



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

**RUTAS FORMALES DE TRANSPORTE PÚBLICO Y SITUACIÓN
DE TUBERCULOSIS EN LOS DISTRITOS DE LIMA 2011**

PRESENTADA POR
OCTAVIO GARAYCOCHEA MENDOZA DEL SOLAR

TESIS PARA OPTAR PARA OPTAR EL TÍTULO DE
MÉDICO CIRUJANO

LIMA – PERÚ

2014



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

SECCIÓN DE PRE GRADO

**RUTAS FORMALES DE TRANSPORTE PÚBLICO Y SITUACIÓN
DE TUBERCULOSIS EN LOS DISTRITOS DE LIMA 2011**

TESIS

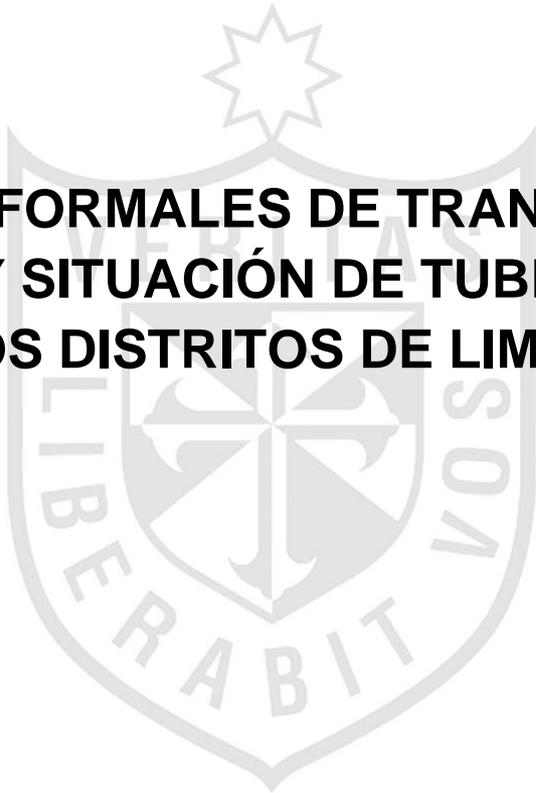
**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MÉDICO CIRUJANO**

PRESENTADA POR

OCTAVIO GARAYCOCHEA MENDOZA DEL SOLAR

LIMA - PERÚ

2014



**RUTAS FORMALES DE TRANSPORTE
PÚBLICO Y SITUACIÓN DE TUBERCULOSIS
EN LOS DISTRITOS DE LIMA 2011**

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO

ASESOR:

Dr. Eduardo Ticona

PRESIDENTE DEL JURADO:

Dra. Rosa Falconi

MIEMBROS DEL JURADO:

Dr. Christian Acosta

Dr. Carlos Soto





**A mis padres y hermanos, por su constante apoyo,
comprensión y paciencia.**

AGRADECIMIENTO

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda y colaboración de muchas personas entre las cuales quisiera destacar;

Al Doctor Eduardo Ticona; por su supervisión y orientación en el desarrollo del trabajo.

Al Doctor Gustavo Rivara; por guiarme y brindarme su apoyo incondicional a lo largo de los últimos meses.

A la Dra. Julia Ríos Vidal, por incentivarme a realizar esta investigación.

A mis padres, por sus constante apoyo en las numerosas revisiones y correcciones del presente trabajo.

Al Ingeniero Eduardo Beingolea Zelada de la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad Metropolitana de Lima y a todo su equipo por la ayuda e información proporcionada.

A la Estrategia Sanitaria Nacional de Prevención y Control de la Tuberculosis, por la información proporcionada.

Al Doctor Anibal Alarcón de Línea GIS, por su accesoria en georeferencia.

A mis primos, Nicholas Garaycochea y Matías Ibérico, por proporcionarme los artículos necesarios para la revisión del tema.

Y a todos aquellos amigos cuyos comentarios, opiniones y criticas fueron valiosas para mi en todo este tiempo.

ÍNDICE

	Páginas
Portada	i
Título	ii
Asesor y miembros del jurado	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenido	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. Introducción	11
II. Materiales y Métodos	15
III. Resultados	17
a. Gráficos	23
IV. Discusión	34
V. Conclusiones	43
VI. Recomendaciones	44
VII. Referencias Bibliográficas	48
ANEXOS	53

RESUMEN

La tuberculosis es una enfermedad que sigue siendo una de las principales causas de morbi-mortalidad en el Perú y el mundo. Actualmente el Perú es uno de los países con mayores índices de Tuberculosis en Sudamérica, siendo Lima la ciudad más afectada. Existen muchos factores asociados al riesgo de infección, entre los cuales figura el hacinamiento, condición que se presenta en la mayoría de vehículos de transporte público, los cuales ya han sido catalogados como un factor de riesgo para la infección por el *Mycobacterium tuberculosis*.

El presente estudio tuvo como objetivo principal determinar si en Lima Metropolitana existe una correlación entre el número de rutas de transporte público que recorren cada distrito y la situación de tuberculosis de estos, representada como el total de casos de tuberculosis en todas sus formas, la tasa de incidencia, la tasa de incidencia BK+ y la tasa de morbilidad. Asimismo, se planteó determinar el número de rutas que realizan todo su recorrido en los distritos con mayores índices de TB (Ruta TB) y realizar un mapa georeferencial incluyendo el tipo de vehículo empleado.

En una primera etapa se analizó el recorrido de las 404 rutas de transporte público inscritas en la municipalidad de Lima Metropolitana, calculando así el número de rutas que recorren cada distrito, cuantas de estas realizan todo su recorrido en los distritos con mayores índices de TB y el tipo de vehículo empleado. En esta etapa se analizó también la situación de TB de cada distrito. En una segunda etapa se realizó un análisis de correlación (Pearson o Spearman según distribución de variable) entre el número de rutas que recorren cada distrito

con la situación de tuberculosis de estos. De la misma forma se determinó la correlación entre las Rutas TB de cada distrito (ya no el total de rutas) con los respectivos indicadores de la situación de tuberculosis previamente mencionados. En una tercera y última etapa se realizó un mapa georeferencial de las Rutas-TB según el tipo de vehículo empleado, utilizando el software de Sistema de Información Geográfica ArcGIS.

Se obtuvo una correlación positiva entre el número de rutas formales de transporte público que circulan por cada distrito de Lima y la situación de tuberculosis de los mismos (Total de casos en todas sus formas 0.518, tasa de incidencia 0.401, tasa de incidencia BK+ 0.398, tasa de morbilidad 0.402; $P < 0.05$). De la misma manera se obtuvo una pendiente positiva al realizar un análisis de regresión lineal entre ambas variables. De las 404 rutas formales de transporte público que recorren Lima, 147 (36.38%) son Rutas-TB (rutas que realizan todo su recorrido en los distritos con mayores índices de TB). Al correlacionar las Rutas TB con la situación de cada distrito se obtuvo también una correlación positiva, sin embargo los valores obtenidos fueron mas altos, reflejando una mayor asociación entre las Rutas-TB y la situación de tuberculosis que con el total de Rutas Las camionetas rurales son el tipo de vehículo más utilizado por el total de rutas, y con una diferencia aun mayor por las Rutas TB.

ABSTRACT

Tuberculosis is one of the most common infectious diseases worldwide and one of the main causes of morbidity and mortality in the world. Nowadays Peru is one of the countries of South America with the highest rates of TB, being Lima the most affected city. There are several factors associated with the risk of infection, among them the overcrowding, which is seen in most of the vehicles of public transportation, the ones that have been already identified as a risk factor for the infection of *Mycobacterium tuberculosis*.

The main objective of the present study was to investigate if there is a correlation between the number of public transportation routes that go through each district of Lima City and the TB situation among them, shown as the total TB cases presented in all its forms, the rate of TB incidence, the rate of BK+ incidence and the rate of TB morbidity. At the same time, this study aimed to find the number of routes that did its whole itinerary in the districts with highest rates of TB (TB Routes), and to create a georeference map including the type of vehicle employed.

In a first stage the itinerary of the 404 public transportation routes registered in the city hall was analysed, obtaining the number of routes per district, the number of TB-Routes and the type of vehicle used. In this stage the TB situation of each district was analysed. In a second stage a correlation analysis was made between the number of routes that go through each district and the TB situation among them (Pearson or Spearman according to variable distribution). Another correlation analysis was made between the TB-Routes of each district and the TB situation. In a final stage a georeference map of the TB-Routes according to the type of vehicle was made, using ArcGIS software program.

A positive correlation between the number of routes and the TB situation in each district was obtained (TB cases presented in all its forms 0.518, rate of TB incidence 0.401, rate of BK+ incidence 0.398 and morbidity rate of TB 0.402; $P < 0.05$). Similarly a positive slope was obtained in a lineal regression analysis between both variables. Of 404 formal routes of public transportation that go through Lima, 147 (36.38%) are TB-Routes. The correlation between TB-Routes and the TB situation of each district was positive as well; nevertheless the values were higher, reflecting a stronger association between TB-Routes and the TB situation. Urban vans (such as Econoline) are the most common type of vehicle used by the total of routes, and with a higher percentage in the TB Routes.



1. Introducción

La tuberculosis (TB) es una enfermedad de la que se tiene conocimiento desde épocas muy antiguas; Se ha encontrado rastros de esta en restos humanos procedentes del Neolítico y en momias egipcias, y a sido descrita con toda claridad por la Medicina China, Persa e India [1].

La primera descripción detallada de la enfermedad fue hecha por Hipócrates, quien pensaba que la “tisis” era consecuencia de la supuración y ulceración de los pulmones debido a una pulmonía de evolución anormal; se describía a esta enfermedad como “la más grande de todas las enfermedades, la más difícil de curar y la que más mata” [1].

En los siglos XVII y XVIII esta enfermedad se convierte en un serio problema de salud en los países occidentales, relacionándose este incremento con el desplazamiento masivo de campesinos a las ciudades en busca de trabajo en las fábricas. Aunque todavía no se conocía con exactitud la epidemiología de esta infección, comienzan a ponerse en marcha medidas profilácticas y de higiene social [2]. No fue hasta Marzo de 1882 cuando R. Koch publicó que había descubierto el bacilo responsable de la tuberculosis.[1]

En 1908 Calmette y Guerin cultivaron una cepa de *M. bovis* aislado en una vaca con mastitis tuberculosa; esto fue el origen de la BCG. La vacuna del bacilo de Calmette-Guerin (BCG) se empezó a utilizar en Europa para la prevención de tuberculosis en humanos en 1921 y actualmente está incluida en los programas de vacunación de muchos países [1]

La tuberculosis en el Perú existe desde la época del Antiguo Perú y aumento considerablemente durante la Colonia. La tradición popular narra que el Inca Túpac Yupanqui, padecía de la enfermedad y que eligió a Jauja como lugar para descanso y reposo, de allí la fama de esta ciudad para el tratamiento de la tuberculosis. Durante la Colonia, Isabel Flores de Oliva, Santa Rosa de Lima, padeció la enfermedad, por eso es designada patrona de los tuberculosos y el día del Tisiólogo se celebra el 30 de agosto, día de la santa. [3].

En los años setenta del siglo XX la tuberculosis se consideraba prácticamente erradicada, pero a mediados de los ochenta se convirtió en una enfermedad emergente y la OMS la declaró “Emergencia Global” en 1997, con más de ocho millones de casos anuales y con una mayor incidencia en países subdesarrollados [1].

Hoy en día la tuberculosis es una enfermedad aún no controlada y sigue siendo una de las principales causas de morbilidad en el mundo. En el 2012 la incidencia de casos de TB a nivel mundial fue de 8.6 millones, esto equivale a 125 casos por cada 100 000 habitantes. La mayoría de casos se registraron en Asia (58%) y África (27%), seguidos de los casos reportados en la Región Este del Mediterráneo (8%), Europa (4%) y Las Américas (3%)[5]. Si bien el 89% de casos a nivel mundial incluyeron a 96 países, los cinco países con mayores tasas de incidencia fueron; India, China, Sudáfrica, Indonesia y Pakistán. Tan solo India aporta el 26% de

casos a nivel mundial y ya han sido registrados casos de TDR¹ en dicho país.

Respecto a la región de las Américas, en el 2011 se reportaron 268.400 casos con un número estimado de 20.700 muertes. Alrededor de dos tercios (67%) de todos los casos nuevos de TB ocurrieron en América del Sur (subregión andina: 29%; otros países: 38%); 17% en México y Centroamérica; 11% en el Caribe, y 5,1% en América del Norte. Brasil ocupa actualmente el 17º lugar en todo el mundo y el primer lugar en las Américas en lo que respecta al número total de nuevos casos de TB (83.000). El 60% de todos los casos nuevos de TB que se registraron: Brasil, Perú, México y Haití [6] El Perú es uno de los países con mayores tasas de tuberculosis de Latinoamérica, en el 2010 se diagnosticaron 32 477 casos de Tuberculosis [7] y según la Organización Mundial de salud, 4 de cada 6 peruanos son infectados cada hora. [6].

La Tuberculosis es una enfermedad que se transmite de persona a persona principalmente por vía respiratoria [5], aumentando el riesgo de infección en lugares muy hacinados como en asilos, barcos, aviones y vehículos de transporte público. El transporte público en Latinoamérica moviliza normalmente más pasajeros de lo permitido por la ley, por lo cual podemos asumir que en áreas endémicas con altas tasas de incidencia de tuberculosis pulmonar el uso diario de transporte público sea un factor de riesgo para infectarse de TB [8].

