1085,n1095,3
1083	1088	3.8	n1083,n1088,3.8
1083	1102	3.5	n1083,n1102,3.5
1088	1104	3.5	n1088,n1104,3.5
1091	1097	2.1	n1091,n1097,2.1
1091	1103	2.1	n1091,n1103,2.1
1097	1096	1.6	n1097,n1096,1.6
1097	1105	1.6	n1097,n1105,1.6
1096	1098	1.9	n1096,n1098,1.9
1096	1107	1.8	n1096,n1107,1.8
1098	1094	1.7	n1098,n1094,1.7
1098	1111	1.8	n1098,n1111,1.8
1094	1100	2.2	n1094,n1100,2.2
1094	1106	1.7	n1094,n1106,1.7
1100	1099	1.5	n1100,n1099,1.5
1100	1108	1.6	n1100,n1108,1.6
1099	1095	2.3	n1099,n1095,2.3
1099	1112	2.2	n1099,n1112,2.2
1095	1102	1.9	n1095,n1102,1.9
1095	1113	2.1	n1095,n1113,2.1
1102	1104	3.7	n1102,n1104,3.7
1102	1114	1.6	n1102,n1114,1.6
1104	1115	1.6	n1104,n1115,1.6
1103	1105	1.8	n1103,n1105,1.8
1103	1127	3.7	n1103,n1127,3.7
1105	1107	1.5	n1105,n1107,1.5
1105	1129	3.6	n1105,n1129,3.6
1107	1111	2.0	n1107,n1111,2
1107	1131	3.4	n1107,n1131,3.4
1111	1106	1.7	n1111,n1106,1.7
1111	1130	3.4	n1111,n1130,3.4
1106	1108	2.3	n1106,n1108,2.3
1106	1128	3.5	n1106,n1128,3.5
1108	1112	1.7	n1108,n1112,1.7
1108	1132	3.4	n1108,n1132,3.4
1112	1113	2.4	n1112,n1113,2.4
1112	1133	2.9	n1112,n1133,2.9
1113	1114	0.4	n1113,n1114,0.4
1114	1115	3.8	n1114,n1115,3.8
1127	1129	2.0	n1127,n1129,2
1127	1136	1.6	n1127,n1136,1.6
1129	1131	1.5	n1129,n1131,1.5
1129	1140	1.7	n1129,n1140,1.7
1131	1130	2.0	n1131,n1130,2
1131	1137	1.6	n1131,n1137,1.6

1130	1128	1.7	n1130,n1128,1.7
1130	1139	1.8	n1130,n1139,1.8
1128	1132	2.3	n1128,n1132,2.3
1128	1142	1.6	n1128,n1142,1.6
1132	1133	1.6	n1132,n1133,1.6
1132	1138	1.8	n1132,n1138,1.8
1133	1141	1.8	n1133,n1141,1.8
1135	1136	1.7	n1135,n1136,1.7
1135	1144	1.6	n1135,n1144,1.6
1136	1140	2.0	n1136,n1140,2
1136	1147	3.9	n1136,n1147,3.9
1140	1137	1.5	n1140,n1137,1.5
1140	1148	3.7	n1140,n1148,3.7
1137	1139	2.0	n1137,n1139,2
1137	1152	3.8	n1137,n1152,3.8
1139	1142	1.8	n1139,n1142,1.8
1139	1150	3.7	n1139,n1150,3.7
1142	1138	2.2	n1142,n1138,2.2
1142	1149	3.8	n1142,n1149,3.8
1138	1141	1.6	n1138,n1141,1.6
1138	1153	3.7	n1138,n1153,3.7
1141	1151	3.7	n1141,n1151,3.7
1155	1147	1.7	n1155,n1147,1.7
1155	1156	1.6	n1155,n1156,1.6
1147	1148	2.0	n1147,n1148,2
1147	1158	1.7	n1147,n1158,1.7
1148	1152	1.5	n1148,n1152,1.5
1148	1163	1.7	n1148,n1163,1.7
1152	1150	2.1	n1152,n1150,2.1
1152	1164	1.7	n1152,n1164,1.7
1150	1149	1.6	n1150,n1149,1.6
1150	1159	1.7	n1150,n1159,1.7
1149	1153	2.3	n1149,n1153,2.3
1149	1161	1.7	n1149,n1161,1.7
1153	1151	1.5	n1153,n1151,1.5
1153	1157	1.7	n1153,n1157,1.7
1151	1160	1.7	n1151,n1160,1.7
1156	1158	1.7	n1156,n1158,1.7
1156	1179	4.9	n1156,n1179,4.9
1158	1163	2.0	n1158,n1163,2
1158	1174	4.9	n1158,n1174,4.9
1163	1164	1.5	n1163,n1164,1.5
1164	1159	2.1	n1164,n1159,2.1
1159	1161	1.5	n1159,n1161,1.5
1161	1157	2.4	n1161,n1157,2.4
1157	1160	1.4	n1157,n1160,1.4

