



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA HUMANA

“Situación de tuberculosis en Lima Metropolitana en las estaciones de los sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea 1) durante el 2018”

Tesis para optar el título profesional de:  
MÉDICO CIRUJANO

Presentado por:

Dahaira Vidalia Anaya Olivera (0000-0002-0282-9408)  
Stephany Gisell Bruiget Rebaza (0000-0002-7389-1858)

Asesor:

José Wagner López Revilla (0000-0003-0614-7284)

Lima – Perú

2021

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 28 de enero de 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Akram Abdul Hernández Vásquez	<input type="checkbox"/>
Miembro: Méd. Juan Jhonnal Alarco Urquizo	
Miembro: Méd. Juan Rodrigo Vargas Fernandez	

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“Situación de tuberculosis en Lima Metropolitana en las estaciones de los sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea 1) durante el 2018”

Presentada por las estudiantes:

DAHAIIRA VIDALIA ANAYA OLIVERA y STEPHANY GISELL BRUIGET REBAZA

Para optar el Título Profesional de Médicas Cirujanas.

Asesoradas por: Méd. Esp. José Wagner López Revilla

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de las estudiantes de la carrera de Medicina Humana en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple (x) calificar a:

Tesis: DAHAIRA VIDALIA ANAYA OLIVERA			Nota (en letras): Trece (13)
Aprobado (x)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )
Tesis: STEPHANY GISELL BRUIGET REBAZA			Nota (en letras): Trece (13)
Aprobado (x)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**Mg. Akram Abdul Hernández Vásquez**  
Presidente del Jurado



**Méd. Esp. José Wagner López Revilla**  
Asesor



**Méd. Juan Jhonnal Alarco Urquizo**  
Miembro 1



**Méd. Juan Rodrigo Vargas Fernandez**  
Miembro 2

### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Dra Julia Rios y el equipo de la Estrategia Sanitaria de Prevención y Control de la Tuberculosis por la disposición de la información para el desarrollo de este estudio.

## ÍNDICE GENERAL

Resumen .....	7
Introducción .....	11
Métodos .....	13
<i>Lugar y diseño de estudio</i> .....	13
<i>Población</i> .....	14
<i>Variables de interés</i> .....	14
<i>Análisis de datos</i> .....	15
<i>Aspectos éticos</i> .....	16
Resultados .....	17
Discusión .....	22
Conclusiones .....	25
Referencias bibliográficas .....	26
Abreviaturas: .....	31
Anexos.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distritos de Lima que cuentan con estaciones de sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea Uno) con sus respectivos índices de tuberculosis en 2018.....	18
Tabla 2. Correlación entre la tasa de prevalencia anual de tuberculosis por distritos y las variables relacionadas con las estaciones de sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea Uno) en 2018.....	20
Tabla 3. Modelo de regresión lineal entre la tasa de prevalencia anual de tuberculosis por distritos y las características de las estaciones de sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea Uno) en 2018.....	21

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Aprobación ética.....	3736
Anexo 2: Resolución académica de aprobación del proyecto .....	387
Anexo 3: Acta de sustentación.....	398

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Correlación entre número de casos reportados de tuberculosis y el número de estaciones por distrito.....	332
Figura 2. Correlación entre la tasa de prevalencia por distrito y el número de estaciones por distrito .....	332
Figura 3. Correlación entre la tasa de prevalencia por distrito y número de pasajeros por estación .....	343
Figura 4. Correlación entre la tasa de prevalencia por distrito y la distancia a estación por distrito .....	343
Figura 5. Correlación entre la tasa de prevalencia en estaciones cercanas y el número de estaciones por distrito.....	354
Figura 6. Correlación entre la tasa de prevalencia en estaciones cercanas y número de pasajeros por estación .....	354
Figura 7. Correlación entre la tasa de prevalencia en estaciones cercanas y la distancia estación por distrito .....	365

## Resumen

### Introducción

Los medios de transporte pueden ser lugares de riesgo de infección de tuberculosis, debido al hacinamiento y la falta de ventilación. El objetivo es determinar la asociación entre el número de pasajeros por estación de los sistemas de transporte masivo de Lima Metropolitana (STM-LM) y la prevalencia de tuberculosis durante el 2018.

### Métodos

Estudio ecológico que utiliza la información de la estrategia nacional de tuberculosis y de los STM-LM, analizando las variables: número de estaciones por distrito, número de pasajeros por estación; y el número de casos de tuberculosis reportados por distrito y de centros de salud cercanos a estaciones de STM-LM durante el 2018. Se utilizó un análisis de correlación y regresión lineal entre la prevalencia de tuberculosis por distrito y en los centros de salud cercanos a estaciones y el número de pasajeros del STM-LM por estación y distrito.

### Resultados

Durante el 2018, se realizaron 272,825,385 viajes en los STM-LM, El distrito de San Juan de Lurigancho reportó la mayor cantidad de viajes, y la mayor tasa de prevalencia de tuberculosis (332.8 casos x  $10^5$  hab.). La correlación entre la tasa de prevalencia y el número de estaciones por distrito fue moderada (0.78  $p < 0.05$ ). Los factores asociados fueron número anual de pasajeros por estación, distrito de Lima Este, y la distancia desde los centros de salud hacia STM-LM ( $p < 0.01$ ).

## **Conclusiones**

Los indicadores de los sistemas de transporte masivo se correlacionan con los indicadores de situación de tuberculosis de los distritos en los cuales se ubican las rutas de dichos sistemas.

Palabras clave:

PERÚ; TUBERCULOSIS; TRANSPORTES; CORRELACIÓN DE DATOS

## **ABSTRACT**

### **Introduction**

The means of transport can be places of risk of tuberculosis infection, due to overcrowding and lack of ventilation. The objective is to determine the association between the number of passengers per station of the Lima Metropolitan mass transport systems (STM-LM) and the prevalence of tuberculosis during 2018.

### **Methods**

Ecological study that uses the information from the national tuberculosis strategy and the STM-LM, analyzing the variables: number of stations per district, number of passengers per station; and the number of tuberculosis cases reported by district and from health centers close to STM-LM stations during 2018. A linear regression and correlation analysis was used between the prevalence of tuberculosis by district and in health centers close to stations and the number of STM-LM passengers by station and district.

### **Results**

During 2018, 272,825,385 trips were made in the STM-LM, The district of San Juan de Lurigancho reported the highest number of trips, and the highest tuberculosis prevalence rate (332.8 cases x 105 inhab.). The correlation between the prevalence rate and the number of stations per district was moderate (0.78  $p < 0.05$ ). The associated factors were the annual number of passengers per station, Lima East district, and the distance from the health centers to STM-LM ( $p < 0.01$ ).

## **Conclusions**

The indicators of the mass transportation systems are correlated with the indicators of the tuberculosis situation of the districts in which the routes of these systems are located.