¹ TDR: *Totally drug-resistant tuberculosis*: TB resistente a todas las drogas de primera y segunda línea.

Un tercio de la población nacional (7.5 millones con un crecimiento del 2.4% anual) vive en Lima, una ciudad altamente densa con 2.300 hab/km² (Perú 18 hab/km²) en un área de 2812 km², que representa el 0.2% del territorio nacional. Lima al ser la ciudad más importante y poblada del Perú concentra el 68.5% (800.000 vehículos) del parque automotor nacional, necesario para la movilización de toda la ciudad en sus 43 distritos [9]. En Lima Metropolitana se generan cerca de 10 millones de viajes al día de los cuales el 80% se realizan en transporte público [9]. No existe un tamaño estándar para los vehículos que conforman parte del transporte público en Lima, siendo empleados muchas veces vehículos relativamente pequeños y llevando hasta el doble de la capacidad normal convirtiéndose en un importante foco de hacinamiento.

La tuberculosis es actualmente uno de los problemas más importantes de salud pública que presenta nuestro país, si bien la incidencia de casos ha ido disminuyendo con el paso de los años, seguimos presentando una de las tasas más altas de Latinoamérica [6], y esta no solo es una enfermedad que tiene cura, sino también la infección por esta es prevenible y de esta manera las muertes que produce son evitables. Junto con el crecimiento y desarrollo de esta ciudad se han ampliado y facilitado las condiciones para la transmisión de infecciones oportunistas, como el hacinamiento en el caso de la tuberculosis. Al ser la tuberculosis un problema multifactorial que abarca diferentes esferas y problemáticas; como son las sociales, económicas y/o culturales, será solo con la participación activa y organizada de la comunidad que se podrá mejorar el

diagnóstico y prevención de los casos, conllevando así a que menos personas se infecten y que más puedan curarse.

2. Materiales y Métodos

Para llevar a cabo este proyecto se contó con la colaboración de la Gerencia de Transporte Urbano de la Municipalidad de Lima Metropolitana, la cual proporcionó la información concerniente al transporte público: Número de rutas de transporte público inscritas, itinerario de las rutas y tipo de vehículo (Ver Anexo N-1). No se incluyeron las rutas inscritas en la provincia constitucional del Callao ni las rutas de transporte público informales. Por otro lado se obtuvo el perfil epidemiológico de la Tuberculosis del año 2011 de cada distrito a través de la Estrategia Sanitaria Nacional de Prevención y Control de la Tuberculosis (ESNPCT-MINSA).

La primera fase del proyecto consistió en determinar el número de rutas de transporte público que circulaban en cada distrito, este análisis se realizó a con el programa Microsoft Excel 2011, determinando los distritos que formaban parte del itinerario de cada una las rutas. De igual forma se determinó el número de rutas que realizaban todo su recorrido en los distritos con mayor índice de tuberculosis (Ruta-TB)²; se consideró asimismo Ruta-TB a aquellas rutas que si bien circulaban dentro de la jurisdicción de un distrito con bajo índice de tuberculosis, lo hacían solo a

² Los distritos con mayor índice de Tuberculosis fueron determinados a partir del Reporte de la Situación de Tuberculosis en el Perú ESNPCT (2008)⁴; en el cual estos distritos fueron identificados según el Número de casos en todas sus formas, la tasa de morbilidad, número de casos TBC-MDR y porcentaje de hacinamiento.

través de las vías de alta velocidad³. En esta fase se obtuvo también la distribución del tipo de vehículo empleado (Ómnibus, microbús o combi rural) por el total de rutas y por las Ruta-TB.

La segunda fase del proyecto consistió en determinar la correlación entre el número de rutas formales de transporte público y la situación de la tuberculosis en cada distrito utilizando el paquete estadístico SPSS versión veinte. El total de rutas formales de cada distrito (Tanto Ruta-TB como No-TB) había sido previamente calculado en la primera fase, y respecto a la situación de tuberculosis de cada distrito, la información se obtuvo a partir de la ESNPCT. La situación de tuberculosis fue definida a través de cuatro variables: Total de casos de tuberculosis en todas sus formas, tasa de Incidencia, tasa de Incidencia BK+ y tasa de morbilidad.

Se realizó la prueba estadística de Shapiro-Wilk para determinar si la variable independiente (Número de rutas de transporte Público) y las variables dependientes presentaban una distribución normal. La variable independiente y el Total de casos de tuberculosis en todas sus formas presentaban una distribución normal, paramétrica. La tasa de incidencia, la tasa de incidencia BK+ y la tasa de morbilidad presentaban una distribución no paramétrica. Una vez determina la distribución de las variables, se emplearon los coeficientes de Pearson y Spearman para medir la correlación entre la variable Número de rutas de transporte Público con cada una de las variables mencionadas que definen la "Situación de Tuberculosis" de cada distrito. (Pearson si había normalidad

³ Vía de Evitamiento, Carretera Panamericana.

en ambas variables y Spearman si en una o ambas no había normalidad). Una vez realizado el análisis de correlación, al ser positivo se realizó un análisis de regresión lineal entre las dos variables,

En esta fase también se determinó la correlación entre las Rutas TB de cada distrito (ya no el total de rutas) con los respectivos indicadores de la situación de tuberculosis previamente mencionados, para determinar si es que existía una mayor asociación o no entre el total de rutas TB y la situación de tuberculosis de cada distrito en comparación al total de rutas.

En la tercera y última fase del proyecto se realizó un mapa georeferencial de las Rutas-TB según el tipo de vehículo empleado, utilizando el software de Sistema de Información Geográfica ArcGIS (Anexo N-2) con el objetivo de localizar y visualizar espacialmente en un sistema de coordenadas a dichas rutas en un mapa de Lima Metropolitana.

3. Resultados

3.1 Rutas de Transporte Público:

Existen actualmente 404 rutas en transporte público registradas en la municipalidad de Lima, el distrito por el cual transcurren la mayor cantidad de rutas es Lima – Centro, con 236 rutas, seguido de la Victoria con 179, San Martín de Porres con 165 y Rímac con 159 rutas. La media de las rutas formales por distrito es 68.8 y la desviación estándar es de 56.05. En el Gráfico N-1 se aprecia en un diagrama de Pareto los distritos que concentran el 80% de rutas de transporte público.

3.2 Rutas-TB

De las 404 rutas que recorren Lima Metropolitana, 147 de estas (36.38%) son Rutas-TB, es decir rutas que realizaban todo su recorrido en los distritos con mayores índices de tuberculosis. (Gráfico N-2),(Anexo N-3).

3.3 Tipo de Vehículo

Respecto al tipo de vehículo empleado por el total de rutas de transporte público; 168 (41.58%) emplean camionetas rurales, 167 (41.33%) microbuses y 69 (17.07) ómnibuses. (Gráfico N-3) Sin embargo respecto a las Rutas-TB; 99 (67.34%) emplean camionetas rurales, 33 (22.44%) Microbuses y 15 (10.20%) Ómnibuses. (Gráfico N-4). En el Anexo N-2 se puede apreciar un mapa georeferencial de las Rutas-TB según el tipo de vehículo

3.4 Situación de Tuberculosis

El distrito donde hubo mas casos de Tuberculosis en todas sus formas el 2011 fue San Juan de Lurigancho (2095), seguido de Ate (1094), San Martín de Porres (857) y Comas (826). La media del Total de casos de TB en todas sus formas fue 296.21 y la desviación estándar fue de 397.42. En el Gráfico N-5 se aprecia en un diagrama de Pareto los distritos que concentran el 80% de casos de Tuberculosis en todas sus formas

El distrito que tuvo la mayor tasa de Incidencia de tuberculosis en el año 2011 fue el Agustino (276.8 por 100,000 habitantes) seguido de La Victoria (263.2 100,000 habitantes) , Santa Anita (205.6 100,000 habitantes), y Surquillo (199.7 por 100,000 habitantes). La media de la tasa de incidencia

fue 111.237 por 100,000 habitantes y la desviación estándar fue 64.73 En el Gráfico N-6 se aprecia en un diagrama de Pareto los distritos que concentran el 80% de la tasa de Incidencia.

Respecto a la Tasa de Incidencia BK+, el distrito con mayores índices fue el Agustino (164.3 por 100,000 habitantes), seguido de La Victoria (163.8 por 100,000 habitantes), San Juan de Lurigancho (128.7 por 100,000 habitantes) y Santa Anita (123.6 por 100,000 habitantes). La media de la tasa de incidencia BK+ fue 66.026 por 100,000 habitantes y la desviación estándar fue 39.41 En el Gráfico N-7 se aprecia en un diagrama de Pareto los distritos que concentran el 80% de la tasa de Incidencia BK+.

El distrito que tuvo la mayor tasa de morbilidad de tuberculosis en el año 2011 fue La Victoria (318.53 por 100,000 habitantes) seguida de El Agustino (316.38 por 100,000 habitantes), Santa Anita (228.08 por 100,000 habitantes) y Rímac (219.84 por 100,000 habitantes). La media de la tasa de morbilidad fue de 122.33 por 100,000 habitantes y la desviación estándar fue 73.61 En el Gráfico N-8 se aprecia en un diagrama de Pareto los distritos que concentran el 80% de la tasa de Morbilidad

3.5 Rutas de Transporte Público y Situación de Tuberculosis

3.5.1 Total de casos de TB en todas sus formas: (Tabla 1 - Gráfico N-9)

- En la tabla de correlaciones se aprecia que el valor de la correlación de Pearson es de 0.518, este valor indica una correlación positiva moderada entre el número de rutas formales

de transporte público y el total de casos de TB en todas sus formas de cada distrito. ($P < 0.05$).

- El valor del Coeficiente de determinación ($R = 0.518$ al cuadrado) es 0.268, indicando que la variable independiente (número de rutas de transporte público por distrito) explica el 26.8% de variabilidad observada en la variable dependiente (total de casos de TB en todas sus formas). ($P < 0.05$). En el gráfico de regresión lineal, se aprecia una regresión lineal positiva

3.5.2 Tasa de Incidencia de TB (Tabla 1 - Gráfico N-10)

- En la tabla de correlaciones se aprecia que el valor de la correlación de Pearson es de 0.409, este valor indica una correlación positiva favorable entre el número de rutas formales de transporte público y la tasa de incidencia de tuberculosis de cada distrito. ($P < 0.05$).
- El valor del Coeficiente de determinación ($R = 0.409$ al cuadrado) es 0.167, indicando que la variable independiente (número de rutas de transporte público por distrito) explica el 16.7% de variabilidad observada en la variable dependiente (tasa de incidencia de TB). ($P < 0.05$). En el gráfico de regresión lineal, se aprecia una regresión lineal positiva.

3.5.3 Tasa de Incidencia BK+ de TB (Tabla 1 - Gráfico N-11).

- En la tabla de correlaciones se aprecia que el valor de la correlación de Pearson es de 0.417, este valor indica una correlación positiva favorable entre el número de rutas formales de transporte público y la tasa de incidencia BK+ de tuberculosis de cada distrito. ($P < 0.05$).
- El valor del Coeficiente de determinación ($R = 0.417$ al cuadrado) es 0.174, indicando que la variable independiente (número de rutas de transporte público por distrito) explica el 17.4% de variabilidad observada en la variable dependiente (tasa de incidencia BK+ de TB). ($P < 0.05$). En el gráfico de regresión lineal, se aprecia una regresión lineal positiva.

3.5.4 Tasa de Morbilidad (Tabla 1 - Gráfico N-12)

- En la tabla de correlaciones se aprecia que el valor de la correlación de Pearson es de 0.442, este valor indica una correlación positiva favorable entre el número de rutas formales de transporte público y la tasa de morbilidad de tuberculosis de cada distrito. ($P < 0.05$).
- El valor del Coeficiente de determinación ($R = 0.442$ al cuadrado) es 0.196, indicando que la variable independiente (número de rutas de transporte público por distrito) explica el 19.6% de variabilidad observada en la variable dependiente (tasa de morbilidad de TB). ($P < 0.05$). En el gráfico de regresión lineal, se aprecia una regresión lineal positiva.

3.6 Ruta-TB y Situación de Tuberculosis

Al correlacionar las Rutas –TB de cada distrito con los respectivos indicadores de la situación de tuberculosis, al igual que en el Total de casos, se obtuvo en todos los escenarios una correlación positiva (0.662, 0.613, 0.59, 0.6 respectivamente), sin embargo los valores obtenidos fueron mas altos, reflejando una mayor asociación entre las Rutas-TB y la situación de tuberculosis que con el total de Rutas (Tabla N-1).



