



UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE GEOGRAFÍA

MÀSTER EN ESTUDIS TERRITORIALS I PLANEJAMENT ed. 2022-2023

**EQUIDAD SOCIO - ESPACIAL DEL SISTEMA DE TRANSPORTE
PÚBLICO FERROVIARIO**

La implementación de la Línea 1 del Metro de Lima y Callao

Autora:

Acco Fortún, Ivonne Raisa

Tutor:

Nel·lo Colom, Oriol

Bellaterra, 2023

Autora:
Ivonne Raisa Acco Fortún

Tutor:
Oriol Nel·lo Colom

Dedicatoria:

A mis padres y hermanas por su apoyo incondicional en la distancia. A mis amistades, tanto de Perú como los que he ido conociendo a través de esta nueva etapa, por cada palabra de ánimo.

Agradecimientos:

Me gustaría agradecer a las personas que me han brindado su ayuda durante la realización de la presente investigación. A Oriol Nel·lo, no solo como tutor de mi Trabajo de Fin de Máster sino además como excelente docente, por su exigencia, y constante orientación en cada etapa de la investigación. A Joan Checa por ayudarme y enseñarme a realizar los cálculos de población real y renta media para las áreas de servicio de las estaciones de la Línea 1.

ÍNDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 8 |
| 1.1 | Planteamiento del problema | 8 |
| 1.2 | Justificación de la investigación | 11 |
| 1.3 | Objetivos | 11 |
| 1.3.1 | Objetivo general | 11 |
| 1.3.2 | Objetivos específicos | 11 |
| 1.4 | Hipótesis | 11 |
| 2 | ESTADO DE LA CUESTIÓN | 12 |
| 2.2. | La implementación de los Sistemas de Transporte Público Masivo Ferroviario | 13 |
| 2.3. | Relación de Movilidad con Equidad Social: la renta como forma de representación | 15 |
| 3. | METODOLOGÍA | 15 |
| 3.1. | Área de estudio | 16 |
| 3.2. | Recolección de datos: Revisión cartográfica | 17 |
| 3.3. | Preparación de los datos: definición de isócronas para cada área de servicio | 17 |
| 3.4. | Método para el cálculo de la distribución de la renta media de la población | 18 |
| 3.4.1. | Cálculo de la renta media (ingreso per cápita medio) para cada área de servicio | 18 |
| 3.4.2. | El Índice de Gini y la curva de Lorenz. | 21 |
| 3.4.3. | Valores corrientes y constantes de la renta per cápita | 22 |
| 4. | RESULTADOS | 22 |
| 4.1. | Relación de la Línea 1 del Metro con el nivel de los ingresos per cápita de las Áreas de servicio y su diferencia con el conjunto de la ciudad de Lima | 22 |
| 4.1.1. | Composición de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio entre los años 2013 y 2017 | 22 |
| 4.1.2. | Diferencia de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio con el conjunto de la ciudad de Lima. | 26 |
| 4.2. | Impacto de la Línea 1 del Metro en la distribución de los ingresos per cápita de las Áreas de servicio y su diferencia con el conjunto de la ciudad de Lima | 31 |
| 4.2.1. | Distribución de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio entre los años 2013 y 2017 | 31 |
| 4.2.2. | Diferencia de la distribución de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio con el conjunto de la ciudad de Lima. | 32 |
| 5. | DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 33 |
| 6. | BIBLIOGRAFÍA | 35 |
| 7. | ANEXOS | 37 |
| 7.1. | Cálculo del índice de Gini 2013 - Áreas de servicio | 37 |
| 7.2. | Cálculo del índice de Gini 2017 - Áreas de servicio | 38 |
| 7.3. | Cálculo del índice de Gini 2013 - Conjunto de la ciudad de Lima | 39 |
| 7.4. | Cálculo del índice de Gini 2017 - Conjunto de la ciudad de Lima | 40 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tasa interanual de inflación en el Perú (2013 - 2017) | 22 |
| Tabla 2. Ingreso Per Cápita Medio de las Áreas de Servicio 2017 | 23 |
| Tabla 3. Comparativa de índices de los distritos en donde se ubican las Áreas de Servicio | 24 |
| Tabla 4. Ingreso Per Cápita Medio de las Áreas de Servicio 2013 | 25 |
| Tabla 5. Porcentajes de aumento o disminución de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio de las estaciones entre los años 2013 y 2017 en valores corrientes | 25 |
| Tabla 6. Intervalos del ingreso per cápita para cada nivel de estrato 2013 en valores corrientes | 26 |
| Tabla 7. Intervalos del ingreso per cápita para cada nivel de estrato 2017 en valores corrientes | 26 |
| Tabla 8. Tabla de situación: Áreas de servicio y el conjunto de la ciudad de Lima | 26 |
| Tabla 9. Evolución de la renta media per cápita en valores corrientes de las Áreas de servicio de las estaciones de la Línea 1 del Metro comparadas con el resto de la ciudad de Lima pertenecientes a su mismo estrato (2013) | 28 |
| Tabla 10. Comparativa general de los cambios en los niveles de estratos en las Áreas de servicio y el conjunto de la ciudad de Lima entre los años 2013 y 2017 | 29 |
| Tabla 11. Evolución de los niveles de estratos de las Áreas de servicio de las estaciones de la Línea 1 del Metro comparadas con sus respectivos entornos distritales | 30 |
| Tabla 12. Evolución del índice de Gini de las Áreas de servicio con el conjunto de la ciudad de Lima. | 32 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estación Naranjal del Metropolitano - Ruta B | 8 |
| Figura 2. Línea 1 del Metro de Lima y Callao | 9 |
| Figura 3. Líneas de metro en Latinoamérica | 10 |
| Figura 4. Emisiones de CO2 por medio de transporte en porcentajes: Ferrocarril | 12 |
| Figura 5. Ubicación geográfica de la Línea 1 del Metro | 16 |
| Figura 6. Isócronas de los puntos de acceso a la Línea 1 del Metro | 18 |
| Figura 7. Intersección de capas de información | 19 |
| Figura 8. Intersección con la capa de Zonificación | 19 |
| Figura 9. Intersección con la capa Ingresos Per Cápita | 19 |
| Figura 10. Superposición de isócronas | 20 |
| Figura 11. Estratificación de las Áreas de Servicio 2017 | 21 |
| Figura 12. Estratificación de las Áreas de Servicio 2013 | 21 |
| Figura 13. Nivel de Estratos de las Áreas de Servicio 2017 | 23 |
| Figura 14. Nivel de Estratos de las Áreas de Servicio 2013 | 25 |
| Figura 15. Diferencia en la evolución del ingreso medio y el porcentaje de incremento entre las Áreas de servicio con el conjunto de la ciudad de Lima entre los años 2013 y 2017, en valores corrientes .. | 27 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1. Curva de Lorenz de las Áreas de servicio 2017 | 31 |
| Gráfico 2. Curva de Lorenz de las Áreas de servicio 2013 | 31 |
| Gráfico 3. Comparativo de las curvas de Lorenz de las Áreas de servicio entre los años 2013-2017 .. | 32 |
| Gráfico 4. Comparativo de la curva de Lorenz de las Áreas de servicio del Metro con la ciudad de Lima 2013 | 33 |
| Gráfico 5. Comparativo de la curva de Lorenz de las Áreas de servicio del Metro con la ciudad de Lima 2017 | 33 |

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Las siguientes siglas y acrónimos utilizados en la presente investigación son los siguientes:

AEMA: Agencia Europea de Medio Ambiente

ASEI: Asociación de Empresas Inmobiliarias del Perú

ATU: Autoridad Nacional del Transporte Urbano para Lima y Callao

BID: Banco Interamericano de Desarrollo

BRT: Bus Rapid Transit

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

ENAHO: Encuesta Nacional de Hogares

LRT: Light Rail Transit

IMP: Instituto Metropolitano de Planificación

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

NBI: Necesidades Básicas Insatisfechas

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

OSM: Open Street Map

SISFOH: Sistema de Focalización de Hogares

UIC: International Union of Railways

RESUMEN:

Los sistemas de transporte público ferroviario influyen sustancialmente para aumentar la cohesión social en un territorio, o por el contrario, para la formación de espacios de desigualdad entre los grupos sociales. La reforma del sistema de transporte en la ciudad de Lima conlleva al desarrollo de nuevas dinámicas urbanas de índole socio-económica, que se han hecho patentes con la entrada en funcionamiento de su primera línea de Metro. El presente trabajo de investigación tiene por objetivo analizar el impacto de la implementación de esta línea en la composición y la distribución territorial de la renta media de los entornos de las estaciones de servicio y su efecto en el conjunto de la ciudad de Lima, entre los años 2013 - 2017. Con esta finalidad, mediante el uso de datos correspondientes a la Línea 1 y sus estaciones, la zonificación de los usos de suelo, la población y los ingresos per cápita se han aplicado métodos cuantitativos basados en la creación de isócronas para cada área de servicio, el cálculo de la composición de la renta media y su distribución a través del índice de Gini y la curva de Lorenz, así como la identificación de los niveles de estratos sociales, tanto para las áreas de servicio como para los distritos del conjunto de la ciudad de Lima. La investigación concluye en la demostración de tres aseveraciones: (1) La implantación de la Línea 1 corresponde con una evolución positiva sobre la renta media de la población que reside en los entornos del Metro. (2) Esta distinción indica la mejora de las condiciones en estos entornos y el incremento de la cohesión social entre ellos. (3) Por último, la evolución tiende a diferenciar el entorno de las estaciones de la Línea 1 de la evolución general de la ciudad de Lima, la cual ha conocido un notable incremento de las desigualdades durante el periodo estudiado.

Palabras claves: movilidad; transporte público; infraestructura ferroviaria; cohesión social; ingreso per cápita; renta media; estratos sociales.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

El transporte público en la ciudad de Lima está integrado por un reparto modal variado que se divide en dos grandes grupos: el transporte público tradicional y los nuevos medios de transporte masivo.

El primero grupo, denominado transporte público tradicional, es el principal modo de desplazamiento actualmente, según los datos brindados en el reporte anual por la Autoridad Nacional del Transporte Urbano (ATU). Este grupo se encuentra conformado por vehículos motorizados públicos convencionales y pueden ser de dos tipos: “combis” o “cústers”, cuya operación se encuentra regulada de forma muy escasa. Para el año 2021, se registraron un total de 22.310 vehículos que brindan este tipo de servicio, los cuales, en su mayoría tienen una antigüedad de 10 años, sin embargo, 4.536 vehículos son anteriores al 2000, es decir, presentan una antigüedad mayor de 20 años.

Por otra parte, se encuentra el segundo grupo conformado por los sistemas de transporte público masivo, los cuales, se fueron estableciendo paulatinamente debido a la presión de la demanda de nuevos sistemas de movilidad por el incremento de la expansión urbana y, a su vez, por las nuevas políticas urbanas comprometidas en cumplir con los enfoques de sostenibilidad, equidad social, y disminuir la priorización del vehículo motorizado privado y los esquemas tradicionales. Estos nuevos sistemas son el Bus Rapid Transit (Metropolitano) y el Light Rail Transit (Metro de Lima y Callao).

En la ciudad de Lima, a diferencia de las otras grandes urbes latinoamericanas, se apuntó inicialmente al sistema Bus Rapid Transit (BRT) llamado Metropolitano, el cual, consta de una flota de buses que circulan por un corredor segregado - troncal, así como una red de buses alimentadores en sus respectivos terminales, que recorren un total de 19 distritos. Este sistema inicia su funcionamiento en el año 2010, sin embargo, con el paso de los años era evidente que no lograba servir en su totalidad a los 10.4 millones de habitantes que existen actualmente en la ciudad¹. Asimismo, los desplazamientos utilizando el Metropolitano no lograba brindar una optimización de tiempo y velocidad, teniendo como consecuencia buses colmados de pasajeros y largas colas, generando malestar.

Figura 1. Estación Naranjal del Metropolitano - Ruta B



Fuente: Diario El Comercio.

¹ Esta cifra representa el 29.9% de la población total del Perú. El centralismo en la ciudad de Lima se debe principalmente a las migraciones internas desde mediados del siglo XX y el crecimiento natural de su población, tal cual ocurrieron en la mayoría de ciudades latinoamericanas, según se indican en los informes del CEPAL y Naciones Unidas - World Cities Report 2016.

Es allí que surge la necesidad de plantear como solución urbanística el sistema Light Rail Transit (LRT). Para ello, se debía retomar la construcción del metro de Lima y Callao, el cual, ya contaba con antecedentes problemáticos y la paralización de aproximadamente 20 años de su primera línea.

Estos antecedentes se remontan al año 1986, con la realización del concurso público para seleccionar la empresa a cargo de la obra, ganando el Consorcio Tralima (empresa italiana). Por un par de años, los trabajos de construcción de la Línea 1 avanzaron con rapidez. Sin embargo, cuando el tramo llegó hasta la estación Atocongo (ubicado en el distrito de San Juan de Miraflores), el país cruzaba por una de las crisis socioeconómicas más graves -el terrorismo- la cual paralizó totalmente la construcción por primera vez. Posteriormente, el 28 de abril de 1990, durante finales del primer mandato del ex presidente Alan García, se inaugura un tramo experimental de solo 2km, el cual, vuelve a ser paralizado por dos años más, para luego continuar la construcción llegando a una extensión de 9.2km con 7 estaciones. No obstante, debido a la hiperinflación y a las denuncias de sobrevaloración por no llegar a las zonas céntricas de la ciudad y de alta demanda de usuarios fue calificado como inutilizable, paralizándose así por 20 años. No fue hasta el año 2010, cuando el Consorcio Tren Eléctrico de Lima prosiguió la construcción de la Línea 1, inaugurándose en julio del 2011 solo un primer tramo que unía desde el distrito de Villa El Salvador hasta Cercado de Lima. Como consecuencia al estar incompleta, no era útil para el desplazamiento continuo y masivo.

Posteriormente, se termina el segundo tramo perteneciente a la Línea 1 y, finalmente, es abierto al público en su totalidad en mayo del 2014, conectando al distrito San Juan de Lurigancho y El Agustino con el resto del primer tramo de la línea, la cual presenta una dirección de sur a norte, recorriendo una distancia total de 34.6km y conectando 11 distritos. Además, actualmente se encuentra administrada por la Autoridad de Transporte Urbano (ATU), vinculada al Ministerio de Transportes y Comunicaciones y teniendo entre sus principales operadores a Graña y Montero Ferrovías S.A.

Figura 2. Línea 1 del Metro de Lima y Callao



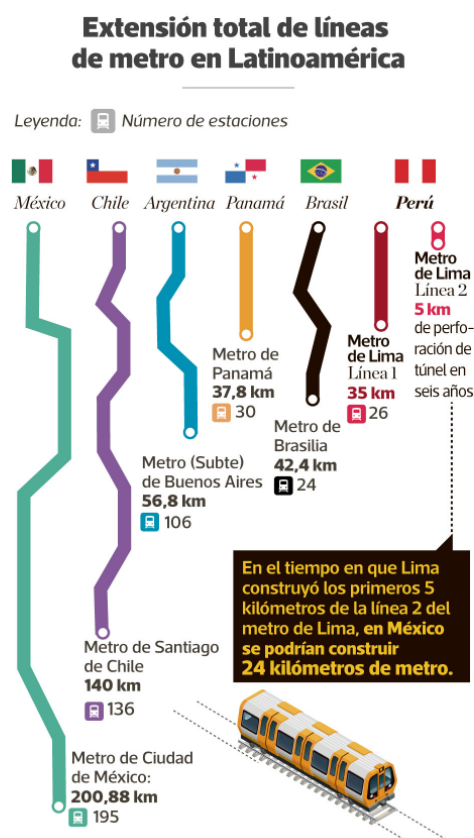
Fuente: Instituto Peruano de Economía.

Por otra parte, a raíz de haber terminado esta primera línea, se viene construyendo la segunda, la cual, consiste en un túnel subterráneo que unirá desde el distrito de Ate hasta el distrito del Callao a lo largo de 27 kilómetros en 45 minutos. Esta nueva línea se conectará con la línea 1 del metro, la estación central del Metropolitano y la línea 4 que se construirá a futuro, previendo que transportará en promedio a más de 660 mil pasajeros al día. El primer tramo de esta nueva línea (desde la vía de

Evitamiento hasta el mercado de Santa Anita) se inició en febrero del 2016 y el primer kilómetro se concluyó el 6 de mayo del mismo año. Actualmente ya se hallan terminadas 5 estaciones, las cuales, se encuentran bajo la supervisión de la Sociedad Concesionaria Metro de Lima Línea 2, quien también se encargará de la futura operación y su próxima apertura al público prevista aún para el año 2024.

La evolución descrita refleja que la implementación de infraestructuras ferroviarias en la ciudad de Lima resulta todavía incipiente, de lenta gestión y relativamente reciente (cuenta con 9 años de apertura al público). Esta situación contrasta en comparación con los países vecinos, como es el caso de México, Chile, Argentina, Panamá y Brasil. En las capitales de estos países el servicio de ferrocarril metropolitano empezó a ser construido más tempranamente como es el caso del subte de Buenos Aires en 1913, contando ahora con 56,8km. También cuentan con extensiones de red mucho mayores, como en el caso del metro de la ciudad México, el cual, a partir de 1966 y, a lo largo de tres décadas y media, ha visto construir 200km. Otras ciudades destacan por la velocidad y el tiempo en las que fueron construidas. Santiago de Chile construyó e inauguró su primera línea de 11,5 km en 6 años (1969-1975). En el caso de Panamá fue aún más veloz, construyendo su línea 1 de 15.8km en 3 años (2011-2014) y su línea 2 de 22km también en tres años (2016-2019). Y, el metro de Brasilia consta de 42.4 km de línea que inició en 1992 hasta el 2001, es decir, se construyeron 5,1 km por año. Sin contar que Brasil, ya cuenta con 101.1 km y 57 km correspondientes respectivamente a la red de metro de Sao Paulo y Rio de Janeiro.

Figura 3. Líneas de metro en Latinoamérica



Fuente: El metro más 'lento' de América Latina - Diario El Comercio.

La construcción de la primera línea del Metro ha comportado, necesariamente, nuevas dinámicas territoriales, sin embargo, no se han encontrado documentos detallados ni investigaciones realizadas por entidades públicas y/o privadas sobre el impacto social y económico que ha tenido su implementación, tanto en la población que se encuentra cercana a las estaciones, como sobre el conjunto de la ciudad de Lima. En muchos casos, la Línea 1 del Metro solo ha sido considerada y ha formado

parte de investigaciones realizadas durante y post pandemia del COVID19, en relación a las medidas que se debieron tomar para evitar su propagación, dejando de lado la utilización de indicadores y/o índices que relacionen las condiciones de vida de la población con la dotación de la infraestructura ferroviaria.

1.2 Justificación de la investigación

La puesta en marcha de un sistema ferroviario, tanto en la ciudad de Lima como en cualquier ciudad, incide en las dinámicas sociales y económicas y tiene, por lo tanto, profundas implicaciones territoriales y urbanas. En algunos casos, suele ser considerado como una infraestructura de integración del espacio urbano, debido a que puede recorrer grandes distancias de la ciudad, cubrir desplazamientos y articular zonas de norte a sur y de este a oeste, entre rangos de tiempo más cortos. En el caso de la línea 1 del Metro de la ciudad de Lima, permite realizar entre 35 a 45 minutos, recorridos que en microbuses y buses tradicionales tardan entre 2 o 3 horas en condiciones de tráfico moderado. Asimismo, estos sistemas de transporte público masivo son útiles en territorios que cuentan con pocos distritos céntricos equipados y muchas zonas periféricas desabastecidas.

