



## **Informe Técnico:**

### **EVALUACIÓN DE ÁREA SATURADA DE LA RED VIAL METROPOLITANA DE TRUJILLO**



**Ing. Paola Quiroz**  
**Ing. Germán Huerta**

**Trujillo, Octubre 2015**

## Índice de Contenido

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	GLOSARIO DE TÉRMINOS .....	6
3.	DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	6
3.1.	Aspectos Geográficos .....	6
3.2.	Aspectos Económicos.....	8
3.3.	Áreas y situaciones críticas.....	8
3.4.	Aspectos Climáticos .....	9
3.5.	Población Económicamente Activa .....	9
3.6.	Viviendas.....	9
3.7.	Transporte y Tránsito.....	9
3.8.	Contaminación ambiental y accidentes de tránsito .....	11
3.9.	Estado de la infraestructura Vial de la Ciudad de Trujillo.....	17
3.10.	Sistemas de Control .....	17
4.	MARCO LEGAL .....	19
4.1.	Competencia de la Municipalidad Provincial .....	20
5.	OBJETIVOS.....	21
5.1.	OBJETIVO GENERAL.....	21
5.2.	OBJETIVO ESPECIFICO .....	21
6.	ÁREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO .....	21
7.	RED VIAL Y RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO REGULAR EN ESTUDIO.....	22
7.1.	Red Vial.....	22
7.2.	Número de Rutas de Transporte .....	25
7.3.	Superposición de rutas.....	26
8.	METODOLOGIA DEL ESTUDIO.....	27
8.1.	Muestra de tramos viales en el área de estudio:.....	27
8.2.	Condiciones que definen un área o vía como saturada .....	29
8.3.	Definición de los parámetros de las variables .....	29
8.4.	Sobre la Unidad de Medida y Parámetro de la Variable "Vía con sobreoferta" .....	31
8.5.	Sobre la Unidad de Medida y Parámetro de la Variable "Alto Nivel de Congestión Vehicular" .....	33
8.6.	Sobre la Unidad de Medida y Parámetros de la Variable "Peores Niveles de Servicio".....	35
8.7.	Definición de "Vía Saturada" .....	36
8.8.	Sobre Definición del "Área Saturada" .....	37
9.	RESULTADOS DEL ESTUDIO .....	37
9.1.	Niveles de servicio de las vías en el área de intervención.....	37

9.2.	Congestión.....	40
9.3.	Sobreoferta.....	42
9.4.	Vías saturadas o áreas saturadas.....	43
10.	CONCLUSIONES.....	44
11.	RECOMENDACIONES.....	45
12.	BIBLIOGRAFIA.....	46
13.	ANEXOS.....	46

## Índice de Tablas

Tabla 1	Parque Automotor de Trujillo Año 2013.....	12
Tabla 2	Distancia Recorrido por tipo de vehículo y año de fabricación (km/año) .....	12
Tabla 3	Emisiones de GEI y de Contaminantes Atmosférico por el parque automotor Trujillo 2013.....	13
Tabla 4	Tasa de Crecimiento del Parque Automotor .....	13
Tabla 5	Causas de Accidentes de Tránsito en el Distrito de Trujillo.....	16
Tabla 6	Gravedad de accidente por persona involucrada (2011) .....	17
Tabla 7	Modalidad de sistema de transporte público .....	26
Tabla 8	Vías Metropolitanas importante por donde circulan el Servicio de Transporte Público .....	27
Tabla 9	Clasificación de las Vías Metropolitanas en Trujillo .....	35
Tabla 10	Parámetro de velocidad que califica congestión de la vía.....	35
Tabla 11	Calificación de los Niveles de Servicio de las Vías Urbanas.....	36
Tabla 12	Flujo vehicular por vía metropolitana en Hora Punta y Día Típico.....	38
Tabla 13	Composición del flujo vehicular en vías metropolitanas.....	39
Tabla 14	Flujo de transporte público en hora punta por vías.....	39
Tabla 15	Nivel de servicio de la vías en estudio .....	40
Tabla 16	Velocidades de circulación de Transporte Público (KPH) .....	40
Tabla 17	Velocidad de recorrido promedio (KPH) del Transporte Privado .....	41
Tabla 18	Resumen de calificación de nivel de congestión.....	42
Tabla 19	Sobreoferta del servicio de transporte público en Hora Punta.....	42
Tabla 20	Oferta del servicio de transporte público en Hora Valle.....	43
Tabla 21	Resumen de calificación de Saturación de Vías Metropolitanas de Trujillo .....	44

## Índice de Figuras

Figura 1 Atractivos turísticos de la Provincia de Trujillo .....	7
Figura 2 Punto críticos de accidentes de tránsito, ciudad de Trujillo (2013-2014) .....	15
Figura 3 Número de Accidentes Tránsito Distrito Trujillo .....	16
Figura 4 Área de influencia del Estudio .....	21
Figura 5 Red vial metropolitana de la Provincia de Trujillo .....	22
Figura 6 Anillo vial España y América.....	23
Figura 7 Anillo vial España (Centro Histórico).....	24
Figura 8 Anillo vial América .....	25
Figura 9 Superposición de Rutas de Transporte Público.....	27
Figura 10 Mapa de ubicación de las vías y tramos de vías en estudio.....	28
Figura 11 Flujo vehicular en hora punta.....	38
Figura 12 Velocidad recorrido transporte público (KPH) .....	41
Figura 13 Velocidad recorrido del Transporte Privado (KPH) .....	41
Figura 14 Sobreoferta del servicio de transporte público .....	43

## Índice de Fotos

Foto 1 Congestionamiento Vehicular en el Centro Histórico de Trujillo .....	10
Foto 2 Congestionamiento Vehicular en la avenida España .....	11
Foto 3 Desorden el transporte público por desinformación.....	14
Foto 4 Ocurrencia de accidentes de tránsito por excesos de velocidad .....	16
Foto 5 Monitoreo de la Central de tráfico TMT .....	19
Foto 6 Cuadra 1 de la avenida España .....	25
Foto 7 Presencia alto flujo vehicular de taxi.....	39

## 1. INTRODUCCIÓN

El transporte es un medio de traslado de personas o bienes desde un lugar hasta otro. Esto genera una actividad económica, que está al servicio del interés público y que incluye todos los medios e infraestructuras implicadas en el movimiento de personas y bienes.

Como en todo el mundo, el transporte es y ha sido un elemento central para el progreso o el atraso de las ciudades. La provincia de Trujillo no es ajena a esta situación, la suma de factores como: el desarrollo actual en infraestructura aún es insuficiente, el crecimiento de taxis desregulado la cual genera sobreoferta e informalidad, el crecimiento horizontal de la infraestructura urbana debido al aumento de la población y sus necesidades de vivienda, limitaciones financieras del gobierno central, regional o local para la renovación del parque automotor, y la falta de un modelo institucional normativo y técnico han hecho que el sistema de transporte que existe sea deficiente.

Los servicios de transporte público buscan la satisfacción de movilidad y eficiencia del sistema en el ahorro de horas – hombre, horas - máquina, mejoramiento de la calidad de vida de la población, disminución de la contaminación ambiental y sonora, para lo cual el proyecto a cargo identificará la red vial actual, los movimientos y deseos de viajes de los usuarios del transporte urbano en la provincia, y propondrá la regulación de la oferta e implementación de rutas para satisfacer la demanda de viajes de la ciudad.

En la ciudad de Trujillo observamos vías de mayor congestión del tránsito en donde sus entornos son atractores de viaje por la concentración de la actividad comercial, zonas bancarias, instituciones educativas, entidades públicas, hospitales y otros, generando la congestión del tránsito.

La congestión se genera también por el alto flujo vehicular en la vía, que sobrepasa la capacidad de la vía; según reportes en la actualidad se estima una capacidad óptima de una vía urbana es considerada en 1,800 vehículos/hora/carril. Asimismo, el estacionamiento de vehículos en zonas no permitidos y proliferación de actividades ambulatorias reduce la capacidad de la vía.

La informalidad y desorden del sistema de transporte público, como la presencia de colectivos, indeterminación o no uso de los paraderos y la escasa o nula control y fiscalización del servicio contribuye a la mayor congestión de las vías.

Plantear acciones concretas de gestión del tránsito, ordenamiento transporte y mejoramiento de la vía, para resolver problemas de congestión y/o la saturación de las vías, pasa por evaluar las características de tránsito en situación actual de las principales avenidas de la ciudad, entre ellos los flujos vehiculares, las velocidades, tiempos de recorrido, las demoras del servicio de transporte público y privado.

## 2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Área Saturada:** Es parte del territorio de una ciudad, población o área urbana en general en la existen dos (2) o más arterias o tramos de vías con apreciable demanda de usuarios del transporte o exceso de oferta, la que presente, en toda su extensión o en parte de ella, niveles de contaminación ambiental o congestión vehicular que compromete calidad de vida o la seguridad de sus habitantes, declarada como tal por la municipalidad provincial respectiva.

**Vía Saturada:** Vía saturada es aquella arteria o tramo vial de la provincia con apreciable demanda de usuarios o exceso de oferta de servicio de transporte que presenta en toda su extensión o en parte de ella, niveles de contaminación ambiental o congestión vehicular que comprometen la calidad de vida o la seguridad de los habitantes.

**Servicio de Transporte Público:** Servicio de transporte terrestre de personas, mercancías o mixto que es prestado por un transportista para dicho fin, a cambio contraprestación económica. También se define que es el transporte colectivo de pasajeros, que tienen un horario y rutas que ofrece un operador.

**Calidad de servicio de Transporte Público:** es un conjunto de cualidades mínimas en la prestación del servicio de transporte terrestre consistente en la existencia de condiciones de seguridad, puntualidad, higiene y comodidad. Asimismo, la calidad del servicio se relaciona con el tiempo de viaje y la velocidad, que están relacionados con la congestión del tráfico.

**Exceso de oferta de Servicio Transporte Público:** es la mayor circulación de vehículos de transporte público (combis, coasters, taxis, colectivos y ómnibus) que ha superado a la demanda, en otras palabras, por las vías de la ciudad circulan más vehículos de lo que requieren los usuarios.

**Congestión Vehicular:** es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás (Thomson y Bull 2001) a medida que aumenta el tránsito, se reducen cada vez más fuertemente las velocidades de circulación.

Nivel de congestión:

**Nivel de servicio:** Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial.

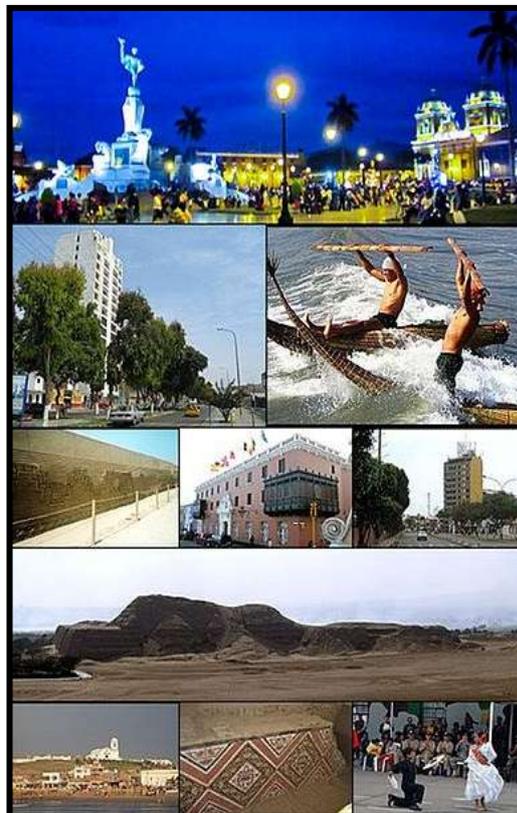
## 3. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA

### 3.1. Aspectos Geográficos

El distrito de Trujillo se encuentra ubicado sobre la costa del Pacífico, a 554 Km al norte de Lima, a la margen derecha del río Moche, en el antiguo valle de "Chimo", hoy Valle de Moche o Santa Catalina. Tierra de clima benigno y de escasas lluvias, con una temperatura moderada que varía entre 14° y 30°C debido a la corriente litoral de Humboldt. Su Plaza Mayor se ubica a 8°6' 3" de latitud sur; a 79° 1'34" de longitud oeste; a una altitud de 31.16 metros sobre el

nivel del mar y dista 4.40 Km del Océano Pacífico, en línea recta por la Avenida Víctor Larco. Trujillo, capital del Departamento de La Libertad, es a la fecha, una ciudad mayor en el panorama de las ciudades del Perú, tercera en población. Activa y vigorosa, funciona como Capital Regional para un importante sector del norte peruano y ha adquirido las características y la estructura de una Área Metropolitana particularmente dinámica. Trujillo fue escenario de importantes fenómenos culturales como el de la cultura Moche, que desde los años 300 a 600 después de Cristo, forjó un notable sistema hidráulico y una producción artística excepcional. Más tarde, sobre este mismo territorio, se construyó Chan Chan, la ciudad de barro más grande del mundo, y capital del Reino de Chimor, que pudo gobernar un territorio de 1000 Km. De largo por 50 Km. De ancho de costa desértica del norte peruano. Pero también Trujillo fue sede importante del gobierno colonial, ciudad fundada antes que Lima en 1534, fue capital del obispado y de la intendencia Trujillo, lugar de encuentro, centro de tráfico entre Paita a Lima y la amplia región. Con la independencia del Perú, Trujillo emerge como epicentro de la libertad y ahora es un foco de desarrollo que crece en importancia sobre el norte peruano, convertida en metrópoli regional, activa y vigorosa. Lugar de encuentros, de innovaciones y lugar de intercambios, Trujillo constituye el principal centro comercial y de negocios entre Lima y el norte. Emerge como capital cultural, centro de servicios y de equipamiento, con sus universidades, centros educativos tecnológicos y básicos, que están desarrollando un amplio capital social y una base para innovaciones sostenidas para el desarrollo.