Keywords:

PERU; TUBERCULOSIS; TRANSPORTATION; DATA CORRELATION

## Introducción

La incidencia de tuberculosis está aumentando en nuestro país cada año<sup>1,2</sup>. Desde el 2013 hasta el 2018 se reportaron un total de 170303 casos en el Perú, de los cuales 93663 casos fueron reportados en Lima departamento, representando el 55% del total nacional<sup>1,2</sup>. En Perú, en el año 2010 se estimó que el costo económico de la Tuberculosis fue de 80 millones de dólares americanos. Los costos directos como: gastos del Estado, aportes de seguridad social, gastos de bolsillo y aportes de cooperantes llegaron a un total de 53 millones de dolares; mientras que el restante se destinó a costos indirectos: mortalidad, discapacidad, días dejados de trabajar, tiempo invertido por familiares<sup>3</sup>. Además el costo de los medicamentos para el tratamiento completo por persona es de aproximadamente 177.00 soles<sup>4</sup>. Estos datos revelan el impacto importante de la Tuberculosis en la economía familiar y nacional, por lo que es necesario implementar estrategias de salud pública para prevenir nuevos casos y así lograr el control de la Tuberculosis en el país<sup>3</sup>.

Un estudio realizado en 2016 menciona que, en Lima y Callao en total se realizan más de 22,3 millones de viajes diariamente. El principal motivo de estos viajes es el retorno al hogar en un 47,3%, viajes particulares en 19,5% e ir a trabajar o estudiar en un 16,7% y 14,0%, respectivamente. Es importante, además conocer que, en el caso de Lima y Callao la distribución de viajes diarios nos demuestra que los trayectos en medios colectivos como: buses tradicionales, Metropolitano, Metro de Lima y colectivos, son los que poseen mayor porcentaje 51%, seguido de los viajes a pie que presenta 24%.<sup>5</sup> Estos resultados demuestran la importancia que tienen los medios de transporte masivo para la vida diaria en Lima Metropolitana y la gran necesidad de estaciones disponibles en cada distrito. Por lo tanto, podría ser un medio de infección importante de tuberculosis.

En Lima, casi 75.6% de la población utiliza transporte público para poder movilizarse a distintos lugares dentro de la ciudad.<sup>6</sup> Actualmente existen dos sistemas de transporte masivo, una es el Metropolitano que conecta de norte a sur, y la Línea 1 o Metro de Lima en sentido sur a noreste<sup>7,8</sup>. El Metropolitano atiende alrededor de 700 mil viajes diarios<sup>7</sup> mientras que la Línea 1 logra transportar a más de 550 mil personas diariamente, llegando a movilizar a 15 millones de personas al mes<sup>8</sup>. Estos sistemas de transporte masivo tienen características que difieren del transporte urbano por líneas de buses, entre las cuales podemos destacar: cuentan con estaciones y frecuencias de viaje regulares; el aforo de estaciones, buses y vagones es superado en horas punta; cuentan con sistemas de registro de pasajeros y recorren distritos de Lima con alta incidencia de tuberculosis<sup>7,8</sup>. Diversos estudios señalan que existe una relación importante entre el riesgo de contraer tuberculosis y los medios de transporte<sup>9,10,11</sup>, siendo los factores de riesgo más importantes: el hacinamiento, la exposición a personas con tos productiva que viajan diariamente, la duración del viaje, y la poca ventilación en minibuses, combinadas con una alta prevalencia de tuberculosis pulmonar en Lima<sup>11</sup>.

El presente estudio busca determinar la relación entre el número de pasajeros en cada estación de los sistemas de transporte masivo de Lima metropolitana (Metropolitano y Línea 1) y la prevalencia de tuberculosis durante el año 2018, además de estimar la estación más concurrida en los servicios de transporte, y comparar la prevalencia de tuberculosis entre las estaciones ubicadas en la influencia de los servicios de transporte masivo, de esta manera sería posible implementar planes de prevención primaria en las estaciones con mayor demanda y así reducir los casos de tuberculosis. Si bien existen estudios respecto de la situación con el transporte urbano en Lima, no se han descrito estudios que analicen la situación de la tuberculosis en los sistemas de transporte masivo en nuestro medio.

## Métodos

### *Lugar y diseño de estudio*

El estudio es de diseño ecológico y los datos de los sistemas de transporte correspondiente a los años 2018 se obtuvieron de las páginas web del Instituto Metropolitano PROTRANSPORTE de Lima para Metropolitano (<http://www.protransporte.gob.pe/>) y de la Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte de Lima y Callao para Línea 1 (<https://www.aate.gob.pe/>), así también se usó la información establecida en dichas páginas web para conocer la cantidad de personas que hacen uso de los sistemas de transporte por cada mes del año, además de los distritos de Lima donde se ubican las estaciones y se determinó el número de estaciones por distrito; esta recolección de datos fue realizada durante los meses de Septiembre y Octubre del 2019.

Los datos del número de personas atendidas por cada centro de salud fueron recopilados de las páginas web de cada DIRIS (Lima Norte, Lima Centro, Lima Sur y Lima Este), los datos de Tuberculosis de los centros de salud fueron proporcionados por la Estrategia Nacional de Tuberculosis, mediante solicitud oficial al Ministerio de Salud, sin incluir información individual de cada caso.

Para determinar los centros de salud más cercanos a cada estación (en un radio máximo de 5km de distancia) utilizamos las páginas webs de acuerdo a la localización; para Lima Sur <http://dirislimasur.gob.pe/>, para Lima Norte <http://www.dirislimanorte.gob.pe/>, para Lima Centro <https://dirislimacentro.gob.pe/> y para Lima Este <http://www.limaeste.gob.pe/>, además utilizamos Google Maps como herramienta para medir la distancia de los centros de salud a cada estación; esta información fue recolectada durante el mes de julio del 2020.

## ***Población***

Los usuarios de los sistemas de transporte masivo pertenecen a diversos grupos etarios, en su mayoría son parte de la población económicamente activa y se caracterizan por utilizar dichos sistemas debido a la cercanía a sus centros de trabajo y/o vivienda. Los usuarios de ambos sistemas deben mantener una tarjeta de acceso para el uso de las instalaciones. Dado que es un estudio ecológico, la información se obtuvo de modo agrupado por lo tanto no se consideraron criterios de inclusión individuales en este estudio.

Ambos sistemas cuentan con criterios de exoneración de pago y/o uso de tarjeta; en el caso del sistema de Metropolitano se exonera de pago a los miembros de la Policía Nacional del Perú en servicio activo (no en retiro), los miembros del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del Perú y los trabajadores del COSAC I (Corredor segregado de alta capacidad) debidamente acreditados y listados por el Instituto Metropolitano PROTRANSPORTE de Lima; en el caso del sistema Línea 1, los miembros de la Policía nacional del Perú, el Cuerpo general de Bomberos y los niños menores de 6 años. El sistema de registro de viajes en ambos STM no incluye las exoneraciones, por este motivo esta población fue considerada como criterio de exclusión en nuestro estudio.