Sin embargo, por otra parte, también suele ser visto como un “efecto frontera”, tal cual lo menciona Jane Jacobs en el capítulo “La maldición de los vacíos fronterizos”, de su obra *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Las infraestructuras que tienen un solo uso como las ferroviarias pueden formar fronteras urbanas produciendo que los entornos inmediatos se vean afectados negativamente ya sea generando la tendencia a crear nuevas centralidades y produciendo contrastes con sus vecindades próximas, llegando a incidir en las dinámicas de gentrificación y segregación.

Es por ello que, resulta fundamental estudiar y prever los impactos sociales –positivos y negativos- provocados por la implantación de infraestructuras ferroviarias urbanas. En particular en una metrópolis en crecimiento y desarrollo acelerado, como la actual de la ciudad de Lima, es conveniente señalar aquellos aspectos que sirvan para promover una convivencia ciudadana basada en la equidad socio-espacial al acceso de un transporte público y el derecho a la movilidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

El objetivo principal de la presente investigación es realizar un análisis del impacto que ha tenido la implementación de la línea 1 del Metro en la composición y la distribución territorial de la renta media (ingresos per cápita por hogar) de los entornos de las estaciones de servicio (denominándolas también Áreas de servicio) y su efecto en el conjunto de la ciudad de Lima, entre el periodo 2013 (antes de su apertura al público) hasta el 2017 (estado actual en donde se encuentra operativa).

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las Áreas de servicio de la Línea 1 del Metro.
- Estimar la renta media de la población residente en las Áreas de Servicio de la Línea 1 y analizar su evolución entre 2013 y 2017.
- Distinguir los grupos sociales que se han visto más beneficiados y/o perjudicados por la implantación del Metro, es decir, que hayan tenido un cambio en el estrato social al que pertenecían, dentro de las Áreas de servicio y con el conjunto de la ciudad de Lima.
- Analizar la relación entre la distribución de los ingresos per cápita con la desigualdad en las Áreas de servicio y con el conjunto de la ciudad de Lima en el período 2013 y 2017.

1.4 Hipótesis

Ante ello, como hipótesis, la investigación propone demostrar tres aseveraciones:

1. La implantación de la Línea 1 se ha correspondido con una evolución positiva sobre la renta media de la población residente en los entornos de las estaciones del Metro en el periodo estudiado.

2. Esta distinción es indicativa de la mejora de las condiciones de vida en los entornos de las estaciones y tiende a cohesionarlos socialmente entre ellos.

3. La evolución del entorno de las estaciones de la Línea 1 ha tendido a diferenciarse durante el período estudiado de la evolución general de la ciudad de Lima, donde las desigualdades se incrementan en este mismo periodo.

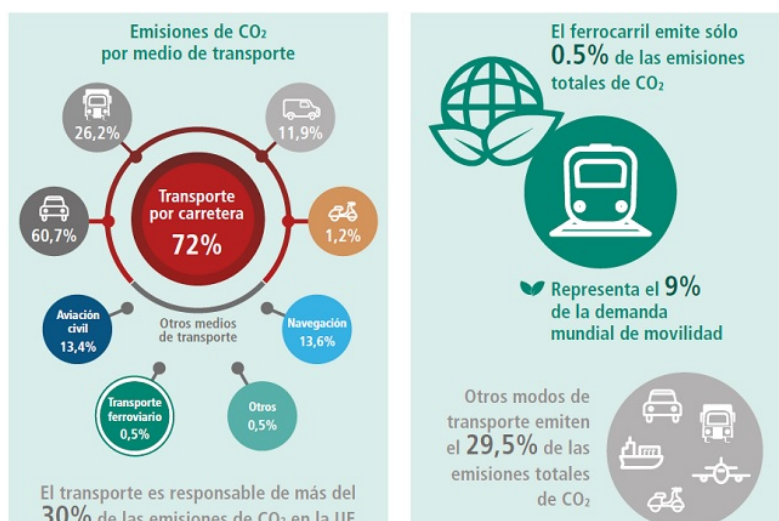
2 ESTADO DE LA CUESTIÓN

2.1. El transporte público: sostenibilidad, cohesión y funcionalidad

El estudio del transporte público masivo puede ser abordado desde tres perspectivas diversas y complementarias: la sostenibilidad ambiental, la cohesión urbana y la funcionalidad de las redes.

Desde el punto de vista ambiental, el transporte público está llamado a desempeñar un papel fundamental con miras hacia futuros urbanos más sostenibles. Este enfoque de sostenibilidad ha tomado mayor relevancia en las últimas décadas. Si bien es cierto, que los países europeos presentan, en términos generales, un escenario más avanzado y tiene como objetivo principal descarbonizar la movilidad desde la presentación del Pacto Verde², en el caso de América Latina y el Caribe, la transición hacia un transporte sostenible y eficiente se ha tornado también recientemente una prioridad. Así, según las previsiones, en los próximos siete años se deberá terminar la implementación de la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) según informó CEPAL, Naciones Unidas y UIC (International Union of Railways) en el evento “El ferrocarril como eje vertebral de transporte sostenible de personas y carga en el futuro”³ en abril del presente año. Esto refleja que en ambos contextos se apunta a alcanzar un sistema e infraestructura de transporte que incluyan el uso de tecnologías que tengan un menor impacto sobre el medio ambiente, y bajo esta premisa, el ferrocarril resulta ser una buena alternativa, debido a que es el medio de transporte que emite menor porcentajes de CO₂ (Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), 2016).

Figura 4. Emisiones de CO₂ por medio de transporte en porcentajes: Ferrocarril



Fuente: Agencia Europea de Medioambiente, 2016.

² El Pacto Verde Europeo, dado por la Comisión Europea en el 2019, propone el desarrollo de una movilidad descarbonizada para el 2050 con la reducción del 90% de las emisiones de CO₂ como meta principal. Para lograrlo se plantea el impulso de un conjunto de nuevas medidas, siendo una de ellas el contar con una red ferroviaria potente y de calidad.

³ Este evento fue realizado en el marco del Forum of the Countries of Latin America and the Caribbean on Sustainable Development.

Por otra parte, el transporte público masivo no solo es considerado desde el punto de vista ambiental, sino además, debe cumplir la función de brindar oportunidades de movilidad a las personas que no poseen un vehículo privado y posibilitar la interacción social de distintos sectores urbanos. Sin embargo, las oportunidades de desplazarse dentro de una ciudad se distribuyen de manera desigual entre los grupos sociales (Otárola, 2020). Esta diversidad de oportunidades tiene especial incidencia en los ámbitos metropolitanos, en los que, en muchas ocasiones, los procesos de creación de nuevos desarrollos urbanos y suburbanos, dispersos y de baja densidad, comportan la necesidad de desplazarse por medio de vehículos particular sobre el transporte público (BID, 2011).

Finalmente, el transporte público masivo tiene una particular importancia en la funcionalidad de las redes urbanas. Su capacidad de servir grandes flujos de pasajeros resulta esencial para evitar la sobrecarga de la red viaria urbana y permite ahorros considerables de costes financieros y temporales en los desplazamientos. Las infraestructuras de transporte público pueden constituir, además, un elemento vertebrador básico de la estructura urbana.

2.2. La implementación de los Sistemas de Transporte Público Masivo Ferroviario

En las últimas décadas la implementación de los Sistemas de Transporte Público Masivo ha sido visto como una de las opciones más atractivas de movilidad debido a que permite realizar desplazamientos a velocidades similares que el automóvil, pero en condiciones más sustentables (Newman, 2009). Además, no solo permite obtener tiempos más cortos de viaje, sino también, evita la construcción y/o adición de carriles de autopistas exclusivos para vehículos particulares y rutas congestionadas.

Para entender la dinámica territorial que conlleva la instauración de los Sistemas de Transporte Público Ferroviarios, se puede considerar como punto de partida a las propias características del trazado de la red ferroviaria, siendo fundamentales: (1) el tipo de modelo que presenta (radial, lineal, mallado, etc.), (2) la localización de las estaciones (central, tangente o periférica) y (3) su conectividad a las otras redes de transporte mediante la formación de nodos (Bellet et al, 2008).

Algunos autores como Vecchio (2021), argumentan que la importancia radica en las estaciones de servicio, las cuales, cumplen un doble rol según el modelo *node-place*. Por una parte, funcionan como nodo (*node*), referido al alcance de la accesibilidad que brinda y el nivel de intermodalidad y, por otra parte; funciona como lugar (*place*), referido a la relación entre las actividades que se realizan en las estaciones y la interacción que se produce: la población que vive en los entornos, los servicios y los usos de suelo. Aunque otros autores, como Cervero (2017), manifiestan en que la importancia debe centrarse más en su función como lugar más que como nodo, ya que este último solo considera que convergen distintos tipos de modos de desplazamientos (automóviles, taxis, buses, peatones, ciclistas, transporte público).

A su vez, entorno a las estaciones se crean directamente áreas de servicio, es decir, zonas de influencia en donde pueden desarrollarse múltiples procesos que modifiquen la configuración del espacio urbano, iniciando desde la propia implantación física de la infraestructura, seguido de la modificación en los patrones de movilidad de la población y los cambios de uso del territorio de manera paulatina (Vecchio, 2021). Algunos cambios y/o efectos positivos que estos procesos producen involucran, por ejemplo, la revitalización de ciudades intermedias y la disminución de desigualdades regionales (Vickerman, 2015), así como, la regeneración de sectores urbanos (Cervero, Guerra et al., 2017, cap.7) o la modificación y el ordenamiento de la composición de las zonas suburbanas de densidad baja (Nigro, Bertolini y Moccia, 2019). Además, estas áreas de servicio pueden llegar a ser de gran aportación a la movilidad de un territorio debido al aumento del número de usuarios que utilizan el propio transporte público ferroviario.

Por otra parte, Newman (2005) nuevamente detalla que para que un sistema ferroviario eléctrico funcione se necesitan cuatro características principales: una política estratégica para lugares que puedan

cumplir la función de centros, una política estratégica para el tránsito rápido, densidades y diseño necesarios y un mecanismo de financiación público-privado para la construcción de las vías de enlace con los centros, todo ello basándose en un marco de Desarrollo Orientado al Tránsito (TOD, siglas en inglés). Asimismo, dentro de estas cuatro características también se resalta la importancia de la densidad, debido a que la mayoría de los servicios urbanos no se pueden proporcionar a menos que haya un cierto número de personas que puedan hacerlos social y económicamente viables. Incluso, Cervero (1997) menciona la densidad (en conjunto con la diversidad y el diseño) como parte de los determinantes espaciales de la movilidad, ya que con ello se puede saber si un medio de transporte es adecuado y usado. En lugares donde la densidad es baja, muchas veces no resulta factible y eficiente la inversión en trenes/metros.

Sin embargo, existen algunas posturas en contra de la construcción de una nueva línea del tren o el aumento de las líneas existentes. En primer lugar, se sostiene que estas medidas representan una solución transportista, debido a que se produce el proceso conocido como demanda inducida⁴, el cual, consiste que a lo largo del tiempo con el aumento del uso de la nueva infraestructura y la disminución del coste de viaje, crece nuevamente la capacidad de carga, lo que conduce al resurgimiento de la congestión del tráfico, generándose un ciclo repetitivo, en lugar alcanzarse una solución (Milam et al, 2017). Esto se vio claramente ejemplificado en Nueva York, con el programa de construcción de carreteras de Robert Moses, quien realizó obras en el puente Triborough para aliviar la congestión en el puente Queensborough y en el puente Bronx-Whitestone para aliviar la congestión del primer puente mencionado, teniendo como resultado que los tres puentes volvieron a congestionarse como antes.

Si bien es cierto, que la tendencia a la congestión suele verificarse sobre todo en la red viaria, también se considera que dicho proceso es susceptible de repetirse en la creación de nuevas líneas de trenes, los cuales, generarían su propia demanda inducida. Así ha sucedido en las ciudades de París (con 16 líneas y 308 estaciones), Londres (con 11 líneas y 274 estaciones) y Nueva York (con 24 líneas y 472 estaciones), que a pesar de contar con numerosas líneas de metro están consideradas dentro de las 5 ciudades con más tráfico en el mundo según el ranking Global Traffic Scorecard 2023. Sin embargo, a pesar de existir evidencia en América del Norte, Europa y Asia mediante modelos econométricos como los de Litman (2019) y Hymel (2010), se han encontrado pocos trabajos que discutan este fenómeno en América Latina, en donde los hacedores de políticas aún enfatizan la necesidad de la construcción de vías para hacer frente a la congestión del tráfico (Angarita-Zapata et al., 2020).

Otro de los inconvenientes de la construcción de infraestructuras ferroviarias es el efecto barrera. Así, Jane Jacobs mencionaba el efecto de frontera urbana causado por la inserción de la línea férrea en la trama de la ciudad, como parte de los efectos negativos que las grandes infraestructuras de un solo uso podrían tener sobre el dinamismo urbano. Este tipo de elementos urbanos fueron vistos por la autora como vacíos fronterizos, ya que podrían absorber la vida de las calles creando fronteras impermeables artificiales (Miralles & Delclòs, 2018). “En el caso de las vías férreas, el distrito situado de un lado puede funcionar mejor o peor que el situado al otro, Pero, físicamente, los espacios que peor funcionan son habitualmente las zonas junto a la vía, a ambos lados” (Jane Jacobs, 1961, p.293). En estos entornos inmediatos a las estaciones se pueden producir diversos cambios de índole socio-económica. Por una parte, algunos autores mencionan que la instalación ferroviaria tiende a elevar las rentas de la ciudad preexistente y propician la oportunidad para el negocio inmobiliario (Saus, 2012). Esto produce el alza del valor del suelo en los entornos al obtener mayor accesibilidad, lo cual, atrae a grupos con estratos sociales con renta más elevada que los que residían allí anteriormente. En cambio, Jacobs (1961) aseguraba que las zonas que presentan un bajo valor situadas a ambos lados de las vías del transporte ferroviario afectan todo su entorno, excepto los propios espacios del ferrocarril y sus servicios. Como consecuencia, todo ello conlleva al aumento de desigualdades, y, por lo tanto, se

⁴ Entre las décadas de los ochenta - noventa, académicos en el Reino Unido y Estados Unidos realizaron trabajos estadísticos para discutir y corroborar este fenómeno, los cuales, contradicen los beneficios a largo plazo de la construcción de carreteras sobre la movilidad. (Angarita-Zapata et al, 2020)

acentúa la probabilidad de que se acentúen las dinámicas de segregación social (Breitenberger, 2020). A nuestro entender, ambas eventualidades pueden verificarse, siendo la posibilidad de revalorización más probable en los entornos inmediatos de las estaciones y la degradación en las cercanías de las vías sin acceso al medio de transporte.

2.3. Relación de Movilidad con Equidad Social: la renta como forma de representación

En todo caso, los autores señalan la importancia de analizar la relación entre la movilidad y la equidad social, entendiéndose como la relación entre las posibilidades que tienen los ciudadanos de desplazarse dentro de un espacio urbano utilizando los diferentes medios de transporte existentes (Cebollada y Avellaneda, 2008). Así, el transporte público constituye un elemento esencial a la hora de garantizar el acceso igualitario a los distintos bienes y servicios. Por tal razón, el establecimiento de políticas de transporte puede ser un arma de doble filo, por un lado puede ser considerada como una importante herramienta para lograr la inserción y cohesión social o, por el contrario, podría conllevar a la formación de espacios de exclusión social (Countras, 1993).

La implementación de un transporte público masivo de calidad influye sustancialmente en el territorio y suele ser más relevante en los grupos/sectores desfavorecidos, particularmente, en aquellos que cuentan con rentas bajas. El nivel de renta condiciona las posibilidades y la forma en que se desplazan las personas, debido a los costos que conllevan ya sea utilizando el transporte público o contando con un propio vehículo motorizado. Por esta razón, se establece un fuerte vínculo entre la movilidad urbana y la renta familiar (Cebollada y Avellaneda, 2008). Las personas que cuentan con mayores oportunidades económicas para elegir los medios de transporte que más se acomodan a sus necesidades pueden desplazarse de una manera más fácil y, por ende, pueden tener mayor accesibilidad a los bienes, servicios y actividades urbanas que la ciudad ofrece (Miralles, 2002).

Se ha hecho notar que, en la ciudad, “el agravamiento de las desigualdades ha resultado en un incremento de la segregación espacial, es decir de la tendencia de los grupos sociales a separarse entre sí en el espacio urbano en función de su renta” (Nel·lo, 2018). Esta separación puede ser dada tanto por la concentración de grupos que poseen rentas bajas como de los que poseen rentas altas, los cuales, no solo se puede producir en base a su capacidad de escoger lugar de residencia o los costes de la vivienda y suelo, sino también por su desplazamiento, accesibilidad y los costes de movilidad. Por esta razón, las desigualdades entre los grupos sociales pueden verse incrementados o reducidos mediante la implementación de una red ferroviaria en una ciudad, ya que esta incide en la renta.

Es por ello que el análisis de su evolución y distribución espacial de la renta es uno de los principales indicadores a través de los cuales se puede determinar si la instalación de un sistema de transporte público masivo genera mayor equidad y cohesión social⁵. Según Otárola (2020), un entorno urbano cohesionado se caracteriza por tener como componentes la habilidad de acceder a bienes y servicios y al mismo tiempo interactuar con otras personas. El análisis de la evolución y distribución diferenciada de la renta de los grupos sociales nos permitirá determinar la influencia e impacto de inclusión de un nuevo modo de movilidad.

3. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación, se ha optado fundamentalmente por técnicas de carácter cuantitativo. Su aplicación responde al objetivo principal de estimar la composición y la distribución territorial de la renta media de las áreas de servicio de cada estación, así como su relación con el conjunto de la ciudad de Lima.