**Figura 1 Atractivos turísticos de la Provincia de Trujillo**



### 3.2. Aspectos Económicos

La importancia de Trujillo también se manifiesta en el orden económico, importancia que ha sabido consolidar y mantener, siendo el centro urbano-industrial de mayor importancia a nivel de la macro región norte y el segundo a nivel nacional. Su actividad económica no solo se refiere a la que se realiza dentro de la provincia, esta tiene un ámbito regional y refleja la vocación económica de la Región La Libertad. La Región muestra un sostenido crecimiento de su Producto Bruto Interno; es el segundo en importancia después de Lima. Es el primer productor de azúcar y conservas de espárragos a nivel nacional, segundo productor de carne de aves, vid, piña y oro, tercer productor de arroz, maíz amarillo y huevos; cuarto productor de papa; y en los últimos años muestra un notorio incremento de la producción lechera.

### 3.3. Áreas y situaciones críticas.

**Contaminación:** Las principales actividades económicas y sociales que contaminan el aire están vinculadas a la emisión de humos, polvos y partículas provenientes del proceso de producción industrial (harina de pescado, camales, peladeros de pollos, fábrica de cerveza, de bebidas gaseosas, procesadora de embutidos), a la actividad agrícola (quema de caña), algunas actividades comerciales y de servicios (como grifos, restaurantes, pollerías) y la quema de basura en áreas urbano marginales. Otro factor que contribuye a la contaminación del aire es la emisión de monóxido de carbono y de partículas, vinculados al transporte vehicular (tipo de combustible, antigüedad y estado de las unidades) por el congestionamiento que se presenta en el Centro Histórico de Trujillo.

**Riesgos y amenazas naturales:** Nuestro territorio donde Trujillo se emplaza, está sujeto a riesgos de desastres naturales de dimensión mayor como los que periódicamente asolan el área en forma de lluvias extremas que caracterizan el denominado "Fenómeno del Niño" y a eventos sísmicos. La frecuencia y la intensidad de estos fenómenos que destruye la infraestructura básica de la ciudad y es costosa en términos de pérdida de edificaciones, e infraestructura productiva destruidas.

Adicionalmente es importante considerar la fragilidad de nuestro territorio en términos de las características físicas del suelo, los problemas vinculados a la recarga del acuífero y los procesos de erosión de nuestra faja costera, amenazado con eventuales maretazos y posibles tsunamis. Estos acontecimientos no pueden evitarse pero estamos en la obligación de prevenirlos y mitigar sus efectos.

**Riesgos sísmicos y riesgos por tsunamis:** Los Tsunamis o maremotos, son fenómenos de excepcional recurrencia (100 – 150 años), asociados generalmente a movimientos sísmicos o erupciones volcánicas en el fondo marino. Si bien es cierto no se tienen registros catastróficos de este tipo de eventos, no se descarta la posibilidad de ocurrencia de un Tsunami de gran intensidad, más aun considerando las características tectónicas y sismológicas propias de nuestra costa local. En los dos últimos siglos, se han alertado en la costa peruana cinco eventos de Tsunami, tres de los cuales afectaron Trujillo y Salaverry.

### 3.4. Aspectos Climáticos

La ciudad de Trujillo tiene un clima variado; con abundante sol en épocas de verano y escaso brillo solar en épocas de los meses de julio a setiembre. Temperatura: La temperatura varía desde los 15° C hasta los 28°C en la estación de verano. En lo que respecta a lluvias de invierno en las madrugadas suele lloviznar; y hacia fines de año son escasas las lluvias. En los meses de verano: mediados de diciembre, enero – marzo y mediados de abril, se registran temperaturas medias con máximas de 32° C con mínimas de 14°C. Entre junio y septiembre, sus campiñas son humedecidas por leves garúas y se registra la temperatura mínima de 14° C. Sin embargo, mantiene un clima templado y tibio de 20 a 21 °C grados durante casi todo el año, por lo que Trujillo es conocida como la ciudad de la Eterna Primavera.

### 3.5. Población Económicamente Activa

Según los datos publicados por el INEI del censo del 2007, de la zona en estudio tenemos que la PEA ocupa el 40% de la población total del distrito de Trujillo, abarcando a la población mayor a 14 años de edad, con un porcentaje de población ocupada que asciende a 58%, hombres y 4 2% mujeres . El rol de Trujillo como centro de servicios de la región e importante lugar de intercambios, se viene fortaleciendo cada vez más. En la estructura de agentes económicos según datos de INEI el sector más importante es el comercio, el cual concentran el 22.8% del total de agentes económicos del distrito de Trujillo, y como actividad minoritaria se encuentra la pesca con 0.1%. Respecto a la PEA ocupada, la ocupación principal que resalta es la de profesores, científicos e intelectuales con un 21. 6%, mientras que la ocupación minoritaria está representada por los miembros de la administración pública y empleados con un 0.5%.

### 3.6. Viviendas

Según el INEI 2007, en la provincia de Trujillo existen 183,075 viviendas, siendo Trujillo la ciudad que concentra mayor cantidad con 64,715 casos, alcanzando casi la tercera parte del total. Mientras que la Esperanza y el Porvenir poseen 32,865 y 30,836 casos, respectivamente, Víctor Larco alcanza a 12,302 casos.

### 3.7. Transporte y Tránsito

La antigüedad del parque automotor del servicio público es también una de las características del actual Sistema de Transporte; por ejemplo, la edad media de los microbuses es 36 años, en el caso de las combis es de aproximadamente 22 años.

El comportamiento de los conductores es en general inadecuado, resultando en una situación de stress constante y riesgo de accidentes. Los derechos de los peatones de cruzar las arterias en forma segura están respetados sólo en las pocas intersecciones equipadas con semáforos para peatones y fases específicas para cruzar.

Las características de las operaciones y el mantenimiento de muchos vehículos en circulación son precarios, al punto de interferir con el flujo de tráfico, especialmente durante los virajes, cuando los conductores están obligados a reducir severamente la velocidad para poder efectuar los giros.

La organización de las empresas es casi inexistente, se trata de operadores artesanales reunidos para operar rutas, que no cuentan con un planeamiento

integrado, recaudación única ni optimizan sus operaciones. La forma de operación de las empresas resulta en altos costos operativos.

La antigüedad del parque automotor del servicio público es también una de las características del actual Sistema de Transporte; por ejemplo, la edad media de los microbuses es 36 años, en el caso de las combis es de aproximadamente 22 años. La flota está envejeciendo rápidamente y existen pocas inversiones nuevas ya que los actuales niveles tarifarios no incluyen los costos de depreciación.

Se registra una importante sobreoferta de unidades destinadas al servicio de taxis. Esta sobreoferta mantiene las tarifas de este modo, artificialmente bajas al igual que en el caso del transporte público y torna al modo más competitivo con el transporte público. Esta circunstancia genera graves problemas de congestión vehicular en la zona central de la ciudad, como es el caso del Centro Histórico, al cual está restringido el acceso o circulación de las unidades de mayor capacidad. Así mismo, podemos decir que el incremento en la oferta del servicio de taxi obedece a las deficiencias del actual servicio de transporte en unidades de mayor capacidad.



Foto 1 Congestionamiento Vehicular en el Centro Histórico de Trujillo



Foto 2 Congestionamiento Vehicular en la avenida España

A esta realidad debe sumarse que los taxis acceden al Centro Histórico (CHT), mientras que las unidades de transporte público sólo llegan a Avenida España.

También se observa en el actual Sistema del servicio de Transporte Público el problema del incumplimiento de las normas de tránsito por parte de los conductores de las unidades, originando un fuerte impacto negativo en el tránsito vehicular y en la seguridad vial

### **3.8. Contaminación ambiental y accidentes de tránsito**

El Distrito de Trujillo, en particular el Centro de la Ciudad atraviesa por una situación crítica derivado de la contaminación ambiental generada por el alto flujo vehicular, la congestión vehicular y otras actividades productivas.

#### **Flujo de tráfico urbano:**

Como efecto del crecimiento del parque automotor, en la Ciudad de Trujillo para el año 2013 el flujo vehicular alcanzó la circulación de 139,713 vehículos/día, el 32% son vehículos menores entre moto taxis y motos lineales, seguido de 20% de autos, 8% de taxis y otros, que en total alcanzan una distancia recorrida 2,957 millones km, generando congestión vehicular, contaminación ambiental y accidentes de tránsito en varios puntos de la ciudad.

**Tabla 1 Parque Automotor de Trujillo Año 2013**

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos	Porcentaje	Distancia recorrida (km/año)	Recorrido Promedio (km/día)
Automóvil	27,463	20%	150,357,432.00	15.21
Station Wagon	8,046	6%	176,206,727.00	60.83
Camioneta	25,416	18%	648,140,442.00	70.84
Camión	12,256	9%	268,406,400.00	60.83
Remolcador	4,402	3%	96,403,800.00	60.83
Taxi	11,009	8%	400,839,096.00	101.14
Bus	3,289	2%	95,784,231.00	80.90
Microbus	1,214	1%	35,354,836.00	80.90
Camioneta rural	1,657	1%	52,282,724.00	87.65
Vehículos Menores	44,961	32%	1,033,878,195.00	63.88
Total	139,713	100%	2,957,653,883.00	

Fuente: Inventario, Línea de Base y Análisis de Opciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Trujillo (MPT, BID ABT-2013)

**Congestión del tráfico, emisiones de GEI y de contaminantes atmosféricos:**

En efecto, un factor que contribuye a la contaminación del aire es la emisión de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de particulados (PM<sub>10</sub>), vinculados al transporte vehicular, (tipo de combustible, antigüedad y estado de las unidades) por el congestionamiento que se presenta en el Centro Histórico de Trujillo, donde las velocidades de desplazamiento es menor a 12 km/h.

La congestión del tránsito ha ido en aumento en la ciudad de Trujillo, constituyendo un peligro para la calidad de vida urbana, se manifiesta en la reducción de velocidades de circulación, que se traduce en incremento de tiempos de viajes, costos de operación, consumo de combustible y de polución atmosférica, en especial de monóxido de carbono (CO), NO<sub>x</sub> (monóxido de nitrógeno NO y NO<sub>2</sub> [óxido nítrico y dióxido de nitrógeno]) y compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COV), también material particulado (MP) que afectan la salud con problemas respiratorios y asma, principalmente.

**Tabla 2 Distancia Recorrido por tipo de vehículo y año de fabricación (km/año)**

Modelo	Total Distancia Recorrido (km)	Antes de 1988	Entre 1988 a 2000	De 2000-2010
Automóvil de pasajeros, gasolina	1,800,275,805	180,027,581	990,151,693	630,096,532
Autobuses, diésel	1,157,378,078	115,737,808	636,557,943	405,082,327
Total	2,957,653,883	295,765,388	1,626,709,636	1,035,178,859

Fuente: Inventario, Línea de Base y Análisis de Opciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Trujillo (MPT, BID ABT-2013)

Para el año 2013 se ha estimado la emisión del sector transporte en 1'012, 267 t de CO<sub>2</sub>e, como resultado del uso de combustible fósil que ha generado GEI de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O. Asimismo, contaminantes atmosféricos hasta 80,424 t CO; 13,660 t NO<sub>x</sub>, 30,165 t COV y 1,473 t MP 10 que contribuyen con la contaminación ambiental que afecta la salud pública.

**Tabla 3 Emisiones de GEI y de Contaminantes Atmosférico por el parque automotor Trujillo 2013**

Tipo de Vehículo	Emisiones de GEI	Contaminantes atmosféricos			
	t CO <sub>2</sub> eq	t CO	t NO <sub>x</sub>	t COV	t MP10
Automóvil	39,078.00	2,694.00	341.00	355.00	5.00
Station Wagon	50,626.00	1,362.00	1,135.00	194.00	171.00
Camioneta	237,828.00	2,990.00	340.00	331.00	2.00
Camión	193,637.00	1,621.00	558.00	217.00	59.00
Remolcador	91,673.00	23,969.00	1,586.00	12,957.00	254.00
Taxi	104,175.00	37,494.00	2,090.00	14,492.00	239.00
Bus	117,374.00	8,194.00	3,488.00	1,158.00	314.00
Microbus	43,324.00	1,161.00	2,470.00	272.00	228.00
Camioneta rural	22,565.00	203.00	542.00	64.00	23.00
Vehículos Menores	111,987.00	736.00	1,110.00	125.00	178.00
Total	1,012,267.00	80,424.00	13,660.00	30,165.00	1,473.00

Fuente: Inventario, Línea de Base y Análisis de Opciones de Mitigación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Trujillo (MPT, BID ABT-2013)

Esta situación se puede agravar, con la tendencia actual de crecimiento del parque automotor, en los últimos años se ha observado que la tasa crecimiento del autos es 6.40%, taxi 4.20% y combi de 3.70%.

**Tabla 4 Tasa de Crecimiento del Parque Automotor**

Tipo de Vehículo	Tasa crecimiento
Auto	6,40%
Taxi	4,20%
Combi	3,70%
Microbús	1,60%

La congestión se agrava cuando no se dispone de una adecuada señalización, semáforos y sistemas de fiscalización y control.



Foto 3 Desorden el transporte público por desinformación

**Congestión del tráfico y contaminantes sonora:**

Asimismo, la contaminación sonora en la ciudad de Trujillo se ha acentuado sobrepasando los Estándares de Calidad Ambiental de 60 dB, que en varias zonas de la ciudad sobrepasa los 70 dB, en especial en el Centro Histórico convirtiéndose como una zona ruidosa de la ciudad, por el congestionamiento vehicular, en especial en las intersecciones, debido al ruido de los motores y el uso indiscriminado del claxon y que en algunos puntos críticos sobrepasa los 80 decibeles, especialmente en el tramo altamente comercial de la Av. España (APIAT).