## ***Variables de interés***

Las variables de interés que se colectaron fueron: Número de pasajeros en riesgo por distrito; considerada la variable dependiente, es una variable cuantitativa con una escala de medición de razón y se define operacionalmente como cantidad de pasajeros que utilizan el medio de transporte, unidad de medida. La prevalencia de Tuberculosis en el centro de salud; como la variable independiente, es una variable cuantitativa con una

escala de medición de razón y se define operacionalmente como número de individuos con tuberculosis entre el total de pacientes atendidos x 10000 habitantes, se calculó mediante la cantidad de personas diagnosticadas con TB en relación con la cantidad total de pacientes atendidos en los centros de salud más cercanos a cada estación por distrito, y luego se empleó la fórmula de prevalencia para obtener dicha variable.

Asimismo, para lograr una representación regional de la distribución de las estaciones en Lima, se agrupó los distritos en categorías como Lima Norte, Lima Centro, Lima Sur y Lima Este. Dicha agrupación se estableció en base a la clasificación del INEI.

### *Análisis de datos*

Para el análisis se considera la presentación de datos en tablas de frecuencias y tasas de modo descriptivo donde se incluyen las variables de distrito, estación, número de pasajeros en riesgo, mes, año, prevalencia de tuberculosis por distrito, prevalencia de tuberculosis por centro de salud, tipo de transporte y distancia media a las estaciones de los sistemas de transporte masivo en el distrito.

El análisis bivariado de las variables resultado se realizó mediante un análisis de correlación de Pearson entre el número de pasajeros en riesgo y la prevalencia de Tuberculosis por distrito y centro de salud cercano para determinar el grado de asociación entre ambas, considerando una significancia estadística de 95%; mientras que otras variables con distribución no normal fueron analizadas mediante correlación de Spearman, con nivel de significancia a 95%.

El nivel de asociación entre las variables de prevalencia, número de estaciones, número de pasajeros por distrito se estimó mediante un modelo de regresión lineal, utilizando como variable resultado a la prevalencia de Tuberculosis por distrito, donde previo

análisis de cumplimiento de supuestos (linealidad, evaluación de residuales, normalidad de varianza e independencia de observaciones) fueron incluidas en el modelo de regresión lineal aquellas variables con significancia menor a 0.10 en el análisis crudo. El análisis de datos se realizó en el programa STATA versión 16.

### *Aspectos éticos*

El presente estudio es un análisis secundario de datos, por lo que no se tendrá contacto alguno con sujetos humanos. En tal sentido, los posibles riesgos para los sujetos del análisis son mínimos, y están relacionados principalmente a una brecha en la confidencialidad. Además se obtuvo la información de una base de datos secundaria de acceso libre al público, sin la necesidad de solicitar algún permiso.

El estudio fue aprobado por el Comité de ética de la Universidad Científica del Sur.

## Resultados

El presente estudio describe las características de los sistemas de transporte masivo (STM) en Lima Metropolitana, y se observa que el Cercado de Lima y San Juan de Lurigancho cuentan con 8 estaciones cada uno; seguido de Independencia (6 estaciones) y San Martín de Porres (5 estaciones). Adicionalmente en Cercado de Lima, La Victoria y Surquillo confluyen ambos STM, representando globalmente 17 estaciones de ambos STM. Los distritos con mayor cantidad de pasajeros por STM son Independencia (47.070.931) seguido de San Juan de Lurigancho (35.295.930) y Cercado de Lima (34.966.885). Resalta que las menores distancias medias entre las estaciones de STM se ubican en San Juan de Lurigancho (630 m) seguido de Independencia (650 m) y Villa María del Triunfo (700 m) (Tabla 1).

Con respecto a los indicadores de tuberculosis, durante el año 2018, el distrito de San Juan de Lurigancho reportó el mayor número de casos de tuberculosis (3802 casos) seguido de Villa María del Triunfo (835 casos) y Cercado de Lima (803 casos). Con respecto a la tasa de prevalencia de tuberculosis reportada por distrito, San Juan de Lurigancho (327.3 casos por  $10^5$  hab), Lima (282.2 casos por  $10^5$  hab) y La Victoria (251.4 casos por  $10^5$  hab) son los distritos de mayores prevalencias en el 2018. Mientras que para la prevalencia estimada para los centros de salud cercanos a las estaciones por STM, se observó que el Cercado de Lima presentó la mayor tasa de prevalencia (18,78 casos por  $10^5$  hab) seguido de Barranco (16,99 casos por  $10^5$  hab), Independencia (16,93 casos por  $10^5$  hab), Villa María del Triunfo (16,39 casos por  $10^5$  hab) y El Agustino (16,01 casos por  $10^5$  hab) (Tabla 1).

**Tabla 1. Distritos de Lima que cuentan con estaciones de sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea Uno) con sus respectivos índices de tuberculosis en 2018**

Distritos	Casos de tuberculosis reportados por distrito	Población estimada del distrito según INEI	Tasa de prevalencia anual de TB estimada en el distrito	Población asignada a los Centros de Salud cercanos a STM	Tasa de prevalencia de TB reportada en Centro de Salud	Número de estaciones de STM	Número de pasajeros de STM	Distancia a media a las estaciones de STM
Barranco	58	31.386	184,8	18.832	16,99	4	7.036.071	842,50
Breña	68	79.474	85,6	37.997	7,10	2	6.642.970 14.062.37	950,00
Chorrillos	503	340.765	147,6	95.415	7,86	4	4	925,00
El Agustino	462	200.310	230,6	75.159	16,01	1	550.557 47.070.93	1.000,00
Independencia	520	226.957	229,1	57.271	16,93	6	1 21.138.46	650,00
La Victoria	452	179.810	251,4	166.037	12,18	4	1 34.966.88	1.100,00
Lima	803	284.525	282,2	129.374	18,78	8	5 10.345.16	1.243,75
Lince	77	52.576	146,5	52.762	10,61	2	5	1.225,00
Miraflores/Surquillo	231	181.377	127,4	67.699	8,71	4	10.435.26 4	1.175,00
San Borja	25	117.160	21,3	67.213	2,98	3	2	1.066,70
San Isidro	23	56.740	40,5	55.724	2,51	2	9.738.070 35.295.93	4.100,00
SJL	3.802	9	332,8	327.314	15,39	8	0 18.178.21	630,00
SJM	764	422.887	180,7	66.050	13,17	4	6	1.050,00
SMP	741	732.908	101,1	118.162	7,36	5	8.092.299	1.275,00
Santiago de Surco	190	360.335	52,7	241.425	1,78	3	9.741.907	3.933,34
Surquillo	148	95.616	154,8	67.699	8,71	1	7.864.057 10.358.04	800,00
VES	622	484.658	128,3	92.570	4,32	2	2	1.600,00
VMT	835	469.513	177,8	4.272	16,39	1	2.641.872	700,00

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática; TB: Tuberculosis; STM: Sistemas de transporte masivo; SJL: San Juan de Lurigancho; SJM: San Juan de Miraflores; SMP: San Martín de Porres; VES: Villa el Salvador; VMT: Villa María del Triunfo.