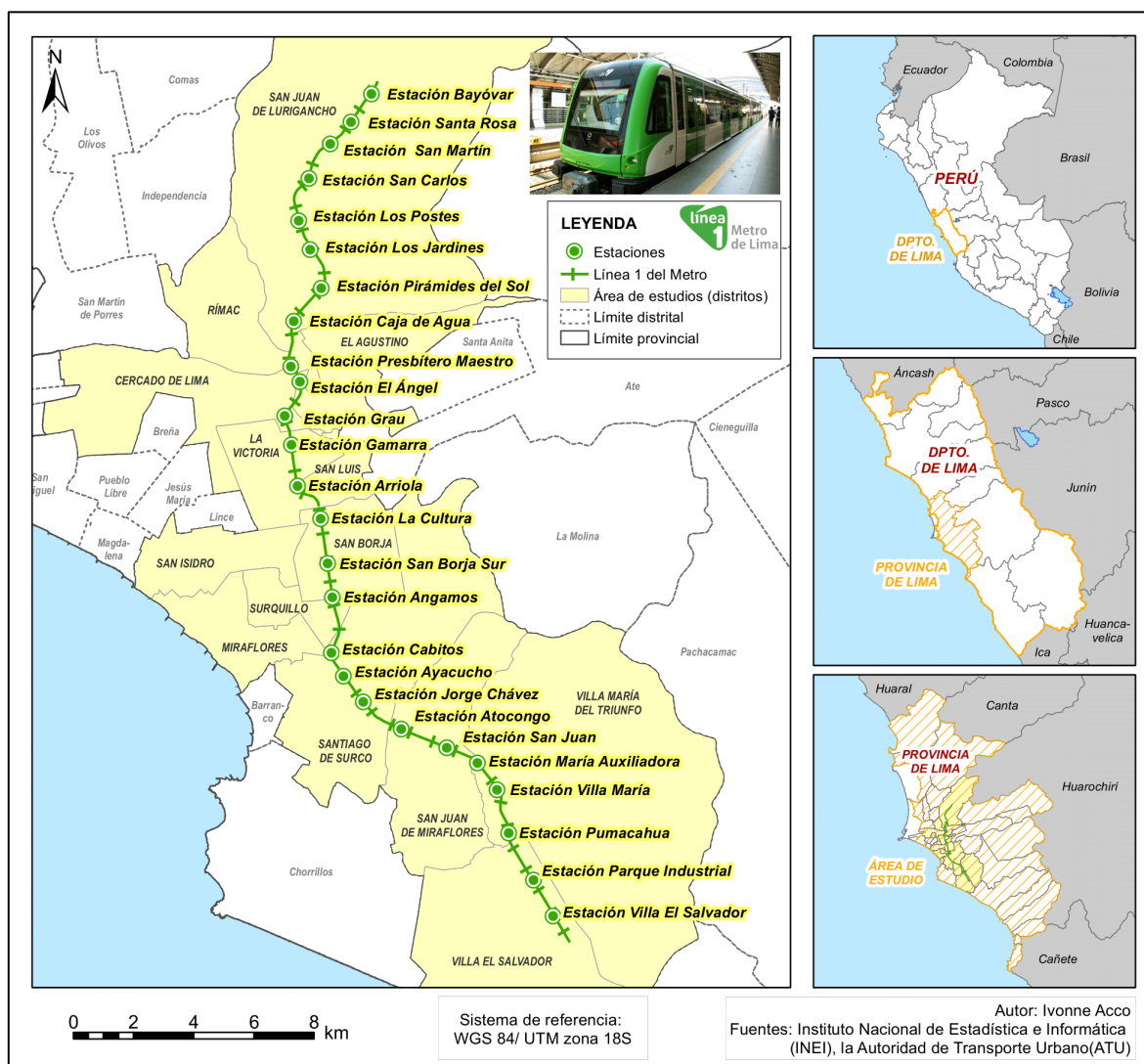
⁵ La cohesión social se entiende como la integración social mediante el acceso legal, garantizado e igualitario a diferentes funciones, servicios y recursos que provee el Estado, dentro del marco de la equidad social.

3.1. Área de estudio

Para la definición del objeto de estudio se consideró un marco espacial y a un marco temporal de acuerdo con los parámetros siguientes:

- Marco espacial:
La línea 1 del Metro de Lima y Callao está ubicada geográficamente en la ciudad de Lima, provincia y departamento de Lima - Perú y las 26 estaciones que la conforman se encuentran distribuidos entre los distritos de Villa El Salvador, Villa María del Triunfo, San Juan de Miraflores, Surquillo, Santiago de Surco, San Borja, La Victoria, San Luis, Cercado de Lima, El Agustino y San Juan de Lurigancho (Figura 5).
- Marco temporal:
La presente investigación se encuentra basada en el periodo de tiempo entre los años 2013 y 2017. Se consideró como criterio principal para la elección de esta escala temporal la existencia de la infraestructura de la Línea 1 del Metro, siendo el 2013 el año en el que la obra todavía no estaba concluida en su totalidad (antes) y el 2017, como el año en el que ya se encontraba operativa (después). El año 2017 se corresponde además con la última fecha para la que se dispone de datos relativos a la distribución territorial de la renta de la población.

Figura 5. Ubicación geográfica de la Línea 1 del Metro



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Recolección de datos: Revisión cartográfica

Los datos y fuentes de información necesarias para llevar a cabo el análisis han sido recopilados de instituciones gubernamentales oficiales. Se trata de las fuentes siguientes:

1. Cartografía (formato shapefile) de los “Planos Estratificados de Lima Metropolitana a Nivel de Manzanas según ingreso per cápita del hogar” del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) de los siguientes años:
 - 2016, el cual fue elaborado a partir de los datos provenientes del Empadronamiento Distrital de Población y Vivienda realizado para el SISFOH (Sistema de Focalización de Hogares) entre los años 2012 y 2013 y la Encuesta Nacional de Hogares ENAHO 2012-2013.
 - 2020, el cual, fue elaborado a partir de los resultados del Censo de Población y Vivienda 2017 y la Encuesta Nacional de Hogares ENAHO 2017-2018.
2. Cartografía (formato shapefile/ AutoCAD) de los “Planos de Zonificación” de los distritos que conforman Lima Metropolitana de los años 2013 y 2017, del Instituto Metropolitano de Planificación (IMP).
3. Cartografía (formato shapefile) de la Línea 1 del Metro y sus 26 estaciones debidamente georreferenciadas brindadas por la Autoridad de Transporte Urbano para Lima y Callao (ATU).
4. Datos demográficos del Censo de Población y Vivienda 2017.

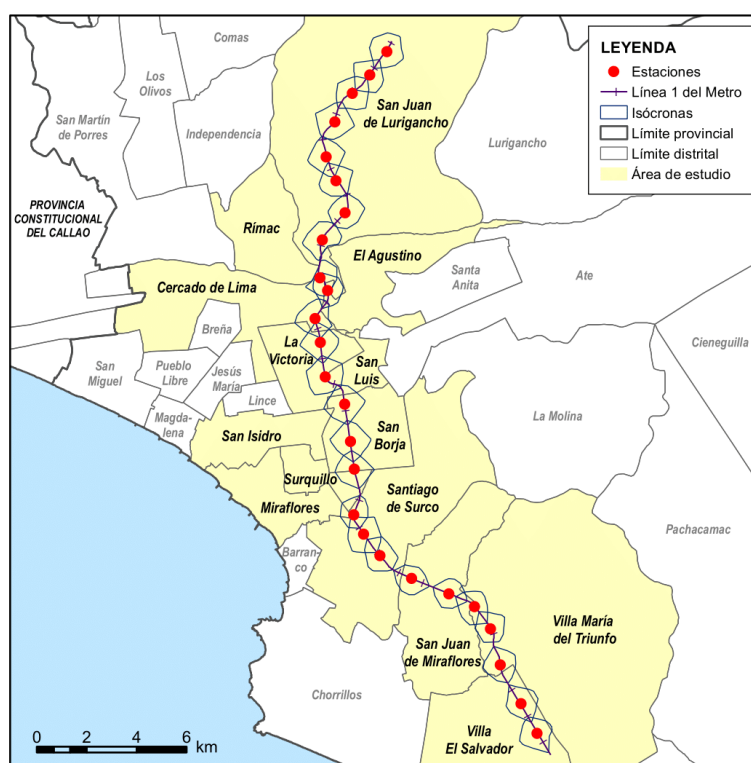
Si bien es cierto que la cartografía del ingreso per cápita figura como años 2016 y 2020 respectivamente, es referida a los años de publicación de dicho material, sin embargo, estos fueron elaborados con los empadronamientos, censos y encuestas de los años 2013 y 2017.

3.3. Preparación de los datos: definición de isócronas para cada área de servicio

Antes de empezar a realizar los cálculos estadísticos, fue primordial delimitar las áreas de servicio de las estaciones. Esta delimitación se ha efectuado a través de la definición de isócronas, es decir, de áreas de influencia a partir de una distancia temporal de acceso a cada una de las estaciones ferroviarias de la línea del metro, considerando en la presente investigación un recorrido máximo de 10 minutos a pie.

Para realizar este ejercicio, se ha utilizado la herramienta Open Route Service de QGIS, la cual, trabaja con la base de datos cartográficos de carreteras y vías del Open Street Map (OSM) y permite calcular distancias temporales a partir de puntos de origen (en este caso a partir de las estaciones) utilizando diferentes modos de desplazamiento (a pie, en taxi, en bus, etc.), teniendo en cuenta para su cálculo datos del: tipo de vía, bidireccionalidad, peatonalidad, máxima velocidad permitida, inclinación, entre otros parámetros. Este es un servicio de enrutamiento en línea (*routing*) y de análisis de geodatos de código abierto, el cual, es mantenido por el Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT). Anteriormente, este tipo análisis se realizaba con la creación de un *buffer*, sin embargo, la diferencia que tiene en relación a las isócronas, es que en el primero su único parámetro son distancias físicas (lineales) sin tomar en cuenta la topografía (superficies de agua, espacios naturales, etc.) y la red vial, lo cual, tenía como resultado incongruencias. En cambio, las isócronas aquí empleadas surgen como una alternativa más realista debido a que toma en cuenta el tejido urbano existente en el que se ubican, dependen de la red vial y representan el área que se podría cubrir en determinado tiempo a una velocidad específica. Las isócronas consideran la ruta más eficiente debido a que considera el tiempo invertido, en lugar de la ruta más corta, que solo considera la longitud de segmentos sin considerar otras variables que podrían modificarlo.

Figura 6. Isócronas de los puntos de acceso a la Línea 1 del Metro



Fuente: Elaboración propia.

Como resultado, se obtienen las isócronas que pueden observarse en la Figura 6. En cuanto al alcance territorial algunas isócronas abarcan distritos en los cuales no atraviesa directamente la Línea 1 del metro -Miraflores, Rímac y San Isidro- que, sin embargo, forman parte y se encuentran dentro de las áreas de servicio respectivas.

3.4. Método para el cálculo de la distribución de la renta media de la población

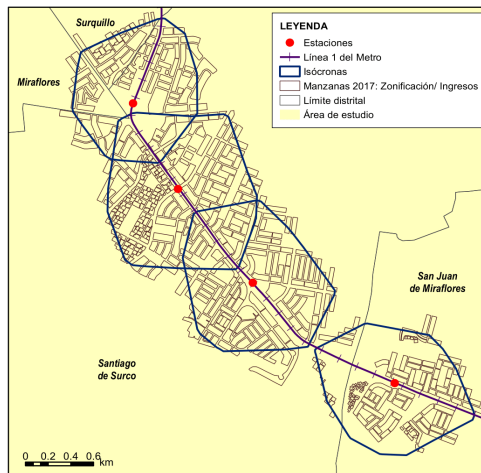
Los métodos utilizados dentro de la presente investigación pueden dividirse en dos partes:

- La primera, en la cual se calculó de manera estadística la composición de la renta media (ingreso per cápita medio) correspondiente para cada área de servicio y la ciudad de Lima en los años 2013 y 2017, permitiendo además observar su evolución de manera comparativa así como el nivel de estrato social al que pertenecen.
- La segunda parte, consistió en identificar la equidad / desigualdad de la distribución de estos ingresos entre las áreas de servicio del año 2013 con las áreas de servicio del año 2017. Asimismo, se estableció la relación de esta evolución con la del conjunto de la ciudad de Lima, calculando la Curva de Lorenz y el Índice de Gini para cada caso.

3.4.1. Cálculo de la renta media (ingreso per cápita medio) para cada área de servicio.

Una vez delimitadas las áreas de servicio (isócronas), se procedió a realizar el cálculo de la renta media (ingreso per cápita medio) para cada una de ellas y en cada año 2013 y 2017, respectivamente. Para ello, en primer lugar fue necesario intersectarlas con las otras capas de información (*shapefile*) relativas a la zonificación del suelo y a los ingresos per cápita a nivel de manzana.

Figura 7. Intersección de capas de información



Fuente: Elaboración propia.

La intersección con la capa de zonificación del suelo, nos permitió identificar cuáles son las manzanas que se encuentran dentro de las áreas de servicio destinadas a uso residencial y/o mixtos⁶, debido a que en la presente investigación solo se está considerando a la población residente. Por su parte, la intersección con la capa de ingresos per cápita, nos permitió obtener la siguiente información (la cual forma parte de su tabla de atributos): el ingreso per cápita como tal, el nivel de estrato y la superficie de cada manzana, la población por manzana y el propio código ID que tiene cada manzana. (Ver figura 8 y 9)

Figura 8. Intersección con la capa de Zonificación

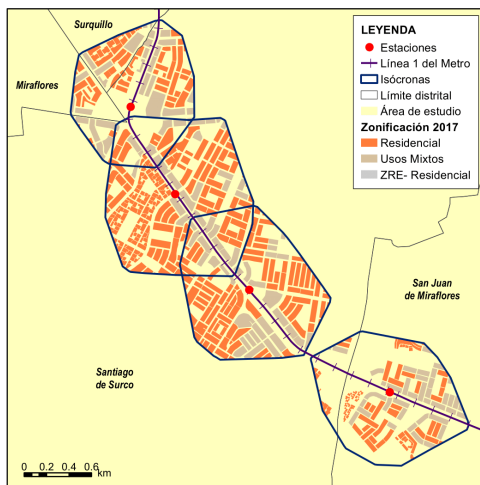
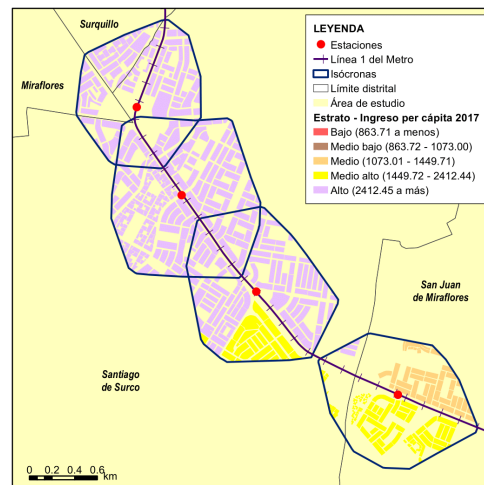


Figura 9. Intersección con la capa Ingresos Per Cápita



Fuente: Elaboración propia.

A raíz de ello, el siguiente paso consistió en ejecutar dos cálculos:

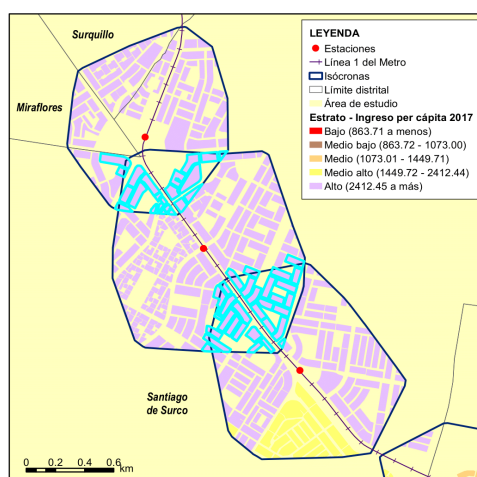
- El primero: un **nuevo cálculo de la superficie**, ya que las manzanas ubicadas en el límite de las áreas de servicio pueden verse reducidas (recortadas) en su superficie (expresada en metros cuadrados) posterior a la intersección de las capas de información. Esto se realizó con la propia tabla de atributos y utilizando la herramienta *calculate geometry*.
- El segundo, una vez obtenido el nuevo valor de la superficie de estas manzanas reducidas (recortadas), se procedió a obtener **la población real**, es decir, aquella población que se

⁶ En la presente investigación no fueron consideradas las manzanas de tipo: zona de recreación pública (parques, áreas verdes), comercial (zonal y vecinal), servicios públicos complementarios para educación y salud (centros educativos y centros médicos-hospitales), zonas industriales y otros usos.

encuentra dentro de cada manzana, que a su vez, se encuentra dentro de cada área de servicio. Para ello, fue necesario multiplicar la población de cada manzana con la superficie reducida entre la superficie total.

Asimismo, a efectos de ajuste y precisión en los cálculos a realizar, en el caso de las áreas de servicio que se encontraban adyacentes y que, tras el proceso de intersección, formaban áreas que se superponían entre sí con datos repetitivos (ingresos, población y superficie), fue necesario proceder a eliminar de esta duplicidad de información, permitiendo asignar a las manzanas involucradas el área de servicio que le corresponde.

Figura 10. Superposición de isócronas



Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado este ajuste con los valores, y obtenidas la nueva superficie y la población real por manzana correctas, se pudo determinar los ingresos medios correspondientes de cada área de servicio. Para ello, al considerarse que las manzanas son unidades de escala más pequeñas que las áreas de servicio, se generalizó la información, mediante los siguientes pasos:

- Se procedió a calcular la población real por los ingresos que cuenta cada área de servicio. Este cálculo es referido a la multiplicación de población real de cada manzana (hallada anteriormente) por su respectivo ingreso per cápita.
- Finalmente, obtenido este resultado, se procedió a realizar la sumatoria de la población real por ingreso per cápita que cuenta cada área de servicio y dividirla entre la población total, determinando así la renta media (ingreso per cápita medio) que le corresponde a cada área de servicio.

$$\text{Cálculo de renta por cada área de servicio} = \frac{\sum(\text{Población Real} * \text{Ingreso per cápita})}{\text{Población total}}$$

Este último ejercicio también se realizó para obtener la renta media (ingreso per cápita medio) de los distritos de la ciudad de Lima para los años 2013 y 2017. Cabe señalar que, para ambos años de observación, los intervalos de la estratificación del ingreso per cápita medio de las áreas de servicio han sido definidos de acuerdo con lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI en cada año respectivo, a través de la utilización del método de Dalenius - Hodges en la constitución de los rangos que definen los cinco estratos de ingresos: alto, medio alto, medio, medio bajo y bajo. (Ver Figura 11 y 12). El método consiste en la formación de estratos de manera que la varianza de las medias sea mínima en el interior del estrato y máxima entre cada uno de ellos, con el fin de formar estratos lo más homogéneos posibles.

Figura 12. Estratificación de las Áreas de Servicio 2013

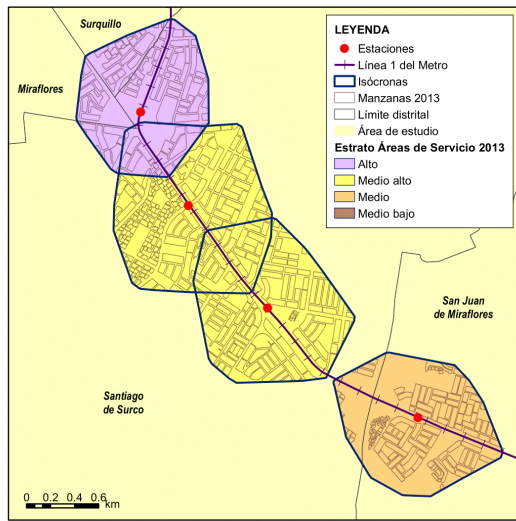
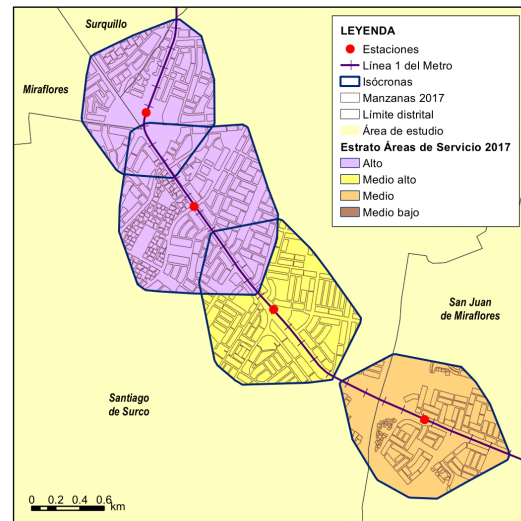


Figura 11. Estratificación de las Áreas de Servicio 2017



Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. El Índice de Gini y la curva de Lorenz.