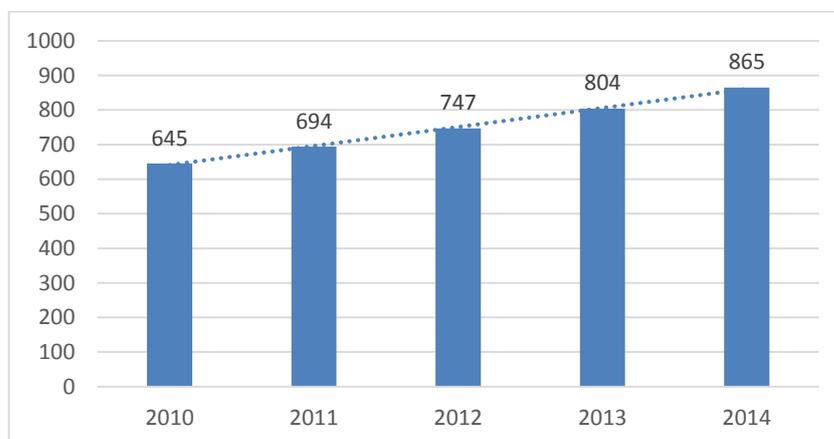
**Accidentes de tránsito:**

En la figura 2 se observa los puntos críticos de accidente de tránsito ocurridos entre el 2013 – 2014, la ocurrencia de accidentes se ubican en las principales avenidas de alto tráfico vehicular como son la Av. Túpac Amaru, Av. España, Av. Nicolás de Piérola, Av. Mansiche, Av. Los Incas, Av. Miraflores, Av. Jesús de Nazareth, Av. Vera Enríquez, Av. Costa Rica, Av. Prolongación Santa, Av. Prolongación Unión, Av. Villarreal, Av. Ricardo Palma y Av. 09 de octubre.



La imprudencia, el exceso de velocidad y la ebriedad de los conductores son las principales causas de ocurrencia de accidentes de tránsito en las vías de Trujillo, y en los últimos años va en aumento en 8% anual.

**Figura 3 Número de Accidentes Tránsito Distrito Trujillo**



Fuente: Subgerencia de Estudios – TMT



Foto 4 Ocurrencia de accidentes de tránsito por excesos de velocidad

Esta situación se agrava por la falta de sistemas de control de tráfico y adecuadas señales de tránsito, limitadas acciones y tecnologías de control y fiscalización del transporte urbano.

**Tabla 5 Causas de Accidentes de Tránsito en el Distrito de Trujillo**

Causas de Accidentes	Número de Accidentes	Porcentaje
Imprudencia conductor	310	35.84%
Imprudencia peaton	140	16.18%
Imprudencia pasajero	15	1.73%
Ebriedad conductor	150	17.34%
Exceso de velocidad	180	20.81%
Estado vía	10	1.16%
clima	0	0.00%
Total	865	100.00%

Fuente: Subgerencia de Estudios – TMT

Las consecuencias de los accidentes de tránsito ( ) aun cuando el 61.7% son leves, el 0.3% son fatales y otros 28.1% son graves en la ciudad de Trujillo.

**Tabla 6 Gravedad de accidente por persona involucrada (2011)**

	Conductores	Pasajeros	Peatones	Total	Porcentaje
<b>Fatal</b>	2	1	2	5	0.3%
<b>Grave</b>	138	175	116	429	28.1%
<b>lleso</b>	933	9	1	943	61.7%
<b>Leve</b>	60	65	26	151	9.9%
<b>Total</b>	1133	250	145	1528	100%
<b>Porcentaje</b>	74%	16%	9%	100%	

### 3.9. Estado de la infraestructura Vial de la Ciudad de Trujillo

La falta de instalaciones adecuadas y de controles eficientes en los paraderos de transporte público provoca reducciones sustanciales en la capacidad vial y problemas de seguridad a otros usuarios de las vías, así como a los peatones. Esta avenida es la arteria que rodea el Centro Histórico de Trujillo, es un anillo completo pero con mucha de su capacidad potencial subutilizada debido a la operación inadecuada del transporte público, principalmente los micros y combis que estacionan en esquinas de las intersecciones de manera informal. Las velocidades a lo largo de Avenida España están notablemente degradadas por el transporte público en algunos segmentos. Avenida España La falta de instalaciones adecuadas y de controles eficientes en los paraderos de transporte público provoca reducciones sustanciales en la capacidad vial y problemas de seguridad a otros usuarios de las vías, así como a los peatones. Esta avenida es la arteria que rodea el Centro Histórico de Trujillo, es un anillo completo pero con mucha de su capacidad potencial subutilizada debido a la operación inadecuada del transporte público, principalmente los micros y combis que estacionan en esquinas de las intersecciones de manera informal. Las velocidades a lo largo de Avenida España están notablemente degradadas por el transporte público en algunos segmentos. Diagnóstico de los involucrados, población afectada y sus características.

### 3.10. Sistemas de Control

El sistema semafórico consta de los siguientes componentes:

- 120 intersecciones semaforizadas.
- 75 cámaras de video detección con sensor virtual de video instaladas a lo largo de la Av. España.
- 5cámaras tipo DOMO PTZ para apoyo del control de tráfico.
- Red inalámbrica de comunicaciones para los 120 cruces semafóricos.
- Software de control de tráfico centralizado ADIMOT.
- Software de administración de las cámaras de video vigilancia y cámaras de tráfico.

Centro de control de Tráfico (estaciones de trabajo, módulos, servidores, pantallas, etc.) Su situación se ha dividido por sectores, considerando los siguientes: Centro Histórico, Avenida España, Avenida América y Periferia.

El sistema semafórico cuenta con los siguientes componentes:

- Software central de tráfico ADIMOT.
- Controlador de tráfico.
- Sensores on line.
- Cámaras tipo DOMO de apoyo al tráfico.
- Señales luminosas de los semáforos vehiculares.
- Señales luminosas de los semáforos peatonales.

En cuanto al software central de tráfico ADIMOT, éste permite la realización de todas las tareas de administración, monitoreo, configuración y diagnóstico de las condiciones de operación de cada uno de los controladores y de los demás dispositivos periféricos desde la sala de control y otros terminales remotos conectados mediante una red IP.

El regulador de tráfico permite operar en cinco modos (aislado, centralizado, responsivo, adaptativo y micro regulado) y en tres formas:

- Como regulador de una intersección que se integra una red de intersecciones coordinadas, con control centralizado en tiempo real.
- Como regulador de una intersección aislada mediante actuación por el tráfico cuya distribución de tiempos de verde está establecida en función de datos de tráfico adquiridos a nivel local.
- Como regulador de una intersección aislada mediante planes de tiempos fijos conmutados según un automático de día programable. De esta forma, el controlador de tráfico permite la generación de intermitencias de diferentes frecuencias para las señales luminosas.

Se cuenta con tres tipos de sensores on line, que son:

- Cámara de video detección.
- Sensor virtual de video.
- Módulo de comunicación.

Las cámaras de video-detección permiten el procesamiento digital de las señales, mientras que los sensores permiten la detección de vehículos motorizados y no motorizados. Por último, el módulo de comunicación conecta el sensor de video con la red de comunicaciones.



Foto 5 Monitoreo de la Central de tráfico TMT

#### 4. MARCO LEGAL

- Ley 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre, establece los lineamientos generales económicos, organizacionales y reglamentarios del transporte y tránsito terrestre y rige en todo el territorio de la República, 7 de octubre de 1999.
- Ley 27972, Ley Orgánica de Municipalidades en su Artículo 81°, establece las competencias y funciones específicas exclusivas en materia tránsito, vialidad y transporte público, 27 de mayo del 2003.
- Ley 28172; De las competencias de las Municipalidades Provinciales 17.1 Las Municipalidades Provinciales, en su respectiva jurisdicción y de conformidad con las leyes y los reglamentos nacionales, tienen las siguientes competencias en materia de transporte y tránsito terrestre: Competencias normativas:
  - Emitir normas y disposiciones, así como realizar los actos necesarios para la aplicación de los reglamentos nacionales dentro de su respectivo ámbito territorial.
  - Jerarquizar la red vial de su jurisdicción y administrar los procesos que de ellos deriven, en concordancia con los reglamentos nacionales correspondientes.
  - Declarar, en el ámbito de su jurisdicción, las áreas o vías saturadas por concepto de congestión vehicular o contaminación, en el marco de los criterios que determine el reglamento nacional correspondiente.
  - Mediante Ordenanza Municipal N°020-2011-MPT se creó el Organismo Público descentralizado; Transportes Metropolitanos de Trujillo- TMT organismo descentralizado de la Municipalidad Provincial de Trujillo.

#### 4.1. Competencia de la Municipalidad Provincial

Es competencia de las Municipalidades Provinciales de acuerdo a la Ley 27181, ley general de Transporte y Tránsito Terrestre, Artículo 10° la autoridad local tienen competencias normativas, de gestión y de fiscalización en materia de Transporte y Tránsito terrestre.

- El Artículo 11.2 establece que los gobiernos locales emiten las normas complementarias para la aplicación de los reglamentos nacionales dentro de su respectivo ámbito territorial, sin transgredir ni desnaturalizar la ley ni los reglamentos nacionales,
- En el Artículo 17° inciso c) establece la competencia de “declarar, en el ámbito de su jurisdicción, las áreas o vías saturadas por concepto vehicular o contaminación, en el marco de los criterios que determine el reglamento nacional correspondiente”.
- En el Artículo 12, establece que la Municipalidad Provincial tiene facultades de gestión “en la administración de la infraestructura vial pública,... gestión del tránsito, otorgamiento de concesiones, permisos o autorizaciones para la prestación de los servicios de transporte terrestre”,
- En el Artículo 17° inciso e) da facultad de “dar en concesión, en el ámbito de la jurisdicción, los servicios de transporte terrestre en áreas o vías que declaren saturadas; así como otorgar permisos y autorizaciones en áreas o vías no saturadas, de conformidad con los reglamentos nacionales respectivos”, además en su inciso m) “fiscalizar las concesiones de infraestructura vial que otorgue”

La Ordenanza 021- 2012- MPT en su **Artículo 5** define la vía saturada que es aquella arteria o tramo vial de la provincia con apreciable demanda de usuarios o exceso de oferta de servicio de transporte que presenta en toda su extensión o en parte de ella, niveles de contaminación ambiental o congestión vehicular que comprometen la calidad de vida o la seguridad de los habitantes; la existencia de una vía saturada se determina mediante un estudio técnico.

Asimismo en su **Artículo 67** establece el procedimiento para la Declaración de áreas o vías saturadas.

- 67.1. La MPT declarará las áreas o vías saturadas, mediante decreto de alcaldía, en aquellas secciones de tramos viales de su territorio, así como en zonas de su influencia, por donde discurren rutas o segmentos de ruta del ámbito urbano en los que se produce congestionamiento vehicular y/o contaminación ambiental, debiendo sustentar su decisión en estudios técnicos.
- 67.2. La declaración de áreas o vías saturadas faculta a la MPT a modificar las autorizaciones otorgadas con anterioridad para operar en dichas áreas o vías, así como a establecer el plazo de adecuación y de inicio del procedimiento de licitación pública para la concesión de rutas, debiéndose, a este efecto, considerar la fecha de inicio de los servicios que se entregarán en concesión. La MPT podrá incorporar en las bases de licitación pública mecanismos de mitigación de impactos sociales.

67.3. El servicio de transporte público regular de personas en las áreas o vías declaradas como saturadas será prestado exclusivamente por las empresas de transporte que hayan obtenido la respectiva concesión, siendo considerado como servicio no autorizado aquel o aquellos que son prestados sin contar con dicha concesión.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar las áreas o vías saturadas de la ciudad de Trujillo, que cumplen con el exceso de oferta del servicio de transporte público regular y alto nivel de congestión vehicular, en toda su extensión o en parte de ella que compromete la calidad de vida o la seguridad de la población trujillana.

### 5.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Evaluar el nivel de servicio de las principales vías arteriales, colectoras y locales por donde circulan las rutas de servicio de transporte público.
- Evaluar el nivel de congestión vehicular en las principales vías metropolitanas por las que circulan las rutas de servicio de transporte público regular.
- Evaluar la oferta y demanda de servicio de transporte público en las principales vías metropolitanas de Trujillo.
- Analizar y determinar técnicamente si existe Área o Vía Saturadas conforme a lo establecido en la Ley 28172 y la Ordenanza Municipal N° 021-2012-MPT conforme a la competencia de la Municipalidad Provincial.

## 6. ÁREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO

Figura 4 Área de influencia del Estudio



## 7. RED VIAL Y RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO REGULAR EN ESTUDIO

### 7.1. Red Vial

#### VÍAS NACIONALES

Son las vías que forman parte del Sistema Nacional de carreteras, que cruzan el área metropolitana y la vinculan con el resto del país.