En el análisis bivariado se observa una correlación positiva entre el número de estaciones por distrito y el número de casos reportados de tuberculosis en ambos sistemas de

transporte masivo (coeficiente de determinación: 0.44,  $p < 0.001$ ), y esta correlación se mantiene al desagregar por cada sistema de transporte (Línea uno: coeficiente de determinación: 0.69,  $p = 0.001$ , Metropolitano: coeficiente de determinación: 0.69,  $p < 0.001$ ). Existe también una correlación positiva entre el número de estaciones por distrito y la tasa de prevalencia por distrito en ambos sistemas de transporte masivo, y esta correlación se mantiene al desagregar por cada sistema de transporte (coeficiente de determinación: 0.61,  $p < 0.001$ ). (Tabla 2)

En contraste, se obtuvo una correlación negativa entre la distancia del centro de salud a las estaciones por distrito y la tasa de prevalencia por distrito (coeficiente de determinación: 0.28,  $p < 0.001$ ), siendo ligeramente superior en la Línea Uno en comparación con el Metropolitano (Línea uno: coeficiente de determinación: 0.38,  $p = 0.003$ . Metropolitano: coeficiente de determinación: 0.21,  $p = 0.005$ ). De la misma manera, se obtuvo una correlación negativa entre el número de pasajeros por estación y la tasa de prevalencia en estaciones cercanas en ambos sistemas de transporte masivo (coeficiente de determinación: 0.3,  $p < 0.001$ ). (Tabla 2)

**Tabla 2. Correlación entre la tasa de prevalencia anual de tuberculosis por distritos y las variables relacionadas con las estaciones de sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea Uno) en 2018**

VARIABLES	Global	Cd	Línea Uno	Cd	Metropolitano	Cd
Número de casos reportados de tuberculosis - número de estaciones por distrito	<b>0.66</b>	<b>0.44</b>	<b>0.83</b>	<b>0.69</b>	<b>0.83</b>	0.69
Tasa de prevalencia por distrito - número de estaciones por distrito	<b>0.78</b>	<b>0.61</b>	<b>0.80</b>	<b>0.64</b>	<b>0.76</b>	0.58
Tasa de prevalencia por distrito - número de pasajeros por distrito	0.07	0.00	-0.01	<b>0.00</b>	0.11	0.01
Tasa de prevalencia por distrito - distancia a estación por distrito	<b>-0.53</b>	<b>0.28</b>	<b>-0.62</b>	<b>0.38</b>	<b>-0.46</b>	0.21
Tasa de prevalencia en estaciones cercanas - número de estaciones por distrito	0.12	0.01	-0.02	<b>0.00</b>	<b>0.36</b>	0.13
Tasa de prevalencia en estaciones cercanas - número de pasajeros por distrito	<b>-0.36</b>	<b>0.13</b>	<b>-0.42</b>	<b>0.18</b>	<b>-0.42</b>	0.18
Tasa de prevalencia en estaciones cercanas - distancia a estación por distrito	-0.09	0.01	0.04	<b>0.00</b>	-0.25	0.06

Cd: Coeficiente de Determinación

El modelo de regresión lineal muestra la asociación entre la tasa de prevalencia anual de tuberculosis por distrito y el total de estaciones por distrito. Se estima que por cada estación de sistema de transporte masivo se incrementa la tasa de prevalencia de tuberculosis en 26.3 casos ( $p < 0.001$ ). Del mismo modo, se observa un incremento de la tasa de prevalencia de tuberculosis reportada por los centros de salud cercanos al sistema de transporte en 0.5 casos por cada incremento de la prevalencia de casos de tuberculosis

por distrito ( $p < 0.01$ ). En contraste, se estimó que por cada 100 metros de cercanía de los centros de salud hacia las estaciones, se reduce en 2.4 casos la tasa de prevalencia anual del distrito ( $p < 0.01$ ). (Tabla 3)

Para estimar la asociación entre la tasa de prevalencia anual de tuberculosis por distrito las zonas de Lima metropolitana, se categorizó tomando como referencia la zona de Lima Centro, observándose una asociación entre las zonas de Lima Norte y Lima Este ( $p = 0,01$  para ambos). En este análisis se estima de modo comparativo con Lima Centro, el incremento en la tasa de prevalencia anual de tuberculosis por distritos de 13.5 casos en Lima Sur, y 54.6 casos en Lima Este ( $p = 0.01$ ). (Tabla 3)

**Tabla 3. Modelo de regresión lineal entre la tasa de prevalencia anual de tuberculosis por distritos y las características de las estaciones de sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea Uno) en 2018**

Variables	Modelo Crudo			Modelo Ajustado*		
	Coefficiente	IC 95%	P	Coefficiente	IC 95%	p
Total de estaciones por distrito	32,4	25.7 a 39.1	<0. 01	26,3	20.1 a 32.6	<0.0 1
Total de pasajeros anual por estación	0,14	-0.34 a 0.64	0,55			
Región de Lima						
Lima Centro	Referencia			Referencia		
Lima Sur	-27,1	-73.4 a 19.1	0,24	13,5	-15.7 a 42.9	0,3
Lima Norte	-3,5	-57.8 a 50.8	0,89	-49,4	-83.5 a - 15.3	0,01
Lima Este	147,4	89.0 a 205.7	<0. 01	54,6	15.0 a 94.2	0,01
Prevalencia anual de TB en Centro de Salud	0,6	-0.03 a 1.87	0,06	0,5	0.1 a 0.8	<0.0 1
Distancia desde Centro de Salud a estación	-4,76	-6.9 a - 2.5	<0. 01	-2,4	-3.7 a -1.1	<0.0 1

\*Modelo Ajustado las siguientes variables: Región de Lima, distancia desde centro de salud, prevalencia anual de TB en Centro de Salud, total de estaciones por distrito.

IC: Intervalo de confianza; TB: Tuberculosis; p: Nivel de significancia

## Discusión

El presente estudio muestra una correlación importante entre los indicadores de tuberculosis de los distritos en los cuales se ubican los sistemas de transporte masivo de Lima Metropolitana y el número de estaciones por distrito y además con el número de pasajeros que hicieron uso del sistema de transporte masivo durante el año 2018.

En el presente estudio se observa que San Juan de Lurigancho es el distrito que presenta la mayor cantidad de casos de tuberculosis en el año 2018. Sin embargo, debemos tomar en consideración que este distrito también presenta la mayor población de Lima Metropolitana <sup>12</sup>, además que su extensión abarca muchas estaciones de los sistemas de transporte masivo, éste podría ser un factor contribuyente no solo para los residentes de este distrito sino también para las personas que necesitan movilizarse por él, ya que se esperaría que se disponga de mayor cantidad de unidades para disminuir la aglomeración y que el tiempo de viaje sea menor para evitar el hacinamiento.

Así también se puede observar que la menor cantidad de casos reportados de tuberculosis en el año 2018 fueron en el distrito de San Borja, a pesar de que éste no es el distrito con menor población; se podría atribuir este resultado a los estilos de vida en este distrito, ya que la tuberculosis es una enfermedad social vinculada con la pobreza, con las malas condiciones de trabajo y vida, con la inequidad y con la injusticia social <sup>13</sup>.