545	1074	2.6	n545,n1074,2.6
545	1070	1.9	n545,n1070,1.9
1074	1078	1.6	n1074,n1078,1.6
1078	1090	3.0	n1078,n1090,3
1078	1069	2.8	n1078,n1069,2.8
1090	1091	2.1	n1090,n1091,2.1
1090	1092	1.7	n1090,n1092,1.7
1060	1061	2.3	n1060,n1061,2.3
1060	1065	1.5	n1060,n1065,1.5
1061	1062	1.5	n1061,n1062,1.5
1062	1063	2.1	n1062,n1063,2.1
1063	1068	1.5	n1063,n1068,1.5
1067	1065	1.8	n1067,n1065,1.8
1067	1074	3.6	n1067,n1074,3.6
1065	1068	4.6	n1065,n1068,4.6
1065	1077	2.9	n1065,n1077,2.9
1069	1067	2.0	n1069,n1067,2
1069	1090	3.8	n1069,n1090,3.8
1070	1092	6.0	n1070,n1092,6
1070	1101	4.4	n1070,n1101,4.4
1092	1103	2.6	n1092,n1103,2.6
1092	1109	1.5	n1092,n1109,1.5
1109	1103	1.7	n1109,n1103,1.7
1109	1116	1.8	n1109,n1116,1.8
1109	1117	2.3	n1109,n1117,2.3
1101	1117	4.2	n1101,n1117,4.2
1101	1110	1.6	n1101,n1110,1.6
1117	1119	1.5	n1117,n1119,1.5
1117	1118	1.5	n1117,n1118,1.5
1119	1126	1.6	n1119,n1126,1.6
1119	1122	1.5	n1119,n1122,1.5
633	1101	2.4	n633,n1101,2.4
634	1110	2.5	n634,n1110,2.5
1110	1118	3.9	n1110,n1118,3.9
1110	1124	3.0	n1110,n1124,3
1118	1122	1.4	n1118,n1122,1.4
1118	1124	3.5	n1118,n1124,3.5
1122	1135	2.0	n1122,n1135,2
1122	1134	3.8	n1122,n1134,3.8
635	1124	2.4	n635,n1124,2.4
636	1134	2.4	n636,n1134,2.4
1124	1134	1.4	n1124,n1134,1.4
1134	1143	1.9	n1134,n1143,1.9
1143	1144	5.0	n1143,n1144,5
1143	1145	1.4	n1143,n1145,1.4
1144	1146	1.4	n1144,n1146,1.4

1145	1146	5.0	n1145,n1146,5
1145	1154	2.3	n1145,n1154,2.3
1146	1155	2.3	n1146,n1155,2.3
649	1154	2.5	n649,n1154,2.5
651	1162	2.4	n651,n1162,2.4
1154	1155	4.9	n1154,n1155,4.9
1154	1162	1.7	n1154,n1162,1.7
1162	1156	5.0	n1162,n1156,5
1162	1176	4.8	n1162,n1176,4.8
658	665	7.5	n658,n665,7.5
657	1300	2.7	n657,n1300,2.7
657	1165	6.2	n657,n1165,6.2
1300	654	5.7	n1300,n654,5.7
1300	1165	3.5	n1300,n1165,3.5
654	652	1.8	n654,n652,1.8
654	1167	2.4	n654,n1167,2.4
652	1177	5.6	n652,n1177,5.6
652	1168	2.1	n652,n1168,2.1
1177	1175	2.7	n1177,n1175,2.7
1177	1214	1.8	n1177,n1214,1.8
1175	1176	2.4	n1175,n1176,2.4
1175	1187	1.8	n1175,n1187,1.8
1176	1179	5.0	n1176,n1179,5
1176	1183	1.7	n1176,n1183,1.7
1179	1174	1.8	n1179,n1174,1.8
1179	1186	1.6	n1179,n1186,1.6
1174	1184	1.5	n1174,n1184,1.5
1165	1167	3.3	n1165,n1167,3.3
1165	1166	1.5	n1165,n1166,1.5
1167	1168	1.9	n1167,n1168,1.9
1167	1169	1.5	n1167,n1169,1.5
1168	1170	1.5	n1168,n1170,1.5
1180	1177	1.7	n1180,n1177,1.7
1180	1185	1.7	n1180,n1185,1.7
1166	1169	3.2	n1166,n1169,3.2
1166	1172	1.8	n1166,n1172,1.8
1169	1170	1.9	n1169,n1170,1.9
1169	1178	1.6	n1169,n1178,1.6
1170	1171	1.6	n1170,n1171,1.6
1170	1181	2.1	n1170,n1181,2.1
1171	1173	1.6	n1171,n1173,1.6
1173	1185	3.2	n1173,n1185,3.2
1185	1214	1.6	n1185,n1214,1.6
1214	1187	2.8	n1214,n1187,2.8
1214	1303	3.4	n1214,n1303,3.4
1187	1183	2.4	n1187,n1183,2.4

1187	1211	8.3	n1187,n1211,8.3
1183	1186	5.0	n1183,n1186,5
1183	1200	3.9	n1183,n1200,3.9
1186	1184	1.7	n1186,n1184,1.7
1172	1178	2.1	n1172,n1178,2.1
1172	1304	3.4	n1172,n1304,3.4
1178	1181	1.6	n1178,n1181,1.6
1178	1188	3.5	n1178,n1188,3.5
1181	1185	5.9	n1181,n1185,5.9
1192	1194	1.6	n1192,n1194,1.6
1192	1204	2.8	n1192,n1204,2.8
1194	1195	1.5	n1194,n1195,1.5
1194	1201	1.6	n1194,n1201,1.6
1195	1302	1.8	n1195,n1302,1.8
1195	1202	2.6	n1195,n1202,2.6
1302	1215	2.4	n1302,n1215,2.4
1204	1201	1.7	n1204,n1201,1.7
1204	1198	1.7	n1204,n1198,1.7
1201	1202	1.4	n1201,n1202,1.4
1202	1215	1.5	n1202,n1215,1.5
673	1190	1.9	n673,n1190,1.9
1190	1203	2.6	n1190,n1203,2.6
1203	1205	1.7	n1203,n1205,1.7
1205	1207	1.7	n1205,n1207,1.7
1207	1193	2.7	n1207,n1193,2.7
1304	1188	1.9	n1304,n1188,1.9
1304	1203	1.8	n1304,n1203,1.8
1188	1199	1.8	n1188,n1199,1.8
1188	1205	2.0	n1188,n1205,2
1199	1196	2.5	n1199,n1196,2.5
1199	1207	1.9	n1199,n1207,1.9
1196	1198	2.8	n1196,n1198,2.8
1198	1193	1.5	n1198,n1193,1.5
1200	1206	1.7	n1200,n1206,1.7
1206	1210	3.8	n1206,n1210,3.8
1211	1210	2.4	n1211,n1210,2.4
816	1208	2.4	n816,n1208,2.4
675	1208	4.3	n675,n1208,4.3
676	1209	4.4	n676,n1209,4.4
1208	1209	1.4	n1208,n1209,1.4
1209	1212	2.5	n1209,n1212,2.5
677	1212	4.4	n677,n1212,4.4
677	1301	1.6	n677,n1301,1.6
1212	1213	1.4	n1212,n1213,1.4
685	1301	1.7	n685,n1301,1.7
685	1218	4.9	n685,n1218,4.9