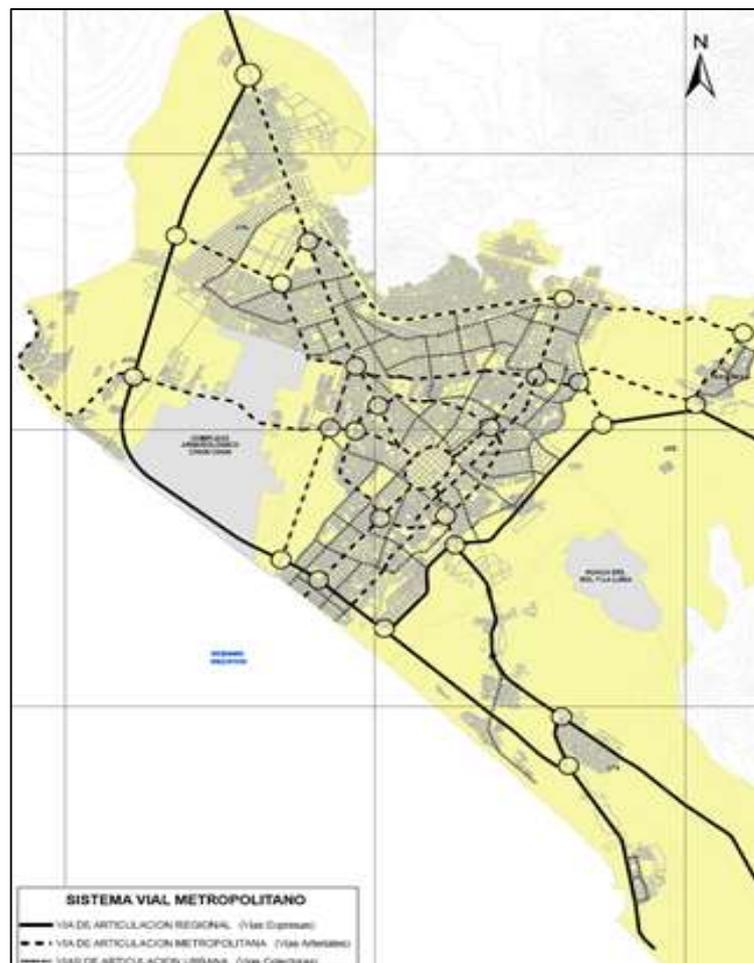
- La Panamericana Norte, que en la actualidad sirve también para la interconexión entre los centros poblados desarrollados a lo largo de su trazo y la Vía de Evitamiento. Se prevé además el trazo de la futura autopista costanera, que garantice el flujo directo sin interrupción.
- La Carretera de Penetración Salaverry-Juanjuí, con 535Kms. de longitud, atraviesa las tres regiones naturales y representa una alternativa de integración y desarrollo regional.

#### VÍAS REGIONALES

Son aquellas que integran a la Metrópoli con distintas sub-regiones del país. En el área tenemos:

Hacia el Sur: Virú, Chao, Hacia el Norte: El Milagro, Chicama, Hacia el Centro: Otuzco - Huamachuco- Pataz.

**Figura 5 Red vial metropolitana de la Provincia de Trujillo**



Fuente: PLANDET

**VÍAS LOCALES Y METROPOLITANAS:**

**Vías Expresas y Semi Expresas Metropolitanas.-** Son aquellas destinadas a soportar grandes flujos vehiculares, con circulación en condiciones de flujo libre, que aseguren el tránsito rápido y movilidad óptima para el tráfico directo entre el Área Central y las zonas de desarrollo de viviendas, comercio e industrias garantizando el funcionamiento óptimo de la metrópoli en su conjunto.

**Vías Arteriales, Anulares Y Radiales.-** Constituido por el conjunto de vías que conforman los anillos viales concéntricos que se complementan con las vías radiales, para vincular eficientemente las diferentes áreas urbanas de Trujillo Metropolitano con el Área Central. Forman parte de la Red Vial Básica de la ciudad.

**ANILLOS VIALES:**

Articulan grandes áreas de atracción de la ciudad en forma fluida, sin tener que desplazarse necesariamente por el Centro Urbano, permitiendo así recorrer la ciudad, reduciendo al mínimo posible los problemas de saturación y congestión.

Así mismo, los anillos viales permiten la estructuración de las áreas urbanas que encierran, constituyendo ejes viales de gran potencialidad de generación de dinamismo urbano, con el desarrollo de actividades comerciales y de servicios, de gran atracción.

Las principales son:

**ANILLO VIAL DEL CENTRO HISTORICO: AVENIDA ESPAÑA**

Está constituido por la Av. España y que fue construido sobre las huellas de la histórica Muralla de Trujillo, para soportar una población aproximada de 50,000 habitantes.

Este anillo vial de forma elíptica tiene un trazado realmente muy bien realizado; el segundo anillo vial está constituido por la Av. América y fue construido para albergar un aproximado de 200,000 habitantes.

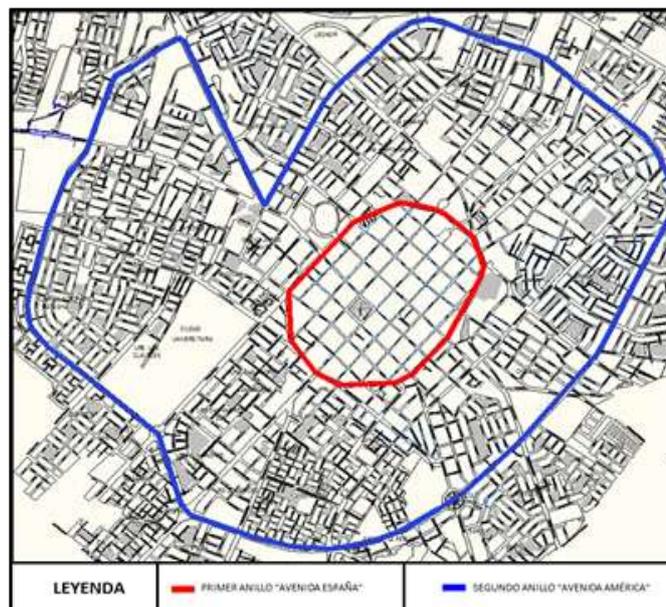


Figura 6 Anillo vial España y América

La Avenida España es la principal avenida comercial del distrito de Trujillo y una de las más importantes de la ciudad. Esta conformada por 27 cuadras que hacen un perímetro de 3.48 Km de longitud; al tener forma elíptica su recorrido empieza y termina en el mismo punto; si el recorrido se inicia en el oeste, en la avenida Larco, al desplazarse por cualquiera de los carriles de la avenida se terminará el recorrido en el mismo punto de inicio.

Es considerada una avenida con un alto nivel de tránsito debido a que diariamente acoge tanto transporte vehicular privado como público y también gran cantidad de transeúntes y comerciantes.

Las cuadras por las que circulan vehículos del servicio de transporte público de personas son:

- TRAMO "A" Desde la intersección de la Avenida España y la calle Sinchi Roca (Cuadra 16 de la Av. España), hasta la intersección de la avenida España y la calle Agricultura (Cuadra 10 de la Av. España).
- TRAMO "B" Desde la intersección de la Avenida España con el Jirón Alfonso Ugarte (Cuadra 26 de la Av. España), hasta la intersección de la avenida España con la avenida Pedro Muñiz (Cuadra 5 de la Av. España).



**Figura 7 Anillo vial España (Centro Histórico)**



Foto 6 Cuadra 1 de la avenida España

**ANILLO VIAL DE DESCONCENTRACIÓN: AVENIDA AMÉRICA**

“El segundo anillo vial de la Provincia de Trujillo está constituido por la Avenida América, se encuentra trunca porque se encuentra interrumpida en el Ovalo de Mansiche y cruce con la Avenida Mansiche y la Avenida Nicolás de Piérola produciéndose un nudo inconveniente de congestión.

Recibe tránsito mixto y de naturaleza variada, convirtiéndose en el principal colector de las vías radiales interdistritales y locales de la ciudad”.

La avenida américa en su extensión consta de un perímetro de 12.31km, así mismo tiene las siguientes zonas:

- Av. América Norte: 3.29Km
- Av. América Sur: 6.18Km
- Av. América Oeste: 3.44Km
- Av. Mansiche: 1.25 Km

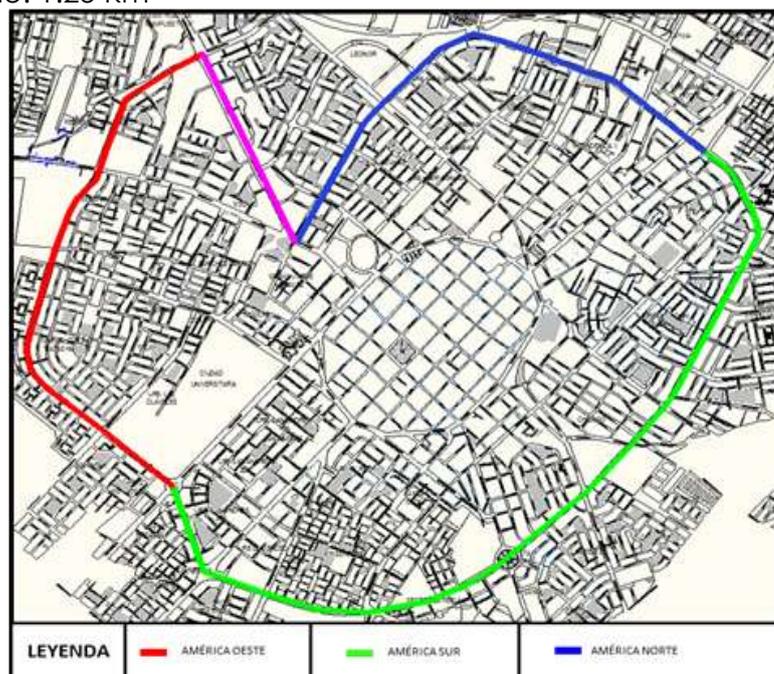


Figura 8 Anillo vial América

## 7.2. Número de Rutas de Transporte

El transporte público de pasajeros en la ciudad de Trujillo se realiza en diferentes clases de vehículos como son microbús, camionetas rurales y automóviles.

En la actualidad existen 14 empresas de transporte de servicios de pasajeros en la modalidad de masivos, las cuales poseen un total de 1214 unidades vehiculares con capacidad promedio de 22 pasajeros.

Transporte Urbano Rápido: Existen 24 empresas de servicio urbano rápido en la modalidad de combis los cuales poseen un total de 1706 unidades vehiculares, con capacidad promedio de 16 pasajeros.

Transporte Urbano Especial de Taxis: Está conformado por 160 empresas de taxis, con un total de 17,804 unidades, con capacidad para 4 pasajeros.

Según se detalla en el cuadro siguiente:

**Tabla 7 Modalidad de sistema de transporte público**

ITEM	MODALIDAD	N° DE EMPRESAS AUTORIZADAS	N° DE VEHICULOS REGISTRADOS
1	TAXI	160	17,804
3	COLECTIVO	29	2,312
5	CAMIONETA RURAL	24	1,706
6	MICROBUS	14	1,214

Las cuales suman un total de 80 rutas de transporte regular de pasajeros con una longitud que alcanza los 3,846 km (red vial de transporte público regular de la provincia de Trujillo).

## 7.3. Superposición de rutas

De acuerdo a las fichas registradas de Transporte Regular de la gerencia de Transporte, Transito y Seguridad Vial de la Municipalidad Provincial de Trujillo; se ingresó los datos de los Itinerarios al Software Autocad logrando identificar las vías con más niveles de superposicion de la provincia del transporte regular de pasajeros de acuerdo como se detalla en el cuadro:

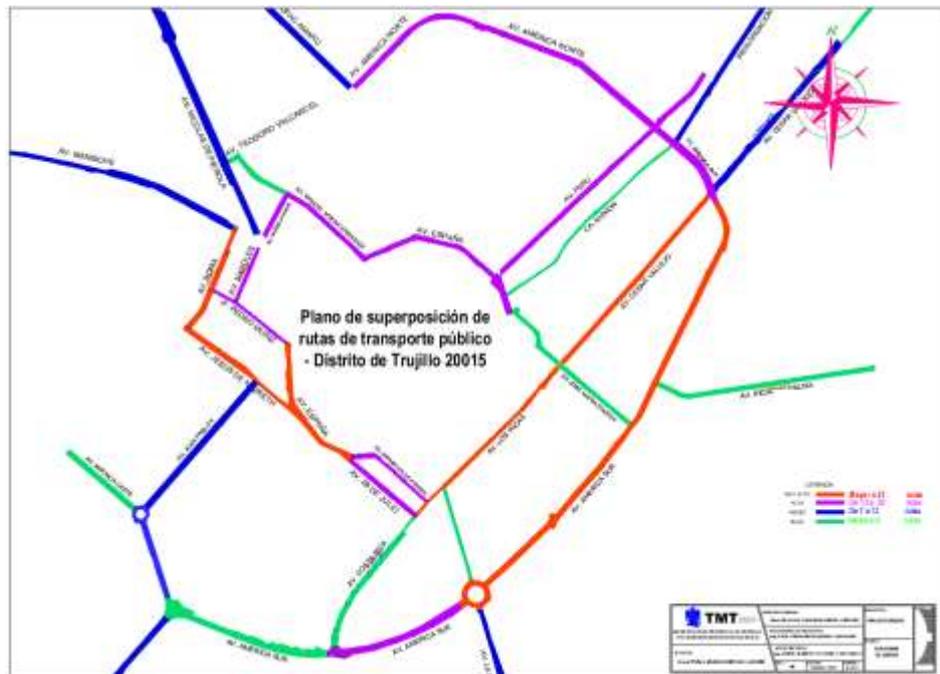


Figura 9 Superposición de Rutas de Transporte Público

## 8. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

### 8.1. Muestra de tramos viales en el área de estudio:

Para el estudio se ha considerado 11 tramos viales por los cuales se discurren y donde superponen las rutas de transporte público regular, a continuación se detalla cada uno de los tramos estudiados:

**Tabla 8 Vías Metropolitanas importante por donde circulan el Servicio de Transporte Público**

ID	VIA METROPOLITANA	Longitud (ml)	TRAMO	IDA	VUELTA
Tramo 1	Av. América Sur	5,197	Av. César Vallejo -Ovaló Papal	E-O	O-E
Tramo 2	Av. América Norte	2,556	AV. Túpac Amaru-Av. Cesar Vallejo	S-N	N-S
Tramo 3	Av. Vallejo – Los Incas	2,264	Av. América Sur-Ca. Panamá	E-O	O-E
Tramo 4	Av. Vera Enríquez-España-Eguren	2,889	By Pass Mansiche - Av. América Sur	S-N	N-S
Tramo 5A	Av. Panamá-España-Muñiz	1,964	Av. Los Incas-Ovaló By Pass Mansiche	S-N	
Tramo 5B	Av. Roma-Nasaret-España-28Julio	1,707	Hospital Docente-Av. Costa Rica		N-S
Tramo 6	Av. Mansiche	1,603	Mall Aventura Plaza-Hospital. Docente	E-O	O-E
Tramo 7	Av. Nicolás de Piérola	1,306	By Pass Mansiche - Av. Metropolitana I	S-N	N-S
Tramo 9	Av. Perú	1,269	Av. España - Av. América Norte	E-O	O-E
Tramo 10	Av. La Marina	678	Óvalo La Marina - Óvalo Grau	S-N	N-S
Tramo 11	Av. Víctor Larco	1,464	Av. Los Paujiles - Ca. San Vicente	E-O	O-E