Gráfico 1: Número de rutas formales de transporte público por distrito

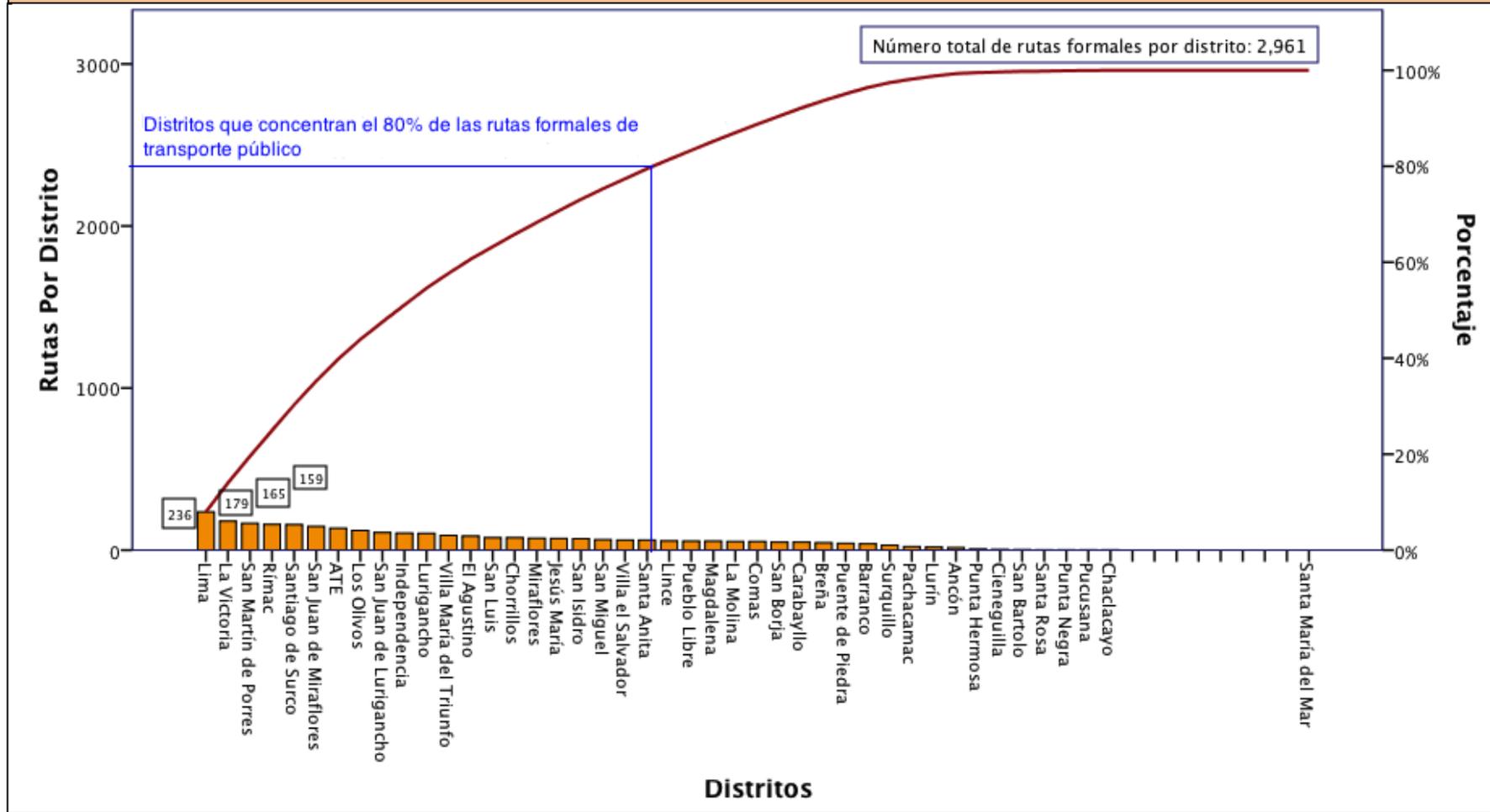


Tabla1. Tabla de Correlaciones					
Variables Correlacionadas	Tipo de Correlación	Correlación	P	R cuadrado	
Rutas por Distrito - total de Casos TB en todas sus formas	Pearson	0.518	<0.001	0.268	
Rutas por Distrito - tasa de Incidencia	Spearman	0.401	<0.008	0.167	
Rutas por Distrito - tasa de Incidencia BK+	Spearman	0.398	<0.008	0.174	
Rutas por Distrito - tasa de morbilidad	Spearman	0.406	<0.007	0.196	
Rutas TB - total de Casos TB en todas sus forma	Pearson	0.662	<0.001	-	
Rutas TB - tasa de incidencia	Spearman	0.613	<0.001	-	
Rutas TB - tasa de incidencia BK+	Spearman	0.59	<0.001	-	
Rutas TB - tasa de morbilidad	Spearman	0.6	<0.001	-	

Gráfico 2: Rutas formales de transporte público en Lima-Metropolitana

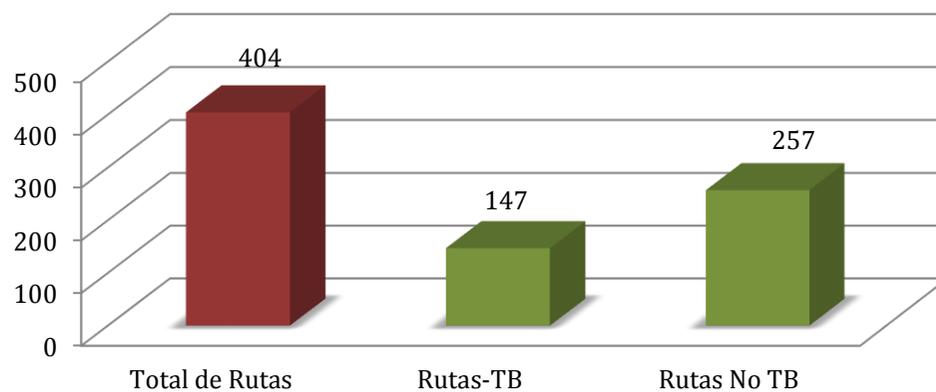


Gráfico 3: Tipo de Vehículo empleado en la rutas formales de transporte público en Lima-Metropolitana