1301	1213	4.2	n1301,n1213,4.2
1301	1216	2.0	n1301,n1216,2
1216	1217	1.4	n1216,n1217,1.4
941	1225	4.9	n941,n1225,4.9
1225	1226	1.8	n1225,n1226,1.8
1225	1224	1.9	n1225,n1224,1.9
1226	1227	3.8	n1226,n1227,3.8
1226	1233	1.9	n1226,n1233,1.9
1227	1228	1.9	n1227,n1228,1.9
1227	1234	1.9	n1227,n1234,1.9
1228	1229	5.1	n1228,n1229,5.1
1228	1235	1.8	n1228,n1235,1.8
1229	1230	1.9	n1229,n1230,1.9
1229	1238	2.0	n1229,n1238,2
1230	1231	5.1	n1230,n1231,5.1
1230	1239	2.0	n1230,n1239,2
1231	1232	1.9	n1231,n1232,1.9
1231	1242	2.0	n1231,n1242,2
1232	1243	2.0	n1232,n1243,2
942	1224	4.9	n942,n1224,4.9
1224	1233	1.8	n1224,n1233,1.8
1224	950	5.3	n1224,n950,5.3
1233	1234	3.9	n1233,n1234,3.9
1233	949	5.3	n1233,n949,5.3
1234	1235	1.9	n1234,n1235,1.9
1234	1244	5.3	n1234,n1244,5.3
1235	1236	2.4	n1235,n1236,2.4
1235	1245	5.3	n1235,n1245,5.3
1236	1237	0.3	n1236,n1237,0.3
1236	1246	5.3	n1236,n1246,5.3
1237	1238	2.4	n1237,n1238,2.4
1237	1247	5.3	n1237,n1247,5.3
1238	1239	1.9	n1238,n1239,1.9
1238	1248	5.2	n1238,n1248,5.2
1239	1240	2.4	n1239,n1240,2.4
1239	1249	5.2	n1239,n1249,5.2
1240	1241	0.3	n1240,n1241,0.3
1240	1250	5.3	n1240,n1250,5.3
1241	1242	2.5	n1241,n1242,2.5
1241	1251	5.3	n1241,n1251,5.3
1242	1243	1.9	n1242,n1243,1.9
1242	1252	5.3	n1242,n1252,5.3
949	1244	3.8	n949,n1244,3.8
1244	1245	2.0	n1244,n1245,2
1244	956	1.7	n1244,n956,1.7
1245	1246	2.3	n1245,n1246,2.3

1245	1253	1.7	n1245,n1253,1.7
1246	1247	1.5	n1246,n1247,1.5
1246	1254	1.6	n1246,n1254,1.6
1247	1248	2.3	n1247,n1248,2.3
1247	1255	1.6	n1247,n1255,1.6
1248	1249	2.0	n1248,n1249,2
1248	1256	1.7	n1248,n1256,1.7
1249	1250	2.3	n1249,n1250,2.3
1249	1257	1.6	n1249,n1257,1.6
1250	1251	0.4	n1250,n1251,0.4
1250	1258	1.6	n1250,n1258,1.6
1251	1252	2.3	n1251,n1252,2.3
1251	1259	0.6	n1251,n1259,0.6
1252	1260	1.7	n1252,n1260,1.7
956	1253	1.9	n956,n1253,1.9
1253	1254	2.3	n1253,n1254,2.3
1253	1261	5.3	n1253,n1261,5.3
1254	1255	1.5	n1254,n1255,1.5
1254	1262	5.3	n1254,n1262,5.3
1255	1256	2.3	n1255,n1256,2.3
1255	1263	5.3	n1255,n1263,5.3
1256	1257	2.0	n1256,n1257,2
1256	1264	5.4	n1256,n1264,5.4
1257	1258	2.3	n1257,n1258,2.3
1257	1265	5.3	n1257,n1265,5.3
1258	1259	1.5	n1258,n1259,1.5
1258	1266	5.3	n1258,n1266,5.3
1259	1260	2.3	n1259,n1260,2.3
1259	1267	5.4	n1259,n1267,5.4
1260	1268	5.3	n1260,n1268,5.3
957	1261	2.0	n957,n1261,2
1261	1262	2.3	n1261,n1262,2.3
1261	1270	1.6	n1261,n1270,1.6
1262	1263	1.5	n1262,n1263,1.5
1263	1264	2.3	n1263,n1264,2.3
1264	1265	2.0	n1264,n1265,2
1264	1271	1.6	n1264,n1271,1.6
1265	1266	2.3	n1265,n1266,2.3
1265	1272	1.7	n1265,n1272,1.7
1266	1267	1.5	n1266,n1267,1.5
1267	1268	2.3	n1267,n1268,2.3
1268	1269	2.0	n1268,n1269,2
1268	1273	1.8	n1268,n1273,1.8
960	1270	1.9	n960,n1270,1.9
1269	1274	1.8	n1269,n1274,1.8
1270	1271	5.0	n1270,n1271,5