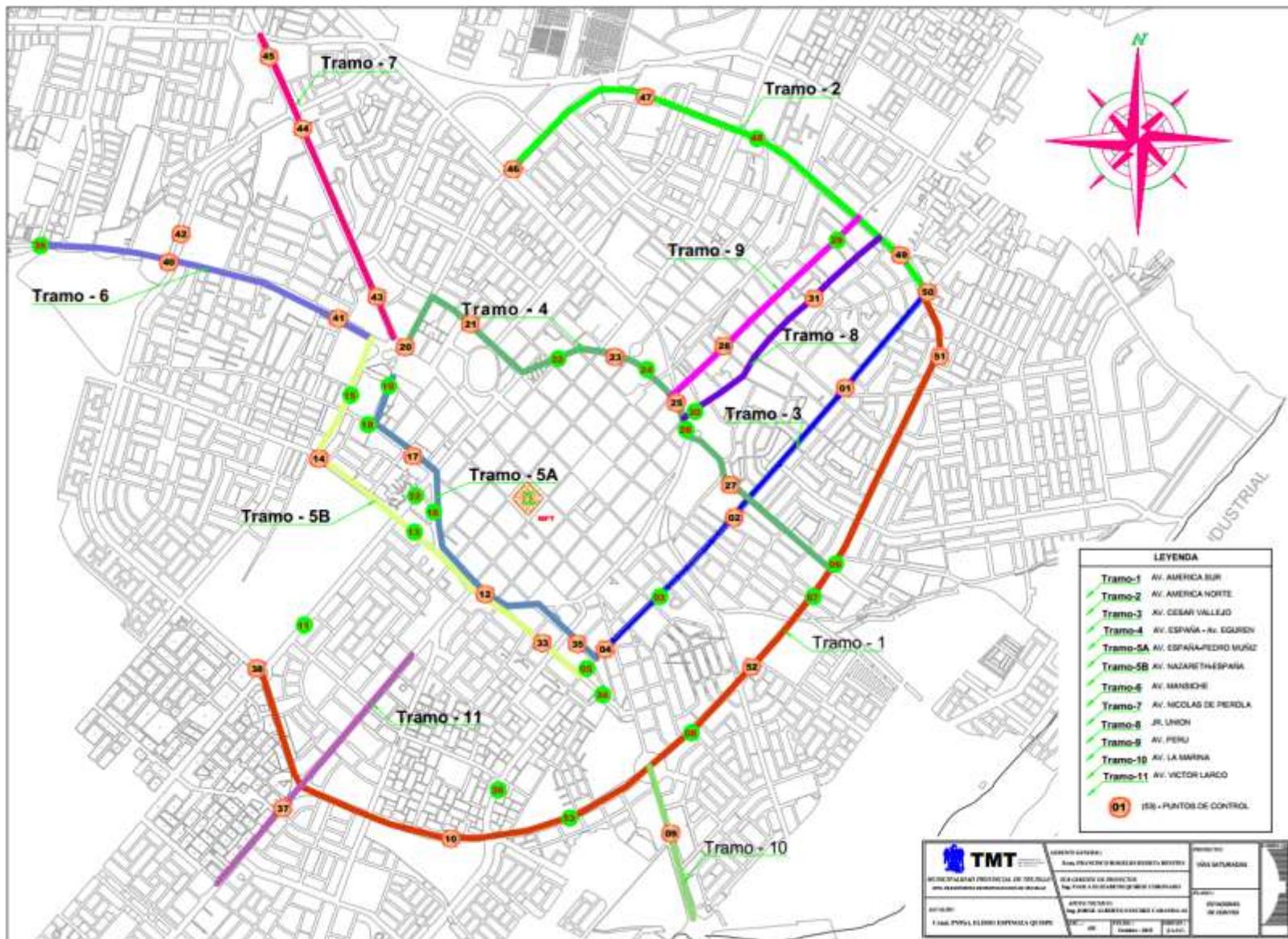


Figura 10 Mapa de ubicación tramos de vías en estudio

## 8.2. Condiciones que definen un área o vía como saturada

De acuerdo a lo anterior debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Un Área Saturada es aquella parte del territorio o área urbana en la que coexisten o se ubican un conjunto de vías o tramos de vías que tienen la característica de ser saturadas (dos o más).
- Una vía es saturada, en su totalidad o en parte de ella, si cumple con variables relacionadas en conjunción y en disyunción (proposición compuesta), de la forma siguiente:

Una Vía es Saturada en su totalidad o en parte de ella, si:

$$\text{Tramo de Vía o área Saturada} = \left[ \left( \begin{array}{c} \text{Tiene} \\ \text{exceso de} \\ \text{oferta} \end{array} \right) \text{ Ó } \left( \begin{array}{c} \text{Tiene} \\ \text{apreciable} \\ \text{demanda} \end{array} \right) \right] \text{ Y } \left[ \left( \begin{array}{c} \text{Tiene altos} \\ \text{niveles de} \\ \text{contaminación} \end{array} \right) \text{ Ó } \left( \begin{array}{c} \text{Tiene altos} \\ \text{niveles de} \\ \text{congestión} \\ \text{vehicular} \end{array} \right) \text{ Ó } \left( \begin{array}{c} \text{Nivel de} \\ \text{servicio de} \\ \text{vía E y F} \end{array} \right) \right]$$

La declaración de vía saturada comprende las vías que tienen dicha condición y todas aquellas que se encuentren dentro de su zona de influencia.

En este contexto, si bien es posible operativizar las definiciones con la aclaración e identificación de variables, queda pendiente responder las siguientes preguntas, vinculadas a las variables que influyen para que un área o vía sea considerada como saturada:

- a) ¿Cuándo un nivel de contaminación ambiental o congestión vehicular es alto o el nivel de servicio de la vía es E y F, de manera que compromete la calidad de vida o seguridad los habitantes o las vías se observan sobresaturadas de vehículos? y ¿en qué unidades se miden?
- b) ¿Cuándo se da una apreciable demanda o exceso de oferta? Y ¿En qué unidades se miden?
- c) ¿Cómo se determina la zona de influencia de una vía saturada?
- d) ¿Cómo se delimita un área saturada? ¿Bastan dos vías para declarar como saturada un área y que extensión debería tener esta?
- e) ¿Cuánto de la extensión de una vía debe estar saturada para que toda la vía sea considerada como tal?

## 8.3. Definición de los parámetros de las variables

Las preguntas formuladas anteriormente reflejan la necesidad de agregar unidades de medida y parámetros a las variables que definen las áreas y vías saturadas, debiendo resaltar el caso de dos variables de compleja medición que se detallan a continuación:

- La variable “exceso de oferta”, puede ser definida como el exceso de oferta de capacidad de transportación, que puede ser medida por el

ratio compuesto por la “capacidad ofrecida” y la “capacidad usada” (pasajeros transportados efectivamente); así, si el ratio toma valores mayores que 1 existe exceso de oferta y si por el contrario el ratio es menor a ese valor existe déficit de oferta, en ese mismo sentido, si el ratio es igual a 1 el sistema se encuentra equilibrado.

**Oferta > 1** (Exceso o Sobreoferta)  
**Oferta < 1** (Déficit de oferta)  
**Oferta = 1** (Equilibrio de oferta)

- Si bien el exceso de oferta puede ser identificado por lo indicado en el párrafo anterior subyace una dificultad práctica para el cálculo o estimación de la “capacidad ofrecida”, por lo siguiente:
  - La capacidad ofrecida debe ser estimada por hora (generalmente en la hora punta de la mañana), por tanto es necesario saber cuántos vehículos por hora ofrece cada ruta, lo que a su vez implica conocer los intervalos reales que ofrece el operador de la ruta. No obstante, en razón a la deficiente forma de gestionar el servicio de transporte, no se cuenta con esta información dado que en su mayoría las empresas no controlan la operación de sus vehículos, y más aún no acatan los intervalos de paso establecidos en las fichas técnicas de las rutas.
  - Por otro lado, las rutas actuales operan con diferentes tipos de vehículos, cada uno de ellos con capacidades de transportación distintas, pudiendo incluso esto reflejarse al interior de una misma ruta.
  - Bajo esto no sólo se requiere el intervalo de paso ofrecido por la ruta, sino también la secuencia de despacho que tiene la empresa operadora por tipo de vehículo, a fin de poder asignar la capacidad acumulada que se tiene por hora. Es claro que esta información para toda la ciudad no existe, al no tenerse un control real de los despachos de todos los operadores autorizados.

Por lo indicado, y con el fin de identificar las áreas o vías saturadas en función a datos y variables determinables o cuantificables, la ecuación de Área o Vía Saturada que se utilizará para lograr el objetivo del presente informe, se conforma utilizando las otras dos variables:



#### **8.4. Sobre la Unidad de Medida y Parámetro de la Variable “Vía con sobreoferta”**

Para la realización del trabajo de campo se realizó aforos de 16 horas en la red vial de transporte público (Anexo 1) en lo cual se determinó la hora punta y la hora valle.

Con estos datos se realizó en la hora punta y en la hora valle se realizó, encuestas de ocupación visual; el objetivo principal de las encuestas de ocupación visual del Transporte Público de Pasajeros en los principales vías de la ciudad, consistió en determinar, mediante la observación visual en diferentes tramos, el número total de pasajeros que viajan en los autobuses de las rutas de microbús y combis que circulan por dichas vías.

Este Estudio de ocupación visual se realizó durante cuatros días laborables de la semana, en cada punto, en distintos horarios en función del punto a analizar. Se asignaron 2 encuestadores por punto de control y por sentido. La misión de dichos encuestadores fue registrar la ocupación de la totalidad de los microbuses, camionetas rurales y colectivos que pasaron por los respectivos puntos de control, en intervalos de 15 minutos. Uno de ellos se encargó de anotar las ocupaciones de Microbús y camioneta rural,

Los encuestadores anotaron en los formularios, la ocupación respecto a unos parámetros establecidos para ello, y que se describen seguidamente:

- Full.- Los pasajeros viajan apretujados y, hasta en las escaleras y puertas de los vehículos (no entra un pasajero mas)
- Sentados 100%, De pie 50%.- Todos los asientos del vehículo están ocupados y la mitad del vehículo transporta pasajeros de pie.
- Sentados 100%.- Todos los asientos están ocupados.
- Sentado 50%.- La mitad de los asientos del vehículo está ocupado.
- Casi Vacío.- El vehículo transporta el número mínimo de pasajeros.
- Vacío.- En el vehículo solo está el chofer y el cobrador (Cero pasajeros). (Anexo 2)

La unidad de medida más adecuada para esta variable es la de “pasajeros por hora por sentido (pphs)”, que es la que define la sobreoferta de vehículos que existe en un tramo de vía.

Asimismo, al día de hoy se cuenta con el Modelo de Transporte de la ciudad, que ha sido realizada por ALG en el 2007 cuyo objetivo principal es restructuración de la red de transporte público para el conjunto de Trujillo, adoptando la siguiente expresión:

- Maximizar la accesibilidad entre los distintos sectores de la ciudad, mejorando las condiciones actuales de calidad del servicio, eficiencia y rentabilidad del transporte público, en un contexto de movilidad sostenible respetuoso con el centro histórico.
- La mejora de la accesibilidad intersectorial representa, por tanto, el propósito fundamental del Plan de Restructuración, en tanto que la prevista reducción de los recorridos duplicados y la reorganización del espacio de prestación de servicios busca aumentar de forma significativa las opciones de desplazamiento de los usuarios ofreciéndoles múltiples alternativas de conexión desde su origen hacia el conjunto de destinos de la ciudad.

Los aforos vehiculares da una aproximación cercana de la cantidad de vehículos que se desplazan por toda la red vial usada por el transporte público regular urbano, tanto para los períodos de hora punta en la mañana, hora punta en la tarde y hora valle, siendo una de ellas la utilizada para los análisis del presente informe.

En ese sentido, para definir el parámetro que establece si una vía o tramo de vía tiene un volumen de pphs tal que la califique como de “Apreciable sobre oferta”, se ha considerado lo siguiente:

Contar los vehículos de transporte regular de pasajeros en hora punta y valle en todas la red vial de transporte público, la ocupación visual vehicular según los parámetros establecidos, ya mencionado anteriormente y comparando con la cantidad de transporte publico autorizado por la Gerencia de Transporte, Transito y Seguridad Vial de la MPT se utiliza la siguiente forma para hallar la sobreoferta.

$$Oferta STP = \sum_{i=0}^n (QVeh\ i * \#asientos\ i)$$

**QVeh.** = Cantidad de vehículos de transporte regular de pasajeros

**N° ASIENTOS** = Número de asientos

i = 1 Microbus, 2 Combi, 3 Taxi Colectivo

**# ASIENTOS:**

Microbus = 22;

Combi=16

Colectivo =5

$$Demanda STP = \sum_{i=0}^n (QVeh\ i * \#asientos\ ocupados\ i)$$

**QVeh.** = Cantidad de vehículos de transporte regular de pasajeros

**N° ASIENTOS** = Número de asientos ocupados

i = 1 Microbus, 2 Combi, 3 Taxi Colectivo

**RATIOS:**

$$\frac{Oferta\ STP}{Demanda\ STP} = 1 \text{ Equilibrado}$$

$$\frac{Oferta\ STP}{Demanda\ STP} > 1 \text{ Sobreoferta}$$

$$\frac{Oferta\ STP}{Demanda\ STP} < 1 \text{ Déficit}$$

## 8.5. Sobre la Unidad de Medida y Parámetro de la Variable “Alto Nivel de Congestión Vehicular”

Para entender claramente la variable y definir su forma de medición, debemos establecer una definición del término “Congestión Vehicular”.