Una vez obtenidos los ingresos per cápita medio de las Áreas de servicio de las estaciones de la Línea 1 del metro y de los distritos de la ciudad de Lima, se procedió a realizar el cálculo del índice de Gini y su representación gráfica utilizando la curva de Lorenz, con el fin comparar la evolución de la distribución (desigual o equitativa) de los ingresos per cápita entre los años 2013 y 2017.

Como es sabido, el índice de Gini es una medida estadística que nos permite analizar la relación de concentración entre dos variables. En esta investigación se han tomado en cuenta los porcentajes acumulados de la población con los porcentajes acumulados de los ingresos que esta población recibe. El valor que se obtiene como resultado se sitúa entre 0 y 1, en el que 0 representa la máxima igualdad, es decir, la situación en la que todas las personas perciben los mismos ingresos, y el 1 representa la máxima desigualdad, es decir, la situación en la que todos los ingresos se encuentran concentrados en una persona o en un grupo de personas. Para obtener el índice de Gini, se procedió a hallar los porcentajes acumulados, en donde P_i representa el porcentaje acumulado de la población y se calcula dividiendo la acumulación de la población (N_i) entre el total de la población existente, es decir, que forma parte del área de servicio. Mientras que, Q_i representa el porcentaje acumulado de los ingresos y se calcula dividiendo la acumulación del producto de los ingresos y la población (u_i) entre el sumatorio total de este producto (u_t). (Ver Anexo N°1,2,3,4)

$$P_i = \frac{N_i}{N} \cdot 100$$

$$Q_i = \frac{u_i}{u_t} \cdot 100$$

Finalmente, se divide la resta total de estos dos porcentajes acumulados calculados, entre el porcentaje acumulado de la población para así obtener el índice de Gini correspondiente para cada año (2013 y 2017).

$$I_G = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i)}{\sum_{i=1}^{r-1} p_i}$$

Asimismo, se realizó la curva de Lorenz, la cual, constituye una representación gráfica que, en este caso, nos permite mostrar la distribución de los ingresos de una población en un territorio. En ella se relacionan los porcentajes acumulados de la población en el eje x con los porcentajes acumulados de los ingresos que esta población recibe en el eje y. Estos porcentajes forman una curva, la cual, se compara con una línea diagonal que correspondería con la equidad absoluta. Esta línea representa la

situación hipotética en la que todas las personas obtuviesen exactamente los mismos ingresos, en otras palabras, cuanto más próxima se encuentre la curva de Lorenz de la diagonal, más equitativa será la distribución de los ingresos.

3.4.3. Valores corrientes y constantes de la renta per cápita

En los datos relativos a la renta media de la población se ha optado por mantener los valores monetarios corrientes de cada año (2013 y 2017), tal como los proporciona el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Esta opción se fundamenta sobre todo en la voluntad de comparar la evolución de los niveles de ingresos monetarios con la evolución de los estratos sociales definidos por las fuentes estadísticas oficiales. Dicha definición se basa en los ingresos monetarios corrientes en cada uno de los años tomados en consideración. Por ello, si se hubiera optado por expresar los ingresos medios per cápita en valores constantes (referidos por ejemplo al año 2013) se produciría una falta de correspondencia con la clasificación oficial de estratos sociales correspondientes al año 2017.

La opción elegida tiene la ventaja de permitir la comparación entre renta per cápita y estratos sociales, pero presenta el inconveniente de no tener en cuenta los efectos de la inflación anual acumulada en este período. Tal como puede verse en los datos que figuran en la Tabla X, ésta, sin ser galopante, conoció un destacado aumento acumulativo en el período 2013-2017. Por ello, al valorar los resultados que se ofrecen en el próximo apartado debe tenerse particularmente presente que la renta se expresa en los valores corrientes de cada año, de modo que al analizar su evolución debe descontarse el efecto de la inflación.

Tabla 1. Tasa interanual de inflación en el Perú (2013 - 2017)

| AÑO | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ÍNDICE | 113.002663 | 116.645938 | 121.775943 | 125.715251 | 127.431083 |
| PORCENTAJE | 2.86% | 3.22% | 4.40% | 3.23% | 1.36% |

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), Instituto de Estadística e Informática (INEI)

4. RESULTADOS

Definido el objeto de estudio, el marco teórico, las fuentes y la metodología de la investigación podemos pasar a continuación a presentar los resultados obtenidos. Estos se mostrarán divididos en los siguientes dos apartados, referentes, respectivamente, al nivel y a la distribución de los ingresos de la población residente en las áreas de servicio y su relación con el resto de la ciudad de Lima.

4.1. Relación de la Línea 1 del Metro con el nivel de los ingresos per cápita de las Áreas de servicio y su diferencia con el conjunto de la ciudad de Lima

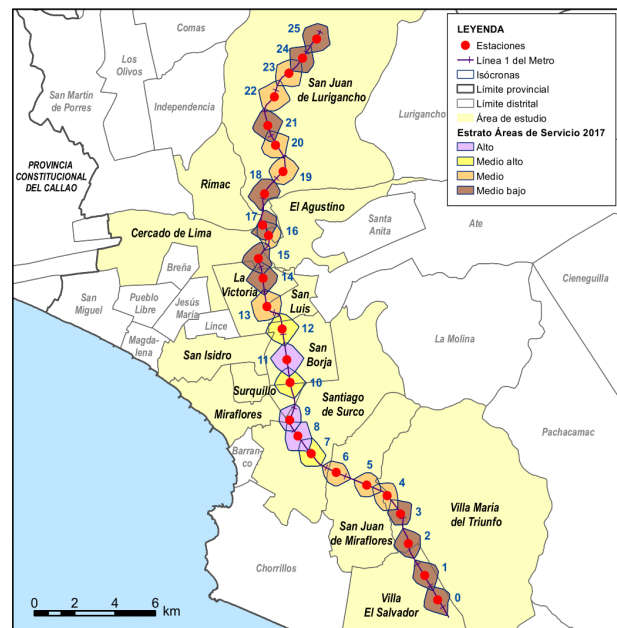
4.1.1. Composición de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio entre los años 2013 y 2017

Para empezar, se procedió a determinar el nivel de los ingresos per cápita de las Áreas de servicio a través de la escala temporal establecida. Para ello, en primer lugar, se calculó el valor que poseen estos ingresos de acuerdo con los últimos datos disponibles (2017). Se observa que las áreas de servicio de las estaciones Ayacucho, San Borja Sur y Cabitos son las que poseen los ingresos más altos (S/. 2412.46, S/. 2412.49 y S/. 2412.56 respectivamente) con una clasificación de nivel de estrato alto, ubicándose entre los distritos de San Borja, Surquillo, Miraflores y Santiago de Surco, al centro del recorrido de la Línea 1. En cambio, las áreas de servicio de las estaciones Villa El Salvador, Parque Industrial y Pumacahua son las que poseen los ingresos más bajos (S/. 865.39, S/. 872.83 y S/. 886.69 respectivamente) con una clasificación de nivel de estrato medio bajo, ubicándose entre los distritos de Villa María del Triunfo y Villa El Salvador, al sur del recorrido de la Línea 1.

Tabla 2. Ingreso Per Cápita Medio de las Áreas de Servicio 2017

| N° ISÓCRONA/ ÁREA DE SERVICIO | ESTACIÓN | INGRESO PER CÁPITA MEDIO (S/.) | NIVEL DE ESTRATO |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 0 | Villa El Salvador | 865.39 | Medio bajo |
| 1 | Parque Industrial | 872.83 | Medio bajo |
| 2 | Pumacahua | 886.69 | Medio bajo |
| 3 | Villa María | 1012.95 | Medio bajo |
| 4 | María Auxiliadora | 1081.42 | Medio |
| 5 | San Juan | 1192.86 | Medio |
| 6 | Atocongo | 1326.99 | Medio |
| 7 | Jorge Chávez | 2246.57 | Medio alto |
| 8 | Ayacucho | 2412.46 | Alto |
| 9 | Cabitos | 2412.56 | Alto |
| 10 | Angamos | 2412.21 | Medio alto |
| 11 | San Borja Sur | 2412.49 | Alto |
| 12 | La Cultura | 2051.83 | Medio alto |
| 13 | Arriola | 1275.76 | Medio |
| 14 | Gamarra | 1073.00 | Medio bajo |
| 15 | Grau | 1025.86 | Medio bajo |
| 16 | El Ángel | 1073.01 | Medio |
| 17 | Presbítero Maestro | 1017.30 | Medio bajo |
| 18 | Caja de Agua | 902.40 | Medio bajo |
| 19 | Pirámides del Sol | 1178.32 | Medio |
| 20 | Los Jardines | 1238.20 | Medio |
| 21 | Los Postos | 1059.81 | Medio bajo |
| 22 | San Carlos | 1073.05 | Medio |
| 23 | San Martín | 1122.10 | Medio |
| 24 | Santa Rosa | 972.54 | Medio bajo |
| 25 | Bayóvar | 992.54 | Medio bajo |

Figura 13. Nivel de Estratos de las Áreas de Servicio 2017



Fuente: Elaboración propia.

Coincidentemente, los distritos en donde se encuentran las áreas de servicio que poseen un nivel de estrato alto son considerados, asimismo, como aquellas áreas de la ciudad en las que residen personas con una capacidad adquisitiva alta, cuentan con una buena calidad de vida y con condiciones socio-económicas óptimas, según los principales índices e indicadores gubernamentales oficiales:

- Estos distritos presentan menor población con al menos una Necesidad Básica Insatisfecha - NBI⁷ (según el Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI), en comparación con los demás distritos en donde se encuentran el resto de áreas de servicio. Para el distrito de San Borja el 2.1% de su población tiene al menos una NBI, para el caso de Surquillo el 6.4%, para Miraflores el 1.2% y para Santiago de Surco, el 3.6%.
- Asimismo, poseen un menor rango de porcentaje de pobreza monetaria y, por ende, su ubicación se encuentra en los últimos puestos del listado de distritos más pobres a nivel distrital, según el Mapa de Pobreza Monetaria Provincial y Distrital 2018 (realizado por el INEI). Para el distrito de San Borja se tiene entre un 0.2 - 0.7% de pobreza monetaria ubicado en el puesto 41 de los 43 distritos que conforman la ciudad de Lima, Surquillo entre un 1.6 - 3.9% ocupando el puesto 33, Miraflores entre un 0 - 0.2% ocupando el puesto 42 y Santiago de Surco entre un 0.8 - 1.6% ocupando el puesto 36.
- Coincidentemente estos distritos son además los que cuentan con viviendas de mayor precio por metro cuadrado en la ciudad de Lima según el último estudio realizado por la Asociación de Empresas Inmobiliarias del Perú (ASEI), en el cual, registra que el precio promedio del metro cuadrado aumentó entre el 2022 y 2023. Los distritos de Miraflores, San Borja y Santiago de Surco se incrementó de S/. 8110 a S/. 8413, mientras que en Surquillo, de S/. 6706 a S/. 6741 en valores corrientes.

⁷ NBI es el índice que determina la pobreza a través de las Necesidades Básicas Insatisfechas. Según el INEI, se encuentra conformado por 4 criterios: vivienda, servicios sanitarios, educación básica e ingreso mínimo. Y, dentro de estos criterios, lo componen 5 tipos de carencias son: (1) viviendas con características físicas inadecuadas, (2) viviendas con hacinamiento, (3) viviendas sin servicios higiénicos, (4) hogares con niños que no asisten a la escuela y (5) hogares con alta dependencia económica.

Por otra parte, los distritos en donde se encuentran las áreas de servicio que tienen un nivel de estrato medio bajo, son considerados lugares donde existen mayores limitaciones para las personas que residen en ellos y poseen condiciones socio-económicas en las que la calidad de vida es inadecuada, teniendo los siguientes principales indicadores e índices que lo demuestran:

- Estos distritos presentan una mayor población con al menos una Necesidad Básica Insatisfecha - NBI, es decir, que se encuentran en situación de pobreza y, por lo tanto, no pueden cubrir sus necesidades básicas como alimentación, educación y vivienda en comparación con otros distritos. Para el distrito de Villa María del Triunfo el 21.9%, su población cuenta con al menos una NBI y para el caso de Villa El Salvador, el 15.5%.⁸
- Asimismo, poseen un mayor rango de porcentaje de pobreza monetaria, y por ende, se ubican entre los primeros puestos en el listado de distritos más pobres a nivel distrital, teniendo el distrito de Villa María del Triunfo entre un 13.7 - 20% de pobreza monetaria, ocupando el puesto 15 de los 43 distritos que conforman la ciudad de Lima, mientras que el distrito de Villa El Salvador entre un 16.6 - 23.7%, ocupando el puesto 5.
- Y, con respecto al precio de sus viviendas, según ASEI, no ha variado mucho entre el 2022 - 2023, pasando de S/. 5300 a S/. 5315 por metro cuadrado.

Tabla 3. Comparativa de índices de los distritos en donde se ubican las Áreas de Servicio

| Distritos en donde se ubican la Áreas de Servicio | Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) | | | Pobreza Monetaria | | Ubicación pobreza monetaria total |
|---|---|----------------------|-------|-------------------------------|----------|-----------------------------------|
| | Total Población censada | Con al menos una NBI | | Intervalo de confianza al 95% | | |
| | | Cifras absolutas | % | Inferior | Superior | |
| Lima | 261,864 | 27,841 | 10.60 | 6.4 | 9.5 | 27 |
| El Agustino | 196,285 | 28,610 | 14.60 | 11.8 | 21.6 | 16 |
| La Victoria | 169,717 | 25,961 | 15.30 | 8.9 | 13.2 | 23 |
| Miraflores | 97,322 | 1,191 | 1.20 | 0.0 | 0.2 | 42 |
| Rímac | 172,017 | 25,766 | 15.00 | 9.1 | 13.7 | 22 |
| San Borja | 111,015 | 2,337 | 2.10 | 0.2 | 0.7 | 41 |
| San Isidro | 59,872 | 639 | 1.10 | 0.0 | 0.1 | 43 |
| San Juan de Lurigancho | 1,012,181 | 196,652 | 19.40 | 15.4 | 20.0 | 12 |
| San Juan de Miraflores | 350,551 | 54,185 | 15.40 | 12.0 | 18.4 | 18 |
| San Luis | 51,017 | 4,798 | 9.40 | 3.1 | 7.9 | 30 |
| Santiago de Surco | 325,101 | 11,777 | 3.60 | 0.8 | 1.6 | 36 |
| Surquillo | 88,951 | 5,708 | 6.40 | 1.6 | 3.9 | 33 |
| Villa El Salvador | 389,331 | 60,499 | 15.50 | 16.6 | 23.7 | 5 |
| Villa María del Triunfo | 393,360 | 86,190 | 21.90 | 13.7 | 20.0 | 15 |

Fuente: Elaboración propia, Perú: Mapa de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) 1993, 2007 y 2017 – INEI y Mapa de Pobreza Monetaria Provincial y Distrital 2018 - INEI.

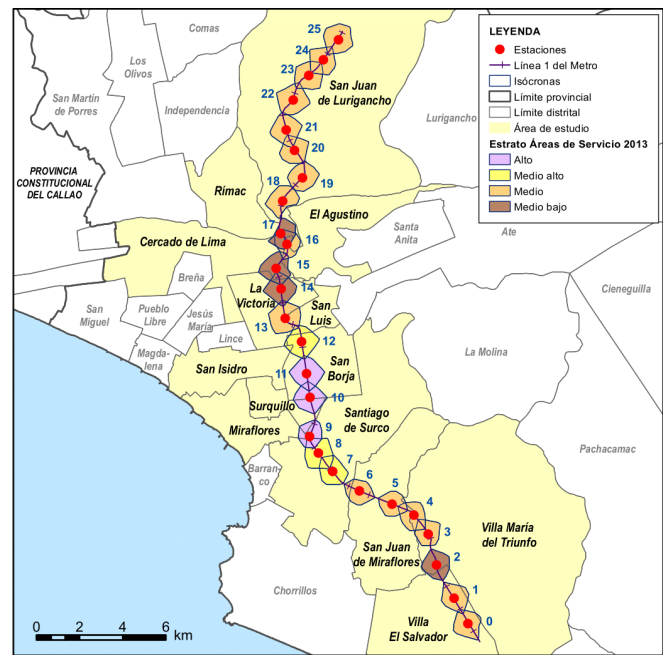
No obstante, al comparar los niveles actuales de ingresos de las Áreas de servicio con los ingresos per cápita medio obtenidos en el 2013 (año en el cual la Línea 1 del Metro aún no se encontraba operativa) se constatan ciertas particularidades. Por una parte, en el año 2013, los ingresos más altos se encontraban casi en las mismas áreas de servicio que en el año 2017, las cuales eran: San Borja Sur, Cabitos y Angamos, siendo esta última en la que se diferencia (S/. 2431.26, S/. 2230.89 y S/. 2201.64 respectivamente) con un nivel de estrato alto, ubicándose entre los distritos de San Borja, Surquillo, Miraflores y Santiago de Surco, en el centro del recorrido de la Línea 1. Sin embargo, los ingresos más bajos ya no se encuentran ubicados al sur del recorrido de la Línea 1 (como se observa actualmente), sino al norte, en las áreas de servicio de las estaciones Gamarra, Grau y Presbítero Maestro (con S/.737,88, S/. 818.47 y S/. 877.36 respectivamente) con un nivel de estrato medio bajo, ubicándose en los distritos de La Victoria, Cercado de Lima y el Agustino.

⁸ Dentro de los tres distritos que poseen mayor población con al menos un NBI también se encuentra San Juan de Lurigancho, sin embargo, a pesar de formar parte del área de estudio, las áreas de servicio de las estaciones que se encuentran en este distrito, no presentan ingresos per cápita considerablemente bajos como los distritos de Villa María del Triunfo y Villa El Salvador, considerando además que es uno de los distritos con mayor población de la ciudad de Lima: 1,13 millones de habitantes (de acuerdo a los datos oficiales del INEI).