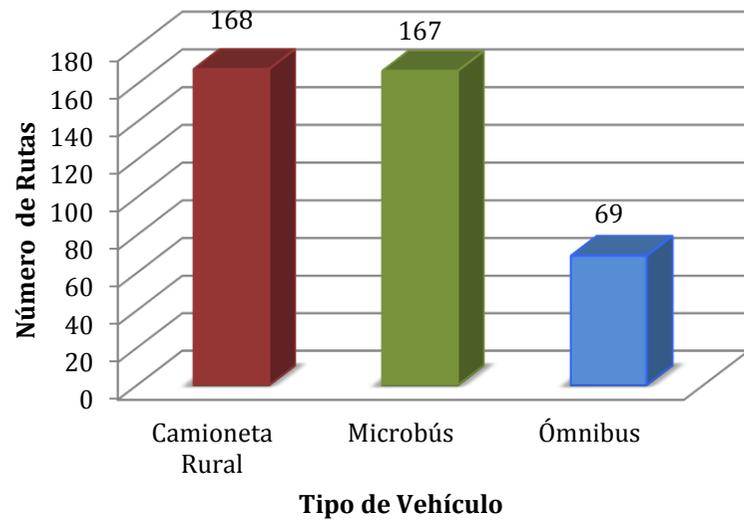


Gráfico 4: Tipo de Vehículo empleado en las Rutas-TB

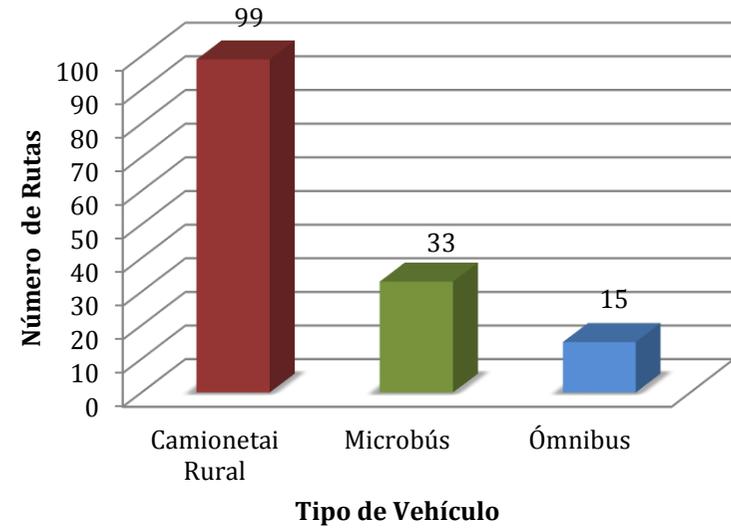


Gráfico 5: Situación de Tuberculosis: Total de casos TB en todas sus formas

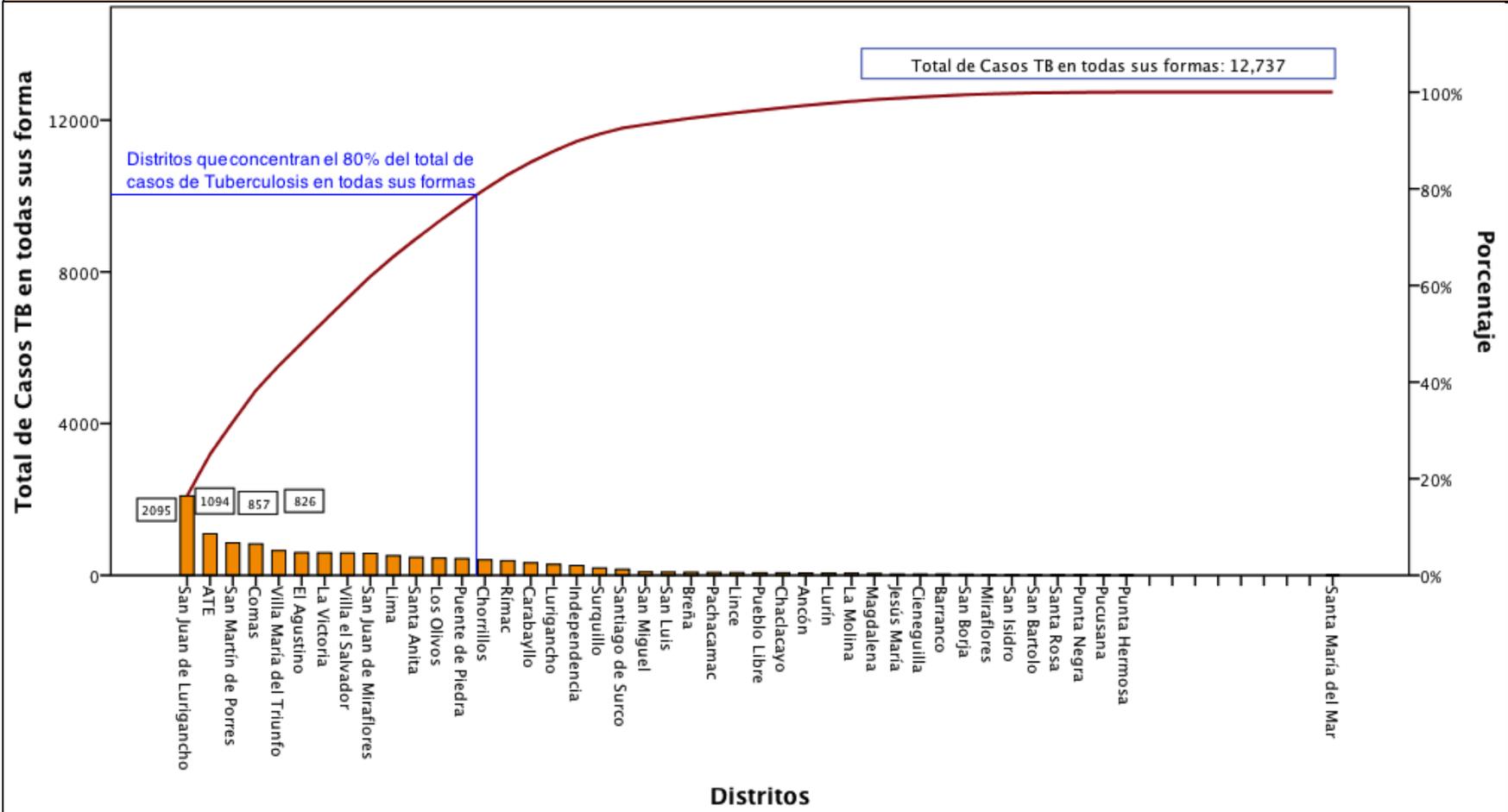


Gráfico 6: Situación de Tuberculosis: Tasa de Incidencia

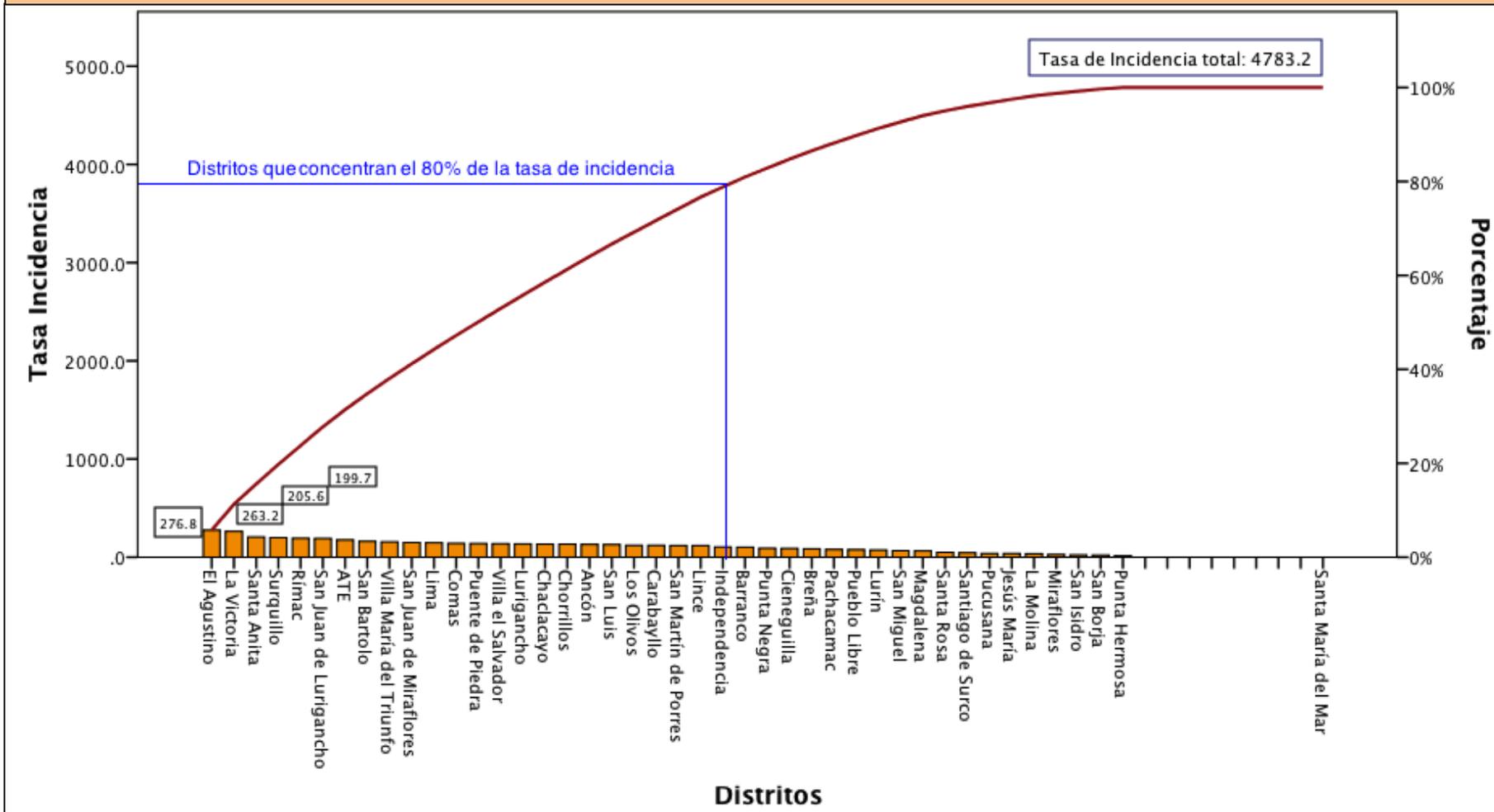


Gráfico 7: Situación de Tuberculosis: Tasa de Incidencia BK+

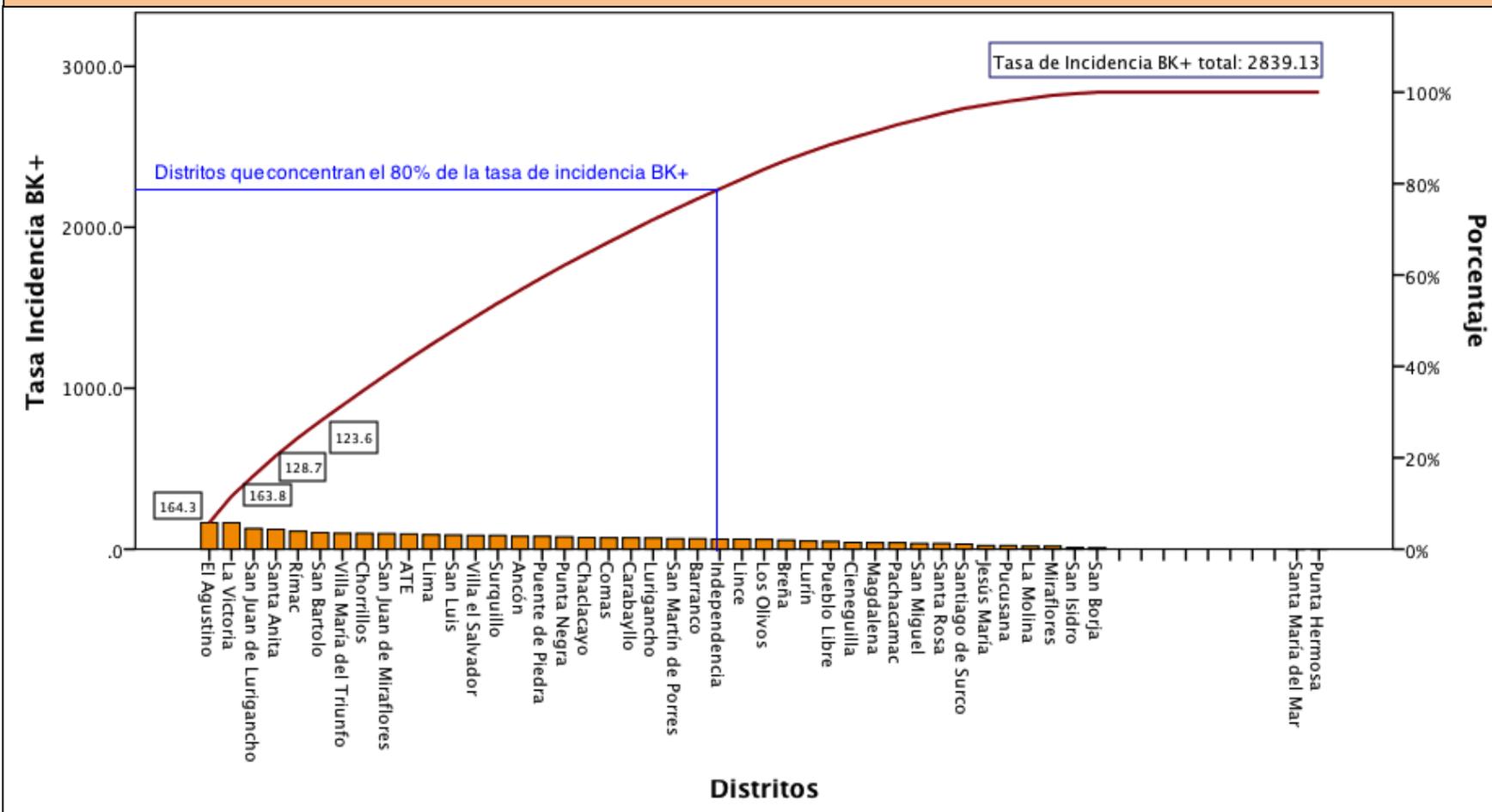


Gráfico 8: Situación de Tuberculosis: Tasa de Morbilidad

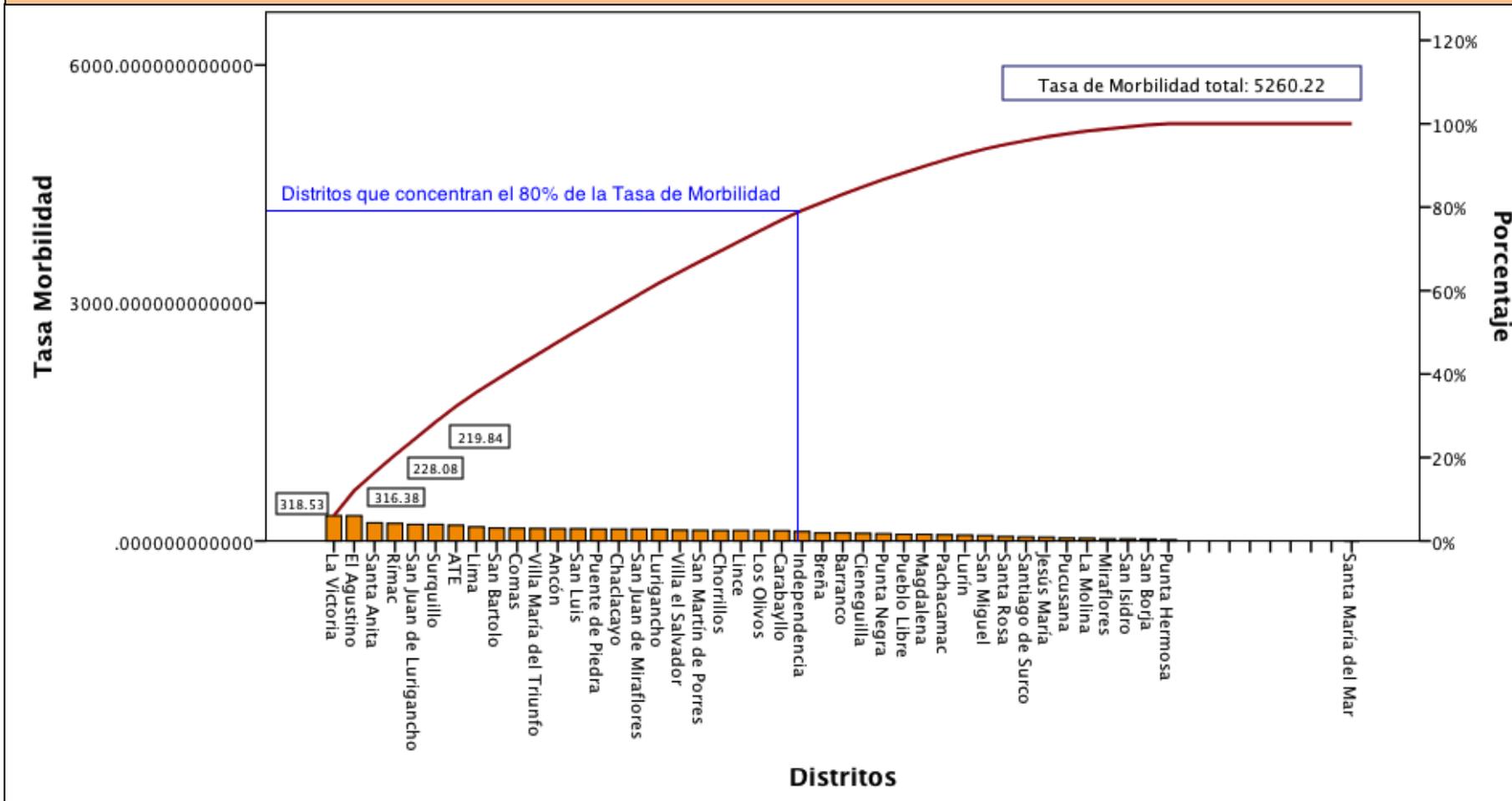


Gráfico 9. Rutas de Trasporte Público -Total de cacos de TBC en todas sus formas:

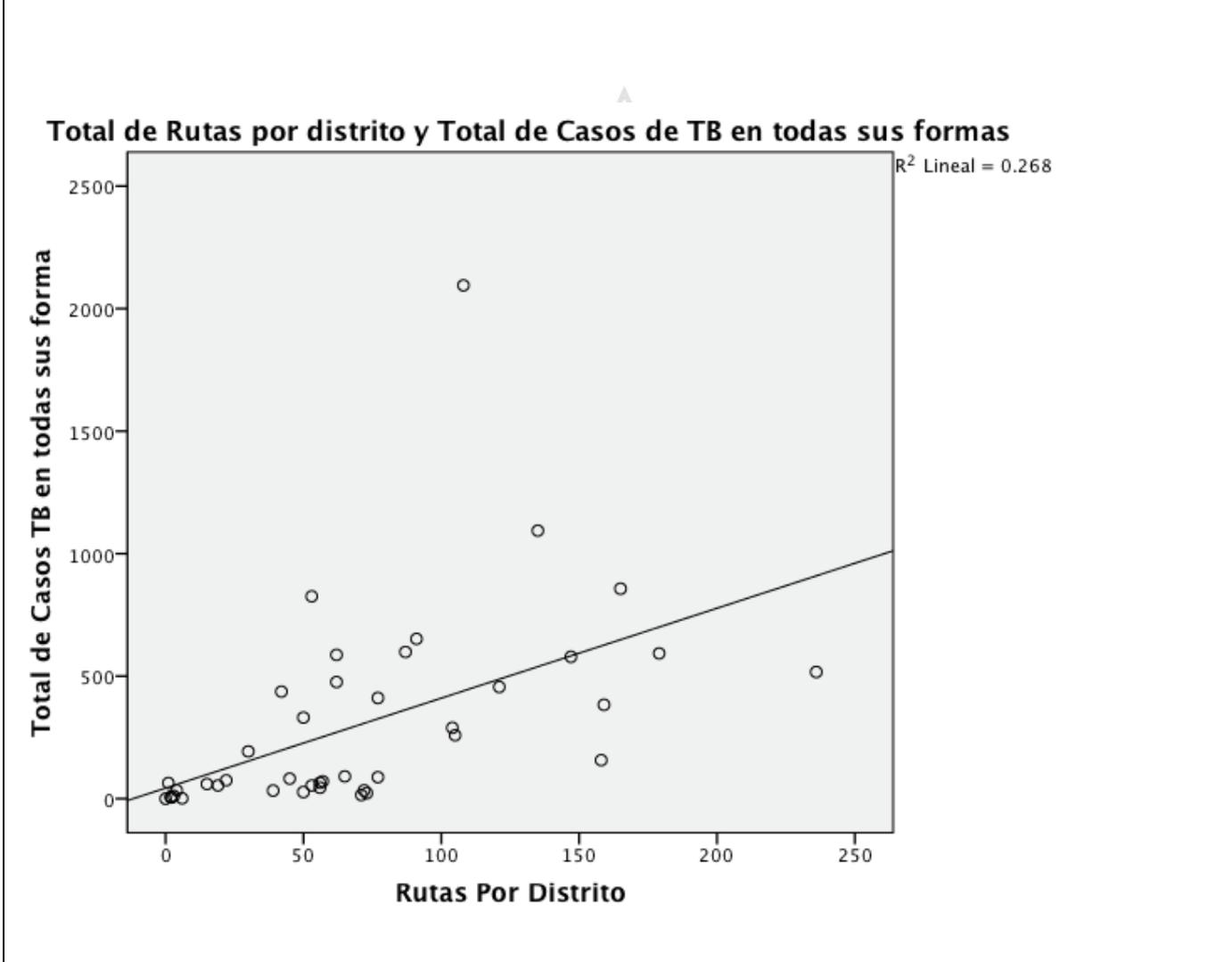


Gráfico 10. Rutas de Trasporte Público - Tasa de Incidencia de TBC

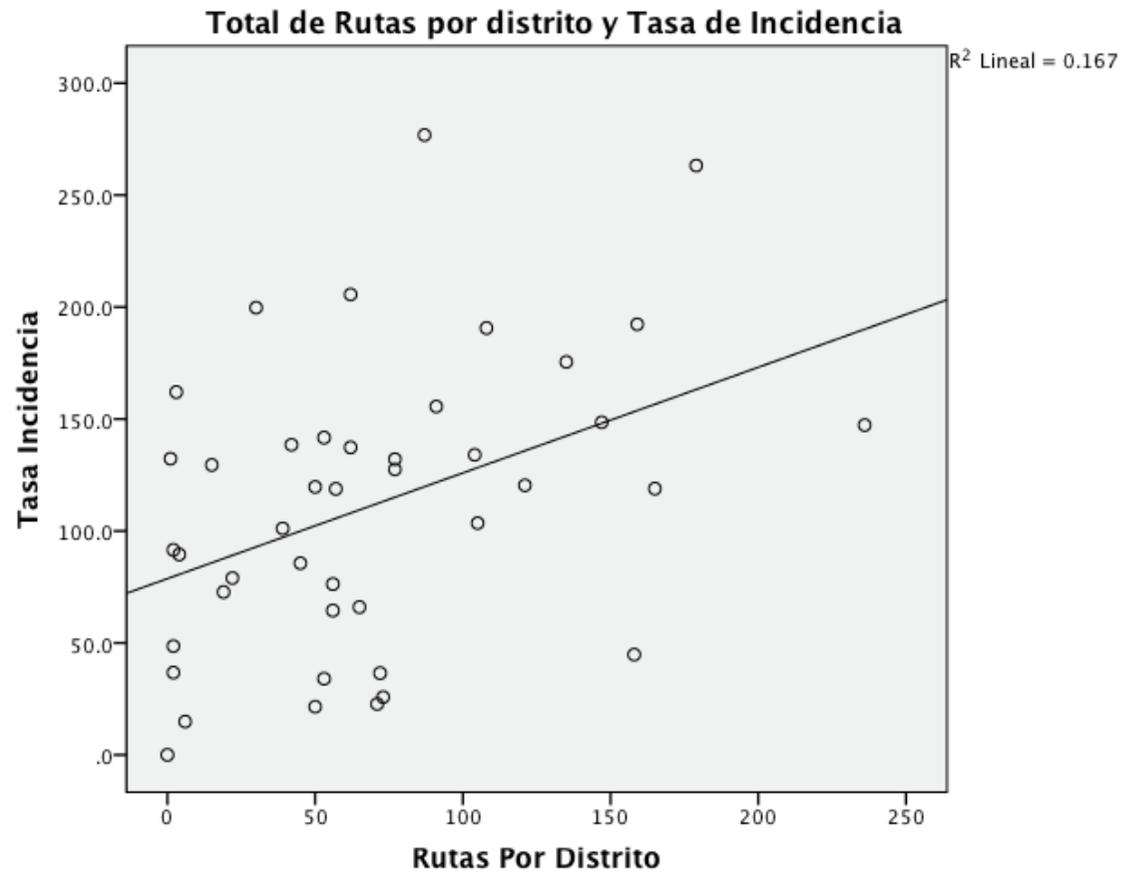


Gráfico 11. Rutas de Transporte Público - Tasa de Incidencia BK+ de TBC

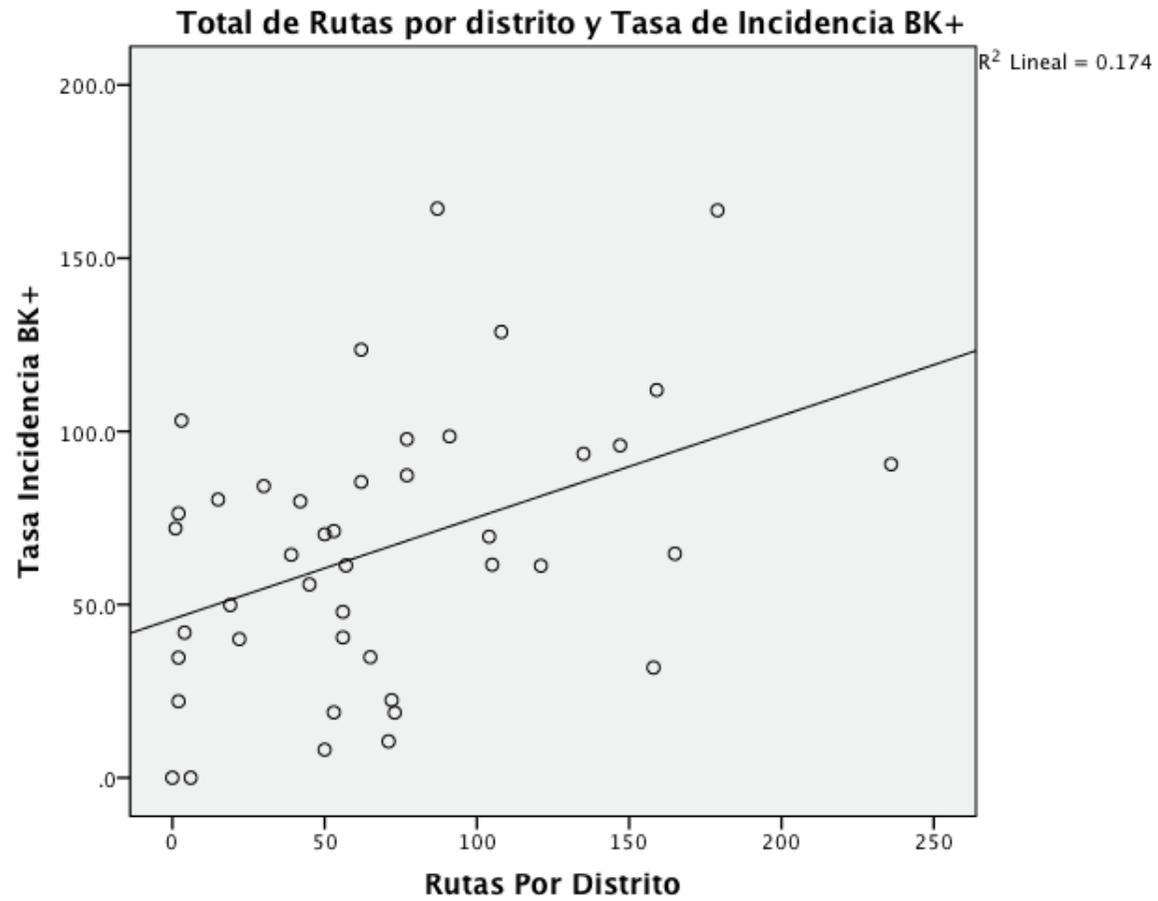
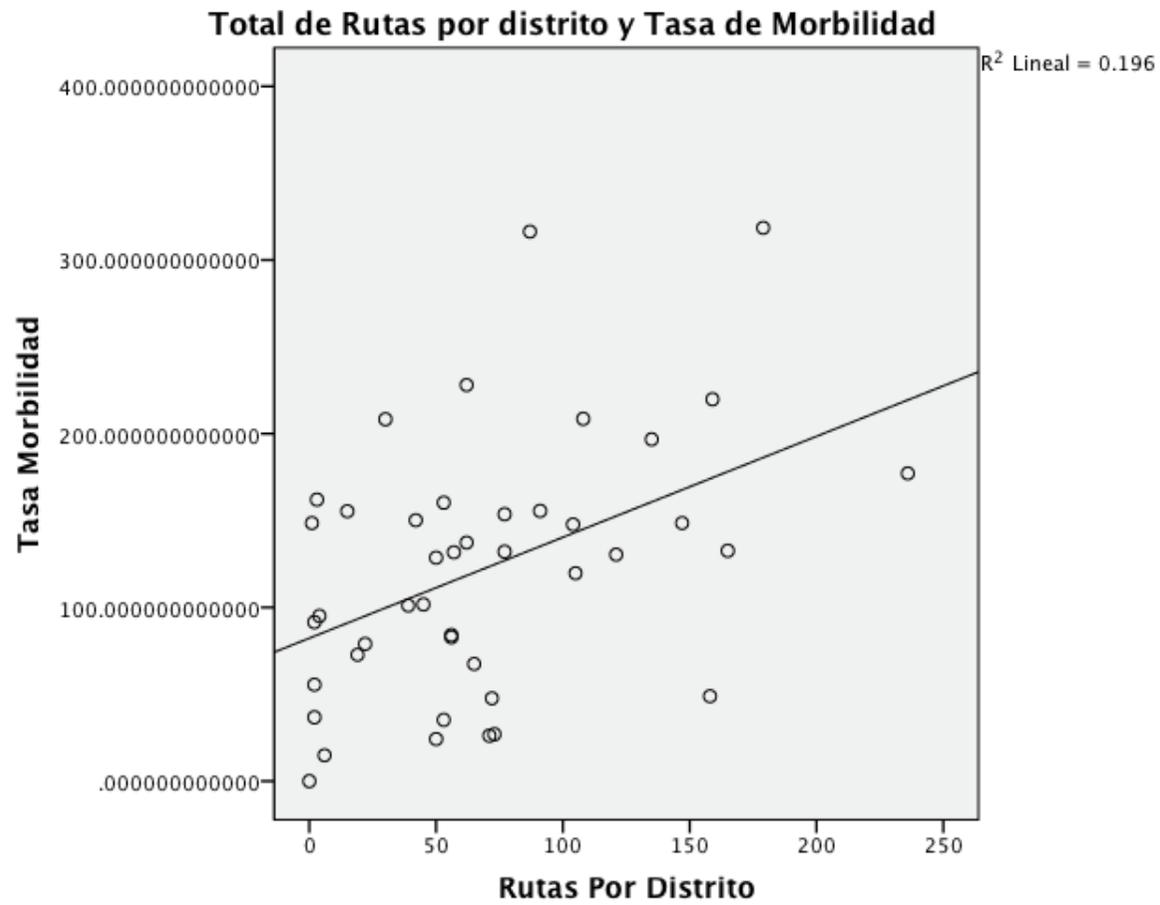


Gráfico 12. Rutas de Transporte Público - Tasa de Morbilidad



4 Discusiones:

Lima es la ciudad con mayores índices de tuberculosis en el Perú. El 58% de casos de Tuberculosis, el 82% de casos de TB MDR y el 93% de casos de TB XDR son notificados por Lima y Callao. Esto responde a una situación epidemiológica y social ampliamente descrita en las grandes ciudades de países desarrollados y en vías de desarrollo, que concentran en sus zonas de pobreza y de mayor migración altas tasas de incidencia de tuberculosis. [4]

De todos los casos de Tuberculosis en Lima Metropolitana el 86% se presentaron en 18 de sus 43 distritos, los cuales tiene como características; tasas de morbilidad por encima del promedio nacional y alto porcentaje de hacinamiento. El 83% de los distritos de este grupo reportan casos de TB MDR por encima del promedio de Lima Metropolitana y especialmente están ubicados en 13 distritos: San Juan de Lurigancho, San Martín de Porres, la Victoria, Ate, Lima Cercado, San Juan de Miraflores, Comas, El Agustino, Santa Anita, Villa María del triunfo, Villa El Salvador, Independencia y Los Olivos. [4]

La situación de la epidemia del año 2011 no ha variado mucho de la descrita anteriormente, el total de casos de tuberculosis en todas sus formas, la tasa de incidencia, la tasa de incidencia BK+ y la tasa de morbilidad por tuberculosis sigue siendo mayor en los distritos mencionados en líneas arriba (Gráficos 5, 6, 7 y 8), los cuales tienen

como características comunes una tasa de morbilidad mayor a la del promedio nacional, alto índice de hacinamiento y mayores índices de pobreza. [12]

Actualmente en Lima se generan cerca de 10 millones de viajes al día, de los cuales el 80% se realiza a través de las compañías de vehículos de transporte público urbano [11]. Esto se da a pesar de que actualmente el transporte público de Lima Metropolitana está conformado por el sistema de buses Metropolitanos, el tren eléctrico y las compañías de vehículos de transporte público urbano. Si bien los dos primeros son los más eficientes estos brindan un servicio limitado; ya que solo se cuenta con una sola línea del tren eléctrico y aún así teniendo el sistema de buses metropolitanos más líneas que el tren, estas no abastecen a toda la ciudad.