- Se refiere, tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de vehículos en las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje y atoramientos. Este fenómeno se produce comúnmente en las hora punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible; las consecuencias de las congestiones vehiculares denotan en accidentes, a pesar que los automóviles no pueden circular a gran velocidad, ya que el automovilista pierde la calma al encontrarse estático por mucho tiempo en un lugar de la vía. Esto también deriva en violencia vial, por otro lado reduce la gravedad de los accidentes ya que los vehículos no se desplazan a una velocidad importante para ser víctima de daños o lesiones de mayor gravedad. También, los vehículos pierden innecesariamente combustible debido a que se está inactivo por mucho tiempo en un mismo lugar, sin avanzar en el trayecto de un punto a otro.
- El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define la palabra “congestión” como la acción de congestionar, la cual a su vez es definida como la obstrucción o entorpecimiento del paso, la circulación o el movimiento de algo. Se entendería por tanto que una vía congestionada vehicularmente es aquella que en alguno de sus tramos o en toda su longitud, existen muchos vehículos y cada uno de ellos avanza de manera lenta e irregular entorpeciéndose entre sí su paso o circulación.
- Adicional a lo anterior, Thomson y Bull, definen: “la congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás”, que de manera directa afecta a las velocidades de circulación.
- De acuerdo a lo indicado, una situación sin congestión es cuando el conductor puede ir a la velocidad que desea sin interferencia importante de otros vehículos, lo que se traduce como la “velocidad a flujo libre”. La congestión por tanto se dará cuando la velocidad media de la vía decae sensiblemente por debajo de la velocidad ideal o de flujo libre, con una consecuente mayor densidad de vehículos.
- Tomando lo indicado se define que la variable congestión queda medida por la unidad de velocidad (kilómetros por hora - kph), y por tanto su parámetro se establecerá en base a una proporción de reducción de la velocidad a flujo libre de la vía. - Thomson y Bull, plantean que, la congestión comenzaría en el momento en que el cambio (incremento) en la demora de todos los vehículos ya presentes en el flujo **es igual a la mitad (50%) del tiempo de viaje que tendría un vehículo adicional.**

Si bien la definición planteada tiene un enfoque técnico, este resulta difícil de verificar en la práctica, por lo que estableceremos una definición más taxativa partiendo de la Premisa de reducción de los tiempos de viaje, de la manera siguiente: “un tramo de vía tendrá la condición de congestionada si el tiempo de viaje de sus usuarios se Incrementa en un 50% respecto a su tiempo de circulación ideal (en base a una Velocidad de flujo libre)”.

El incremento en los tiempos de viaje establece de manera inversa una reducción en la velocidad media de circulación, siendo que para un incremento en el tiempo de viaje del 50% ( $T*1.5$ ) implicará una reducción de velocidad de alrededor el 40%, esto de acuerdo a la formulación siguiente.

$$E = V * (T * 1.5)$$

$$V = (E/T)*0.66$$

Dónde:

E: espacio; V: velocidad y T: tiempo

El parámetro que se establece, desde la perspectiva de velocidad, sería: “un tramo de Vía tendrá la condición de congestionada si su velocidad media espacial es inferior al 60% del valor de su velocidad a flujo libre”.

- Para los efectos de la evaluación, tomaremos el valor de la velocidad media espacial que posee la red vial de la ciudad (usada por el servicio de transporte público regular urbano), la misma que es obtenida del Modelo de Transporte antes indicado.
- En ese orden, dado que la normatividad nacional de tránsito ha fijado los límites de velocidad, tomaremos como velocidad a “flujo libre” la velocidad normativa que establece el artículo 162 del Texto Único Ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito - Código de Tránsito, aprobado por Decreto Supremo N° 016-2009-MTC:
- Asimismo, según Ordenanza Municipal N°036-2014-MPT; Artículo N° 7, los límites de velocidad en el Sistema Vial Urbano Metropolitano de Trujillo, son los siguientes:
  - a) Vías Metropolitanas o Arteriales: 60Km
  - b) Vías Principales o Colectoras: 50Km
  - c) Vías locales: 40Km
  - d) Para Zonas de Hospitales: 30Km
  - e) Para Zonas escolares: 25 Km

Asimismo, se establece los límites de Máximos Especiales:

- f) Para las Intersecciones urbanas ni semaforizadas, la velocidad precautoria, no debe superar los 30 Km.

- g) Para la proximidad de establecimientos escolares, deportivos y de gran afluencia de personas, durante el ingreso, su funcionamiento y evacuación, la velocidad precautoria no debe superar los 20 Km/hr.

Que mediante Ordenanza Municipal 038-2013-MPT se aprueba el Plan de Desarrollo Urbano Metropolitano de Trujillo al 2022; en el Item 2.4.3 Sistema Vial Metropolitano, considerándose la clasificación normativa de las vías y la Estructuración del Sistema Vial Metropolitano; considerando que las vías urbanas destinadas a canalizar los flujos de Transporte Urbano se clasifican en: vías Metropolitanas o “Arteriales”; Vías Urbanas Principales o “Colectoras”, Vías Urbanas Secundarias y las vías Locales.

**Tabla 9 Clasificación de las Vías Metropolitanas en Trujillo**

Tipo Según Código de Tránsito	Tipo de vía Ordenanza N°038-MPT
Avenidas	vías Arteriales
	vías Colectoras
calles y Jirones	vías Locales

En consideración a lo anterior las vías locales tendrán una velocidad a flujo libre de 40 km/h, las vías Arteriales y Colectoras una velocidad a flujo libre de 60km/h y para el caso de Vías Expresas una velocidad de 80 km/h.

En ese orden de ideas, si las velocidades de un tramo de vía obtenida en el Modelo de Transporte, resultan ser menores en un 60% a la velocidad a “flujo libre” queda catalogada como un tramo de vía congestionada.

La tabla siguiente resume lo indicado:

**Tabla 10 Parámetro de velocidad que califica congestión de la vía**

TIPO DE VIA	VELOCIDAD A FLUJO (KPH)	PARAMETROS DE VELOCIDAD EN KPH QUE CATALOGA UNA VIA COMO CONGESTIONADA(LIMITE DE VELOCIDAD)
VIA ARTERIAL	60	<36
VIA COLECTORA	60	<36
VIA LOCAL	40	<24

## 8.6. Sobre la Unidad de Medida y Parámetros de la Variable “Peores Niveles de Servicio”

La capacidad teórica de la vía urbana está definida por el número y ancho de los carriles. Sin embargo, su capacidad real se ve mermada por condiciones físicas y de operación, condiciones ambientales, características del tráfico y si existe las medidas de control de tráfico; estos factores son tales como el estacionamiento, composición del tráfico, giro, poblacional, paraderos, y sincronización semafórica.

Los niveles de servicio se obtienen de los mismos cálculos de capacidades viales. EL nivel de servicio resulta de dividir el volumen vehicular existente respecto de la capacidad real que tiene la vía.

Donde el nivel de servicio está dado por:

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Volumen demanda de la aproximación en UCP}}{\text{Capacidad de la Aproximación}}$$

**Tabla 11 Calificación de los Niveles de Servicio de las Vías Urbanas**

Nivel de Servicio	Definición circulación / demora	Índice de Congestión
A	Fluida	<0.60
B	Estable / ligera	0.61-0.70
C	Estable/Aceptable	0.71-0.80
D	Pre-Inestable/Tolerable	0.81-0.90
E	Inestable, Congestionada/Intolerable	0.91-1.00
F	Forzada, congestión total	>1.00

Según De Rus, Campos y Nombela consideran que una vía congestionada vehicularmente es cuando en un determinado momento, el número de vehículos que usa una vía se halla cercano al límite de su capacidad, lo que genera un peor nivel de servicio, que se traduce en velocidades medias más bajas y en tiempos empleados en los trayectos más elevados de lo normal.

### 8.7. Definición de “Vía Saturada”

Cuando se realiza la evaluación de saturación es posible encontrar que a lo largo de una vía tramos que están saturados y otros que no. Si los tramos saturados cubren una importante proporción de la vía conviene declarar toda la vía como saturada, permitiendo una adecuada gestión del transporte público que opera por ella.

De acuerdo a lo anterior, y por un criterio de proporcionalidad, se propone que una vía sea declarada saturada si más de la mitad de su longitud total se encuentra saturada, es decir, que la distancia acumulada de los tramos saturados de una vía (continuos o no) representan más del 50% del total de la longitud de toda la vía.

Hay que recordar que un tramo de vía se encuentra saturada si “Tiene Apreciable Oferta de vehículos ” y “Tiene Altos Niveles de Congestión Vehicular”, de acuerdo a las unidades y parámetros establecidos y que seguido se resume:



Dónde:

**Apreciable Sobre Oferta:** Medido por pasajero/hora (número de asientos vacíos).

**Nivel de Congestión:** medida en kph y con un valor inferior al 60% del valor de su velocidad a flujo libre, o sus niveles de servicio es E y F.

### 8.8. Sobre Definición del “Área Saturada”

De acuerdo con las definiciones preestablecidas en la normativa municipal de transporte, un área saturada podría comprender áreas específicas de la ciudad, urbanizaciones o unidades territoriales como distritos e incluso una provincia.

Bajo la definición de Área Saturada prevista en la Ordenanza 021-2012-MPT, donde se declarará las áreas o vías saturadas, mediante decreto de alcaldía, en aquellas secciones de tramos viales de su territorio, así como en zonas de su influencia, por donde discurren rutas o segmentos de ruta del ámbito urbano en los que se produce congestión vehicular y/o contaminación ambiental, debiendo sustentar su decisión en estudios técnicos

## 9. RESULTADOS DEL ESTUDIO

### 9.1. Niveles de servicio de las vías en el área de intervención

**Flujo vehicular por vías:**

De los conteos de flujo vehicular por sentido, en cada una de los tramos de las vías metropolitanos en estudios, se cuantificó el flujo en hora punta y el acumulado en 16 horas.

**Tabla 12 Flujo vehicular por vía metropolitana en Hora Punta y Día Típico**

RUTAS	VIA METROPOLITANA	TRAMO	IDA	VUELTA	HORA PUNTA			Total 16 horas		
					IDA	VUELTA	Total	IDA	VUELTA	Total
Tramo 1	Av. América Sur	Av. César Vallejo - Ovalo Papal	E-O	O-E	1,171	1,422	2,592	16,502	16,978	33,480
Tramo 2	Av. América Norte	AV. Túpac Amaru-Av. Cesar Vallejo	S-N	N-S	920	1,178	2,098	12,681	13,840	26,521
Tramo 3	Av. Vallejo	Av. América Sur-Ca. Panamá	E-O	O-E	705	770	1,475	9,355	10,285	19,639
Tramo 4	Av. Vera Enriquez-España-Eguren	By Pass Mansiche - Av. America Sur	S-N	N-S	1,239	877	2,115	16,618	12,036	28,653
Tramo 5A	Av. Panamá-España-Muñiz	Av. Los Incas-Ovalo By Pass Mansiche	S-N		1,366	914	1,671	17,013	12,372	21,137
Tramo 5B	Av. Roma-Nasaret-España-28Julio	Hosp.Docente-Av.Costa Rica		N-S	979	956	1,936	12,343	12,944	25,287
Tramo 6	Av. Mansiche	Mall Aventura Plaza-Hosp.Docente	E-O	O-E	528	928	1,456	9,352	12,584	21,937
Tramo 7	Av. Nicolás de Piérola	By Pass Mansiche - Av. Metropolitana	S-N	N-S	1,238	1,760	2,997	17,994	18,627	36,621
Tramo 9	Av. Perú	Av. España - Av. America Norte	E-O	O-E	1,409	699	2,108	15,660	9,106	24,765
Tramo 10	Av. La Marina	Óvalo La Marina - Óvalo Grau	S-N	N-S	1,219	1,497	2,716	14,848	18,182	33,030
Tramo 11	Av. Víctor Larco	Av. Los Paujiles - Ca. San Vicente	E-O	O-E	1,798	1,365	3,163	20,554	17,870	38,424

En las vías metropolitanas de la Av. Mansiche y Av. Los Incas el flujo vehicular es relativamente bajo, en comparación a las Av. Nicolás de Piérola y Av. Víctor Larco se observan mayor flujo de vehículos en hora punta.

**Figura 11 Flujo vehicular en hora punta**



La composición del flujo de vehículos en los diferentes tramos en estudio representa que 43% de vehículos que circulan son taxi, 22% son autos particulares, 11% taxi colectivos, 15% transporte público, 2% transporte carga, 6% motos y 1% de bicicletas.

**Tabla 13 Composición del flujo vehicular en vías metropolitanas**

TIPO DE VEHICULO	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5A	Tramo 5B	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 9	Tramo 10	Tramo 11
	Av. América Sur	Av. América Norte	Av. Vallejo-Los Incas	Av. Vera Enriquez-España Eguren	Av. Panamá-España-Muñiz	Av. Roma-Nasaret-España-28Julio	Av. Mansiche	Av. Nicolás de Piérola	Av. Perú	Av. La Marina	Av. Víctor Larco
AUTO	749	622	236	513	213	249	598	708	260	499	1,008
TAXI	1,252	1,046	697	1,107	555	414	940	1,102	755	1,101	1,560
COLECTIVO	9	48	22	515	219	296	5	724	634	101	167
BUS	52	10	2	6	0	1	9	29	1	63	3
MICROBUS	170	204	203	109	118	170	128	26	73	107	195
C. RURAL	92	168	190	157	170	209	55	214	201	183	26
CAMION	50	50	22	21	7	10	37	31	16	127	16
MOTO	188	163	113	161	67	63	146	216	169	82	173
BICICLETA	21	36	24	24	9	11	22	21	20	16	15
<b>Total</b>	<b>2,583</b>	<b>2,347</b>	<b>1,509</b>	<b>2,613</b>	<b>1,358</b>	<b>1,423</b>	<b>1,940</b>	<b>3,071</b>	<b>2,129</b>	<b>2,279</b>	<b>3,163</b>



Foto 7 Presencia alto flujo vehicular de taxi

Con respecto al flujo de transporte público, el mayor número de flota transita por la Av. Vallejo-Los Incas (395 vhp), Av. América Norte (382 vhp), Av. Roma-Av. Nasaret-Av. España (380 vhp), Av. La Marina (353 vhp) y Av. América Sur (314 vhp).