Tabla 4. Ingreso Per Cápita Medio de las Áreas de Servicio 2013

| Nº ISÓCRONA/ ÁREA DE SERVICIO | ESTACIÓN | INGRESO PER CÁPITA MEDIO (S/.) | NIVEL DE ESTRATO |
|-------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 0 | Villa El Salvador | 909.49 | Medio |
| 1 | Parque Industrial | 916.15 | Medio |
| 2 | Pumacahua | 831.07 | Medio bajo |
| 3 | Villa María | 995.64 | Medio |
| 4 | María Auxiliadora | 1041.63 | Medio |
| 5 | San Juan | 1187.03 | Medio |
| 6 | Atocongo | 1250.15 | Medio |
| 7 | Jorge Chávez | 2029.22 | Medio alto |
| 8 | Ayacucho | 2186.81 | Medio alto |
| 9 | Cabitos | 2230.89 | Alto |
| 10 | Angamos | 2201.64 | Alto |
| 11 | San Borja Sur | 2431.26 | Alto |
| 12 | La Cultura | 2079.00 | Medio alto |
| 13 | Arriola | 1183.66 | Medio |
| 14 | Gamarra | 737.88 | Medio bajo |
| 15 | Grau | 818.47 | Medio bajo |
| 16 | El Ángel | 903.16 | Medio |
| 17 | Presbítero Maestro | 877.36 | Medio bajo |
| 18 | Caja de Agua | 1020.08 | Medio |
| 19 | Pirámides del Sol | 1145.38 | Medio |
| 20 | Los Jardines | 1101.85 | Medio |
| 21 | Los Postes | 931.35 | Medio |
| 22 | San Carlos | 994.73 | Medio |
| 23 | San Martín | 1002.05 | Medio |
| 24 | Santa Rosa | 931.10 | Medio |
| 25 | Bayóvar | 973.28 | Medio |

Figura 14. Nivel de Estratos de las Áreas de Servicio 2013



Fuente: Elaboración propia.

Además, a través de la comparación de la renta per cápita de los años 2013 y 2017 en valores corrientes, también se ha podido observar que las Áreas de servicio que tenían los ingresos más bajos durante el 2013 han logrado incrementar sus valores con la implementación de la Línea 1 del Metro, siendo actualmente dos de las que presentan mayor porcentaje de aumento: las Áreas de servicio de la estación Gamarra con un 45.42% y de la estación Grau con un 25.34%. (Ver tabla N°4). Asimismo, de las 26 Áreas de servicio que conforman la Línea 1 del Metro, 21 de ellas han aumentado el valor de su ingreso per cápita medio, mientras que 5 de ellas, han disminuido; teniendo el mayor porcentaje de disminución el área de servicio de la estación Caja de Agua, quien resalta con un 11.54%.

Tabla 5. Porcentajes de aumento o disminución de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio de las estaciones entre los años 2013 y 2017 en valores corrientes.

| Nº ISÓCRONA/ ÁREA DE SERVICIO | ESTACIÓN | 2013 | | 2017 | | PORCENTAJE DE AUMENTO/ DISMINUCIÓN (%) | |
|-------------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|--|-----------|
| | | NIVEL DE ESTRATO | INGRESO PER CÁPITA MEDIO (S/.) | NIVEL DE ESTRATO | INGRESO PER CÁPITA MEDIO (S/.) | | |
| 0 | Villa El Salvador | Medio | 909.49 | Medio bajo | 865.39 | 4.85% | Disminuye |
| 1 | Parque Industrial | Medio | 916.15 | Medio bajo | 872.83 | 4.73% | Disminuye |
| 2 | Pumacahua | Medio bajo | 831.07 | Medio bajo | 886.69 | 6.69% | Aumenta |
| 3 | Villa María | Medio | 995.64 | Medio bajo | 1012.95 | 1.74% | Aumenta |
| 4 | María Auxiliadora | Medio | 1041.63 | Medio | 1081.42 | 3.82% | Aumenta |
| 5 | San Juan | Medio | 1187.03 | Medio | 1192.86 | 0.49% | Aumenta |
| 6 | Atocongo | Medio | 1250.15 | Medio | 1326.99 | 6.15% | Aumenta |
| 7 | Jorge Chávez | Medio alto | 2029.22 | Medio alto | 2246.57 | 10.71% | Aumenta |
| 8 | Ayacucho | Medio alto | 2186.81 | Alto | 2412.46 | 10.32% | Aumenta |
| 9 | Cabitos | Alto | 2230.89 | Alto | 2412.56 | 8.14% | Aumenta |
| 10 | Angamos | Alto | 2201.64 | Medio alto | 2412.21 | 9.56% | Aumenta |
| 11 | San Borja Sur | Alto | 2431.26 | Alto | 2412.49 | 0.77% | Disminuye |
| 12 | La Cultura | Medio alto | 2079.00 | Medio alto | 2051.83 | 1.31% | Disminuye |
| 13 | Arriola | Medio | 1183.66 | Medio | 1275.76 | 7.78% | Aumenta |
| 14 | Gamarra | Medio bajo | 737.88 | Medio bajo | 1073.00 | 45.42% | Aumenta |
| 15 | Grau | Medio bajo | 818.47 | Medio bajo | 1025.86 | 25.34% | Aumenta |
| 16 | El Ángel | Medio | 903.16 | Medio | 1073.01 | 18.81% | Aumenta |

| | | | | | | | |
|----|--------------------|--------------|---------|-------------------|---------|--------|-----------|
| 17 | Presbítero Maestro | Medio bajo | 877.36 | Medio bajo | 1017.30 | 15.95% | Aumenta |
| 18 | Caja de Agua | Medio | 1020.08 | Medio bajo | 902.40 | 11.54% | Disminuye |
| 19 | Pirámides del Sol | Medio | 1145.38 | Medio | 1178.32 | 2.88% | Aumenta |
| 20 | Los Jardines | Medio | 1101.85 | Medio | 1238.20 | 12.37% | Aumenta |
| 21 | Los Postes | Medio | 931.35 | Medio bajo | 1059.81 | 13.79% | Aumenta |
| 22 | San Carlos | Medio | 994.73 | Medio | 1073.05 | 7.87% | Aumenta |
| 23 | San Martín | Medio | 1002.05 | Medio | 1122.10 | 11.98% | Aumenta |
| 24 | Santa Rosa | Medio | 931.10 | Medio bajo | 972.54 | 4.45% | Aumenta |
| 25 | Bayóvar | Medio | 973.28 | Medio bajo | 992.54 | 1.98% | Aumenta |

Fuente: Elaboración propia.

Esto nos indica que el 81% de las áreas de servicio han incrementado el nivel de su ingreso per cápita medio en valores corrientes, sin embargo, el 65% de ellas han mantenido el nivel de estrato social en el que se encuentran (17 áreas de servicio), el 31% ahora posee en un nivel de estrato más bajo (8 áreas de servicio) y el 4% subió de nivel de estrato (es decir, solo un área de servicio: la estación Ayacucho). Si bien, los ingresos aumentaron en términos corrientes, esto tuvo como consecuencia que también los intervalos aumentaran sus valores (mínimos y máximos) para considerar cada nivel de estrato social. En el 2013 el intervalo para considerar que cierta población tenía un nivel de estrato medio bajo los valores de su ingreso per cápita tenían que figurar entre S/.575.50 – S/.898.99, aumentando en el 2017 a S/.862.72 - S/.1073.00. Asimismo, para considerar a una población con el nivel de estrato más alto en el 2013, su ingreso per cápita tenía que figurar entre un intervalo de 2192.20 a más pasando al 2017 a un intervalo de 2412.45 a más y, de igual forma para cada uno de los niveles, como puede observarse en las tablas N°5 y N°6.

Tabla 6. Intervalos del ingreso per cápita para cada nivel de estrato 2013 en valores corrientes

| 2013 | NIVEL DE ESTRATO | INTERVALO DEL INGRESO PER CÁPITA (S/.) |
|------|------------------|--|
| | Alto | 2192.20 a más |
| | Medio alto | 1330.10 - 2192.19 |
| | Medio | 899.00 - 1330.09 |
| | Medio bajo | 575.70 - 898.99 |
| | Bajo | Menor de 575.69 |

Tabla 7. Intervalos del ingreso per cápita para cada nivel de estrato 2017 en valores corrientes

| 2017 | NIVEL DE ESTRATO | INTERVALO DEL INGRESO PER CÁPITA (S/.) |
|------|------------------|--|
| | Alto | 2412.45 a más |
| | Medio alto | 1449.72 - 2412.44 |
| | Medio | 1073.01 - 1449.71 |
| | Medio bajo | 862.72 - 1073.00 |
| | Bajo | 863.71 a menos |

Fuente: Planos Estratificados de Lima Metropolitana a Nivel de Manzanas 2016 y 2020 – Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.

4.1.2. Diferencia de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio con el conjunto de la ciudad de Lima.

Una vez se obtuvieron los valores de los ingresos per cápita correspondientes a cada una de las Áreas de Servicio, tanto para el año 2013 como para el 2017, a continuación, se procedió a analizar si la implementación de la Línea 1 del Metro fue acompañada en el resto de la ciudad de Lima de cambios en los niveles de renta media similares a los acontecidos en las Áreas de Servicio estudiadas. Para ello, en primer lugar, es necesario considerar la situación y características de ambas realidades, resaltando en primer lugar que las Áreas de servicio equivalen el 1.3% del territorio de la ciudad de Lima. Es necesario, asimismo, cuantificar el ingreso medio tanto de la totalidad la ciudad de Lima como de la totalidad de las Áreas de Servicio de las estaciones.

Tabla 8. Tabla de situación: Áreas de servicio y el conjunto de la ciudad de Lima

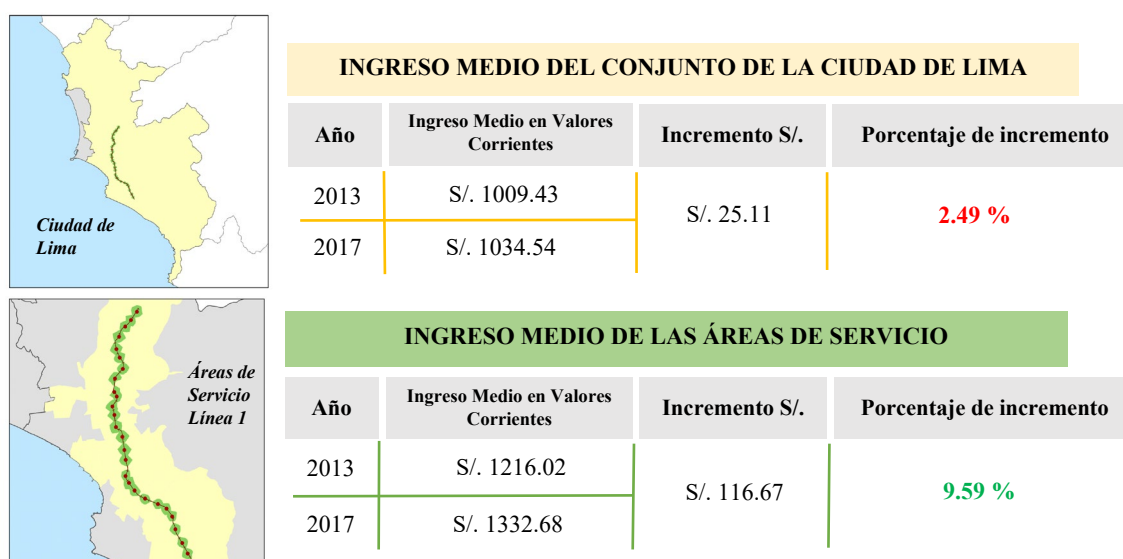
| | CONJUNTO DE LA CIUDAD DE LIMA | ÁREAS DE SERVICIO LÍNEA 1 DEL METRO |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| Población | 9 162 322 habitantes | 496 069 habitantes |
| Superficie Total | 2699.74 km ² | 36.08 km ² |
| | 43 distritos | 26 áreas de servicio (14 distritos de la ciudad de Lima) |

| | | | | |
|---|--------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------|
| Distritos/ Áreas De Servicio⁹ | Ancón | Pucusana | Villa El Salvador | Arriola |
| | Ate | Pueblo Libre | Parque Industrial | Gamarra |
| | Barranco | Puente Piedra | Pumacahua | Grau |
| | Breña | Punta Hermosa | Villa María | El Ángel |
| | Carabaylo | Punta Negra | María Auxiliadora | Presbítero Maestro |
| | Chaclacayo | Rímac | San Juan | Caja de Agua |
| | Chorrillos | San Bartolo | Atocongo | Pirámides del Sol |
| | Cieneguilla | San Borja | Jorge Chávez | Los Jardines |
| | Comas | San Isidro | Ayacucho | Los Postes |
| | El Agustino | San Juan de Lurigancho | Cabitos | San Carlos |
| | Independencia | San Juan de Miraflores | Angamos | San Martín |
| | Jesús María | San Luis | San Borja Sur | Santa Rosa |
| | La Molina | San Martín de Porres | La Cultura | Bayóvar |
| | La Victoria | San Miguel | | |
| | Lima | Santa Anita | | |
| | Lince | Santa María del Mar | | |
| | Los Olivos | Santa Rosa | | |
| | Lurigancho | Santiago de Surco | | |
| | Lurín | Surquillo | | |
| | Magdalena del Mar | Villa El Salvador | | |
| | Miraflores | Villa María del Triunfo | | |
| | Pachacamac | | | |
| Renta Media (Ingreso Per | 2013 | 2017 | 2013 | 2017 |
| Cápita Medio en valores | S/. 1009.43 | S/. 1034.54 | S/. 1216.02 | S/. 1332.68 |
| corrientes de cada año) | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

El ingreso per cápita medio en valores monetarios corrientes en el conjunto de la ciudad de Lima en el año 2013 (antes de la implementación total de la Línea 1 del Metro) era de S/. 1009.43, pasando al año 2017 (cuando este ya se encontraba operativo) a S/. 1034.54, es decir, logró incrementar su valor en S/. 25.11 como se puede observar en la Figura N°15. Al compararlo con el conjunto de los entornos de las estaciones, se obtuvo como resultado que este último conoció una evolución de su ingreso per cápita más positiva, ya que pasó de tener un ingreso medio de S/. 1216.02 en el 2013 a S/. 1332.68 en el 2017, incrementando su valor en términos monetarios corrientes en S/.116.67. Por lo tanto, durante el transcurso del periodo establecido, mientras que el área urbana de Lima aumentaba en apenas un 2.49% su ingreso medio, en las Áreas de servicio aumentaba a una mayor velocidad en un 9.59%.

Figura 15. Diferencia en la evolución del ingreso medio y el porcentaje de incremento entre las Áreas de servicio con el conjunto de la ciudad de Lima entre los años 2013 y 2017, en valores corrientes



Fuente: Elaboración propia.

⁹ Los distritos que se encuentran resaltados en negrita son aquellos en donde se encuentran ubicadas las 26 Áreas de Servicios correspondientes a la Línea 1 del Metro.

Por otra parte, en relación a la evolución de los estratos, el conjunto de las Áreas de Servicio ha mantenido un nivel Medio con la implementación de la Línea 1 del Metro, sin embargo, el conjunto de la ciudad de Lima paso de tener un nivel de estrato Medio a Medio bajo. Asimismo, para identificar cómo se manifiesta este comparativo entre las áreas mencionadas, se procedió a obtener los resultados de la siguiente manera.

- En primer lugar, se ha calculado la evolución de la renta media de los entornos (Áreas de servicio) de las estaciones de la Línea 1 del Metro comparadas con el resto de la ciudad de Lima pertenecientes a su mismo estrato (2013). Para ello, se agruparon tanto las Áreas de servicio y los distritos de la ciudad de Lima según el nivel de estrato al que pertenecían en el año 2013: bajo, medio bajo, medio, medio alto y alto. A continuación, se han comparado los porcentajes de incremento o decrecimiento de sus rentas media (ingresos per cápita medio) hasta el año 2017, expresada, como se ha indicado, en valores corrientes. Los resultados indican lo siguiente:
- De manera general, en todos los estratos, se ha producido un incremento en sus ingresos medios per cápita, a excepción de los distritos correspondientes al nivel de estrato Medio bajo de la ciudad de Lima.
- Además, se observa que el estrato que posee el mayor porcentaje de incremento de los ingresos per cápita medio correspondiente a las Áreas de servicio de las estaciones es el nivel Medio bajo con un 23.66%, sin embargo, en los distritos de la ciudad de Lima que poseen ese mismo nivel de estrato ocurre un decrecimiento del 1.41%.
- El estrato que presenta el mayor porcentaje de incremento de los ingresos medio per cápita correspondientes a los distritos del área urbana de Lima es el nivel Bajo, con un aumento del 39.14%, sin embargo, dicho distrito se encuentra alejado de la Línea 1 del Metro, ubicado al norte en la periferia de la ciudad.
- Con respecto a los niveles de estrato Medio, Medio Alto y Alto, han tenido menores porcentajes de incremento de sus ingresos medios per cápita, siendo en las Áreas de servicio de las estaciones un 4.35%, 6.52% y 4.75% respectivamente, y en los distritos de la ciudad de Lima un 4.58%, 0.82% y 11.38%, respectivamente.

Tabla 9. Evolución de la renta media per cápita en valores corrientes de las Áreas de servicio de las estaciones de la Línea 1 del Metro comparadas con el resto de la ciudad de Lima pertenecientes a su mismo estrato (2013)

| NIVEL DE ESTRATO | ESTACIONES POR ESTRATOS DE RENTA | % DE INCREMENTO O DECREMENTO DE LA RENTA MEDIA DE LAS ÁREAS DE SERVICIO DE LAS ESTACIONES AGRUPADOS POR ESTRATOS (2013) EN EL PERIODO 2013-2017 | DISTRITOS POR ESTRATOS DE RENTA | % DE INCREMENTO O DECREMENTO DE LA RENTA MEDIA DE LOS DISTRITOS DEL CONJUNTO DE LA CIUDAD DE LIMA PERTENECIENTES A CADA ESTRATO (2013) EN EL PERIODO 2013-2017 |
|-------------------|--|---|---|--|
| Bajo | - | - | Ancón | 39.14% |
| Medio Bajo | Pumacahua Gamarra Grau Presbítero Maestro | 23.66% | Ate Carabaylo Cieneguilla Comas El Agustino Independencia Lurigancho Lurín Pachacamac Pucusana Puente Piedra Rímac San Juan de Lurigancho San Juan de Miraflores San Martín de Porres Santa Rosa Villa El Salvador Villa María del Triunfo | 1.41% |

| | | | | |
|-------------------|---|-------|--|--------|
| <i>Medio</i> | Villa El Salvador Parque Industrial Villa María María Auxiliadora San Juan Atocongo Arriola El Ángel Caja de Agua Pirámides del Sol Los Jardines Los Postes San Carlos San Martín Santa Rosa Bayóvar | 4.35% | <i>Lima</i> Breña Chaclacayo Chorrillos <i>La Victoria</i> Los Olivos <i>San Luis</i> Santa Anita | 4.58% |
| <i>Medio Alto</i> | Jorge Chávez Ayacucho La Cultura | 6.52% | Barranco Jesús María La Molina Lince Magdalena del Mar Pueblo Libre Punta Hermosa Punta Negra San Bartolo San Miguel Santa María del Mar <i>Santiago de Surco</i> <i>Surquillo</i> | 0.82% |
| <i>Alto</i> | Cabitos Angamos San Borja Sur | 4.75% | <i>Miraflores</i> <i>San Borja</i> <i>San Isidro</i> | 11.38% |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se ha analizado *la evolución de los niveles de estratos de las Áreas de servicio de las estaciones de la Línea 1 del Metro comparadas con sus respectivos entornos distritales* (correspondientes al conjunto de la ciudad). Para ello, se ha identificado cuáles son los distritos en donde se ubican cada una de estas áreas y su nivel de estrato. Con ello se han obtenido los resultados siguientes:

- Como se mencionó en el apartado 4.1.1., de las 26 Áreas de Servicios que conforman la Línea 1 del Metro, 17 han mantenido su nivel de estrato durante los años 2013-2017 (65%), 8 han cambiado a un nivel de estrato más bajo (31%) y solo 1 ha cambiado a un nivel de estrato más alto (4%). Sin embargo, en los distritos en donde se encuentran ubicadas las áreas de servicio, es decir, el entorno distrital que les corresponden, solo 9 de ellas han logrado mantener el nivel de estrato (35%), 17 han cambiado a un nivel de estrato más bajo (65%) y ninguna ha aumentado su nivel de estrato. Es decir, mientras que gran parte de las Áreas de Servicio se ha logrado mantener su nivel de estrato social con la implementación del Metro, en los entornos distritales ha ocurrido el efecto contrario pasando a un nivel más bajo.
- Asimismo, otra particularidad que se observa es que ninguna de las Áreas de Servicio posee el nivel de estrato social Bajo, a diferencia de los entornos distritales que sí poseen ese nivel para el año 2017. Coincidentemente, estos entornos se concentran al sur del trazado de la Línea 1 como los distritos de Villa El Salvador y Villa María del Triunfo, como en el norte en el distrito de San Juan de Lurigancho.