1270	972	3.2	n1270,n972,3.2
1271	1272	2.0	n1271,n1272,2
1271	973	3.2	n1271,n973,3.2
1272	1273	5.2	n1272,n1273,5.2
1272	974	3.2	n1272,n974,3.2
1273	1274	1.6	n1273,n1274,1.6
1273	1276	3.0	n1273,n1276,3
1274	1275	2.2	n1274,n1275,2.2
1274	1277	3.0	n1274,n1277,3
1275	1277	3.3	n1275,n1277,3.3
974	1276	5.0	n974,n1276,5
1276	1277	1.6	n1276,n1277,1.6
1276	1278	1.7	n1276,n1278,1.7
986	1279	1.9	n986,n1279,1.9
988	1283	1.9	n988,n1283,1.9
1279	1280	3.7	n1279,n1280,3.7
1279	1283	1.9	n1279,n1283,1.9
1280	1281	2.5	n1280,n1281,2.5
1280	1284	1.9	n1280,n1284,1.9
1281	1282	5.7	n1281,n1282,5.7
1281	1285	1.7	n1281,n1285,1.7
1282	1286	1.7	n1282,n1286,1.7
1283	1284	3.3	n1283,n1284,3.3
1283	1287	4.2	n1283,n1287,4.2
1284	1285	2.6	n1284,n1285,2.6
1284	1288	5.1	n1284,n1288,5.1
1285	1286	6.0	n1285,n1286,6
1285	1289	3.5	n1285,n1289,3.5
1286	1290	3.1	n1286,n1290,3.1
1287	1288	2.2	n1287,n1288,2.2
1288	1002	1.6	n1288,n1002,1.6
1289	1290	7.1	n1289,n1290,7.1
1289	1291	1.5	n1289,n1291,1.5
1291	1010	4.6	n1291,n1010,4.6
1291	1292	7.5	n1291,n1292,7.5
1292	1223	4.4	n1292,n1223,4.4
905	903	0.5	n905,n903,0.5
903	902	4.1	n903,n902,4.1
35	905	5.0	n35,n905,5
36	903	4.9	n36,n903,4.9
919	902	5.1	n919,n902,5.1
920	900	5.0	n920,n900,5

ANEXO B: CÓDIGO COMPUTACIONAL – LENGUAJE PYTHON

```
import heapq
import csv
from collections import deque

class Vertex:
    def __init__(self, nodo): #Inicialización
        #Etiqueta del nodo
        self.id = nodo
        #Conjunto de vecinos del nodo y sus costos
        self.vecinos = {}
        #Distancia del punto inicial al nodo
        self.distancia=float('Inf') #Inicialmente es infinita
        #Vértice anterior como objeto
        self.anterior = None
        #Nodo inicialmente no es visitado
        self.visitado=False
        #Conjunto de nombres de arista formada por el vértice y un vecino
        #self.aristas_vecinas= {}

    def __str__(self): #Devuelve el nombre del nodo y sus vecinos
        return str(self.id) + ': ' + str([x.id for x in self.vecinos])

    def add_neighbor(self, vecino, costo=0): #Añade un vecino(objeto) a un nodo
        if vecino not in self.vecinos:
            self.vecinos[vecino] = costo
        else:
            print("No se pudo agregar la arista entre los nodos %s y %s con gasto %f" %
                (self.id,vecino.id,costo))
            print("Ya existe una arista con gasto de %f" % self.vecinos[vecino])

    def get_neighbors(self): #Devuelve vecinos como objetos
        return self.vecinos.keys()

    def delete_neighbor(self, vecino): #Vecino(objeto) #Quita a vecino de la lista de vecinos
        if vecino in self.vecinos:
            del self.vecinos[vecino]
        else:
            print("%s no es vecino de %s" % (self.id,vecino.id))

    def get_cost(self, vecino): # Devuelve el costo de la arista del nodo y un vecino
        return self.vecinos[vecino]

    def set_distance(self, dist): #Establece distancia del nodo
        self.distancia = dist

    def set_previous(self, ant): #Establece nodo anterior
```

```

self.anterior = ant

def set_visited(self): #Establece nodo como visitado
    self.visitado = True

class Graph:
    def __init__(self): #Inicialización
        self.diccionario_vert = {}
        self.num_vertices = 0

    def __iter__(self): #Iteración de grafo
        return iter(self.diccionario_vert.values())

    def add_vertex(self, nodo): #Añade un vértice al grafo
        self.num_vertices = self.num_vertices + 1
        nuevo_vert = Vertex(nodo)
        self.diccionario_vert[nodo] = nuevo_vert
        return nuevo_vert

    def get_vertex(self, n): #Devuelve nodo del grafo
        #n es el id del nodo
        if n in self.diccionario_vert:
            return self.diccionario_vert[n]
        else:
            return None

    def add_edge(self, inicio, fin, costo = 0): #Añade arista al grafo
        #inicio y fin son strings (nombres de los nodos)
        if inicio == fin:
            print('No se puede agregar una arista entre los nodos iguales %s' % inicio)
        else:
            if inicio not in self.diccionario_vert:
                self.add_vertex(inicio)
            if fin not in self.diccionario_vert:
                self.add_vertex(fin)

            self.diccionario_vert[inicio].add_neighbor(self.diccionario_vert[fin], costo)
            self.diccionario_vert[fin].add_neighbor(self.diccionario_vert[inicio], costo)

    def delete_edge(self, inicio, fin): #Inicio y fin son nombres de los nodos
        inicio=self.get_vertex(inicio)
        fin=self.get_vertex(fin)
        self.diccionario_vert[inicio.id].delete_neighbor(fin)
        self.diccionario_vert[fin.id].delete_neighbor(inicio)

    def get_vertices(self): #Devuelve lista de keys de cada vértice del grafo
        return self.diccionario_vert.keys()

    def in_graph(self, nombre_nodo): #verifica si el nodo existe en el grafo
        if nombre_nodo in self.diccionario_vert:

```

```

        nodo_existe=True
    else:
        nodo_existe=False
    return nodo_existe

# Crear función que devuelva lista de nombres de nodos con distancias menores a d_max
def get_area(self, d_max):
    nodos_area=[]
    for i in self.get_vertices(): #Para cada nodo dentro del grafo
        n=self.get_vertex(i)
        #Si la distancia del nodo es menor a d_max, incluir en lista
        if n.distancia < d_max:
            nodos_area.append(n.id)
    return nodos_area

def get_not_area(self, d_max):
    not_area=[]
    for i in self.get_vertices(): #Para cada nodo dentro del grafo
        n=self.get_vertex(i)
        #Si la distancia del nodo es mayor a d_max, incluir en lista
        if n.distancia > d_max:
            not_area.append(n.id)
    return not_area

def connected_components(graph): #Devuelve lista con grupos de nodos conectados
    grupos= []
    seen = set()

    for nodo in graph.get_vertices():
        nodo=graph.get_vertex(nodo)
        if nodo not in seen:
            seen.add(nodo)
            component = []
            queue = deque([nodo.id])

            while queue:
                node = queue.popleft()
                component.append(node)
                node=graph.get_vertex(node)
                for neighbor in node.get_neighbors():
                    if neighbor not in seen:
                        seen.add(neighbor)
                        queue.append(neighbor.id)
            grupos.append(component)
    return grupos

def dijkstra(grafo, origen):

    #Inicializar todos los nodos del grafo como no visitados y con distancias infinitas
    #for n in grafo.get_vertices():

```

```

# n=grafo.get_vertex(n)
# n.visitado=False
# n.set_distance(float('Inf'))

#Distancia de origen igual a cero
origen.set_distance(0)
#Heap con todos los nodos del grafo y sus distancias
no_visitados=[(nodo.distancia,nodo.id) for nodo in grafo]
heapq.heapify(no_visitados)

while len(no_visitados):
    #Obtiene el nodo con menor distancia y lo marca como visitado
    #En la primera iteración, marca el origen como visitado
    pos_actual=heapq.heappop(no_visitados)
    nodo_actual_id=pos_actual[1]
    nodo_actual=g.get_vertex(nodo_actual_id)
    nodo_actual.set_visited()

    #Obtener los vecinos del nodo actual
    #Para cada vecino, si no ha sido visitado
    #Si la distancia del nodo vecino es mayor a la distancia del nodo actual más el costo de
    la arista
    #Actualizo la distancia

    for n in nodo_actual.vecinos:
        if n.visitado == False:
            if n.distancia > nodo_actual.distancia + nodo_actual.get_cost(n):
                n.set_distance(nodo_actual.distancia + nodo_actual.get_cost(n))
                n.set_previous(nodo_actual)
    #Con las distancias actualizadas, se reescribe el heap de nodos no visitados
    no_visitados=[(nodo.distancia,nodo.id) for nodo in grafo if nodo.visitado == False]
    heapq.heapify(no_visitados)

def get_path(nodo_fin, path): #Función que devuelva el camino más corto desde el origen a
un nodo
    if nodo_fin.anterior != None:
        path.append(nodo_fin.anterior.id)
        get_path(nodo_fin.anterior, path)
    return

def get_limits(grafo, d_max):
    nodos_limite=[]
    vertices=grafo.get_vertices()
    for n in vertices: #Para cada nodo dentro del grafo
        nodo= grafo.get_vertex(n)
        n_anterior=nodo.anterior
        #n_anterior= grafo.get_vertex(n_anterior.id) #Se obtiene nodo anterior
        if n_anterior is not None:
            #Si la distancia actual es mayor a d_max y distancia anterior es menor a d_max
            if nodo.distancia > d_max and n_anterior.distancia < d_max:

```

```

        nodos_limite.append(n_anterior.id)
    return nodos_limite

##### INICIO #####

if __name__ == '__main__':

#Crea grafo
    g = Graph()

#Añade todos los vértices y las aristas con costos al grafo

#Leer archivo
    nombre_archivo="data_prueba.csv"
    with open(nombre_archivo, 'r') as file: #Lee el archivo
        reader= csv.reader(file) #Crea objeto iterable
        fields = next(reader) #Contiene los nombres de los campos contenidos en el archivo
leido

        #Primer nodo, segundo nodo, costo energético de la arista en kcal
        #Como ya se iteró la primera fila, esta ya no se toma en cuenta
        for row in reader:
            g.add_edge(row[0], row[1], float(row[2]))

#Definir el nodo del punto inicial y el costo máximo permitido en el área de influencia
    origen= g.get_vertex('n392') #Ver en mapa qué nodo es el origen
    cost_max=49.8

#Obtiene los nodos que están conectados en el grafo
    grupos= connected_components(g)

##### VERIFICA SI EXISTE UN NODO #####
    #nombre_nodo='n649'
    #if g.in_graph(nombre_nodo):
    #    print('El nodo %s SÍ EXISTE en el grafo' % nombre_nodo)
    #else:
    #    print('El nodo %s NO EXISTE en el grafo' % nombre_nodo)

# ***** SE REALIZA EL ALGORITMO SI EL GRAFO ES CONECTADO *****
    if len(grupos)==1:
        # Ejecutar algoritmo de Dijkstra
        dijkstra(g, origen)

##### MUESTRA NODOS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA #####
    #area=g.get_area(costo_max_permitido)
    #print('Los nodos dentro del área de influencia son:\n')
    #print(area)

##### MUESTRA NODOS QUE FORMAN EL LÍMITE DEL ÁREA DE INFLUENCIA
#####