**Tabla 14 Flujo de transporte público en hora punta por vías**

Flota	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5A	Tramo 5B	Tramo 6	Tramo 7	Tramo 9	Tramo 10	Tramo 11
	Av. América Sur	Av. América Norte	Av. Vallejo-Los Incas	Av. Vera Enriquez-España-Eguren	Av. Panamá-España-Muñiz	Av. Roma-Nasaret-España-28Julio	Av. Mansiche	Av. Nicolás de Piérola	Av. Perú	Av. La Marina	Av. Víctor Larco
Transporte Público	314	382	395	272	288	380	192	269	275	353	224
	12%	16%	26%	10%	21%	27%	10%	9%	13%	15%	7%

**Nivel de servicio:**

El 50% de las vías evaluadas presentan niveles de servicio E y F, donde la circulación de los vehículos es inestable, forzada, intolerable y congestionada.

**Tabla 15 Nivel de servicio de la vías en estudio**

VIA METROPOLITANA	RUTAS	IDA	VUELTA	IDA			VUELTA				Promedio			
				Volumen	Capacidad	Ratio (v/c)	Volumen	Capacidad	Ratio(v/c)	Nivel Servicio	Volumen	Capacidad	Ratio (v/c)	Nivel Servicio
Av. América Sur	Tramo 1	E-O	O-E	691	833	0.83	760	829	0.92	E+	1,451	1,662	0.87	D-
Av. América Norte	Tramo 2	N-S	S-N	465	623	0.75	603	643	0.94	E	1,068	1,266	0.84	D-
Av. Vallejo	Tramo 3	E-O	O-E	453	398	1.14	538	399	1.35	F	991	797	1.24	F
Av. Vera Enriquez-España-Eguren	Tramo 4	N-S	S-N	566	561	1.01	468	466	1.00	E-	1,034	1,027	1.01	F
Av. Panamá-España-Muñiz	Tramo 5A	S-N		369	403	0.92					369	403	0.92	E
Av. Roma-Nasaret-España-28Julio	Tramo 5B		N-S				691	747	0.93	E+	691	747	0.93	E+
Av. Mansiche	Tramo 6	E-O	O-E	326	572	0.57	554	623	0.89	D-	880	1,195	0.74	C
Av. Nicolás de Piérola	Tramo 7	N-S	S-N	669	881	0.76	523	834	0.63	B+	1,192	1,715	0.70	C+
Av. Unión	Tramo 8		O-E				451	515	0.88	D-	451	515	0.88	D-
Av. Perú	Tramo 9	E-O	O-E	489	462	1.06	251	318	0.79	C-	740	780	0.95	E
Av. La Marina	Tramo 10	N-S	S-N	610	982	0.62	749	910	0.82	D+	1,359	1,892	0.72	C
Av. Víctor Larco	Tramo 11	E-O	O-E	943	983	0.96	728	932	0.78	C-	1,671	1,915	0.87	D-

La Av. César Vallejo – Av. Los Incas presentan los peores Niveles de Servicio, seguido de la Av. Vera Enríquez. Asimismo las Av. Perú, Av. Panamá-Av. España-Av. Pedro Muñiz, y Av. Roma-Av. Jesús de Nazaret-Av. España- Av. 28 de Julio.

La Av. César Vallejo y Av. Eguren son vías totalmente congestionada, en tanto su capacidad está reducida por interferencia de paraderos, presencia de ambulantes, semáforos no sincronizados, giros a la izquierda, entre otros.

### 9.2. Congestión

La velocidad de recorrido del sistema de transporte público en las vías Av. España-Av. Eguren y Av. César Vallejo es menor a 8 kph, considerándose vías altamente congestionada, asimismo en la Av. República de Panama-Av. España- Av. Pedro Muñiz y La Av. Roma-Nasaret-España – 28 de Julio se observa que las velocidades están entre 9 kph y 12 kph respectivamente, en tanto en las Av. La Marina y Av. Nicolás de Piérola las velocidades de recorrido están sobre los 22 kph.

**Tabla 16 Velocidades de circulación de Transporte Público (KPH)**

RUTAS	VIA METROPOLITANA	TRAMO	IDA	VUELTA	TRANSPORTE PÚBLICO				PROMEDIO Velocidad	
					Velocidad Recorrido		Velocidad Marcha		Recorrido	Marcha
					Ida (Km/h)	Vuelta(Km/h)	Ida (Km/h)	Vuelta(Km/h)	Vr (Km/h)	Vm (Km/h)
Tramo 7	Av. Nicolás de Piérola	By Pass Mansiche - Av. Metropolit	S-N	N-S	25.25	23.49	30.39	28.08	24.37	29.23
Tramo 10	Av. La Marina	Óvalo La Marina - Óvalo Grau	S-N	N-S	21.29	23.76	23.77	26.20	22.53	24.98
Tramo 6	Av. Mansiche	Hosp.Docente-Mall Aventura Plaza	E-O	O-E	17.37	16.45	23.91	22.85	16.91	23.38
Tramo 9	Av. Perú	Av. España - Av. America Norte	E-O	O-E	15.06	16.35	27.40	20.61	15.70	24.01
Tramo 11	Av. Víctor Larco	Av. Los Paujiles - Ca. San Vicente	E-O	O-E	13.73	17.33	18.60	23.66	15.53	21.13
Tramo 2	Av. América Norte	AV. Túpac Amaru-Av. Cesar Vallejo	S-N	N-S	13.85	14.10	20.49	20.88	13.98	20.69
Tramo 1	Av. América Sur	Av. César Vallejo -Ovalo Papal	E-O	O-E	14.59	12.79	19.63	15.36	13.69	17.50
Tramo 5B	Av. Roma-Nasaret-España-28Julio	Hosp.Docente-Av.Costa Rica		N-S		12.03		15.28	12.03	15.28
Tramo 5A	Av. Panamá-España-Muñiz	Av. Los Incas-Ovalo By Pass Mansich	S-N		9.19		14.85		9.19	14.85
Tramo 3	Av. Vallejo	Av. América Sur-Ca. Panamá	E-O	O-E	7.60	7.97	14.94	17.00	7.79	15.97
Tramo 4	Av. Vera Enriquez-España-Eguren	By Pass Mansiche - Av. America Sur	S-N	N-S	7.30	8.11	13.56	14.18	7.71	13.87
<b>Promedio</b>					<b>14.52</b>	<b>15.24</b>	<b>20.75</b>	<b>20.41</b>	<b>14.49</b>	<b>20.08</b>

El promedio de la velocidad de recorrido del transporte público en hora punta, en los tramos de vías estudiados, **es 14 KPH**; calificándose como vías congestionadas.

**Figura 12 Velocidad recorrido transporte público (KPH)**



El promedio de la velocidad de recorrido del transporte privado en hora punta en los tramos en estudiados, **es 15 kph.**

**Tabla 17 Velocidad de recorrido promedio (KPH) del Transporte Privado**

RUTAS	VIA METROPOLITANA	IDA	VUELTA	TRANSPORTE PRIVADO				PROMEDIO Velocidad	
				Velocidad Recorrido		Velocidad Marcha		Vr (Km/h)	Vm (Km/h)
				Ida (Km/h)	Vuelta(Km/h)	Ida (Km/h)	Vuelta(Km/h)		
Tramo 10	Av. La Marina	S-N	N-S	17.10	18.34	19.18	20.21	17.72	19.70
Tramo 6	Av. Mansiche	E-O	O-E	22.83	17.28	28.35	23.23	20.05	25.79
Tramo 11	Av. Víctor Larco	E-O	O-E	19.43	14.14	24.54	19.86	16.78	22.20
Tramo 1	Av. América Sur	E-O	O-E	21.11	14.68	27.64	25.14	17.90	26.39
Tramo 3	Av. Vallejo	E-O	O-E	10.12	7.45	16.49	13.81	8.78	15.15
Tramo 4	Av. Vera Enriquez-España-Eguren	S-N	N-S	8.58	7.79	16.35	21.42	8.18	18.88
<b>Promedio</b>				16.53	13.28	22.09	20.61	14.90	21.35

Similar situación al transporte público las vías Av. Eguren y Av. César Vallejo son las más congestionadas, con un promedio de **8 kph.**

**Figura 13 Velocidad recorrido del Transporte Privado (KPH)**



Como resultado de la evaluación de las vías en estudio, se ha determinado que las vías arteriales y colectoras están dentro del rango de los límites de velocidad catalogada como congestionada, los Tramos 4, Tramo 3, Tramo 5A y Tramo 5B se encuentran muy congestionada donde la velocidad de recorrido del transporte público está por debajo de 12 kph. Se concluye que **todas las vías se encuentran congestionadas con velocidades inferiores a 22 kph.**

**Tabla 18 Resumen de calificación de nivel de congestión**

RUTAS	VIA METROPOLITANA	TRAMO	TIPO DE VÍA	LIMITE DE VELOCIDAD (KPH)	VELOCIDAD CATALOGADA COMO CONGESTIONADA	VELOCIDAD RECORRIDO ACTUAL (KPH)	CALIFICACIÓN
Tramo 10	Av. La Marina	Óvalo La Marina - Óvalo Grau	ARTERIAL	60	<36 KPH	22.53	POCO CONGESTIONADA
Tramo 6	Av. Mansiche	Hosp.Docente-Mall Aventura Plaza	ARTERIAL	60	<36 KPH	16.91	CONGESTIONADA
Tramo 9	Av. Perú	Av. España - Av. America Norte	COLECTORA	60	<36 KPH	15.70	CONGESTIONADA
Tramo 11	Av. Victor Larco	Av. Los Paujiles - Ca. San Vicente	ARTERIAL	60	<36 KPH	15.53	CONGESTIONADA
Tramo 2	Av. América Norte	AV. Túpac Amaru-Av. Cesar Vallejo	ARTERIAL	60	<36 KPH	13.98	CONGESTIONADA
Tramo 1	Av. América Sur	Av. ProL César Vallejo -Ovalo Papal	ARTERIAL	60	<36 KPH	13.69	CONGESTIONADA
Tramo 5B	Av. Roma-Nasaret-España-28 Julio	Hosp.Docente-Av.Costa Rica	ARTERIAL	60	<36 KPH	12.03	MUY CONGESTIONADA
Tramo 5A	Av. Panamá-España-Muñiz	Av. Los Incas-Ovalo By Pass Mansiche	COLECTORA	60	<36 KPH	9.19	MUY CONGESTIONADA
Tramo 3	Av. Vallejo	Av. América Sur-Ca. Panamá	ARTERIAL	60	<36 KPH	7.79	MUY CONGESTIONADA
Tramo 4	Av. Vera Enriquez-España-Eguren	By Pass Mansiche - Av. America Sur	COLECTORA	60	<36 KPH	7.71	MUY CONGESTIONADA
<b>Promedio</b>						<b>14.49</b>	<b>CONGESTIONADA</b>

### 9.3. Sobreoferta

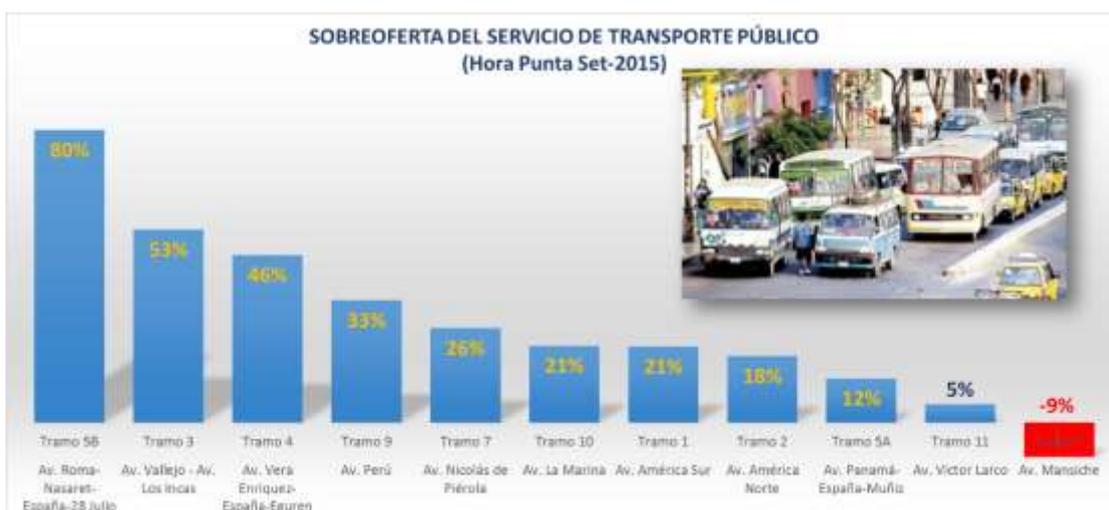
La sobreoferta se mide en todas las vías con sobreposición de rutas de transporte público regular de pasajeros en el distrito de Trujillo. El estudio se realizó tanto en hora punta como en hora valle.

En hora punta la sobreoferta del servicio de transporte público se concentra en los tramos 5B (80%), Tramo 3 (53%), Tramo 4 (46%), Tramo 9 (33%), Tramo 7 (26%), Tramo 10 (21%), Tramo 1(21%), Tramo 2 (18%) y tramo 5A(12%). En la ciudad de Trujillo, en promedio el sobre oferta del servicio de transporte público en hora punta es 28%.