Al comparar el sistema de transporte público de Lima con ciudades sudamericanas como Buenos Aires, Santiago de Chile o Rio de Janeiro vemos que en estas ciudades dicho sistema se encuentra más desarrollado. Se cuenta con un sistema de Metro, las paradas de los vehículos de transporte público están bien establecidas y son respetadas, y sobre todo se tiene establecido un tamaño estándar para los vehículos, a diferencia de Lima donde no existe un tamaño estándar para los vehículos que forman parte del transporte público, siendo empleados muchas veces vehículos relativamente pequeños que llevan hasta el

doble de la capacidad normal convirtiéndose en un importante foco de hacinamiento.

Coincidiendo con una revisión de doce artículos publicados sobre la transmisión de la tuberculosis en vehículos de transporte público, la cual revela que en ocho de ellos existe un incremento del riesgo de infección tuberculosa tanto en los usuarios como en los trabajadores de vehículos de transporte [10]; En el presente estudio se evidenció que existe una correlación positiva entre el número de rutas de transporte público que circulan por cada distrito y la situación de tuberculosis de estos, sustentado por una correlación de Pearson/Spearman positiva entre el número de rutas de cada distrito y cada uno de los indicadores de la situación de tuberculosis empleados: total de casos en todas sus formas, tasa de incidencia, tasa de incidencia BK+ y tasa de morbilidad (Tabla 1). Si bien la correlación entre la situación de tuberculosis de cada distrito de Lima y el número de rutas formales que los recorren fue positiva en las cuatro situaciones; en ninguna de ellas se obtuvo una correlación excelente (>0.75). El indicador que obtuvo la mayor correlación con el número de rutas de cada distrito fue el total de casos en todas sus formas (Correlación Pearson 0.518 $p < 0.001$).

La correlación positiva hallada entre ambas variables coincide asimismo con estudios previamente realizados en los que se demuestra que el uso de transporte público es un factor de riesgo para la infección de TB. Horna –Campos *et al* realizaron en tres ocasiones diferentes estudios

sobre este tema; En el primero (2007) [19] se constató de que existía un mayor riesgo de infección por tuberculosis en los trabajadores del distrito de Ate que viajaban en un minibús del transporte público a su centro laboral y en los que su viaje al trabajo usando el transporte público duraba más de una hora comparados al resto de trabajadores. Asimismo la proporción de personas entre 15 -44 años de edad, que forman gran parte de la población laboralmente activa, fueron los que presentaron mayor prevalencia de enfermedad, concordando con la Organización Mundial de Salud y el Ministerio de Salud del Perú. [20,21]. Por otro lado es sabido que la mayor cantidad de expectoración, tos productiva, ocurre durante la mañana, (6:00 – 7:00 am) debido a la acumulación de secreciones bronquiales durante la noche, [22] hora en la que la mayoría de trabajadores o empleados se dirigen a sus centros laborales empleando el transporte público

En el segundo trabajo de Horna-Campos (2010), el autor concluye que la razón de incidencia estandarizada (SIRs) para los trabajadores del sector de transporte público fue 2.7-4.5 veces más alta que en el total de hombres de edad laboral y la población global de la micro red estudiada. De igual forma la asociación entre Tuberculosis y los trabajadores del sector de Transporte público, y la MDR-TB y los trabajadores del sector de Transporte Público fue alta (OR 3.06, 95%CI 2.2-4.2 y OR 3.14, 95%CI 1.1-9.1) [23]. El tercer trabajo del autor realizado en trabajadores del transporte público informal en Lima, entre los cuales el 76.6% obtuvieron un PPD positivo (más de 10 mm), el autor concluye que la

positividad estuvo significativamente asociada a aquellos empleados que habían trabajado más de 2 años (OR 11.04; 95% CI 3.17 a 38.43) y más de 60 horas/semana (OR 9.8; 95% CI 2.85 a 33.72). [24]

En Estados Unidos un análisis espacial de TB en Houston Harris County publicado en Noviembre del 2011 evidenció la relación entre la infección por tuberculosis y el uso de transporte público [25]. Feske ML *et al* [26] realizaron una extensión de los hallazgos del análisis geoespacial de la base de datos del *Houston Tuberculosis Initiative* estudiando a los pacientes con tuberculosis que usaban el transporte público y los que no lo usaban. Se le realizó un cultivo al 75% de pacientes que usaban el transporte público, presentando un promedio del tamaño de cultivo de 50.14, indicando una transmisión reciente comparado al 56% de pacientes que no usaban el transporte público (OR = 2.4 $p < 0.001$) con un promedio del tamaño de cultivo de 28.9 ($p < 0.001$). Otro estudio que guarda relación con los resultados obtenidos fue uno realizado en Buenos Aires por Castillo-Chávez *et al* en el 2004, el cual a través de un modelo matemático concluyó que en Buenos Aires, una ciudad de 12 millones de personas dicho año y en la que el 82% del transporte público se realiza a través de buses, un promedio de 100 personas entraban y salían de un bus cada hora, y uno de cada 1000 pasajeros se infectaba cada hora de viaje [27].

Al analizar los gráficos de regresión lineal, se observa que el número de rutas de formales de transporte público que recorre cada distrito puede

explicar el 26.8% de el total de casos de TB en todas sus formas (Coeficiente de determinación R^2 0.268) (Gráfico N-9). Este porcentaje se asemeja al calculado por D. Brand et al, el cual concluyo que viajar por bus podría ser responsable del 30% de nuevos casos de TB [28]. Respecto al resto de indicadores; el número de rutas de transporte público puede explicar el 19.6% de la tasa de morbilidad de cada distrito (Coeficiente de determinación R^2 0.196) el 17.4% de la tasa de Incidencia BK+ (Coeficiente de determinación R^2 0.174) y el 16.7% de la tasa de incidencia (Coeficiente de determinación R^2 0.167) (Gráficos N- 10, 11 y 12). El hecho de que el número de rutas de transporte público no pueda explicar un mayor porcentaje de la situación de tuberculosis se debe a que existen otros factores relacionados a la infección por tuberculosis que están presentes en mayor o menor porcentaje en los diferentes distritos, como el nivel de educación [29,30], el nivel socioeconómico, representado como el ingreso por vivienda, posesiones o falta de un ambiente aparte para la cocina [29], el consumo de alcohol [31-32], el consumo de tabaco [33], enfermedades crónicas como la diabetes y la hipertensión arterial [29-34] o el estado nutricional [35].

El mecanismo de infección de TB en los vehículos de transporte público es el ya conocido. El contagio de la tuberculosis se da a través de diferentes acciones como el estornudo, la tos, escupir, cantar o hasta conversar [13]. Las gotas generadas a partir de estos actos se evaporan convirtiéndose en aerosoles de pequeñas partículas (1 a 3 μm); gracias a su pequeño tamaño pueden permanecer en suspensión y ser

transportadas según el flujo de aire, asimismo puede llegar fácilmente a los alvéolos pulmonares aumentando el riesgo de transmisión en lugares cerrados y mal ventilados como es en el caso de los vehículos. En Estados Unidos en Octubre del 2008, se diagnosticó tuberculosis pulmonar a un conductor que había transportado 762 pasajeros en un área metropolitana de Columbia, se realizó una evaluación a dichos pasajeros, de los 153 pasajeros que se realizaron la prueba de PPD, 11 (7%) tuvieron resultados confirmando una primo infección.[11]

El riesgo de diseminación de TB desde una persona a otra puede variar según la persona infectada, por ejemplo si esta tiene cavidades pulmonares, TB laríngea o si esta en los primeros días de tratamiento. La dosis infectante o *quanta* liberada al espacio aéreo (dosis necesaria para infectar a una persona) va a ser diferente entre estas condiciones y los expuestos requerirán mayor o menor tiempo de exposición, si la *quanta* liberada es elevada se necesitará un menor tiempo de permanencia en el lugar donde se encuentre la persona ya que en un menor número de ciclos respiratorios se lograra el contagio. [14].

Se sabe también que las malas condiciones de ventilación facilitan la transmisión de la TB, si bien no existe una pauta sobre recambios de aire en vehículos de transporte público, las pautas actuales recomiendan entre 6- 12 recambios de aire⁴ por hora para el control de la transmisión

⁴ Los valores de recambio de aire por hora se calculan al dividir la ventilación total de una sala (m^3/h) por el volumen de la sala (m^3) [16].

de tuberculosis en zonas de alto riesgo en establecimientos de salud [15]. Se ha demostrado que la ventilación de un espacio cerrado disminuye progresivamente el riesgo teórico de infección aplicando la fórmula de Riley-Wells [17], asimismo la ventilación natural, que consiste en abrir puertas y ventanas, provee altas tasas de recambios de aire, ventilación total y teóricamente protección contra la transmisión de tuberculosis por el aire, y está en contraste con la ventilación mecánica, ofrece altos niveles de recambios de aire por poco costo, y no requiere de mayor mantenimiento.[18]

Actualmente existen 404 rutas de transporte público registrados en la municipalidad de Lima Metropolitana, si bien existe un porcentaje de rutas informales este no es tan significativo y no se maneja actualmente un porcentaje exacto de cuantos vehículos circulan en la informalidad. Al no haber un solo tipo de vehículo estándar el 41.58% son camionetas rurales⁵, 41.33% microbuses y 17.07% son ómnibuses (Gráfico N-3), como se describió anteriormente, esto no ocurre en otros escenarios, donde se tiene establecido un tipo específico de vehículo.

Del total de rutas formales que circulan Lima, 147, el 36.38% (Gráfico N-2) son rutas cuyo recorrido se da solo en los distritos con mayores índices de tuberculosis (Rutas TB), estas rutas van dando círculos en las zonas más endémicas de la ciudad. Sabiendo que el transporte público en Latinoamérica transporta normalmente más pasajeros de lo permitido por

⁵ El termino técnico de Camioneta rural es conocido coloquialmente en Lima como “Combi”

la ley [9], podemos asumir que en áreas endémicas, como son las que recorren constantemente las Rutas TB, el uso diario de transporte público es un factor de riesgo para infectarse de Tuberculosis. Parte de este estudio consistió en realizar un mapa Georeferencial en el que se ubique las 147 Rutas TB según el tipo de vehículo empleado; dicho mapa se encuentra en el Anexo-2.

Al comparar las correlaciones entre el total de rutas por cada distrito, y el total de rutas TB con las situación de tuberculosis de los mismos, se observa que en ambos escenarios existe una correlación positiva. No obstante, se obtienen valores mas altos, y por lo tanto un nivel de asociación mayor cuando se emplea las Rutas TB. (Tabla N-1) Este análisis más profundo demuestra que si bien ya se ha concluido que existe una correlación positiva entre las rutas de transporte público que recorren cada distrito de Lima y la situación de tuberculosis de este; dentro de cada distrito de Lima, y por ende en Lima Metropolitana, las rutas TB están más relacionadas a la situación de tuberculosis que el total de rutas. Este último concepto afianza un poco más el término Ruta TB y la relevancia de este.

Respecto al tipo de vehículo empleado por las Rutas TB, el 67.34% son camionetas rurales, el 22.44% microbuses y el 10.20% son ómnibuses (Gráfico N-4); este último punto es importante ya que no solamente habiendo identificado cuales y cuantas son las rutas que recorren constantemente los distritos con altos índices de TB, se concluye que en

la mayoría de estas rutas el vehículo más empleado son camionetas rurales, siendo este el vehículo de menor capacidad (Anexo N-1) , el más hacinado y probablemente el que tenga mayores tasas de infección.

Si bien en el presente estudio no se analizó de forma aislada el riesgo de infección de cada ruta de transporte público, ni se incluyeron a las rutas informales de transporte público ni aquellas inscritas en la provincia constitucional del el Callao, los resultados obtenidos concuerdan con los pocos estudios realizados sobre el transporte público y la tuberculosis, poniendo en evidencia un importante punto o parámetro que se debería emplear en la lucha contra esta enfermedad.

5 Conclusiones

5.1 Existe una correlación positiva entre el número de rutas formales de transporte público que circulan por cada distrito de Lima Metropolitana y la situación de tuberculosis de los mismos, representada por el total de casos de tuberculosis en todas sus formas, tasa de incidencia, tasa de incidencia BK+ y tasa de morbilidad, durante el año 2011.

5.2 Un porcentaje de la situación de tuberculosis de cada distrito puede ser explicado por el número de rutas de transporte público que recorre cada distrito

5.3 De las 404 rutas formales de transporte público que recorren Lima, 147 (36.38%) son Rutas-TB (rutas que realizan todo su recorrido en los distritos con mayores índices de TB).

5.4 Existe una mayor asociación entre el total de rutas-TB y la situación de tuberculosis de cada distrito en comparación al total de rutas y la situación de tuberculosis de cada distrito

5.5 No existe actualmente en Lima un tipo de vehículo estándar en las distintas rutas de transporte público, siendo éstos en su mayoría de tres tipos; ómnibus, microbús y camioneta rural. Las camionetas rurales son el tipo de vehículo más utilizado en el total de rutas, y con una diferencia aún mayor en las Rutas TB.

6 Recomendaciones

6.1 Como se describió previamente, del total de las rutas que realizan todo su recorrido en los distritos con mayores índices de Tuberculosis, la mayoría emplea como vehículo a la camioneta rural. Si bien lo ideal es que exista en Lima vehículos de transporte público más adecuados, estandarizados y acordes a la necesidad de la población, una reforma de tal magnitud tomaría bastante tiempo, es por eso que sería aconsejable que el cambio comience por los vehículos que cubren dichas rutas, ya que la mayoría de camionetas rurales llevan más pasajeros de lo permitido, aumentando el nivel de hacinamiento y por ende el riesgo de

infección. Así mismo se debería implementar medidas mas estrictas para el control del máximo de ocupantes por tipo de vehículo, sobre todo en estas rutas que circulan por los distritos más endémicos de las ciudad.