La correlación positiva observada entre el número de pasajeros por estación y la tasa de prevalencia por distrito, coincide con los estudios realizados en Estados Unidos y Sudáfrica, donde mencionan que las condiciones ambientales y la falta de filtros HEPA (High Efficiency Particle Arresting) por su limitación en el suministro de voltaje en estos sistemas de transporte masivo; son factores de riesgo importantes contributarios para la

infección de tuberculosis<sup>9, 10</sup>. Del mismo modo, un estudio realizado en Perú concuerda con nuestros resultados al concluir que el hacinamiento y la poca ventilación combinada con la alta prevalencia de tuberculosis pulmonar en Lima, aumentan el riesgo de infección<sup>11</sup>.

En el presente estudio se observa que existe una relación inversa entre el número de pasajeros por estación y la tasa de prevalencia en estaciones cercanas, pero si existe una relación significativa directa entre el número de estaciones por distrito y la tasa de prevalencia. esto se podría dar por muchas causas una de ellas podría ser la movilización de las personas ajenas al distrito por necesidades económicas, en un estudio realizado en el 2013 se puede identificar que Lima Centro posee una población con un bajo nivel de pobreza; en Lima Norte, el 23% de su población tienen un nivel intermedio de pobreza comprendido por los distritos de Ancón, Carabaylo y Puente Piedra, entre otros. En Lima Este se aprecia que el 90.7% de su población tiene un bajo nivel de pobreza y el 9.3% un nivel intermedio de pobreza conformado por los distritos de San Juan de Lurigancho y Cieneguilla<sup>14</sup>, en otro estudio de la vigilancia de la tuberculosis hasta mayo del 2014 evidenció que los casos de tuberculosis registran un alto grado de riesgo de contagio, tal como se presenta en la Red de Salud Lima, Red Salud Túpac Amaru, y la Red San Juan de Miraflores - Villa María del Triunfo, distritos que muestran la mayor cantidad de personas infectadas con debido a la relación directa entre la enfermedad y el alto índice de pobreza de la población residente en dichas zonas vulnerables.<sup>15</sup>

En el modelo de regresión lineal se observa una relación entre la tasa de prevalencia de tuberculosis en centro de salud cercano al sistema de transporte y la tasa de prevalencia por distritos, esto se contrasta con un estudio realizado en Lima durante el 2015 donde mencionan a San Juan de Lurigancho como el distrito con mayor riesgo de contagio de

tuberculosis por diversos factores tales como la alta densidad de población, contaminación atmosférica significativa, una red de carreteras congestionadas y sistema de transporte público insuficiente y mal organizado.<sup>16</sup>

La principal limitación de nuestro estudio fue la dependencia a la información, ya que los datos son tanto proporcionados como registrados por las instituciones correspondientes. A nivel de los sistemas de transporte se encontrarían limitaciones como la edad y el sexo de las personas que hacen uso del servicio, ya que estos datos no se encuentran disponibles en la plataforma. En relación con los datos de la prevalencia en los centros de salud una limitación sería que no registran a todos los pacientes con tuberculosis ya que muchos no acuden a los centros de salud correspondientes cuando presentan sintomatología. Otra limitación del estudio sería que al ser ecológico está sujeto a la falacia ecológica, por lo cual no se podría individualizar los resultados y solo podrían ser usados a nivel poblacional, además de la incapacidad para controlar variables de confusión.

## **Conclusiones**

Como conclusión, el presente estudio demuestra una correlación importante entre los indicadores de tuberculosis de los distritos en los cuales se ubican los sistemas de transporte masivo de Lima Metropolitana y la tasa de prevalencia de tuberculosis en los distritos de Lima, el número de estaciones por distrito de ambos sistemas de transporte masivo y el número de pasajeros por estación de los sistemas de transporte masivo. Estos resultados brindarán información para las modificaciones de aforo e infraestructura en las futuras estaciones de los sistemas de transporte masivo.

## Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud. Tuberculosis [Internet]. Suiza: OMS [citado 8 Junio 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/tuberculosis>
2. MINSA Ministerio de Salud [Internet]. Peru: Dirección de Prevención y Control de la Tuberculosis 2019 [citado 10 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.tuberculosis.minsa.gob.pe/>
3. Resolución ministerial 193-2015. Lima - Perú: Ministerio de salud; 2015.  
Disponible en:  
<http://www.tuberculosis.minsa.gob.pe/portaldpctb/recursos/20171112132034.pdf>
4. Uso de fármacos antituberculosis de primera línea en dosis fijas combinadas (DFC)- Adultos [diapositiva]. Lima: Dirección de Prevención y Control de Tuberculosis; 2018. [16 diapositivas]. Recuperado de:  
<http://www.tuberculosis.minsa.gob.pe/portaldpctb/recursos/20180605122150.pdf>
5. Mariana Alegre Escorza, Gonzalo Alarcón Rodríguez. Transporte urbano: ¿Cómo resolver la movilidad en Lima y Callao? CIES-Consorcio de Investigación Económica y Social [Internet]. 2016. Agosto [citado el Octubre del 2020]; 1 (1). Disponible en:  
[https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/dp\\_transporte\\_urbano\\_sep.pdf?fbclid=IwAR1vCzSg5U0zy5ukzxxC06YnqZtzTbSfoa\\_FzDI72Ejl\\_ojEXax9Fm-dTWE](https://www.cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/dp_transporte_urbano_sep.pdf?fbclid=IwAR1vCzSg5U0zy5ukzxxC06YnqZtzTbSfoa_FzDI72Ejl_ojEXax9Fm-dTWE)

6. Instituto Nacional de Estadísticas [Internet]. Lima: Lima como vamos. 2019 [citado el 8 de Junio del 2019]. Disponible en: <https://www.limacomovamos.org/tag/instituto-nacional-de-estadisticas/>
7. Metropolitano, Metro de Lima [Internet]. Lima, Perú: Municipalidad de Lima; 2019 [citado el 23 de junio del 2019]. Disponible en: <http://www.metropolitano.com.pe/>
8. Revista Vial [Publicación periódica en línea] 2013. Noviembre [citado el 10 Octubre del 2020]. Disponible en: <https://revistavial.com/el-metro-de-lima-un-sistema-de-transporte-moderno-rapido-y-seguro-26399/>
9. Jason R. Andrews, Carl Morrow, Robin Wood. American Journal of Epidemiology [Internet]. 2013. Reino unido: Oxford academic [citado el 10 Julio del 2019]. Disponible en: <https://academic.oup.com/aje/article/177/6/556/160848>
10. Feske ML, Teeter LD, Musser JM, Graviss EA. Giving TB wheels: Public transportation as a risk factor for tuberculosis transmission. Tuberculosis (Edinb) [Internet]. 2011 [citado el 9 de Julio del 2019]; 91 Suppl 1:S16-S23. DOI: 10.1016/j.tube.2011.10.005
11. Horna-Campos OJ, Sánchez-Pérez HJ, Sánchez I, Bedoya A, Martín M. Public transportation and pulmonary tuberculosis, Emerg Infect Dis. [Internet]. 2007 [citado el 10 Julio del 2019]; 13(10):1491-3. doi: 10.3201/eid1310.060793.
12. Instituto Nacional de Estadística e Informática [Internet]. Perú: INEI; 2019 [citado el 8 de Junio del 2019]. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/>
13. Fuentes-Tafur Luis Alberto. Enfoque sociopolítico para el control de la tuberculosis en el Perú. Rev. perú. med. exp. salud publica [Internet]. 2009 Jul [citado 2020 Set 23]; 26(3): 370-379. Disponible en:

- [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342009000300017&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342009000300017&lng=es).
14. Fundacion Transitemos. [Internet]. Lima: Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano de Lima y Callao 2035. 2010 [citado el 20 de febrero del 2021].  
Disponible en: <https://transitemos.org/publicaciones-3/plan-lima-y-callao-2035/>
  15. Claudio Magallanes Reyes, Marco Antonio Olano Garcia. Congreso de la Republica [Internet]. Lima: Informe de investigación 68. 2015 [citado el 20 de febrero del 2021]. Disponible en:  
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/44852AEB35D3FABA0525810C00530B68/\\$FILE/268\\_INFINVES68\\_2014\\_2015\\_tuberculosis.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/44852AEB35D3FABA0525810C00530B68/$FILE/268_INFINVES68_2014_2015_tuberculosis.pdf)
  16. Zamudio, C., Krapp, F., Choi, H. W., Shah, L., Ciampi, A., Gotuzzo, E., Heymann, J., Seas, C., & Brewer, T. F. Public Transportation and Tuberculosis Transmission in a High Incidence Setting. PLoS One [Internet]. 2015 [citado el 20 de Febrero del 2021]; 10(2):e0115230. doi: 10.1371/journal.pone.0115230
  17. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU. Tuberculosis pulmonar [Internet]. EE.UU: Medlineplus.gov. [citado 10 Junio del 2019]. Disponible en:  
<https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000077.htm>
  18. CDC Center for disease control and prevention [Internet]. EE.UU: CDC [citado 10 Junio del 2019]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/tb>
  19. Alarcón, V., Alarcón, E., Figueroa, C., & Mendoza-Ticona, A. Tuberculosis en el Perú: Situación epidemiológica, avances y desafíos para su control. Revista Peruana de medicina experimental y salud pública [Internet]. 2017 [citado el 8 Junio del 2019]; 34(2):299-310.  
doi:<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2017.342.2384>

20. Diario el correo [Internet]. Perú: Diario Correo; 2019 [citado el 9 Junio del 2019].  
 Disponible en: <https://diariocorreo.pe/peru/el-metropolitano-de-lima-para-el-2010-126504/>
21. Línea uno [Internet]. Perú: Autoridad Autónoma del Tren Eléctrico AATE.  
 [citado el 23 de junio del 2019]. Disponible en: <https://www.lineauno.pe/>
22. Dirección de redes integradas de salud Lima Centro [Internet]. Perú: MINSA;  
 2019 [citado el 25 de junio del 2019]. Disponible en:  
<https://dirislimacentro.gob.pe/>
23. Dirección de redes integradas de salud Lima Sur [Internet]. Perú: MINSA; 2019  
 [citado el 24 de junio del 2019]. Disponible en: <http://dirislimasur.gob.pe/>
24. Dirección de redes integradas de salud Lima Este [Internet]. Perú: MINSA; 2019  
 [citado el 25 de junio del 2019]. Disponible en: <http://www.dirislimaeste.gob.pe/>
25. Dirección de redes integradas de salud Lima Norte [Internet]. Perú: MINSA; 2019  
 [citado el 25 de junio del 2019]. Disponible en: <http://www.dirislimanorte.gob.pe/>
26. Autoridad autónoma del sistema eléctrico de transporte masivo de Lima y Callao  
 [Internet]. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú;  
 2018 [citado el 23 de junio del 2019]. Disponible en: <https://www.aate.gob.pe/>
27. Instituto Metropolitano PROTRANSPORTE de Lima [Internet]. Lima, Perú:  
 Municipalidad de Lima; 2019 [citado el 18 de junio del 2019]. Disponible en:  
<http://www.protransporte.gob.pe/>
28. Google Maps [Internet]. Google Maps. 2019 [citado el 25 de Junio del 2019].  
 Disponible en: <https://www.google.com/maps>
29. Garaycochea Octavio, Ticona Eduardo. Rutas de transporte público y situación de  
 la tuberculosis en Lima, Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud  
 Pública [Internet]. 2015. Enero [citado el 15 de Mayo del 2019]; 32(1): 93-97.

Disponible

en:

[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342015000100014&fbclid=IwAR2YVWX1ZzYheC-LYCQ9djev3-MG5rWdCMSMMwG0WrAxKeffGRPQ\\_V2sjM](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342015000100014&fbclid=IwAR2YVWX1ZzYheC-LYCQ9djev3-MG5rWdCMSMMwG0WrAxKeffGRPQ_V2sjM)

**Abreviaturas:**

STM-LM: Sistema de transporte masivo de Lima Metropolitana

MINSA: Ministerio de Salud

TBC: Tuberculosis

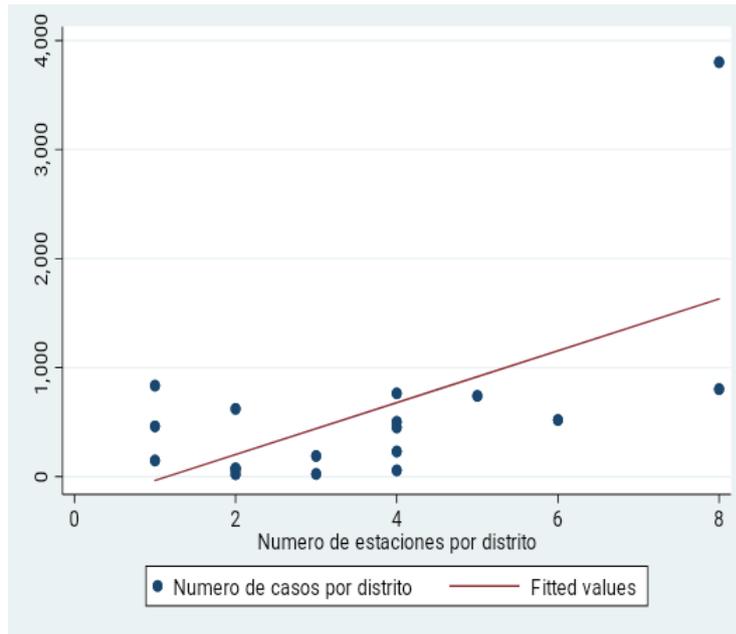
DIRIS: Direcciones de Redes Integradas de Salud