```

```

limite= get_limits(g,cost_max)
print('El límite lo conforman %d vértices:\n' % len(limite))
print(list(limite))
print('\n')
#Para cada nodo del límite, se imprime el nombre y el camino desde el origen
for i in limite:
    nodo=g.get_vertex(i)
    path=[nodo.id]
    get_path(nodo, path)
    print('Nodo %s con camino: %s\n'%(nodo.id, path))

```

MUESTRA LOS 40 NODOS CON MAYOR GASTO DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA

```

#if len(limite)<40: # Si hay menos de 35 vertices en el limite
# area=g.get_area(cost_max)
# nodos=[(nodo.distancia,nodo.id) for nodo in g if nodo.id in area]
# heapq.heapify(nodos)
# nodos_mayor_dist=heapq.nlargest(35,nodos,key=lambda x: x[0])
# print('Los nodos con caminos de mayor gasto dentro del área son:')
# for l in nodos_mayor_dist:
#     print(l[1])

```

MUESTRA NODOS FUERA DEL ÁREA DE INFLUENCIA

```

#nodos_fuera= g.get_not_area(cost_max)
#print('\n Los nodos fuera del area de influencia son:\n')
#for i in nodos_fuera:
#     print(i)

```

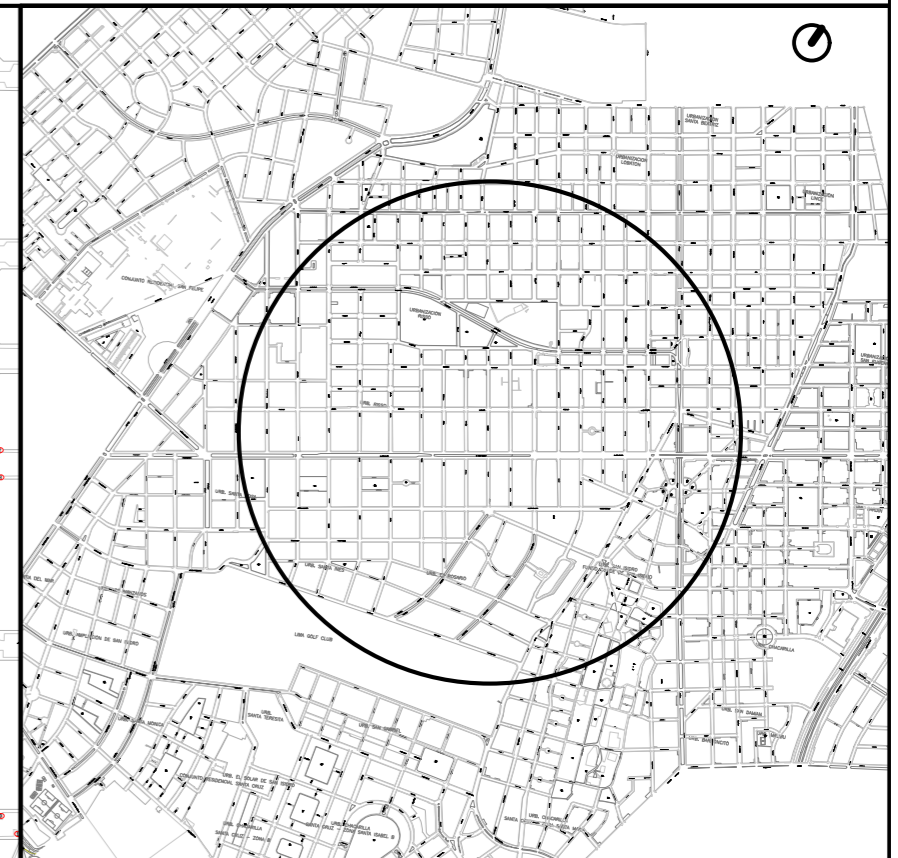
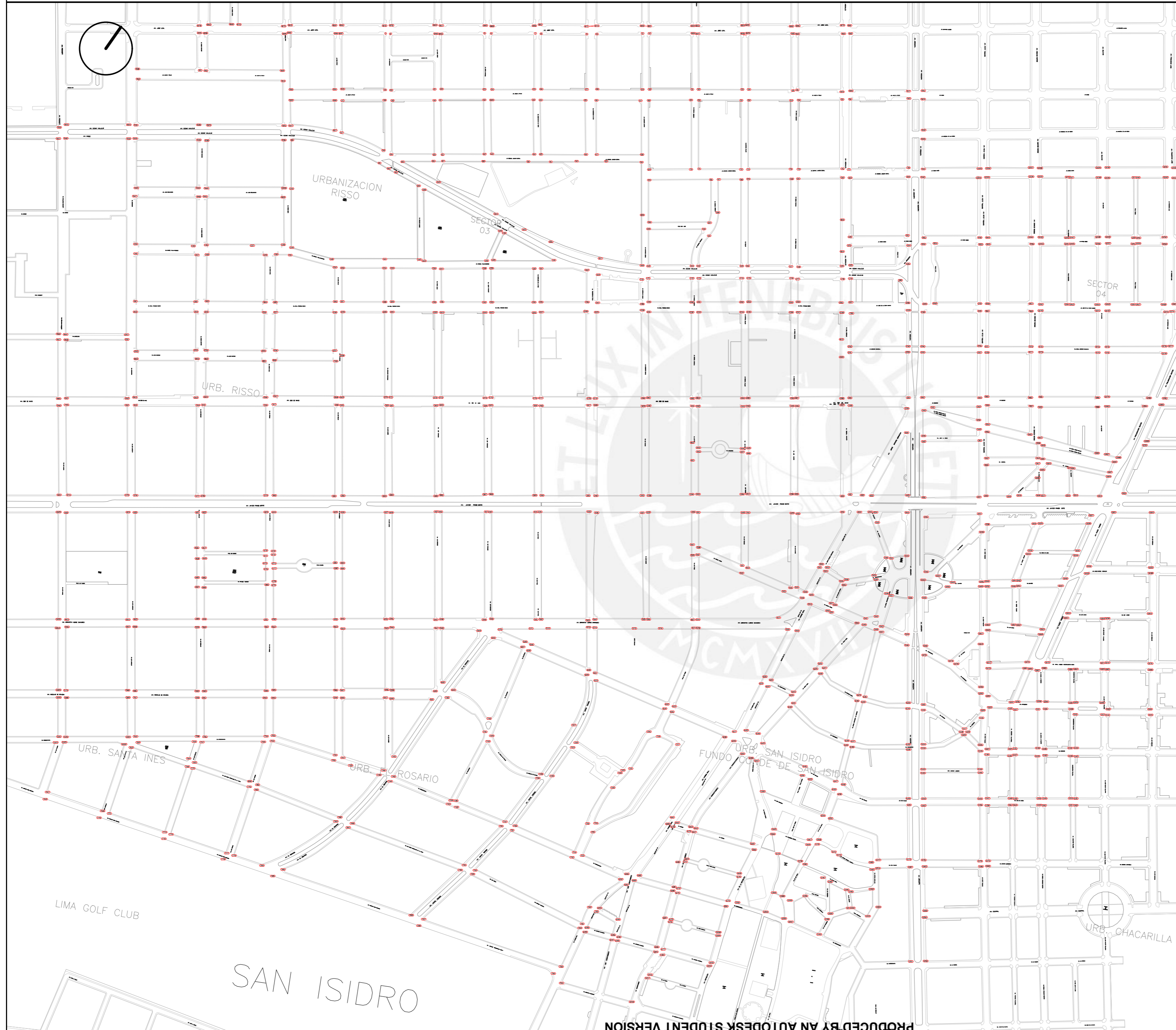
else: #***** SI EL GRAFO NO ESTÁ CONECTADO *****

```

print('El grafo NO ESTÁ CONECTADO. Tiene %d grupos conectados' % len(grupos))
count=1
for grupo in grupos:
    print('GRUPO %d:' % count)
    print(list(grupo))
    count +=1