**Tabla 19 Sobreoferta del servicio de transporte público en Hora Punta**

TRAMO	VIA METROPOLITANA	HORA PUNTA			SOBROFERTA	CALIFICACIÓN
		OFERTA	DEMANDA	Ratio (O/D)		
Tramo 5B	Av. Roma-Nasaret-España-28 Julio	10,850	6,041	1.80	80%	Sobreoferta
Tramo 3	Av. Vallejo - Av. Los Incas	15,230	9,984	1.53	53%	Sobreoferta
Tramo 4	Av. Vera Enriquez-España-Eguren	16,109	11,061	1.46	46%	Sobreoferta
Tramo 9	Av. Perú	8,414	6,313	1.33	33%	Sobreoferta
Tramo 7	Av. Nicolás de Piérola	11,346	9,023	1.26	26%	Sobreoferta
Tramo 10	Av. La Marina	6,540	5,407	1.21	21%	Sobreoferta
Tramo 1	Av. América Sur	7,567	6,270	1.21	21%	Sobreoferta
Tramo 2	Av. América Norte	11,485	9,722	1.18	18%	Sobreoferta
Tramo 5A	Av. Panamá-España-Muñiz	11,848	10,578	1.12	12%	Sobreoferta
Tramo 11	Av. Victor Larco	10,773	10,258	1.05	5%	Equilibrado
Tramo 6	Av. Mansiche	7,114	7,848	0.91	-9%	Déficit
<b>Promedio</b>					<b>28%</b>	<b>Sobreoferta</b>

Figura 14 Sobreoferta del servicio de transporte público



Por otra parte, la sobreoferta del servicio de transporte en hora valle es mayor que en hora punta, únicamente la Av. Mansiche presenta déficit 10% de servicio de transporte público. El promedio de sobreoferta del servicio de transporte en la ciudad de Trujillo en hora valle es 37%.

Tabla 20 Oferta del servicio de transporte público en Hora Valle

TRAMO	VIA METROPOLITANA	HORA VALLE				CALIFICACIÓN
		OFERTA	DEMANDA	Ratio (O/D)	SOBROEFERTA	
Tramo 5B	Av. Roma-Nasaret-España-28 Julio	9,727	5,002	1.94	94%	Sobreoferta
Tramo 9	Av. Perú	6,187	3,814	1.62	62%	Sobreoferta
Tramo 3	Av. Vallejo - Av. Los Incas	13,656	9,075	1.50	50%	Sobreoferta
Tramo 5A	Av. Panamá-España-Muñiz	10,496	7,313	1.44	44%	Sobreoferta
Tramo 11	Av. Victor Larco	11,429	8,290	1.38	38%	Sobreoferta
Tramo 7	Av. Nicolás de Piérola	9,905	7,293	1.36	36%	Sobreoferta
Tramo 1	Av. América Sur	7,284	5,387	1.35	35%	Sobreoferta
Tramo 4	Av. Vera Enriquez-España-Eguren	13,221	10,440	1.27	27%	Sobreoferta
Tramo 2	Av. América Norte	12,389	10,491	1.18	18%	Sobreoferta
Tramo 10	Av. La Marina	7,056	6,406	1.10	10%	Sobreoferta
Tramo 6	Av. Mansiche	7,810	8,636	0.90	-10%	Déficit
Promedio					37%	Sobreoferta

La sobreoferta se midió en todas las vías del distrito de Trujillo por donde recorre el transporte público regular de pasajeros, en general las vías metropolitanas de Trujillo presenta 28% de sobre oferta y en el 90% de los tramos viales estudiadas presenta sobreoferta del servicio de transporte público, observándose vehículos de transporte público que circulan con asientos vacíos.

#### 9.4. Vías saturadas o áreas saturadas

Para declarar que las vías se encuentran saturadas, deberán cumplir como mínimo con dos criterios de saturación de CONGESTIÓN DE LA VÍA y SOBROEFERTA DEL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO, en el siguiente cuadro de 11 principales vías metropolitanas de la ciudad de Trujillo, 10 de ellas se califican como VIAS SATURADAS.

**Tabla 21 Resumen de calificación de Saturación de Vías Metropolitanas de Trujillo**

TRAMO	VIA METROPOLITANA	Nivel de Servicio de las Vías - Circulación y Demora Vehicular		Velocidad (KPH) - Nivel de Congestión		Ratio (O/D)-Oferta de Servicio de Transporte		CALIFICACIÓN
Tramo 1	Av. América Sur	D	Pre-inestable/Tolerable	13.69	CONGESTIONADA	1.21	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 2	Av. América Norte	D	Pre-inestable/Tolerable	13.98	CONGESTIONADA	1.18	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 3	Av. Vallejo	F	Forzada / Congestión total	7.79	MUY CONGESTIONADA	1.53	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 4	Av. Vera Enriquez-España-Eguren	F	Forzada / Congestión total	7.71	MUY CONGESTIONADA	1.46	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 5A	Av. Panamá-España-Muñiz	E	Inestable, Congestionada / Intolerable	9.19	MUY CONGESTIONADA	1.12	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 5B	Av. Roma-Nasaret-España-28Julio	E	Inestable, Congestionada / Intolerable	12.03	MUY CONGESTIONADA	1.80	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 6	Av. Mansiche	C	Estable / Aceptable	16.91	CONGESTIONADA	0.91	Déficit	NO SATURA
Tramo 7	Av. Nicolás de Piérola	C	Estable / Aceptable	24.37	POCO CONGESTIONADA	1.26	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 9	Av. Perú	D	Pre-inestable/Tolerable	15.70	CONGESTIONADA	1.33	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 10	Av. La Marina	E	Inestable, Congestionada / Intolerable	22.53	POCO CONGESTIONADA	1.21	Sobreoferta	SATURADA
Tramo 11	Av. Víctor Larco	C	Estable / Aceptable	15.53	CONGESTIONADA	1.05	Sobreoferta	SATURADA

## 10. CONCLUSIONES

Para el estudio se ha identificado 11 vías principales de la ciudad de Trujillo por donde circular y se tiene el servicio de transporte público, en ellas se realizaron conteos de flujo vehicular en periodo de 16 horas, en día típico y laborable, determinándose las horas punta, hora valle. A partir del estudio se concluye lo siguiente:

- La mayor circulación de flujo vehicular se dan en las Av. Nicolás de Piérola y Av. Víctor Larco se observan mayor flujo de vehículos en hora punta y menor flujo en las Av. Mansiche y Av. Vallejo-Los Incas. El 15% del flujo de tráfico vehicular son vehículos de transporte público y cabe resaltar que 43% son taxis y 11% taxi colectivo. En las Av. Vallejo, Av. Jesús Nasaret y Av. América Norte circulan más de 380 vph de transporte público en hora punta.
- En 50% de las vías se observan niveles de servicio E y F, con circulación inestable, forzada, intolerable y congestionada. Entre ellas son las AV. César Vallejo, Av. Eguren, Av. Nazaret, Av. España-AV. Pedro Muñiz y Av. Perú.
- Con respecto a la congestión, la velocidad de circulación del sistema de transporte público en las vías Av. España-AV. Eguren y Av. César Vallejo es menor a 8 kph, considerándose vías altamente congestionada, asimismo en la Av. República de Panama-Av. España- Av. Pedro Muñiz y La Av. Roma-Nasaret-España – 28 de Julio se observa que las velocidades están entre 9 kph y 12 kph respectivamente, calificándose vías congestionada.
- La sobreoferta del servicio de transporte público en las vías en estudio, en hora punta, observándose mayor sobreoferta en las Av. Jesús Nazaret-Av. España (80%), Av. César Vallejo – Los Incas (53%), Av. España-Eguren (46%), Av. Perú (33%). En promedio se observa una sobreoferta del servicio de transporte público de 28%.

En consideración a lo señalado en la Ordenanza Municipal N° 021-2012MPT en el Artículo 67.1 *“la MPT declarará las áreas o vías saturadas, mediante decreto de alcaldía, en aquellas secciones de tramos viales de su territorio, así como en zonas de su influencia, por donde discurren rutas o segmentos de ruta del*

ámbito urbano en los que se produce congestión vehicular y/o contaminación ambiental, debiendo sustentar su decisión en estudios técnicos”.

En el Artículo 67.2. “La declaración de áreas o vías saturadas faculta a la MPT a modificar las autorizaciones otorgadas con anterioridad para operar en dichas áreas o vías, así como a establecer el plazo de adecuación y de inicio del procedimiento de licitación pública para la concesión de rutas, debiéndose, a este efecto, considerar la fecha de inicio de los servicios que se entregarán en concesión. La MPT podrá incorporar en las bases de licitación pública mecanismos de mitigación de impactos sociales”.

En el Artículo 67.3. “ El servicio de transporte público regular de personas en las áreas o vías declaradas como saturadas será prestado exclusivamente por las empresas de transporte que hayan obtenido la respectiva concesión, siendo considerado como servicio no autorizado aquel o aquellos que son prestados sin contar con dicha concesión”.

En ese sentido, si bien la normativa municipal –en concordancia con la Ley No. 27181 y las normas nacionales de transporte terrestre- ha establecido un régimen especial para la gestión del servicio en áreas o vías saturadas, resulta importante exponer el fundamento jurídico-económico de gestionar el servicio de transporte mediante concesiones, las cuales además coadyuvan a corregir externalidades como la congestión vehicular en el transporte público terrestre.

Considerando los dos parámetros evaluados en el presente informe técnico se determina que las **VÍAS ESTÁN SATURADAS** y como consecuencia **el área urbana de Trujillo se califica como ÁREA SATURADA** por la sobreoferta del servicio de transporte público y al alto nivel de congestión vehicular cuya velocidad promedio del transporte regular de pasajeros en la vía Arterial y Colectora de la provincia bordea los 14 Km x hora; cumpliendo con el requisito de parámetros de velocidad en KPH que la cataloga como congestionada (límite de velocidad).

## 11. RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio se recomienda a la Municipalidad Provincial de Trujillo **DECLARAR ÁREA SATURADA EL ÁREA URBANA DE TRUJILLO, como consecuencia de la sobre oferta del servicio de transporte público y por el alto nivel de congestión vehicular en las principales vías arteriales y colectores de la RED VIAL METROPOLITANA DE TRUJILLO**, conforme a lo que se establece en los marcos normativos vigentes.

Asimismo, se recomienda iniciar la siguiente etapa de estudio de Optimización de rutas a fin de tener el nuevo plan de rutas de la Provincia de Trujillo.

Siendo la provincia de Trujillo un área saturada todas las rutas que esta tenga prevista para efectos del SITT deberán ser operadas por concesiones previo proceso de licitación pública, quedando exceptuada de este tipo de proceso el subsistema denominado Autorización en las zonas desatendidas de transporte público.

## 12. BIBLIOGRAFIA

- Informe N°034-2013/MML-JERC. Informe Técnico de saturación de vías
- Informe N°1170-2013/MML-SETT Informe Técnico donde se valida el Informe Técnico de Saturación de vías
- De Rus Ginés, Campos Javier y Nombela Gustavo. Economía del Transporte. Barcelona: Bosch, 2003, p. 348.
- Thomson y Bull. La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales.

## 13. ANEXOS

**ANEXOS 1**

**(Análisis del conteo vehicular 16 horas)**

**ANEXOS 2**

**(Análisis de las sobreoferta)**

**ANEXOS 3**  
**(Análisis de las Velocidades)**

**ANEXO 4**

**Paneles Fotográficos**

Capacitación a personal para conteo vehicular, ocupación visual, estado de las vías



Foto 1. Gerente General TMT, Econ. Francisco Huerta presentando los objetivos del estudio



Foto 2. Jóvenes de universidades locales convocados para trabajo de campo



Foto 3. Capacitación al personal seleccionado



Foto 4. Conteo de tráfico vehicular por sentido de circulación – Av. César Vallejo



Foto 5. Conteo de flujo del transporte público



Foto 6. Conteo de ocupación visual del servicio de transporte público



Foto 7. Flujo de tráfico y nivel de servicio de las vías en la Av. España



Foto 8. Flujo de tráfico y nivel de servicio de las vías en la Av. España



Foto 9. Medición de ancho de vía y número de carriles



Foto 10 Medición de ancho de carril



Foto 11 Estado de las vías baches, piel de cocodrilo, fisuras y ahuellamiento



Foto 12. Fisuras en la carpeta asfáltica

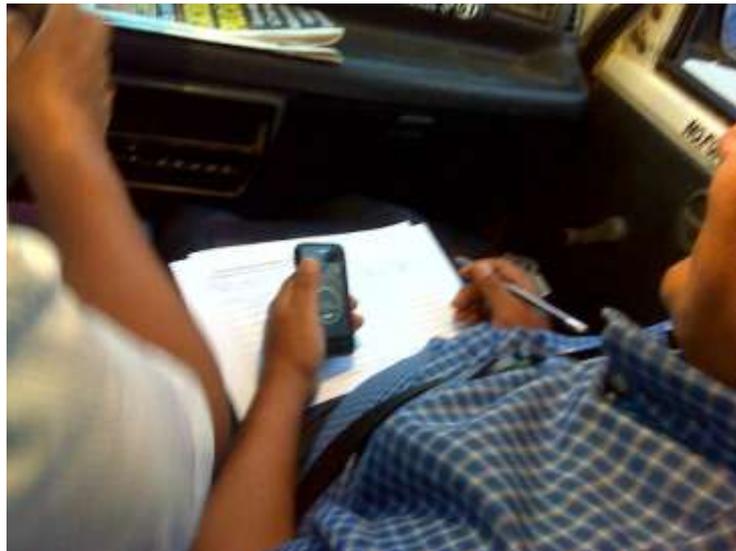


Foto 13. Medición de tiempo de parada en intercesiones, paraderos, acenso y descenso de pasajeros, congestión y otro



Foto 14. Medición de tiempo de recorrido por cada punto de control



Foto 15. Conteo de flujo de tráfico vehicular



Foto 16. Medición tiempos de ciclos semafóricos y fase verde por vía de acceso



Foto 17 Conteo de trafico vehicular



Foto 18. Paraderos informales de taxi colectivos