6.2 Otra medida que se podría tomar es la de realizar campañas de prevención y promoción de salud en los vehículos de transporte público, priorizando a las Rutas TB, como por ejemplo comenzar a dar charlas educativas a los trabajadores de del sistema de transporte público de la ciudad, para que estos tomen conciencia sobre lo que es la Tuberculosis y como se transmite; reforzando en ellos lo importante que es mantener el vehículo siempre ventilado, con las ventanas abiertas y no llevar más gente de lo permitido, para que no solo disminuya el riesgo de infección en los pasajeros sino también en ellos. De la misma manera que se educaría a los trabajadores del sistema de transporte público se podría educar a los mismos pasajeros con afiches ilustrativos y educativos en los vehículos, para que la iniciativa de mantener el vehículo siempre ventilado y menos hacinado parta también de ellos.

6.3 Partiendo del concepto que el bacilo de la tuberculosis es un patógeno aéreo, el uso de técnicas de esterilización han demostrado ser eficientes. La tuberculosis a mostrado ser altamente susceptible a la radiación ultravioleta germicida (UVGI) [36,37]. La UVGI es una medida de control ambiental no muy costosa que es muy empleada en Hospitales. Esta medida podría implementarse en los vehículos que realizan todo su recorrido en los distritos con mayores índices de Tuberculosis, en las principales rutas troncales del sistema Metropolitano de Buses o en el

Tren eléctrico, al colocar lámparas de luz ultravioleta germicida en dichos vehículos.

6.4 Al realizar un análisis más profundo de los datos, se evidenció de que del total de rutas que realizaban todo su recorrido en distritos endémicos de Tuberculosis, el 17% de estas (25 rutas) pasaba por el Ovalo Arriola; es decir casi dos de diez. Esta información podría ser relevante ya que si bien en la mayoría de casos el diagnóstico de la Tuberculosis es de tipo intramural, el Ovalo Arriola podría ser un punto estratégico para comenzar a realizar captación extramural, es decir salir a buscar los casos de Tuberculosis; y más aun sabiendo que existe una parada de el tren eléctrico en dicho ovalo. A parte de poder ser un punto estratégico para diagnóstico extramural, se podría realizar en dicho ovalo actividades de prevención y promoción de salud, como campañas publicitarias y educativas sobre la tuberculosis.

6.5 Los resultados de este estudio pueden ser el punto de partida para muchos otros proyectos los cuales podrían estar relacionados a:

6.5.1 El riesgo de infección en las líneas de el tren eléctrico o del metropolitano, tal cual lo hicieron en los vehículos de transporte público.

6.5.2 Evaluar que tanto ayudaría a disminuir el riesgo de infección en los vehículos de transporte público el uso de radiación ultravioleta germicida o la educación y concientización de la tuberculosis en los trabajadores del sistema de transporte público.

- 6.5.3** Determinar cuantos recambios de aire como mínimo son necesarios para el control de la infección de tuberculosis en los distintos tipos de vehículos del sistema de transporte público.
- 6.5.4** Realizar estudios en los que se incluya a las rutas informales de transporte público



7 Bibliografía

- 7.1 González Iglesias, María Elena; Garrido Carballo, María; Prol Cid, Rosa María; Rodríguez Araujo, Josefa. Tuberculosis y Literatura. Biblioteca Lascasas, 2006; 2(4). Disponible en <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0184.php>
- 7.2 Cortejoso L. La enfermera en la lucha antituberculosa. Valladolid: Librería Santarén; 1939.
- 7.3 Historia de la Medicina Peruana [Internet]. Lima: La tuberculosis en el Perú [consulta 13 enero 2010]. Disponible en: <http://historiamedicinaperuana.blogspot.com/2010/01/la-tuberculosis-en-el-peru.html>
- 7.4 Bonilla Asalde, Cesar. Situación de la tuberculosis en el Perú: current status. Acta méd. Peruana. 2008;25(3):163-170.
- 7.5 World Health Organization. Global tuberculosis control, 2013.
- 7.6 Pan American Health Organization. Situación de la problemática de la Tuberculosis en Latino América, 2012
- 7.7 Shin S, Yagui M, Ascensio L, Yale G, et col. Scale-up of Multidrug-Resistant Tuberculosis Laboratory services, Peru. Emerg Infect Dis. 2008; 14(5)
- 7.8 Tuberculosis spreads through crowded city buses, Cornell researcher reports. Science Daily [revista on-line]1999. [Consultado 7 Mayo 2006]. Disponible en <http://www.sciencedaily.com/releases/1999/02/990201072734.htm>.
- 7.9 Gerencia de Transporte Urbano. Municipalidad Metropolitana de Lima, 2011

- 7.10 Edelson PJ, Phypers M. TB transmission on public transportation: a review of published studies and recommendations for contact tracing. *Travel Med Infect Dis.* 2011; 9(1): 27-31.
- 7.11 Powell K, Lamb MM, Sisk MK, Federline L, Seechuk K, Lambert LA, Buff AM. Passenger contact investigation associated with a transport driver with pulmonary tuberculosis. *Public Health Rep.* 2012; 127(2): 202-7
- 7.12 Instituto Nacional de Estadística e Informática. Mapa de Pobreza provincial y distrital 2009 .Disponible en: http://www.mef.gob.pe/contenidos/pol_econ/documentos/mapa_pobreza_2009.pdf
- 7.13 Riley R L. Airborne infection. *Am J Med* 1974; 57: 466-75.
- 7.14 Fica C Alberto, Cifuentes D Marcela, Ajenjo H M Cristina, Jemenao O M Irene, Zambrano O Alejandra, Febre V Naldy el al. Tuberculosis en el personal de salud. *Rev. Chil. Infectol.* 2008;25(4):243-255.
- 7.15 Jensen, P.A., Lambert LA, Iademarco MF, Ridzon R. (2005) *Guidelines for preventing the transmission of Mycobacterium tuberculosis in health-care settings, 2005.* *MMWR Recomm Rep* **54**(17): 1-141.
- 7.16 Menzies, R., Schwartzman K, Loo V, Pasztor J. (1995) *Measuring ventilation of patient care areas in hospitals. Description of a new protocol.* *Am J Respir Crit Care Med.* **152**(6 Pt 1): 1992-9.
- 7.17 Riley R L, Nardell E A. Clearing the air. The theory and application of ultraviolet air disinfection. *Am Rev Respir Dis* 1989; 139: 1286-94.

- 7.18 Escombe A R, Oeser C C, Oilman R H, Navincopa M, Ticona E, Pan W, et al. Natural ventilation for the prevention of airborne contagion. *Plos Med* 2007; 4: 309-17
- 7.19 Horna-Campos OJ, Sánchez-Pérez HJ, Sánchez I, Bedoya A, Martín M. Public transportation and pulmonary tuberculosis, Lima, Peru. *Emerg Infect Dis.* 2007; 13(10): 1491-3.
- 7.20 Godoy P, Nogués A, Alsedà M, Manonelles A, Artigues A, García M. Factores de riesgo asociados a pacientes con TB con microscopia de esputo positiva. *Gac Sanit.* 2001;15:506–12.
- 7.21 American Thoracic Society. Diagnostic standards and classification of tuberculosis in Bissau: incidence in adults and children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161:1376–95
- 7.22 Ministerio de Salud (MINSA). Norma técnica de salud para el control de la tuberculosis en el Perú. Estrategia Nacional de Prevención y Control de la Tuberculosis (ESN-PCT). [Consultado 15 Mayo 2006]. Disponible en <http://www.minsa.gob.pe/normaslegales/2006/RM383-2006.pdf>
- 7.23 Horna-Campos OJ, Bedoya-Lama A, Romero-Sandoval NC, Martín-Mateo M. Risk of tuberculosis in public transport sector workers, Lima, Peru. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2010; 14(6): 714-9.
- 7.24 Horna-Campos OJ, Consiglio E, Sánchez-Pérez HJ, Navarro A, Cayla JA, Martín-Mateo M. Pulmonary tuberculosis infection among workers in the informal public transport sector in Lima, Peru. *Occup Environ Med.* 2011; 68(2): 163-5.

- 7.25 Feske ML, Teeter LD, Musser JM, Graviss EA. Including the third dimension: a spatial analysis of TB cases in Houston Harris County. *Tuberculosis*. 2011; Suppl 1: S24-33.
- 7.26 Feske ML, Teeter LD, Musser JM, Graviss EA. Giving TB wheels: Public transportation as a risk factor for tuberculosis transmission. *Tuberculosis*. 2011; Suppl 1:S16-23.
- 7.27 C. Castillo-Chavez, B. Song (2004). Dynamical models of tuberculosis and their applications. *Mathematical biosciences and engineering*: MBE, 1(2):361.
- 7.28 D. Brand (1999). Tuberculosis spreads via crowded city buses, biomathematician finds, *Cornell Chronicle*, Vol. 30, Number 20, February 4, 1999
- 7.29 N. Shetty, M. Shemko, M. Vaz, G.D'Souza. An epidemiological evaluation of risk factors for tuberculosis in South India: a matched case control study. *Inte J Tuberc Lung Dis*. 2006; 10(1): 80-86.
- 7.30 Schoeman J H, Westaway M S, Neethling A. The relationship between socioeconomic factors and pulmonary tuberculosis. *Int J Epidemiol* 1991; 20: 435–440.
- 7.31 Godoy P, Nogues A, Alseda M, Manonelles A, Artigues A, Garcia M. Risk factors associated to tuberculosis patients with positive sputum microscopy. *Gac Sanit* 2001; 15: 506–512.
- 7.32 Godoy P, Dominguez A, Alcaide J, et al. Characteristics of tuberculosis patients with positive sputum smear in Catalonia, Spain. *Eur J Public Health* 2004; 14: 71–75.

- 7.33 Kolappan C, Gopi P G. Tobacco smoking and pulmonary tuberculosis. *Thorax* 2002; 57: 964–966.
- 7.34 Perez-Guzman C, Vargas M H, Torres-Cruz A, Perez-Padilla J R, Furuya M E, Villarreal-Velarde H. Diabetes modifies the male:female ratio in pulmonary tuberculosis. *Int J Tuberc Lung Dis* 2003; 7: 354–358.
- 7.35 Chong Whan Kim, Sang-Ha Kim, Shun Nyung Lee, Seok Jeong Lee, Myoung Kyu Lee, Ji-Ho Lee, et al. Risk Factors Related with Mortality in Patient with Pulmonary Tuberculosis. *Tuberc Respir Dis.* 2012; 73(1): 38-47.
- 7.36 Menetrez MY, Foarde KK, Webber TD, Dean TR, Betancourt DA. Efficacy of UV irradiation on eight species of bacillus. *J Environ Eng Sci* 2006;5(4):329e34. doi:10.1139/S05-041.
- 7.37 Huston L. Ultraviolet germicidal irradiation for transit buses. *Transit IDEA Project* 2009;53:1e17.
- 7.38 Zarir F. Udwardia, Rohit A. Amale, Kanchan K. Ajbani, Camila Rodrigues. Totally Drug-Resistant Tuberculosis in India. *Clin Infect Dis.* 2012; 54(4): 579-581.