COSAC 1: Corredor segregado de alta capacidad

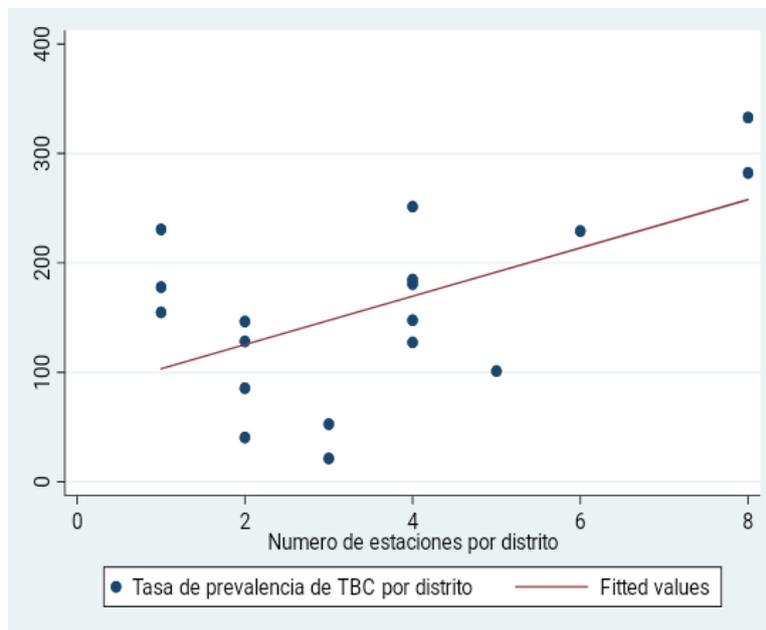
INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

HEPA: High Efficiency Particle Arresting

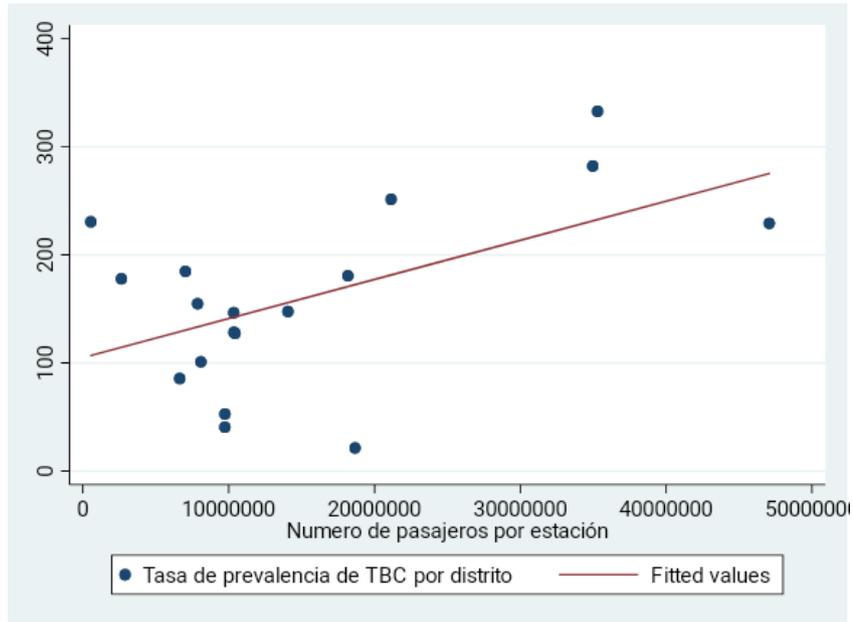
## Anexos



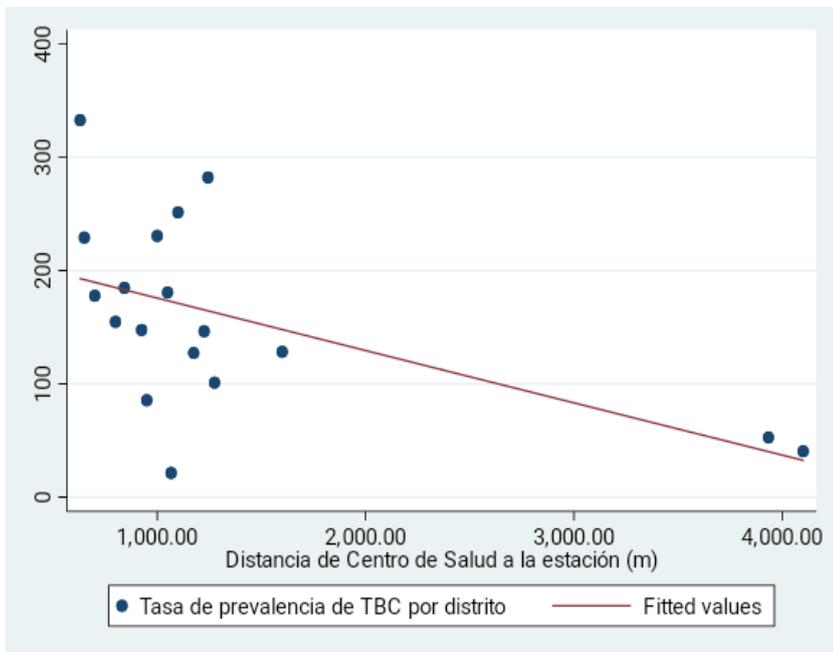
**Figura 1.** Correlación entre número de casos reportados de tuberculosis y el número de estaciones por distrito



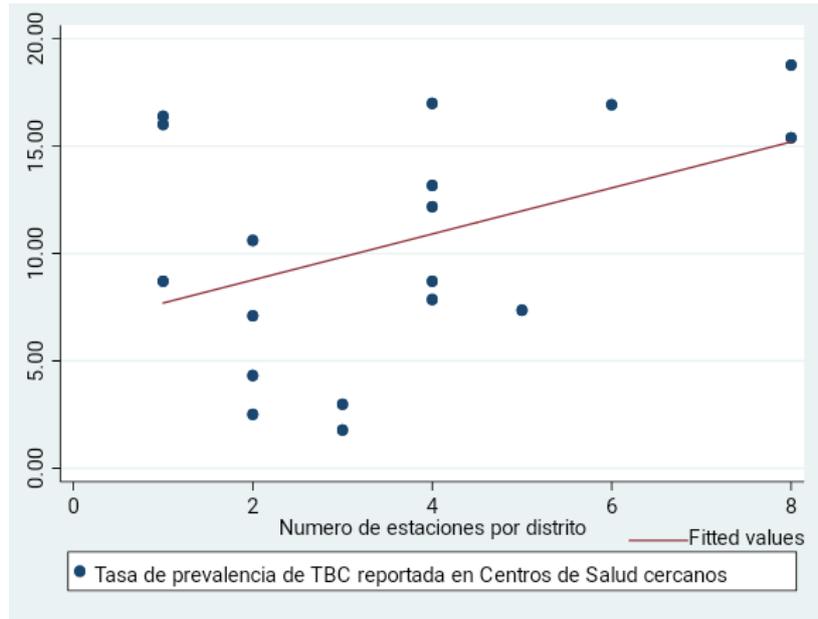
**Figura 2.** Correlación entre la tasa de prevalencia por distrito y el número de estaciones por distrito