Tabla 10. Comparativa general de los cambios en los niveles de estratos en las Áreas de servicio y el conjunto de la ciudad de Lima entre los años 2013 y 2017

| ÁREAS DE SERVICIO | | | CONJUNTO DE LA CIUDAD DE LIMA | | |
|-------------------|----|-----|-------------------------------|----|-----|
| <i>Mantienen</i> | 17 | 65% | Mantienen | 9 | 35% |
| Más bajo | 8 | 31% | <i>Más bajo</i> | 17 | 65% |
| Más alto | 1 | 4% | Más alto | 0 | 0% |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Evolución de los niveles de estratos de las Áreas de servicio de las estaciones de la Línea 1 del Metro comparadas con sus respectivos entornos distritales

| N° ÁREA DE SERVICIO | ESTACIÓN | 2013 | | 2017 | | DISTRITOS DONDE SE ENCUENTRAN UBICADOS | 2013 | | 2017 | |
|---------------------|--------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|--|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|
| | | INGRESO MEDIO (S/.) | ESTRATO DEL ÁREA DE SERVICIO | INGRESO MEDIO (S/.) | ESTRATO DEL ÁREA DE SERVICIO | | INGRESO MEDIO (S/.) | ESTRATO DEL ENTORNO DISTRITAL | INGRESO MEDIO (S/.) | ESTRATO DEL ENTORNO DISTRITAL |
| 0 | Villa El Salvador | 909.49 | Medio | 865.39 | Medio bajo | Villa El Salvador Villa María del Triunfo | 748.14 | Medio Bajo | 815.69 | Bajo |
| 1 | Parque Industrial | 916.15 | Medio | 872.83 | Medio bajo | Villa El Salvador Villa María del Triunfo | 748.14 | Medio Bajo | 815.69 | Bajo |
| 2 | Pumacahua | 831.07 | Medio bajo | 886.69 | Medio bajo | Villa El Salvador Villa María del Triunfo | 748.14 | Medio Bajo | 815.69 | Bajo |
| 3 | Villa María | 995.64 | Medio | 1012.95 | Medio bajo | Villa María del Triunfo | 721.77 | Medio bajo | 753.69 | Bajo |
| 4 | María Auxiliadora | 1041.63 | Medio | 1081.42 | Medio | Villa María del Triunfo San Juan de Miraflores | 768.55 | Medio Bajo | 836.69 | Bajo |
| 5 | San Juan | 1187.03 | Medio | 1192.86 | Medio | Villa María del Triunfo San Juan de Miraflores | 768.55 | Medio Bajo | 836.69 | Bajo |
| 6 | Atocongo | 1250.15 | Medio | 1326.99 | Medio | San Juan de Miraflores Santiago de Surco | 1348.40 | Medio Alto | 1439.50 | Medio |
| 7 | Jorge Chávez | 2029.22 | Medio alto | 2246.57 | Medio alto | Santiago de Surco | 1979.63 | Medio Alto | 1984.61 | Medio Alto |
| 8 | Ayacucho | 2186.81 | Medio alto | 2412.46 | Alto | Santiago de Surco | 1979.63 | Medio Alto | 1984.61 | Medio Alto |
| 9 | Cabitos | 2230.89 | Alto | 2412.56 | Alto | Miraflores Surquillo Santiago de Surco | 2089.66 | Medio Alto | 2205.24 | Medio Alto |
| 10 | Angamos | 2201.64 | Alto | 2412.21 | Medio alto | Surquillo San Borja Santiago de Surco | 2027.01 | Medio Alto | 2117.11 | Medio Alto |
| 11 | San Borja Sur | 2431.26 | Alto | 2412.49 | Alto | San Borja | 2422.26 | Alto | 2669.60 | Alto |
| 12 | La Cultura | 2079.00 | Medio alto | 2051.83 | Medio alto | San Borja San Isidro La Victoria San Luis | 1706.05 | Medio Alto | 2082.64 | Medio Alto |
| 13 | Arriola | 1183.66 | Medio | 1275.76 | Medio | La Victoria San Luis | 1047.78 | Medio | 1208.31 | Medio |
| 14 | Gamarra | 737.88 | Medio bajo | 1073.00 | Medio bajo | La Victoria Cercado de Lima | 1127.82 | Medio | 1162.27 | Medio |
| 15 | Grau | 818.47 | Medio bajo | 1025.86 | Medio bajo | La Victoria Cercado de Lima El Agustino | 1030.16 | Medio | 1086.40 | Medio |
| 16 | El Ángel | 903.16 | Medio | 1073.01 | Medio | Cercado de Lima El Agustino | 1032.62 | Medio | 1050.98 | Medio Bajo |
| 17 | Presbítero Maestro | 877.36 | Medio bajo | 1017.30 | Medio bajo | Cercado de Lima El Agustino Rímac | 987.45 | Medio | 1031.96 | Medio Bajo |
| 18 | Caja de Agua | 1020.08 | Medio | 902.40 | Medio bajo | San Juan de Lurigancho | 663.33 | Medio Bajo | 402.57 | Bajo |
| 19 | Pirámides del Sol | 1145.38 | Medio | 1178.32 | Medio | San Juan de Lurigancho | 663.33 | Medio Bajo | 402.57 | Bajo |
| 20 | Los Jardines | 1101.85 | Medio | 1238.20 | Medio | San Juan de Lurigancho | 663.33 | Medio Bajo | 402.57 | Bajo |
| 21 | Los Postes | 931.35 | Medio | 1059.81 | Medio bajo | San Juan de Lurigancho | 663.33 | Medio Bajo | 402.57 | Bajo |
| 22 | San Carlos | 994.73 | Medio | 1073.05 | Medio | San Juan de Lurigancho | 663.33 | Medio Bajo | 402.57 | Bajo |
| 23 | San Martín | 1002.05 | Medio | 1122.10 | Medio | San Juan de Lurigancho | 663.33 | Medio Bajo | 402.57 | Bajo |

| | | | | | | | | | | |
|----|-------------------|--------|--------------|--------|-------------------|------------------------|--------|-------------------|--------|-------------|
| 24 | Santa Rosa | 931.10 | Medio | 972.54 | Medio bajo | San Juan de Lurigancho | 663.33 | Medio Bajo | 402.57 | Bajo |
| 25 | Bayóvar | 973.28 | Medio | 992.54 | Medio bajo | San Juan de Lurigancho | 663.33 | Medio Bajo | 402.57 | Bajo |

Fuente: Elaboración propia.

4.2. *Impacto de la Línea 1 del Metro en la distribución de los ingresos per cápita de las Áreas de servicio y su diferencia con el conjunto de la ciudad de Lima.*

Estudiado el nivel de renta de los entornos de las estaciones, podemos pasar a analizar los efectos de su evolución por lo que a las desigualdades se refiere. Para ello, en esta segunda parte se analiza la distribución territorial de la renta media que poseen los entornos de las estaciones con la implementación de la Línea 1 del Metro, con el fin de comprobar si en dicho ámbito servido se ha acercado a la desigualdad o, por el contrario, a la equidad.

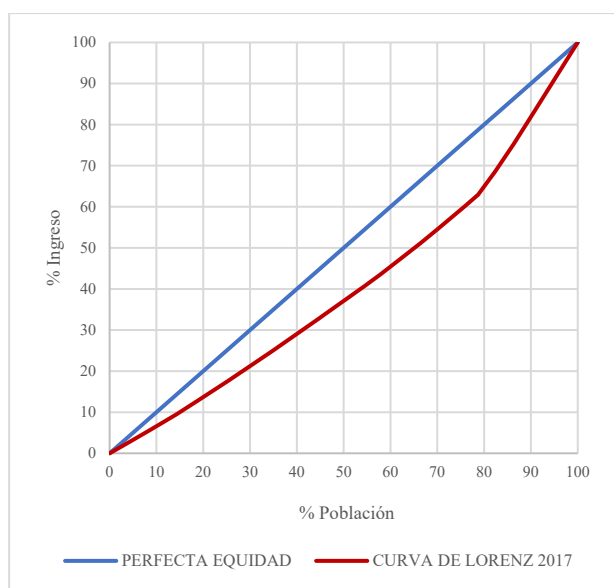
4.2.1. Distribución de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio entre los años 2013 y 2017

Para ello, se obtuvo en primera instancia, el índice Gini de la distribución de la renta per cápita de los Áreas de Servicio correspondiente al año 2017. El valor obtenido es de 0.1926, más cercano por tanto a 0 que a 1. Asimismo, se puede observar de manera gráfica mediante su respectiva curva de Lorenz, en el cual, indica que el 50% de población tiene el 37.10% de los ingresos que existen en las áreas de servicio (Ver gráfico N°1).

Por otra parte, el valor del índice de Gini para el año 2013 es de 0.1909 y, su curva de Lorenz respectiva, nos indica que el 50% de la población para dicho año tiene el 37.31% de los ingresos existentes en las áreas de servicio (Ver gráfico N°2).

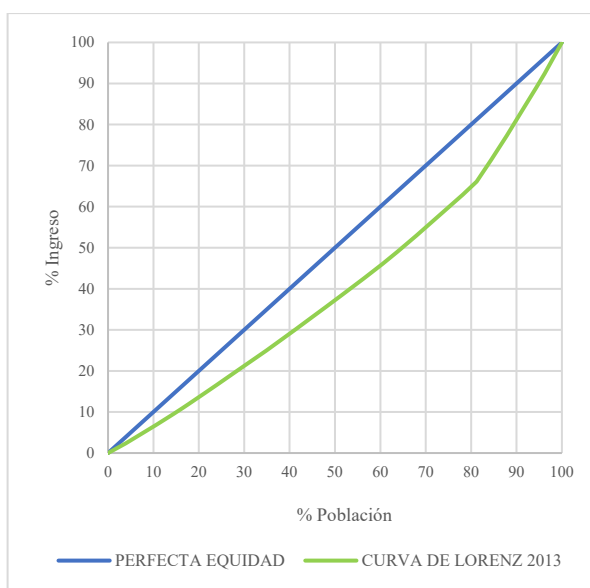
La diferencia entre ambos índices de Gini para los años 2013 - 2017 posterior a la implementación de la Línea 1 del Metro, es pequeño ya que el índice crece ligeramente hasta un 0.0017, lo cual, representa un aumento mínimo de la desigualdad en el territorio directamente servido por la Línea 1.

Gráfico 1. Curva de Lorenz de las Áreas de servicio 2017



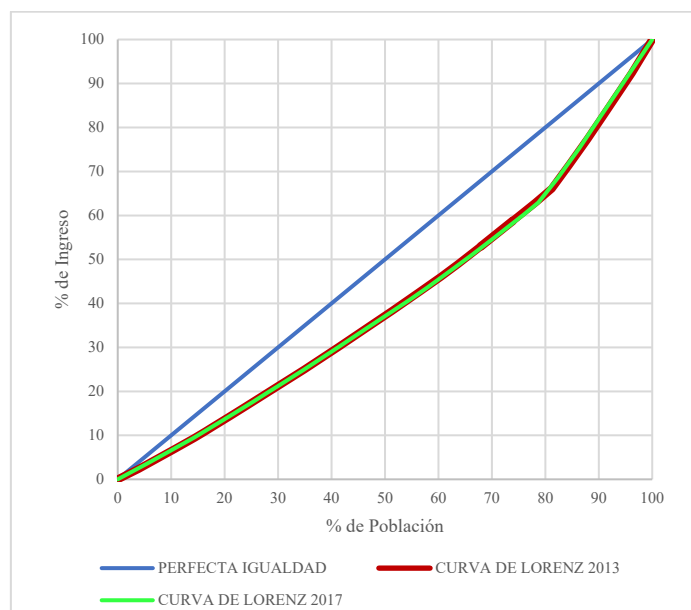
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Curva de Lorenz de las Áreas de servicio 2013



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. Comparativo de las curvas de Lorenz de las Áreas de servicio entre los años 2013-2017



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Diferencia de la distribución de los ingresos per cápita de las Áreas de Servicio con el conjunto de la ciudad de Lima.

Resulta particularmente interesante contrastar esta evolución de la distribución de los ingresos per cápita en los entornos con las estaciones, con el conjunto de la ciudad de Lima. Para ello, se calcularon los respectivos índices de Gini y curva de Lorenz de los años 2013 y 2017 de la ciudad de Lima para poder compararlos con los resultados de las Áreas de servicio comentados en el apartado anterior. Con esa finalidad, en primer lugar, se cuantificaron los ingresos per cápita medio de cada uno los distritos de la ciudad de Lima para ambos años y su población correspondiente según los censos nacionales, encuestas y empadronamientos que fueron utilizados como fuentes de información.

Al comparar los índices de Gini, se observa que en el conjunto de la ciudad de Lima pasa de un 0.1975 en el año 2013 a un 0.2424 en el año 2017, es decir, presenta un incremento de 0.0449, el cual, resulta ser notablemente mayor al valor registrado en las Áreas de Servicio. (Ver tabla N°11).

Tabla 12. Evolución del índice de Gini de las Áreas de servicio con el conjunto de la ciudad de Lima.

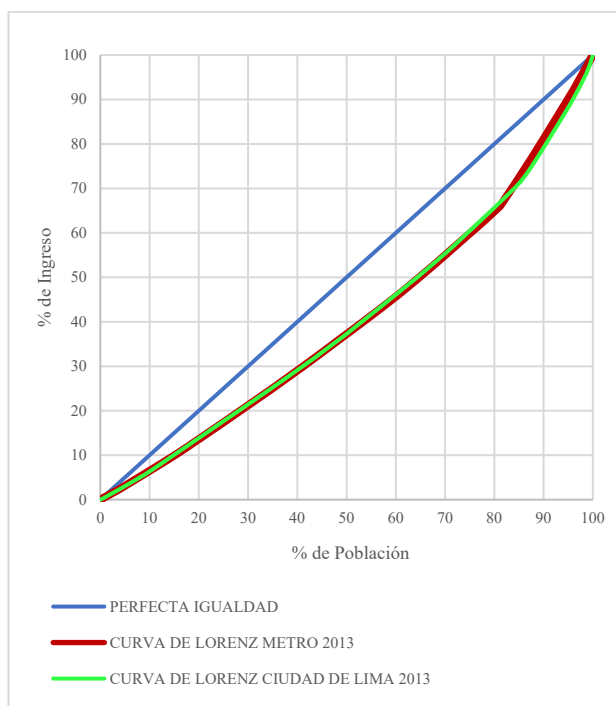
| CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GINI | ÁREAS DE SERVICIO DE LA LÍNEA 1 | INCREMENTO DEL ÍNDICE DE GINI | CONJUNTO DE LA CIUDAD DE LIMA | INCREMENTO DEL ÍNDICE DE GINI |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2013 | 0.1909 | 0.0017 | 0.1911 | 0.0513 |
| 2017 | 0.1926 | | 0.2424 | |

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la comparación de las curvas de Lorenz muestra que en el año 2013 antes de la implementación completa de la Línea 1, la curva de las Áreas de servicio y la del conjunto de Lima se encontraban cercanas y equidistantes. Mientras que el 50% de población tenía el 37.31% de los ingresos en las Áreas de servicio, el 50% de la población tenía el 37.58% de los ingresos en la ciudad de Lima.

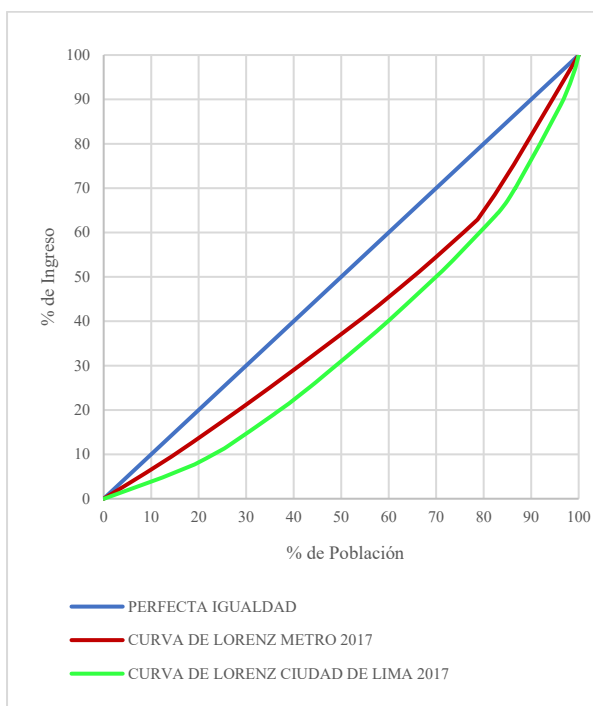
Sin embargo, en el año 2017, posterior a la implementación del metro, la curva de los entornos de las estaciones y la del conjunto de Lima empiezan a separarse: mientras que el 50% de la población tiene el 37.10% de los ingresos en las Áreas de servicio, el 50% de la población tiene el 31.39% de los ingresos que existen en la ciudad de Lima.

Gráfico 4. Comparativo de la curva de Lorenz de las Áreas de servicio del Metro con la ciudad de Lima 2013



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Comparativo de la curva de Lorenz de las Áreas de servicio del Metro con la ciudad de Lima 2017



Fuente: Elaboración propia.

Podemos concluir pues que mientras que entre las Áreas de Servicio de las estaciones de la Línea 1 las desigualdades en la distribución de la renta per cápita se mantuvieron en términos generales estables entre 2013 y 2017, en este mismo período las desigualdades se incrementaron de manera destacada en el conjunto de la ciudad de Lima.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Finalizamos aquí la presentación de los resultados de nuestra investigación. A la hora de valorarlos debe tenerse en cuenta, en primer lugar, que, el periodo de tiempo considerado en nuestro trabajo para analizar el impacto de la implementación de la Línea 1 es relativamente corto: 4 años (desde el 2013 al 2017). Como se ha explicado, esta limitación se deriva de la falta de actualización constante de los datos necesarios por parte de las instituciones gubernamentales respectivas. Por ejemplo, en el caso de la población, el último censo nacional fue realizado en el año 2017, es decir hace más de cinco años, en los cuales, la información demográfica definitivamente ha cambiado. En relación a los ingresos per cápita, la última información actualizada proviene de los Planos Estratificados de Lima Metropolitana a Nivel de Manzanas, documento que publicado en el año 2020 pero que fue elaborado con información del Censo de Población y Vivienda 2017 y de la Encuesta Nacional de Hogares 2017-2018. En relación a los planos de zonificación de los distritos correspondientes al área de estudio son actualizados periódicamente por cada municipalidad distrital y entregados al Instituto Metropolitano de Planificación (IMP) como ente rector. Por lo tanto, el año 2017 equivaldría como la referencia a la última actualización de la información utilizada para desarrollar los objetivos planteados.