ANEXO 1

Resolución de Gerencia N 227 10-MML/GTU
Directiva que establece la clasificación vehicular del transporte regular en Lima Metropolitana. Lima, 31 Marzo 2010

Tipología GTU	Categoría MTC	Longitud (metros)	Puertas de Servicio	Asientos pasajeros	Capacidad de pasajeros (sentados + de pie)
Ómnibus	Ómnibus (M3)	10.00 – 12.50	2	33 - 54	60 -90
Microbús	Microbús (M2, M3)	7.00 – 9.20	1 a 2	25 - 32	36 - 50
Combi Rural (camioneta rural)	Microbús (M2)	4.50 – 5.47	1	12 -16	12 -20



Combi Rural



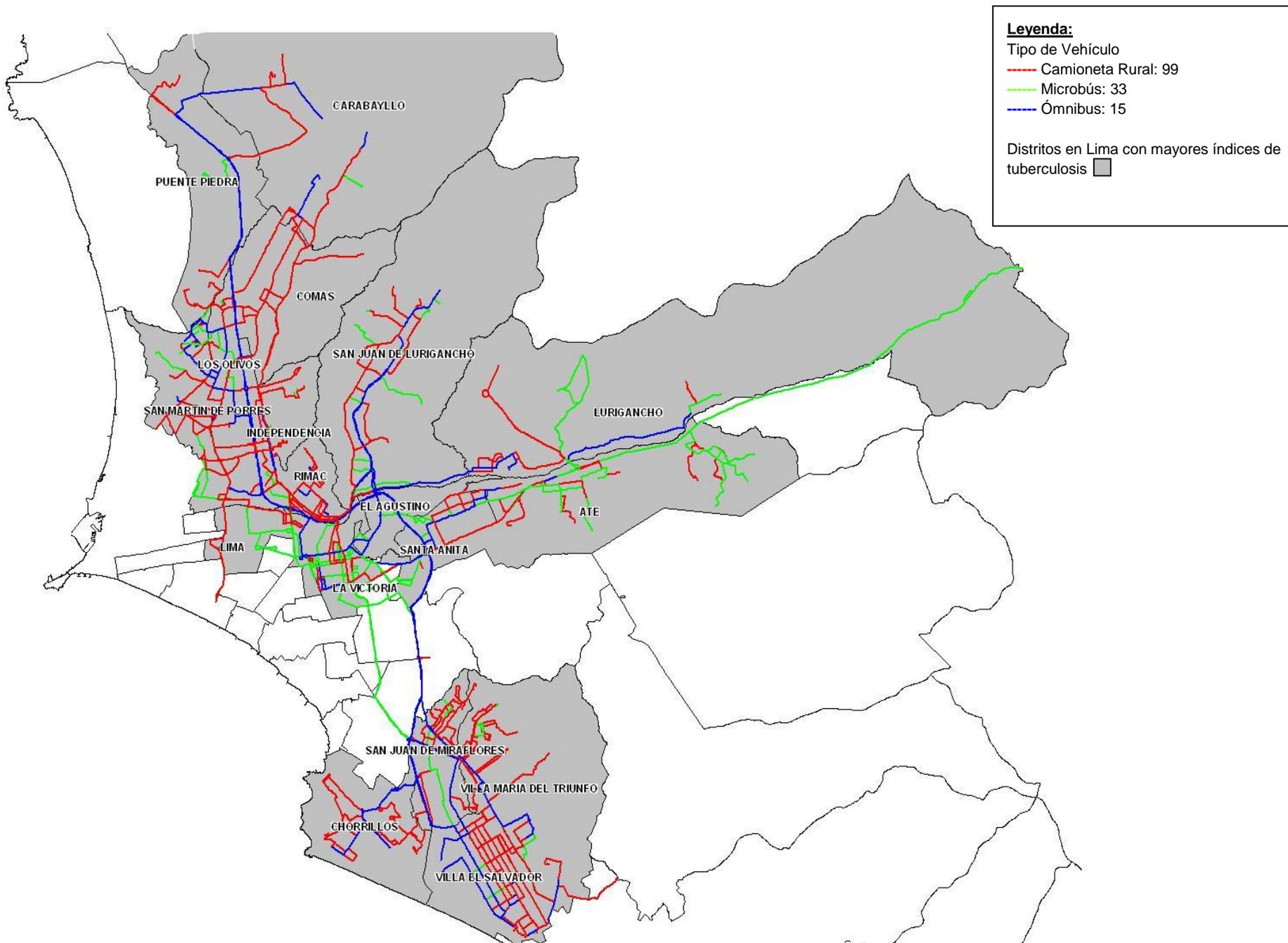
Ómnibus



Microbús

ANEXO 2

Mapa Georeferencial: Total de Rutas TB según el tipo de vehículo empleado



ANEXO 3 Relación de las Rutas TB

ECR14	E.T. TUMI S.A. (TRANSTUSA)
ECR15	E.T. Y SERV. LOS OLIVOS S.A.
ECR17	INVERSIONES Y SERVICIOS MULTIPLES SAN ILDEFONSO S.A.C.
ECR21	EMP. TRANSP. INV Y SERVIC. NUEVA SOCIEDAD S.A. - ETINSSA
ECR23	EMPRESA DE TRANSPORTES IMPORTACIONES Y SERVICIOS H-2 S.A.
ECR28	COMUN.INTE.TUR.SERV.URANO TOURS S.A.
ECR31	E.T. MULT. CAMIRA S.A.C.
ECR32	E.T. MULTIPLES SAN PABLO S.A.C.
ECR34	EMPRESA DE TRANSPORTES YAGASOL S.A.C.
ECR35	EMPRESA DE TRANSPORTES YAGASOL S.A.C.
EM13	E.T. UNIDOS S.A.
EM21	E.T. SOL DE ORO S.A.
EM32	E.T. TURISMO HUAYCAN S.A.
EM34	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.
EM41	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.
EM41A	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.
EM43	TRANSPORTES HUASCAR S.A.
EM45	E.T. UNIDOS SAN MARTIN DE PORRES S.A.
EM45B	E.T. SERV. COMER. SOL DE AMAUTA S.A.
EM45C	EMPRESA DE TRANSPORTES UNION DORADOS S.A.C.
EM47	EMPRESA DE SERVICIOS GENERALES CRUZ DE MOTUPE S.A.C.
EM47A	E.T. FLORECIENTE S.A.C
EM64	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS SAN JUAN BAUTISTA S.A.

EM65	EMPRESA TURISMO SIETE S.A.
EM72	E.T.SERV.MULT. Y COMERCIALIZACION 14 DE MAYO S.A.C.
EM74	E.T. Y SERV. NUEVA AMERICA S.A.
EM75	TRANSPORTES Y SERVICIOS MULTIPLES PERLA DE LOS ANDES S.A.C.
EM77	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS EL SOL DE SANTA CLARA S.A
EO104	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS SAN PABLO DE JICAMARCA SA
EO109	E.T. Y SERV. LOS ALIZOS S.A.
EO110	EMPRESA DE TRANSPORTES TUMI SIGLO XXI S.A.
EO110A	ROMYJOIV S.A.
EO119	E.T SERV. MULT. NUEVO PERU S.A.
EO120	LEVARO S.A.C.
EO121	E.T. FEDERICO VILLARREAL S.A.
EO24	E.T. LUIS BANCHERO ROSSI S.A.
EO25	E.T. MONTENEGRO S.A.
EO31	E.T. SEÑOR DE MURUHUAY S.A.
EO47	E.T. UNIDOS SAN MARTIN DE PORRES S.A.
EO49	E.T. SANTA ROSA DE JICAMARCA S.A.
EO55	E.T. 78 S.A.
EO56	E.T. TURISMO HUAYCAN S.A.
EO71	EMP. TRANSP. ALAS PERUANAS S.R.L.
EO79	EMPRESA DE TRANSPORTE URBANO HUAYCAN S.A.C.
EO96B	EMPRESA DE TRANSPORTES URBANO LINEA 4 S.A.
EO96C	TRANSPORTES VARA S.A.
NCR01	TRANSLIMA S.A.

NCR02	E.T. ALIMENTADORA EL VOLANTE SAN ALBINO S.A.
NCR03	PROYECTO SIETE S.A
NCR04	E.T. Y SERVICIOS PACIFIC INTERNATIONAL S.A. ETRASERPI S.A.
NCR04A	E.T. URBANO RAPIDO VILLA MARIA S.A.C.
NCR04B	EMP. DE TRANSP. Y SERV. 29 DE JUNIO S.A.
NCR04C	EMP. DE TRANSP. Y SERV. ARMONIA CINCO S.A.
NCR07	EMPRESA DE SERVICIOS Y TRANSPORTES INVERSIONES EL RAPIDO S.A
NCR08	E.T.S. SAN JUAN DE DIOS EL ERMITAÑO S.A.
NCR09	E.T. Y SERV. EL RETABLO S.A.C.
NCR10	E.T. URBANO VICTOR RAUL HAYA DE LA TORRE S.R.L.
NCR12	EMP. DE TRANSPORTES PEGASSO EXPRESS S.A.
NCR13	E.T. DOCE DE JUNIO S.A.
NCR21	E.T. Y SERV. LOS OLIVOS S.A.
NCR23C	E.T. Y SERV. ESP. TUPAC AMARU S.A.C. (ETSETASAC
NCR23E	EMP. DE TRANSP. Y SERV. CATORCE DE DICIEMBRE S.A.C.
NCR26	E.T. Y SERV. JUAN PABLO S.A. EMJUPASA
NCR31	E.T. BELAUNDE OESTE S.A.
NM01	E.T. TUR. E INVERSIONES SEÑOR DE LA SOLEDAD S.A. SESOSA
NM09	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS EL SOL DE SANTA CLARA S.A
NM14	E.T. 42M S.A.
NM39	E.T. 1º DE JULIO S.A.
NM39A	E.T. NOR LIMA S.A. (ETNOLSA)
NM39B	E.T. DE LUXE S.A.
NM45	E.T. Y SERV. LOS ALIZOS S.A.
NM45A	EMP. DE TRANSP. Y SERV. 29 DE JUNIO S.A.
NM50	E.T. PUENTE PIEDRA S.A.
NM51	E.T.ROLUESA S.A.C.
NO01	E.T. URBANOS LOS CHINOS S.A.
NO104	LINEA PERUANA DE TRANSPORTES S.A. LIPETSA.

NO105	E.T. EDILBERTO RAMOS S.A.C.
NO20	E.T. VIRGEN DE FATIMA S.A.EVIFASA
NO22	E.T. VIRGEN DE FATIMA S.A.EVIFASA
NO23	SINDICATO DE TRANSPORTE SARA SARA S.A.
NO26	E.T. CARRETERA CENTRAL S.A.C.
NO29	E.S.T. EL PROGRESO S.A.
NO31	E.T. ESPECIAL SOLIDARIDAD S.A.
NO41	E.T. VIRGEN DE FATIMA S.A.EVIFASA
NO42	E.T. Y SERV. EL RAPIDO S.A.
NO59	E.T. SEÑOR DE LA JUSTICIA S.A.
NO60	E. INDEPENDIENTE DE TRANSPORTE S.A.
NO60A	E.T. Y SERV. ESPECIALES LA BALA S.A.
NO60B	E.T. EL BAJOPONTINO S.A.
NO61	E.T.S. 22 DE OCTUBRE DE LADERAS DE CHILLON S.A.
NO63A	E.T. URBANO RAPIDO VILLA MARIA S.A.C.
NO74	E.T. Y SERVICIOS MULTIPLES LEONCIO PRADO S.A.C.
NO84	EMPRESA DE TRANSPORTES ENSENADA CHILLON S.A. ETECHSA
NO84B	TRANSPORTES DOCE DE NOVIEMBRE S.A.
NO84C	EMPRESA DE TRANSPORTE 26 JILGUEROS DE LOS ANDES S.A.C.
NO84D	E.T. Y SERVICIOS UNIDOS PARA TRIUNFAR S.A.
NO90	CONSORCIO GOMEZ S.A.
SCR05	E.S.T. SAN JUAN S.A.
SCR05B	E.T.SERV.SAN PEDRO DE PAMPLONA S.A.
SCR07	E.T. 13 DE JUNIO S.A.
SCR11B	E.T.UNION SAN JUANITO S.A.
SCR14	E.T.TURISMO SAN JUANITO S.A
SCR14B	EMPRESA DE TRANSPORTES DRICOJOMA S.A.C.
SCR21	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.C.
SCR22	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.

SCR30	E.S.T. SAN JUAN S.A.
SCR33	E.T. S. M. 26 DE MARZO S.A.
SCR39	E.T. TABLADA S.A.
SCR39A	E.T. UNIDOS DOCE DE NOVIEMBRE S.A.
SCR40	EMP. DE TRANSP. VIRTUAL EXPRESS S.A.
SCR41	E.T.TURISMO SAN JUANITO S.A
SCR41A	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.
SCR42	EMPRESA DE TRANSPORTE IMAGEN DE JESUS S.A. "E.T.IMAJESA"
SM19A	E.T. SERV. NUEVA JERUSALEN DE LA RINCONADA S.A.
SM19B	E.T. SOL DE ORO S.A.
SM19C	E.T. SUR EXPRESS S.A.
SM19D	E.S.E.T. SAN JUDAS TADEO S.A.
SM19E	E.T. URBANO EL PARAISO S.A.
SM19F	EMPRESA DE SERV. MULTIPLES EL CONDOR S.A.
SM19G	E.T.LA ENCANTADA S.A.
SM21	E.T.S. SAN JUAN NUMERO CIENTO OCHO S.A.
SM33	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.C.
SM37	E.T. URBANO LIMATAMBO S.A.C.(ETULSAC)
SM42	E.T. JOSE GALVEZ S.A.
SM42A	TRAGEPSA S.A.
SM44	E.T.SERV.SAN PEDRO DE PAMPLONA S.A.
SM46	E.T. TABLADA S.A.
SM46A	E.T. Y SERV.MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)
SM46B	EMPRESA DE TRANSPORTES Y SERVICIOS MULTIPLES TALIA S.A.C
SO03	EMPRESA DE SERVICIOS MULTIPLES FENIX 2000 S.A.
SO05	E.T. Y SERV. EL RAPIDO S.A.
SO11	E.T. LUIS BANCHERO ROSSI S.A.
SO12A	E.T. Y SERV.MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)
SO12B	E.T. Y SERV.MULT.REAL STAR S.A.C.

SO15	E.T. Y SERV. SALVADOR S.A.C.
SO17	E.T. 1RO. DE NOVIEMBRE S.A.
SO39	E.T. Y SERV. LIMA CHORRILLOS S.A. TRANSLICSA
SO49A	E.T. SIMON BOLIVAR S.A.
SO50	E.T. SERV.MULTI. SAN GENARO S.A.
SO51	E.T. SERV. ESPERANZA NUEVA S.A. (ETSENSA)
SO55	E.T. JOSE GALVEZ S.A.
SO55C	E.T.TRABAJADORES CORAJE S.A.
SO55D	E.T. LA UNIDAD DE VILLA S.A.
SO58B	E.T. Y SERV.MULT.REAL DE VILLA S.A.C. (ETSEMURV S.A.C.)
SO71	E.T SERV. MULT. NUEVO PERU S.A.
SO91	E.T. PRIMERO DE JUNIO S.A.
SO94	SAN FELIPE EXPRESS S.A.