```

ANEXO C: NUMERACIÓN DE NODOS ALREDEDOR DE LA ESTACIÓN "LAS PALMERAS"



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA: 1/30 000

LEYENDA

846 Número de nodo

NUMERACIÓN DE NODOS ALREDEDOR DE LA ESTACIÓN "LAS PALMERAS"

ESCALA: 1/5000

DISTRITO San Isidro - Lince

CIUDAD: Lima Metropolitana

Netsy Emperatriz Munive Benites

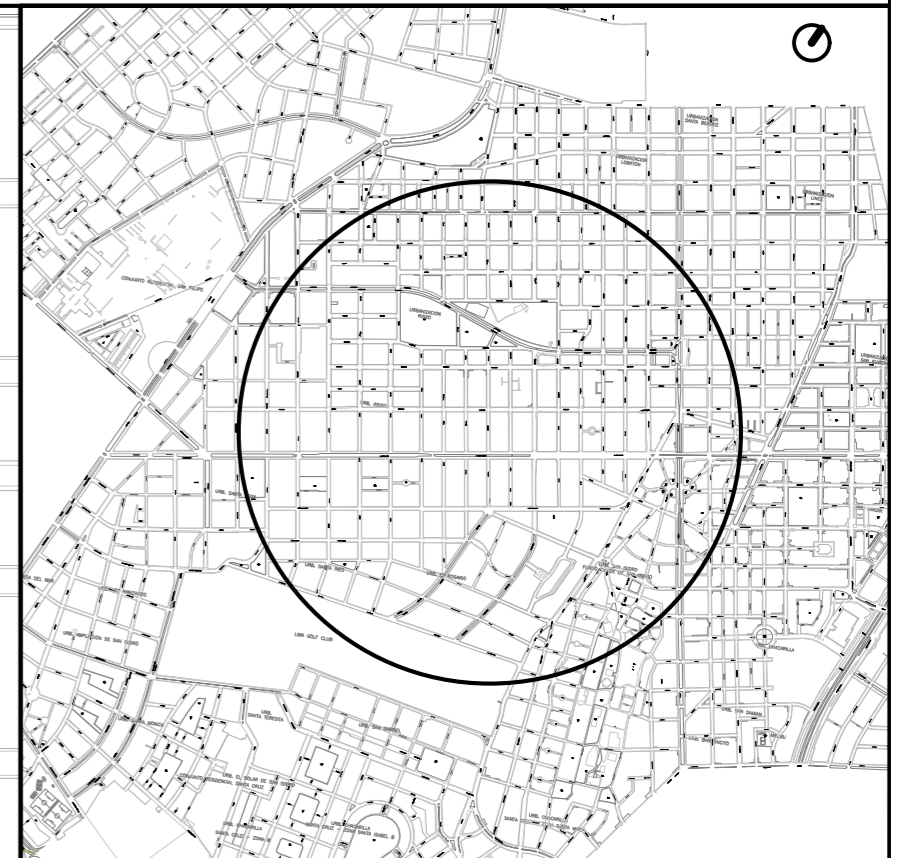
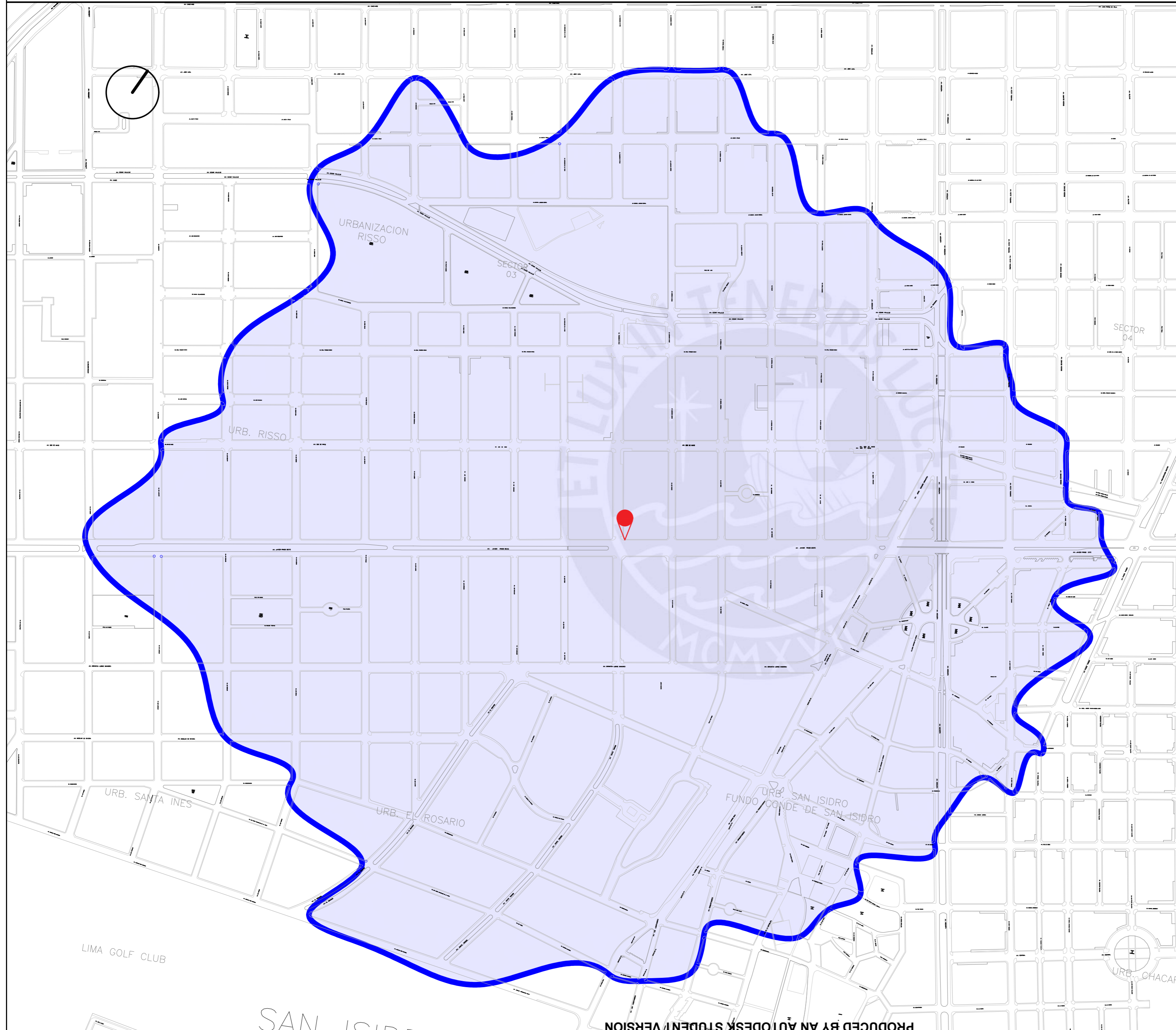
PROYECTO:
Análisis experimental del área de influencia peatonal a partir del gasto energético - Caso: Estación "Las Palmeras"

FECHA: DICIEMBRE 2020

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

ANEXO D: ÁREA DE INFLUENCIA PEATONAL - ESTACIÓN "LAS PALMERAS"



PLANO DE LOCALIZACIÓN
ESCALA: 1/30 000

LEYENDA

-  Paradero "Las Palmeras"
Origen AIP
-  Límite de AIP - Método
gasto energético -
GEM: 49.8 Kcal

ÁREA DE INFLUENCIA PEATONAL (AIP) - ESTACIÓN "LAS PALMERAS"

ESCALA:	1/5000
DISTRITO	San Isidro - Lince
CIUDAD:	Lima Metropolitana
AUTOR:	Netsy Emperatriz Munive Benites
PROYECTO:	Análisis experimental del área de influencia peatonal a partir del gasto energético - Caso: Estación "Las Palmeras"
FECHA:	DICIEMBRE 2020