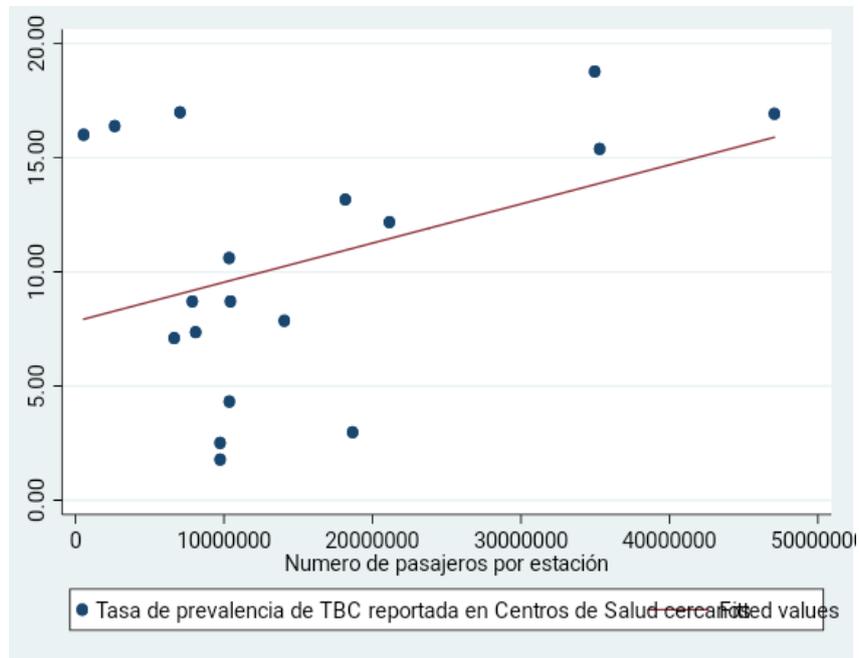
**Figura 3.** Correlación entre la tasa de prevalencia por distrito y número de pasajeros por estación



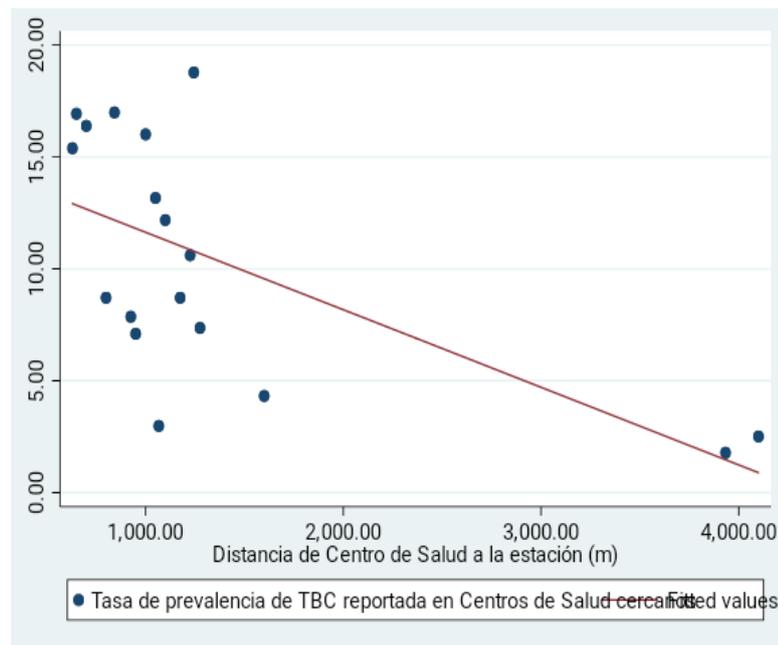
**Figura 4.** Correlación entre la tasa de prevalencia por distrito y la distancia a estación por distrito



**Figura 5.** Correlación entre la tasa de prevalencia en estaciones cercanas y el número de estaciones por distrito



**Figura 6.** Correlación entre la tasa de prevalencia en estaciones cercanas y número de pasajeros por estación



**Figura 7.** Correlación entre la tasa de prevalencia en estaciones cercanas y la distancia estación por distrito

## Anexo 1: Aprobación ética

**COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**

**CIENTÍFICA**  
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

**CONSTANCIA N° 234-CIEI-CIENTÍFICA-2019**

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Científica del Sur (CIEI-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado** por el CIEI-CIENTÍFICA.

Código de registro: **340-2019-PRE15**  
 Título: **Situación de tuberculosis en Lima Metropolitana en las estaciones de los sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea 1) durante el 2018**  
 Investigador(a): **Dahaira Vidalia Anaya Olivera**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 03 de junio del 2021**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 04 de diciembre de 2019




Méd. Fernando M. Runzer Colmenares  
 Presidente  
 Comité Institucional de Ética en Investigación

Tel: (51) 610 6400  
 extensión 2  
[www.cientifica.edu.pe](http://www.cientifica.edu.pe)

Campus  
 Panamericana Sur  
 km 19 - Lima 42

## Anexo 2: Resolución académica de aprobación del proyecto



Lima, 12 de Marzo de 2021

### APROBACIÓN DEL PUBLICACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación  
 Universidad Científica del Sur  
 Presente. –

Por medio del presente documento, me es grato presentar la versión final de la tesis titulada: **“Situación de tuberculosis en Lima Metropolitana en las estaciones de los sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea 1) durante el 2018”**, presentada por Dahaira Anaya Olivera con código 100006310, Stephany Bruiget Rebaza con código 100009000, de la carrera de Medicina Humana, con el fin de que pueda ser evaluada por su Dirección y sea publicada en el repositorio institucional de nuestra Universidad de cumplir los requisitos adicionales que se encuentran en el reglamento correspondiente.

Atentamente,





---

Dr. Fernando Runzer Colmenares  
 Responsable de Investigación  
 Universidad Científica del Sur  
 Facultad de Ciencias de la Salud  
 Carrera de Medicina Humana

### Anexo 3: Acta de sustentación



#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 28 de enero de 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Akram Abdul Hernández Vásquez	<input type="checkbox"/>
Miembro: Méd. Juan Jhonnell Alarco Urquizo	
Miembro: Méd. Juan Rodrigo Vargas Fernandez	

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“Situación de tuberculosis en Lima Metropolitana en las estaciones de los sistemas de transporte masivo (Metropolitano y Línea 1) durante el 2018”

Presentada por las estudiantes:

DAHAIIRA VIDALIA ANAYA OLIVERA y STEPHANY GISELL BRUIGET REBAZA

Para optar el Título Profesional de Médicas Cirujanas.

Asesoradas por: Méd. Esp. José Wagner López Revilla

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de las estudiantes de la carrera de Medicina Humana en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple (x) calificar a:

Tesis: DAHAIRA VIDALIA ANAYA OLIVERA			Nota (en letras): Trece (13)
Aprobado (x)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )
Tesis: STEPHANY GISELL BRUIGET REBAZA			Nota (en letras): Trece (13)
Aprobado (x)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**Mg. Akram Abdul Hernández Vásquez**  
Presidente del Jurado



**Méd. Esp. José Wagner López Revilla**  
Asesor



**Méd. Juan Jhonnell Alarco Urquizo**  
Miembro 1



**Méd. Juan Rodrigo Vargas Fernandez**  
Miembro 2