Otro punto a considerar es como un posible sesgo en los cálculos realizados es la escala geográfica, debido a que cada fuente de información dispone de un nivel de escala en el cual se basa. Por ejemplo, los censos son realizados a diferentes niveles de escala, desde el nivel departamental (como el Censo del 2017), hasta el nivel distrital (como el Empadronamiento distrital del año 2012-2013), obteniéndose datos referidos a la población y la vivienda. En cambio, las encuestas especializadas que presentan datos referidos a los ingresos, debido al propio diseño de encuesta por muestreo, son

estimados con un nivel de representatividad por departamento más no en niveles menores como provincias o distritos. Ambas escalas son consideradas dentro de la elaboración de los Planos Estratificados de Lima Metropolitana según el ingreso per cápita, fuente que ha sido considerada para el desarrollo de esta investigación, la cual, presenta sus resultados a nivel de manzanas, de la misma forma que los planos de zonificación de los distritos de Lima Metropolitana.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que en la comparación de los niveles de ingresos medios per cápita, la utilización de valores corrientes y no constantes no permite considerar los efectos de la inflación sobre los ingresos reales de las personas. Como se ha explicado, se ha optado por utilizar valores corrientes para no perder la comparabilidad con los estratos sociales definidos por la estadística oficial. Sin embargo, en la lectura de los datos sobre la evolución de la renta per cápita debe tenerse siempre en mente que, en ellos, debería descontarse el efecto de la inflación acaecida en el período estudiado.

Efectuadas estas prevenciones, nuestro estudio muestra la posibilidad y la utilidad de identificar la evolución de la composición y distribución territorial de la renta media (los ingresos per cápita) tras la implementación de un sistema de transporte público masivo ferroviario. A nuestro entender, este análisis resulta necesario para conocer los impactos producidos las infraestructuras ferroviarias en la población que reside alrededor de las estaciones. Se trata de una información particularmente relevante para los grupos que perciben rentas bajas, tal y como lo mencionan Cebollada y Avellaneda.

En concreto, los principales resultados obtenidos en nuestra investigación pueden resumirse en las tres proposiciones siguientes:

La implementación de la Línea 1 se ha correspondido con una evolución positiva de la renta media de la población que reside en los entornos de las estaciones del Metro. Así lo muestran los datos relativos al periodo comprendido entre los años 2013- 2017. En este lapso, se produjo, en primer lugar, el incremento de los ingresos per cápita medio de 21 Áreas de servicio, representando el 81% de una totalidad de 26 Áreas de servicio que conforman la Línea 1. En segundo lugar, se ha verificado el incremento del ingreso per cápita medio del conjunto de las Áreas de servicio, pasando de S/. 1216.02 en el año 2013 a S/.1332.68 en el año 2017, aumentando su valor, en términos monetarios corrientes, en S/116.67, es decir, aquellos que tenían los ingresos per cápita más bajos en el año 2013 (S/.737.88 y S/. 818.47, respectivamente), fueron los que conocieron mayores porcentajes de aumento para el año 2017 (S/1073.00 y S/.1025.86, respectivamente).

El nivel de estratos sociales de En términos generales, el conjunto de los entornos de las estaciones conserva como estrato social el nivel Medio y, de manera más detallada, del total de 26 Áreas de servicio, 17 de ellas, es decir el 65%, han logrado mantener su nivel de estrato correspondiente. A su vez, el crecimiento de la desigualdad fue prácticamente inapreciable, un 0.0017, en valores de Índice de Gini, pasando de un 0.1909 en el año 2013 a un 0.1926 en el año 2017. Esta evolución positiva tanto de los ingresos como de los niveles de estratos sociales indica la mejora de las condiciones de vida en los entornos de las estaciones, así como una cierta tendencia a mantener la cohesión entre ellos.

Por último, se ha mostrado como la evolución positiva del entorno de las estaciones de la Línea 1 difiere de la evolución general de la ciudad de Lima. Mientras la desigualdad prácticamente no crecía en el entorno de las estaciones, en el conjunto de la ciudad incrementa un 0.0513, según los índices de Gini calculados, pasando de un 0.1911 en el año 2013 a un 0.2424 en el año 2017. Además, los ingresos per cápita medio han tenido un porcentaje de incremento considerablemente bajo (2.49%) en comparación con las Áreas de servicio de las estaciones. Con respecto al estrato social, se observa también una diferencia, pues, mientras el entorno de las estaciones se mantiene en su conjunto en un nivel Medio, el conjunto de la ciudad de Lima desciende entre 2013 y 2017 del nivel de estrato Medio al Medio-Bajo.

Los resultados obtenidos vienen pues a confirmar nuestras hipótesis de partida. Así, se ha demostrado, en primer lugar, que la implantación de la Línea 1 se ha correspondido con una evolución positiva sobre la renta media de la población residente en los entornos de las estaciones del Metro en el periodo estudiado. En segundo lugar, se ha mostrado como la presencia de la Línea de Metro se ha visto acompañada de la tendencia al mantenimiento de la cohesión entre las áreas directamente servidas por la misma, puesto que las desigualdades no se incrementan en este ámbito. Finalmente, se ha demostrado cómo la evolución del entorno de las estaciones de la Línea 1 ha tendido a diferenciarse durante el período estudiado de la evolución general de la ciudad de Lima, donde las desigualdades se incrementan en este mismo periodo.

Los resultados obtenidos señalan pues la relevancia de la relación entre la implantación del transporte público masivo y la distribución territorial de la renta, así como las potencialidades del ferrocarril metropolitano a la hora de promover una mayor cohesión y equidad en la ciudad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Angarita-Zapata, J. S., Andrade Sosa, H. H., & Masegosa, A. D. (2020). White-box flight simulator built with system dynamics to support urban transportation decision-making and address induced travel demand. *Scientia et Technica*, 25(3), 438-447. doi:10.22517/23447214.23381
- Bellet, C., Alonso, P., & Casellas, A. (2008). *Los efectos socioeconómicos y territoriales del tren de alta velocidad en Segovia*. Caja Segovia: Obra Social y Cultura.
- Breitenberger, C. (2020). *Infraestructuras ferroviarias, inequidad y paisajes urbanos: la implementación de la red de trenes de cercanías de Santiago y su incidencia en los ámbitos de la inequidad urbana y la segregación social*. [Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica de Chile]. Santiago de Chile: Repositorio de Pontificia Universidad Católica de Chile. Obtenido de <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/48101>
- Calonge Reillo, F. (2018). Condiciones para el uso de la infraestructura de transporte masivo. La Línea 3 del tren ligero en el área metropolitana de Guadalajara, México. *ACE: Architecture, City and Environment*, 12(36), 141-160. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2117/114752>
- Cebollada, À., & Avellaneda, P. G. (2008). Equidad social en movilidad: reflexiones en torno a los casos de Barcelona y Lima. *Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales.*, XII(270).
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3), 199-219.
- Cervero, R., Guerra, E., & Al, S. (2017). *Beyond Mobility: Planning Cities for People and Places*. Washington, DC: Island Press.
- Coutras, J. (1993). La mobilité des femmes au quotidien. Un enjeu des rapports sociaux des sexes ? En À. Cebollada, & P. G. Avellaneda, *Equidad social en movilidad: Reflexiones en torno a los casos de Barcelona y Lima*. (Vol. XII). Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales.
- De la Barrera, L., López, B., Reátegui, L., Romero, L., & Vargas, J. (2019). *Movilidad urbana en Lima y Callao caso de estudio: La autoridad de transporte urbano para Lima y Callao - ATU*. [Tesis de maestría. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Lima: Repositorio Académico UPC. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/631318>

- Delclòs-Alió, X., & Miralles-Guasch, C. (2018). Looking at Barcelona through Jane Jacob's eyes: Mapping the basic conditions for urban vitality in a Mediterranean conurbation. *Land Use Policy: The International Journal Covering All Aspects of Land Use.*, 75, 505-517.
- Hymel, K. M., Small, K., & Dender, K. V. (2010). Induced demand and rebound effects in road transport. *Transportation Research Part B Methodological*, 1220-1241. doi:10.1016/j.trb.2010.02.007
- Jacobs, J. (2011). *Muerte y vida de las grandes ciudades (Versión traducida)*. (Z. Muxí, B. Valdivia, M. Delgado, Edits., Á. Abad, & A. Useros, Trads.) Capitán Swing Libros, S.L. Colección entre Líneas.
- Kahatt, S. (2020). Los retos urbanos en Lima. Movilidad y espacios públicos contra la desigualdad. *Arquitectos*, 27(35), 37-48.
- Kohon, J. (2011). *Más y mejores trenes. Cambiando la matriz de transporte en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo - BID: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15104/mas-y-mejores-trenes-cambiando-la-matriz-de-transporte-en-america-latina-y-el>
- León, J. (2020). *EL metro más 'lento' de América Latina*. Recuperado el 25 de abril de 2023, de Diario El Comercio: <https://especiales.elcomercio.pe/?q=especiales/el-metro-interminable-ecpm/index.html>
- Litman, T. (2004). Generated Traffic and Induced Travel: Implications for Transport Planning. *Institute of Transportation Engineers Journal*, 71, 38-47.
- Milam, R. T., Birnbaum, M., Ganson, C., Handy, S., & Walters, J. (2017). Closing the Induced Vehicle Travel Gap Between Research Practice. *Transportation Research Record Journal of the Transportation*, 2653(1), 10-16. doi:10.3141/2653-02
- Miralles-Guasch, C. (2002). *Ciudad y transporte. El binomio imperfecto*. Barcelona: Ariel Geografía.
- Nel·lo Colom, O. (2018). Hacer ciudad metropolitana: segregación residencial y políticas urbanas en el ámbito metropolitano de Barcelona. *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*, L(198), 697-715.
- Newman, P. (2005). Transit oriented development: An Australian overview. *Transit Oriented Development: Making it Happen*, 1, 1-15.
- Newman, P. (2009). Planning for Transit Oriented Development: Strategic Principles. En A. Farnham, C. Curtis, J. Renne, & L. Bertolini (Eds.), *Transit Oriented Development: Making it Happen*. (págs. 13-22). Routledge.
- Nigro, A., Bertolini, L., & Moccia, F. (2019). Land use and public transport integration in small cities and towns: Assessment methodology and application. *Journal of Transport Geography*, 74, 110-124.
- Otárola Grasso, R. (2020). *Movilidad sostenible y cohesión social: un estudio de la accesibilidad en Lima Metropolitana [Tesis de maestría. Universitat Politècnica de Catalunya Barcelonatech]*. Barcelona: UPCommons. Portal de acceso abierto al conocimiento de la UPC. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/334994>
- Poole Fuller, E. (2021). Políticas de reorganización del transporte público en el área metropolitana de Lima durante la pandemia del covid-19. *Estado & comunes: Revista de políticas y problemas públicos*, 2(13), 17-37.

Saus, M. (2012). Decadencia de la infraestructura ferroviaria y efectos en la estructura urbana (Santa Fe, Argentina). *GeoGraphos: Revista Digital para Estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales*, 3(26). doi:10.14198/GEOGRA2012.3.26

Vecchio, G. (2021). Estaciones como nodos y lugares: El potencial del tren para el desarrollo urbano orientado al transporte en Santiago, Chile. *Urbano (Concepción)*, 24(43), 84-95.

Vickerman, R. (2015). High-speed rail and regional development: the case of intermediate stations. *Journal of Transport Geography*, 45, 157-165. doi:10.1016/j.jtrangeo.2014.06.008.

7. ANEXOS

7.1. Cálculo del índice de Gini 2013 - Áreas de servicio

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GINI 2013 - ÁREAS DE SERVICIO

| | x_i | n_i | N_i | p_i | $x_i \cdot n_i$ | u_i | $Q_i = \frac{u_i}{u_r} \cdot 100$ | |
|--------------------|----------------------------------|-------------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|---|--|---------------|
| ESTACIONES | Ingreso Per Capita Medio (w) | Población (n) | Frecuencia acumulada de población (n) | % acumulado de población [p_i] | Ingreso por población ($w \cdot n$) | Frecuencia acumulada de ingreso por población | % acumulado de ingreso por población [q_i] | $[p_i - q_i]$ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gamarra | 737.88 | 16071 | 16071 | 3.914410701 | 11858553.83 | 11858553.83 | 2.375263563 | 1.54 |
| Grau | 818.47 | 27149 | 43220 | 10.52694713 | 22220414.81 | 34078968.65 | 6.826003711 | 3.70 |
| Pumacahua | 831.07 | 15739 | 58959 | 14.3604143 | 13080031.73 | 47159000.38 | 9.445928805 | 4.91 |
| Presbítero Maestro | 877.36 | 8264 | 67223 | 16.37334741 | 7250812.544 | 54409812.92 | 10.89826364 | 5.48 |
| El Ángel | 903.16 | 5576 | 72800 | 17.73159783 | 5036486.398 | 59446299.32 | 11.90706984 | 5.82 |
| Villa El Salvador | 909.49 | 13022 | 85821 | 20.90327084 | 11843113.84 | 71289413.16 | 14.27924078 | 6.62 |
| Parque Industrial | 916.15 | 12395 | 98217 | 23.92238005 | 11356003.9 | 82645417.06 | 16.55384379 | 7.37 |
| Santa Rosa | 931.10 | 18940 | 117156 | 28.53547205 | 17634682.12 | 100280099.2 | 20.08606353 | 8.45 |
| Los Postes | 931.35 | 26175 | 143331 | 34.91073649 | 24377689.08 | 124657788.3 | 24.96890484 | 9.94 |
| Bayovar | 973.28 | 26328 | 169659 | 41.32337097 | 25624463.76 | 150282252 | 30.10147462 | 11.22 |
| San Carlos | 994.73 | 16282 | 185941 | 45.28919241 | 16196404.38 | 166478656.4 | 33.34560791 | 11.94 |
| Villa María | 995.64 | 10902 | 196843 | 47.94446528 | 10854020.68 | 177332677.1 | 35.51966388 | 12.42 |
| San Martín | 1002.05 | 13822 | 210665 | 51.31112735 | 13850676.42 | 191183353.5 | 38.2939488 | 13.02 |
| Caja de Agua | 1020.08 | 20635 | 231300 | 56.3371837 | 21049442.65 | 212232796.1 | 42.51014369 | 13.83 |
| María Auxiliadora | 1041.63 | 16872 | 248172 | 60.44657773 | 17574092.16 | 229806888.3 | 46.03022728 | 14.42 |
| Los Jardines | 1101.85 | 13400 | 261572 | 63.71041973 | 14765008.96 | 244571897.3 | 48.98765264 | 14.72 |
| Pirámides del Sol | 1145.38 | 17403 | 278975 | 67.94931287 | 19933473.4 | 264505370.7 | 52.98031934 | 14.97 |
| Arriola | 1183.66 | 24428 | 303404 | 73.89928509 | 28914909.05 | 293420279.7 | 58.77196399 | 15.13 |
| San Juan | 1187.03 | 17392 | 320796 | 78.13534285 | 20644460.61 | 314064740.3 | 62.90704115 | 15.23 |
| Atocongo | 1250.15 | 12671 | 333467 | 81.22160663 | 15840726.38 | 329905466.7 | 66.07993227 | 15.14 |
| Jorge Chávez | 2029.22 | 13137 | 346604 | 84.42139426 | 26658234.54 | 356563701.2 | 71.41956592 | 13.00 |
| La Cultura | 2079.00 | 14193 | 360797 | 87.87828353 | 29506677.19 | 386070378.4 | 77.3297415 | 10.55 |
| Ayacucho | 2186.81 | 12363 | 373159 | 90.88943179 | 27034896.65 | 413105275.1 | 82.74482042 | 8.14 |
| Angamos | 2201.64 | 14273 | 387433 | 94.36592709 | 31424475.57 | 444529750.6 | 89.03913023 | 5.33 |
| Cabitos | 2230.89 | 7567 | 395000 | 96.20908004 | 16881850.76 | 461411601.4 | 92.42055815 | 3.79 |
| San Borja Sur | 2431.26 | 15564 | 410564 | 100 | 37840524.57 | 499252126 | 100 | 0 |
| Total | | 410564.07 | | 1292.51 | 499252125.98 | | | 246.69 |

$$N = \sum_{i=1}^n n_i$$

$$P_i = \frac{N_i}{N} \cdot 100$$

$$u_r = \sum_{i=1}^n x_i \cdot n_i$$

$$\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i) = 2.4669$$

$$\sum_{i=1}^{r-1} (p_i) = 12.9251$$

Cálculo del Índice de Gini: $I_G = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i)}{\sum_{i=1}^{r-1} p_i} = \frac{2.4669}{12.9251} = 0.1909$

7.2. Cálculo del índice de Gini 2017 - Áreas de servicio.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GINI 2017 - ÁREAS DE SERVICIO

| | x_i | n_i | N_i | p_i | $x_i \cdot n_i$ | u_i | $Q_i = \frac{u_i}{N} \cdot 100$ | |
|--------------------|------------------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|---|---------|
| ESTACIONES | Ingreso Per Capita Medio (w) | Población (n) | Frecuencia acumulada de población (n) | % acumulado de población [pi] | Ingreso por población (w*n) | Frecuencia acumulada de ingreso por población | % acumulado de ingreso por población [qi] | [pi-qi] |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Villa El Salvador | 865.39 | 14132 | 14132 | 2.848811218 | 12229717.79 | 12229717.79 | 1.849897983 | 1.00 |
| Parque Industrial | 872.83 | 11963 | 26095 | 5.260436127 | 10442000.6 | 22671718.39 | 3.429381351 | 1.83 |
| Pumacahua | 886.69 | 17903 | 43998 | 8.86935108 | 15874105.42 | 38545823.8 | 5.830538606 | 3.04 |
| Caja de Agua | 902.40 | 27020 | 71018 | 14.316246 | 24383270.82 | 62929094.62 | 9.518813699 | 4.80 |
| Santa Rosa | 972.54 | 21997 | 93015 | 18.75050893 | 21393035.97 | 84322130.59 | 12.75477832 | 6.00 |
| Bayovar | 992.54 | 32466 | 125482 | 25.29518995 | 32224094.09 | 116546224.7 | 17.62907613 | 7.67 |
| Villa María | 1012.95 | 13601 | 139083 | 28.03699341 | 13777309.44 | 130323534.1 | 19.71306674 | 8.32 |
| Presbitero Maestro | 1017.30 | 9344 | 148427 | 29.92060956 | 9505725.645 | 139829259.8 | 21.15092679 | 8.77 |
| Grau | 1025.86 | 24155 | 172582 | 34.78988095 | 24779601.7 | 164608861.5 | 24.89915189 | 9.89 |
| Los Postes | 1059.81 | 31304 | 203886 | 41.10035151 | 33176508.92 | 197785370.4 | 29.91751438 | 11.18 |
| Gamarra | 1073.00 | 17891 | 221777 | 44.70682501 | 19196616.36 | 216981986.8 | 32.82124302 | 11.89 |
| El Ángel | 1073.01 | 6714 | 228491 | 46.06026785 | 7204202.444 | 224186189.2 | 33.91096887 | 12.15 |
| San Carlos | 1073.05 | 21510 | 250000 | 50.39628303 | 23080942 | 247267131.2 | 37.40225042 | 12.99 |
| María Auxiliadora | 1081.42 | 20593 | 270593 | 54.54747203 | 22269496.85 | 269536628 | 40.77079073 | 13.78 |
| San Martín | 1122.10 | 16511 | 287105 | 57.8759378 | 18527621.98 | 288064250 | 43.57332559 | 14.30 |
| Pirámides del Sol | 1178.32 | 22908 | 310013 | 62.49393969 | 26993544.64 | 315057794.7 | 47.65643729 | 14.84 |
| San Juan | 1192.86 | 19495 | 329508 | 66.42387029 | 23254956.68 | 338312751.3 | 51.17404074 | 15.25 |
| Los Jardines | 1238.20 | 17988 | 347496 | 70.04994363 | 22272532.94 | 360585284.3 | 54.54304029 | 15.51 |
| Arriola | 1275.76 | 28636 | 376132 | 75.8225899 | 36533134.64 | 397118418.9 | 60.06913446 | 15.75 |
| Atocongo | 1326.99 | 14301 | 390434 | 78.70550675 | 18977620.02 | 416096038.9 | 62.93973716 | 15.77 |
| La Cultura | 2051.83 | 18060 | 408493 | 82.34607088 | 37055415.52 | 453151454.5 | 68.54483285 | 13.80 |
| Jorge Chávez | 2246.57 | 20004 | 428497 | 86.37853849 | 44940002.25 | 498091456.7 | 75.34257103 | 11.04 |
| Angamos | 2412.21 | 20446 | 448943 | 90.50010872 | 49319602.84 | 547411059.5 | 82.80277865 | 7.70 |
| Ayacucho | 2412.46 | 16677 | 465620 | 93.86195268 | 40232770.28 | 587643829.8 | 88.88848904 | 4.97 |
| San Borja Sur | 2412.49 | 19518 | 485139 | 97.79658117 | 47088053.09 | 634731882.9 | 96.01114681 | 1.79 |
| Cabitos | 2412.56 | 10930 | 496069 | 100 | 26370399.5 | 661102282.4 | 100 | 0 |
| Total | | 496069 | | 1267.15 | 661102282.41 | | | 244.01 |

$$N = \sum_{i=1}^r n_i$$

$$P_i = \frac{N_i}{N} \cdot 100$$

$$u_i = \sum_{i=1}^r x_i \cdot n_i$$

$$\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i) = 2.4401$$

$$\sum_{i=1}^{r-1} p_i = 12.6715$$

Cálculo del Índice de Gini: $I_G = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i)}{\sum_{i=1}^{r-1} p_i} = \frac{2.4401}{12.6715} = 0.1926$

7.3. Cálculo del índice de Gini 2013 - Conjunto de la ciudad de Lima

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GINI 2013 - CONJUNTO DE LA CIUDAD DE LIMA

| | x_i | n_i | N_i | p_i | $x_i \cdot n_i$ | u_i | $Q_i = \frac{u_i}{N} \cdot 100$ | |
|-------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---|--|---------------|
| DISTRITOS | Ingreso Per Capita Medio (w) | Población (n) | Frecuencia acumulada de población (n) | % acumulado de población [p_i] | Ingreso por población ($w \cdot n$) | Frecuencia acumulada de ingreso por población | % acumulado de ingreso por población [q_i] | $ p_i - q_i $ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ancón | 548.35 | 40078 | 40078 | 0.60925669 | 21977170.73 | 21977170.73 | 0.3137831 | 0.30 |
| Carabaylo | 657.84 | 228029 | 268107 | 4.075659022 | 150005389.9 | 171982560.6 | 2.45551266 | 1.62 |
| Puente Piedra | 674.27 | 66730 | 334837 | 5.090056862 | 44993865.03 | 216976425.7 | 3.097920848 | 1.99 |
| Pachacamac | 681.60 | 217748 | 552585 | 8.400179124 | 148417648.4 | 365394074.1 | 5.216981137 | 3.38 |
| Cieneguilla | 683.32 | 21182 | 573766 | 8.722174284 | 14473849.18 | 379867923.3 | 5.423634183 | 3.30 |
| San Juan de Lurigancho | 741.28 | 7696 | 581463 | 8.839171379 | 5705126.918 | 385573050.2 | 5.505090182 | 3.33 |
| Santa Rosa | 750.18 | 17651 | 599113 | 9.107491223 | 13241199.33 | 398814250.1 | 5.694143851 | 3.41 |
| Villa María del Triunfo | 782.09 | 151327 | 750441 | 11.40731137 | 118351906.2 | 517166156.3 | 7.383394972 | 4.02 |
| Ate | 801.14 | 341961 | 1092402 | 16.60627337 | 273959277 | 791125433.3 | 11.29543897 | 5.31 |
| Comas | 802.22 | 53905 | 1152307 | 17.51692465 | 48056797.67 | 839182231 | 11.98157874 | 5.54 |
| Villa El Salvador | 805.11 | 794481 | 1946787 | 29.59431614 | 639648036.4 | 1478830267 | 21.142713 | 8.48 |
| El Agustino | 810.76 | 337107 | 2283894 | 34.71888447 | 273313422.8 | 1752143690 | 25.01655399 | 9.70 |
| Independencia | 826.59 | 416919 | 2700813 | 41.05672906 | 344619241.3 | 2096762931 | 29.93691863 | 11.12 |
| Lurín | 843.01 | 155885 | 2856698 | 43.42642724 | 131419003.1 | 2228174835 | 31.81317626 | 11.61 |
| Pucucana | 885.49 | 423247 | 3279944 | 49.86045972 | 374782394.7 | 2602957229 | 37.16420087 | 12.70 |
| Lurigancho | 931.04 | 166868 | 3446812 | 52.39711617 | 155359720 | 2758316349 | 39.38237786 | 13.01 |
| San Juan de Miraflores | 936.13 | 288397 | 3735208 | 56.78121431 | 269977169.7 | 3028294119 | 43.23702659 | 13.54 |
| San Martín de Porres | 947.62 | 480547 | 4215756 | 64.08630659 | 455376132.6 | 3483670252 | 49.73874313 | 14.35 |
| Rímac | 1004.18 | 151606 | 4367362 | 66.39096315 | 152239399.7 | 3635909651 | 51.91236917 | 14.48 |
| Santa Anita | 1014.45 | 150181 | 4517542 | 68.67395667 | 152350902.9 | 3788260554 | 54.08758722 | 14.59 |
| La Victoria | 1015.26 | 156635 | 4674238 | 71.05597944 | 159086010.6 | 3947346585 | 56.35896702 | 14.70 |
| Chorrillos | 1033.44 | 34104 | 4708342 | 71.57441685 | 35244433.18 | 3982590398 | 56.8621759 | 14.71 |
| Los Olivos | 1110.36 | 269317 | 4977659 | 75.66846763 | 299037581.4 | 4281628579 | 61.13174 | 14.54 |
| San Luis | 1115.56 | 264455 | 5242113 | 79.68860661 | 295014503.2 | 4576643082 | 65.34386386 | 14.34 |
| Chaclacayo | 1120.12 | 45176 | 5287290 | 80.37535904 | 50603025.94 | 4627246108 | 66.06635788 | 14.31 |
| Lima | 1139.82 | 243643 | 5530933 | 84.0791294 | 277709853.8 | 4904955962 | 70.03141142 | 14.05 |
| Breña | 1160.39 | 5132 | 5536065 | 84.15715035 | 5955605.959 | 4910911568 | 70.11644368 | 14.04 |
| Punta Negra | 1166.54 | 5171 | 5541237 | 84.23576475 | 6032709.963 | 4916944278 | 70.20257681 | 14.03 |
| San Bartolo | 1258.50 | 70974 | 5612210 | 85.31468041 | 89320584.11 | 5006264862 | 71.47786789 | 13.84 |
| Surquillo | 1283.22 | 890 | 5613100 | 85.32820679 | 114805.69 | 5007406668 | 71.49417023 | 13.83 |
| Santa María del Mar | 1453.07 | 4775 | 5617875 | 85.40079919 | 6938843.781 | 5014345512 | 71.59324085 | 13.81 |
| Barranco | 1582.59 | 66548 | 5684424 | 86.41243983 | 105318447.4 | 5119663959 | 73.09694436 | 13.32 |
| Punta Hermosa | 1643.60 | 30043 | 5714466 | 86.86913776 | 49378169.2 | 5169042128 | 73.80195026 | 13.07 |
| Lince | 1730.15 | 50541 | 5765007 | 87.63744107 | 87443311.4 | 5256485440 | 75.05043823 | 12.59 |
| San Miguel | 1837.75 | 122409 | 5887417 | 89.49825914 | 224957252.4 | 5481442692 | 78.26230668 | 11.24 |
| Pueblo Libre | 1906.52 | 239941 | 6127357 | 93.14574479 | 457452572.6 | 5938895265 | 84.79367009 | 8.35 |
| Santiago de Surco | 1943.22 | 65697 | 6193054 | 94.14444552 | 127663859 | 6066559124 | 86.61641433 | 7.53 |
| Magdalena del Mar | 1981.89 | 48158 | 6241212 | 94.87852142 | 95443155.1 | 6162002279 | 87.9712155 | 6.90 |
| Jesús María | 1998.46 | 63171 | 6304383 | 95.83661987 | 126244496.5 | 6288246775 | 89.78160058 | 6.06 |
| La Molina | 2165.38 | 105013 | 6409396 | 97.43319485 | 227394191.4 | 6515640967 | 93.02826299 | 4.40 |
| San Borja | 2418.99 | 82736 | 6492132 | 98.69091595 | 200137165.2 | 6715778132 | 95.8857582 | 2.81 |
| Miraflores | 2965.00 | 56293 | 6548425 | 99.54665579 | 166907664.5 | 6882685796 | 98.2688131 | 1.28 |
| San Isidro | 4065.82 | 23822 | 6578247 | 100 | 121251240.6 | 7003937037 | 100 | 0.00 |
| Total | | 6578247 | | 2508.33 | 7003937036.98 | | | 399.32 |

$$N = \sum_{i=1}^n n_i$$

$$P_i = \frac{N_i}{N} \cdot 100$$

$$u_i = \sum_{j=1}^i x_j \cdot n_j$$

$$\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i) = 5.039$$

$$\sum_{i=1}^{r-1} (p_i) = 26.3683$$

Cálculo del Índice de Gini: $I_G = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i)}{\sum_{i=1}^{r-1} p_i} = \frac{5.0390}{26.3683} = \mathbf{0.1911}$

7.4. Cálculo del índice de Gini 2017 - Conjunto de la ciudad de Lima

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE GINI 2017 - CONJUNTO DE LA CIUDAD DE LIMA

| | x_i | n_i | N_i | p_i | $x_i \cdot n_i$ | u_i | $Q_i = \frac{u_i}{N} \cdot 100$ | |
|-------------------------|------------------------------------|---------------------|---|------------------------------------|---|---|--|---------------|
| DISTRITOS | Ingreso Per Capita Medio (x_i) | Población (n_i) | Frecuencia acumulada de población (N_i) | % acumulado de población [p_i] | Ingreso por población ($x_i \cdot n_i$) | Frecuencia acumulada de ingreso por población | % acumulado de ingreso por población [q_i] | $ p_i - q_i $ |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pucusana | 272.3797363 | 15125 | 15125 | 0.165078241 | 4119743.512 | 4119743.512 | 0.043462926 | 0.12 |
| San Juan de Lurigancho | 402.573327 | 1114319 | 1129444 | 12.32704385 | 448595107.2 | 452714850.7 | 4.776101213 | 7.55 |
| Ate | 446.5758908 | 624172 | 1753616 | 19.13942776 | 278740166.9 | 731455017.6 | 7.716785061 | 11.42 |
| Independencia | 573.4540347 | 219163 | 1972779 | 21.53143057 | 125679906.6 | 857134924.2 | 9.042698843 | 12.49 |
| Puente Piedra | 612.161682 | 354351 | 2327130 | 25.39891089 | 216919922.1 | 1074054846 | 11.3318263 | 14.07 |
| Ancón | 738.2136752 | 67232 | 2394362 | 26.13269868 | 49631581.81 | 1123686428 | 11.85479139 | 14.28 |
| Villa María del Triunfo | 753.6913739 | 424064 | 2818426 | 30.76104507 | 319613378.8 | 1443239807 | 15.22668397 | 15.53 |
| Pachacamac | 761.0526723 | 121982 | 2940408 | 32.09238881 | 92834727.07 | 1536134534 | 16.20608204 | 15.89 |
| Carabayllo | 777.2571392 | 350989 | 3291397 | 35.92317537 | 272808706 | 1808943240 | 19.08418951 | 16.84 |
| Santa Rosa | 777.3091035 | 29271 | 3320668 | 36.24264679 | 22752614.77 | 1831695855 | 19.32422756 | 16.92 |
| Lurigancho | 788.022339 | 256294 | 3576962 | 39.03990713 | 201965397.4 | 2033661252 | 21.45494445 | 17.58 |
| Villa El Salvador | 879.1894279 | 414000 | 3990962 | 43.55841238 | 363984423.1 | 2397645675 | 25.29494758 | 18.26 |
| Lurín | 880.061801 | 97503 | 4088465 | 44.62258585 | 85808665.48 | 2483454341 | 26.20022134 | 18.42 |
| Punta Hermosa | 899.2013149 | 16797 | 4105262 | 44.80591274 | 15103884.79 | 2498558226 | 26.35956597 | 18.45 |
| El Agustino | 921.0920504 | 212165 | 4317427 | 47.12153753 | 195423494.9 | 2693981720 | 28.42126637 | 18.70 |
| San Juan de Miraflores | 924.4453038 | 401098 | 4718525 | 51.49922694 | 370793162.4 | 3064774883 | 32.3331011 | 19.17 |
| Comas | 938.0617799 | 553537 | 5272062 | 57.54067582 | 519251903.5 | 3584026786 | 37.8116227 | 19.73 |
| Cieneguilla | 953.9209151 | 35884 | 5307946 | 57.93232327 | 34230498.12 | 3618257284 | 38.17229097 | 19.76 |
| Rímac | 980.3993815 | 179011 | 5486957 | 59.88609656 | 175502273.7 | 3793759558 | 40.02382427 | 19.86 |
| Chorrillos | 1015.287222 | 339701 | 5826658 | 63.5366291 | 344894084.4 | 4138653643 | 43.66242603 | 19.93 |
| San Martín de Porres | 1032.643628 | 704999 | 6531657 | 71.28822803 | 728012725.2 | 4866666368 | 51.34289522 | 19.95 |
| Santa Anita | 1104.91818 | 213072 | 6744729 | 73.61375206 | 235427126.5 | 5102093494 | 53.82663036 | 19.79 |
| Lima | 1151.863898 | 273142 | 7017871 | 76.59489592 | 314622408.7 | 5416715903 | 57.14586865 | 19.45 |
| Los Olivos | 1155.379501 | 343878 | 7361749 | 80.34807115 | 397309532.1 | 5814025495 | 61.33744934 | 19.01 |
| San Bartolo | 1164.039916 | 8005 | 7369754 | 80.43543984 | 9318139.531 | 5823343635 | 61.43575488 | 19.00 |
| La Victoria | 1177.305059 | 189083 | 7558837 | 82.49914159 | 222608372.5 | 6045952007 | 63.78425331 | 18.71 |
| Chaclacayo | 1236.186739 | 43400 | 7602237 | 82.97282065 | 536850504.47 | 6099602512 | 64.35026134 | 18.62 |
| Punta Negra | 1288.629529 | 7506 | 7609743 | 83.05474311 | 9672453.242 | 6109274965 | 64.45230486 | 18.60 |
| San Luis | 1314.083405 | 55418 | 7665161 | 83.65958979 | 72823874.15 | 6182098839 | 65.22059022 | 18.44 |
| Breña | 1446.281114 | 90414 | 7755575 | 84.64639204 | 130764060.7 | 6312862900 | 66.60013937 | 18.05 |
| Barranco | 1558.871927 | 35379 | 7790954 | 85.03252778 | 55151329.92 | 6368014230 | 67.18198098 | 17.85 |
| Lince | 1736.859108 | 58460 | 7849414 | 85.67057585 | 101536783.4 | 6469551013 | 68.25318497 | 17.42 |
| Pueblo Libre | 1842.936034 | 89199 | 7938613 | 86.64411707 | 164388051.3 | 6633939064 | 69.98746422 | 16.66 |
| Santa María del Mar | 1895.423704 | 1049 | 7939662 | 86.85556613 | 1988299.465 | 6635927364 | 70.0084406 | 16.65 |
| Surquillo | 1942.256797 | 97652 | 8037314 | 87.72136583 | 189665260.7 | 6825592624 | 72.00939215 | 15.71 |
| Santiago de Surco | 1984.608687 | 378978 | 8416292 | 91.85763172 | 752123030.9 | 7577715655 | 79.9442229 | 11.91 |
| Jesús María | 2075.611212 | 77955 | 8494247 | 92.70845316 | 161804272 | 7739519927 | 81.65124351 | 11.06 |
| San Miguel | 2091.206461 | 162589 | 8656836 | 94.48299241 | 340007167.3 | 8079527095 | 85.23828874 | 9.24 |
| La Molina | 2100.841117 | 153614 | 8810450 | 96.15957614 | 322718607.3 | 8402245702 | 88.6429412 | 7.52 |
| Magdalena del Mar | 2212.02 | 61656 | 8872106 | 96.832506 | 136384305.1 | 8538630007 | 90.08178343 | 6.75 |
| San Borja | 2669.59988 | 121793 | 8993899 | 98.16178694 | 325138578.2 | 8863788585 | 93.51196637 | 4.65 |
| Miraflores | 3265.42 | 103090 | 9096989 | 99.28693984 | 336632147.8 | 9200400733 | 97.06340544 | 2.22 |
| San Isidro | 4260.52 | 65333 | 9162322 | 100 | 278352553.2 | 9478753286 | 100 | 0.00 |
| Total | | 9162322.00 | | 2649.64 | 9478753286.25 | | | 642.23 |

$$N = \sum_{i=1}^r n_i$$

$$p_i = \frac{N_i}{N} \cdot 100$$

$$u_i = \sum_{j=1}^i x_j \cdot n_j$$

$$\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i) = 6.4223$$

$$\sum_{i=1}^{r-1} (p_i) = 26.4964$$

Cálculo del Índice de Gini: $I_G = \frac{\sum_{i=1}^{r-1} (p_i - q_i)}{\sum_{i=1}^{r-1} p_i} = \frac{6.4223}{26.4964} = 0.2424$