

# ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

## PROYECTO “CREACIÓN DEL TERMINAL TERRESTRE DE PASAJEROS DE TRANSPORTE INTERPROVINCIAL DEL DISTRITO DE TRUJILLO, PROVINCIA DE TRUJILLO – LA LIBERTAD”

### Contenido

#### **1. RESUMEN EJECUTIVO**

#### **2. MEMORIA DESCRIPTIVA**

- 2.1 Situación actual del área donde se desarrollará el proyecto
- 2.2 Descripción de las actividades a desarrollarse
- 2.3 Cuadro de Áreas
- 2.4 Determinación y localización del número de estacionamientos según tipo de vehículo
- 2.5 Descripción del sistema de control de acceso vehicular
- 2.6 Descripción de las operaciones de carga y descarga de mercancías
- 2.7 Valor estimado de la obra o proyecto

#### **3. DIAGNOSTICO URBANO DEL AREA DE INFLUENCIA**

- 3.1 Determinación del Área de Influencia
- 3.2 Usos de suelo
- 3.3 Infraestructura vial y mobiliario urbano

#### **4. INFORMACION DE PROYECTOS FUTUROS QUE INCIDAN EN LA VIALIDAD DE LA ZONA**

#### **5. ESTUDIO DE TRANSITO**

- 5.1 Datos de campo tomados en periodos de desarrollo regular de actividades y en periodos críticos

#### **6. ESTUDIO DE TRANSPORTE**

- 6.1 Datos de campo de una antigüedad no mayor a 6 meses

#### **7. IMPACTO VIAL DEL PROYECTO (ESCENARIO ACTUAL Y FUTURO)**

- 7.1 Descripción, evaluación y análisis del tránsito vehicular y peatonal en el área de influencia
- 7.2 Análisis de colas y operación interna
- 7.3 Modelación de la red vial circundante
- 7.4 Análisis de los posibles impactos viales en las temporadas de mayor actividad del proyecto y en periodos críticos del área de influencia

#### **8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MITIGACION EN EL AREA DE INFLUENCIA**

- 8.1 Área de Influencia inmediata
- 8.2 Área de influencia primaria
- 8.3 Área de influencia secundaria

## **9. PLAN DE MONITOREO DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO, A LOS 3 MESES Y AL AÑO DE INICIADAS LAS ACTIVIDADES**

### **ANEXOS**

#### **ANEXO 1**

Plano de ubicación y delimitación del área de influencia inmediata a estudiar

#### **ANEXO 2**

Plano de rutas de acceso y salida, vehicular como peatonal

#### **ANEXO 3**

Fotografías de la zona, con plano referencial para ubicación de cada toma

#### **ANEXO 4**

Plano topográfico de la situación actual

#### **ANEXO 5**

Plano de distribución del proyecto

#### **ANEXO 6**

Plano de Mitigación de impactos negativos

#### **ANEXO 7**

Modelación de la Capacidad y Niveles de Servicio 2011

SIN PROYECTO Y CON PROYECTO

Intersecciones:

- Av. Panamericana Norte – Av. La Marina – Av. Carretera Industrial (Ovalo La Marina);
- Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea;
- Av. Panamericana Norte – Calle S/N (Frente Modasa 1);
- Av. Panamericana Norte – Avenida 2;
- Puerta de Ingreso al Proyecto.

#### **ANEXO 8.**

FLUJOS VEHICULARES Y PEATONALES

##### **ANEXO 8.1. DIA MIERCOLES**

**INTERSECCIÓN:** AV. LA MARINA – AV. PANAMERICANA NORTE – AV. CARRETERA INDUSTRIAL (OVALO LA MARINA)

##### **TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Miércoles 11 – 05 – 2011.

##### **ANEXO 8.2. DIA MIERCOLES**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – PASAJE LARREA

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Miércoles 11 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.3. DIA MIERCOLES**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – CALLE S/N (FRENTE MODASA 1)

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Miércoles 11 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.4. DIA MIERCOLES**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – AVENIDA 2

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Miércoles 11 – 05 – 2011

**ANEXO 8.5. DIA MIERCOLES**

**INTERSECCIÓN:** PUERTA DE INGRESO AL PROYECTO

**TRAFICO PEATONAL**

Conteos de Tráfico peatonal, Miércoles 11 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.6. DIA JUEVES**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – CARRETERA INDUSTRIAL (OVALO LA MARINA)

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Jueves 12 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.7. DIA JUEVES**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – PASAJE LARREA

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Jueves 12 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.8. DIA JUEVES**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – CALLE S/N (FRENTE MODASA 1)

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Jueves 12 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.9. DIA JUEVES**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – AVENIDA 2

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Jueves 12 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.10. DIA JUEVES**

**INTERSECCIÓN:** PUERTA DE INGRESO AL PROYECTO

**TRAFICO PEATONAL**

Conteos de Tráfico peatonal, Jueves 12 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.11. DIA SABADO**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – CARRETERA INDUSTRIAL (OVALO LA MARINA)

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Sábado 14 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.12. DIA SABADO**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – PASAJE LARREA

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Sábado 14 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.13. DIA SABADO**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – CALLE S/N (FRENTE MODASA 1)

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Sábado 14 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.14. DIA SABADO**

**INTERSECCIÓN:** AV. PANAMERICANA NORTE – AVENIDA 2

**TRAFICO VEHICULAR**

Conteos de Tráfico y flujogramas, Sábado 14 – 05 – 2011.

**ANEXO 8.15. DIA SABADO**

**INTERSECCIÓN:** PUERTA DE INGRESO AL PROYECTO

**TRAFICO PEATONAL**

Conteos de Tráfico peatonal, Sábado 14 – 05 – 2011.

# ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

## PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DEL TERMINAL TERRESTRE DE PASAJEROS DE TRANSPORTE INTERPROVINCIAL DEL DISTRITO DE TRUJILLO, PROVINCIA DE TRUJILLO – LA LIBERTAD”

### 1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento contiene el Estudio de Impacto Vial del proyecto del “TERMINAL TERRESTRE DE TRUJILLO” que se desarrollará sobre un terreno de 97,277.00 m<sup>2</sup>, ubicado en la región La Libertad, departamento de La Libertad, provincia de Trujillo, distrito Trujillo, parcelación semi-rústica Fundo Larrea, carretera Panamericana Norte Km. 558 en el cruce de la Carr. Panamericana Norte y la Av. Dos.

El objetivo de la evaluación es identificar de manera anticipada los posibles impactos viales que el proyecto pueda producir, desarrollando las medidas de mitigación necesarias para minimizar dichos impactos.

El estudio se desarrolla a pedido de la Municipalidad Provincial de Trujillo, propietaria del proyecto. Al no contar con un marco legal vigente en la ciudad de Trujillo se ha considerado como referencia el marco legal de las Ordenanzas Municipales de Lima Metropolitana vigentes, N° 1268 MML-2009 y N° 1404 MML-2010.

El proyecto cuenta con un total de 157 estacionamientos, dispuestos en su totalidad en una playa de estacionamiento ubicada sobre el frontis del Terminal Terrestre. Acerca de las instalaciones propias de un terminal, en la primera etapa de construcción, se han considerado 11 andenes de embarque y 11 andenes de desembarque. Seis (6) estacionamientos del total de 157 vehículos son para personas con discapacidad de acuerdo al RNE Norma A.120 artículo 16.

El volumen de tráfico que generará el actual proyecto es importante y requerirá la consolidación de sus vías adyacentes (carretera Panamericana Norte y avenida Dos), también afectará el número de giros a la izquierda en la intersección de las vías mencionadas. Aunque las intersecciones estudiadas no presentan congestión en las horas de máxima vehicular, por la envergadura del proyecto **se presenta un impacto vial importante** que va a alterar las actuales condiciones del tránsito del área de estudio, tanto vehicular como peatonal; las mismas que serán atenuadas de acuerdo a la propuesta de mitigación de impacto presentada en este estudio.

En el presente estudio de tráfico se determinó la capacidad vial y el nivel de servicio de las intersecciones más afectadas por el proyecto durante la hora punta mayor del día en la semana típica, con la finalidad de conocer las condiciones actuales en que trabajan y, con esa información, estimar el impacto vial que se generará, reasignando los flujos vehiculares que tendrán las vías que permitirán el acceso a la infraestructura proyectada, una vez que se encuentre en servicio.

El software utilizado para la realización de la simulación es AIMSUN 6.1, desarrollado por la empresa Transport Simulation Systems, la Universidad Politécnica de Cataluña y otras instituciones.

Los escenarios estudiados han sido: Situación sin proyecto 2011, Situación con proyecto 2011 – Semaforizada y Situación con proyecto 2011 con Ovalo a nivel. Los niveles de servicio obtenidos en todas las intersecciones de cada uno de los escenarios han sido de nivel “A”, es decir que las propuestas realizadas mostraron mantener el nivel de servicio actual en la zona, impidiendo el congestionamiento. Con estos resultados, se comprueba la sustentabilidad técnica de las propuestas.

Para la propuesta de mitigación se han observado muchos punto de conflicto, entre ellos: El acceso de los distintos tipos de vehículos que ingresan o se aproximan al terminal (buses, particulares, taxis, transporte público), el cruce de la carretera Panamericana Norte por los peatones que se retiran del terminal y desean llegar a la acera del frente, el giro de vuelta a la ciudad de Trujillo por parte de los vehículos particulares que salen del Terminal, etc.

Sin embargo, la Propuesta de Mitigación de Impactos ha centrado su solución en el punto más crítico que genera el proyecto: La intersección de la carretera Panamericana Norte con la avenida Dos. De no intervenir en este punto crítico, el resto de soluciones no va a funcionar adecuadamente. La intervención resulta inevitablemente costosa, por esta razón se ha considerado dos distintas soluciones a aplicar en dos etapas distintas. La primera propuesta es una intersección a nivel, semaforizada, con cuatro carriles por sentido en la Panamericana Norte, dos carriles por sentido en el ramal de la avenida Dos adyacente al Terminal y un carril por sentido en el otro ramal. La segunda propuesta es en realidad la óptima y aconsejable, consiste en un óvalo a nivel en que los ramales de la Panamericana Norte tienen tres carriles por sentido y adelante aumentan a cuatro, mientras que en la avenida Dos la disposición es similar a la propuesta de mitigación anterior.

Debe hacerse notar que la solución del óvalo es mejor que la solución de la intersección semaforizada como estructura vial, pero su costo es mayor, por lo que es mejor su aplicación posterior.

## **2. MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **2.1 Situación actual del área donde se desarrollará el proyecto**

El predio en donde se desarrollará el Terminal Terrestre de Trujillo es un terreno que cuenta con un área de 97,277.00 m<sup>2</sup>, ubicado en la Panamericana Norte km 558 (la ubicación del terreno donde se realizara en proyecto se muestra en la [Figura N° 1](#)), parcelación semi rústica Larrea, distrito de Trujillo, región La Libertad. Actualmente el predio se encuentra desocupado, existe vigilancia interna, y alguna de sus edificaciones se utiliza para almacén de trabajadores municipales. Existen varias edificaciones separadas entre sí, destinadas

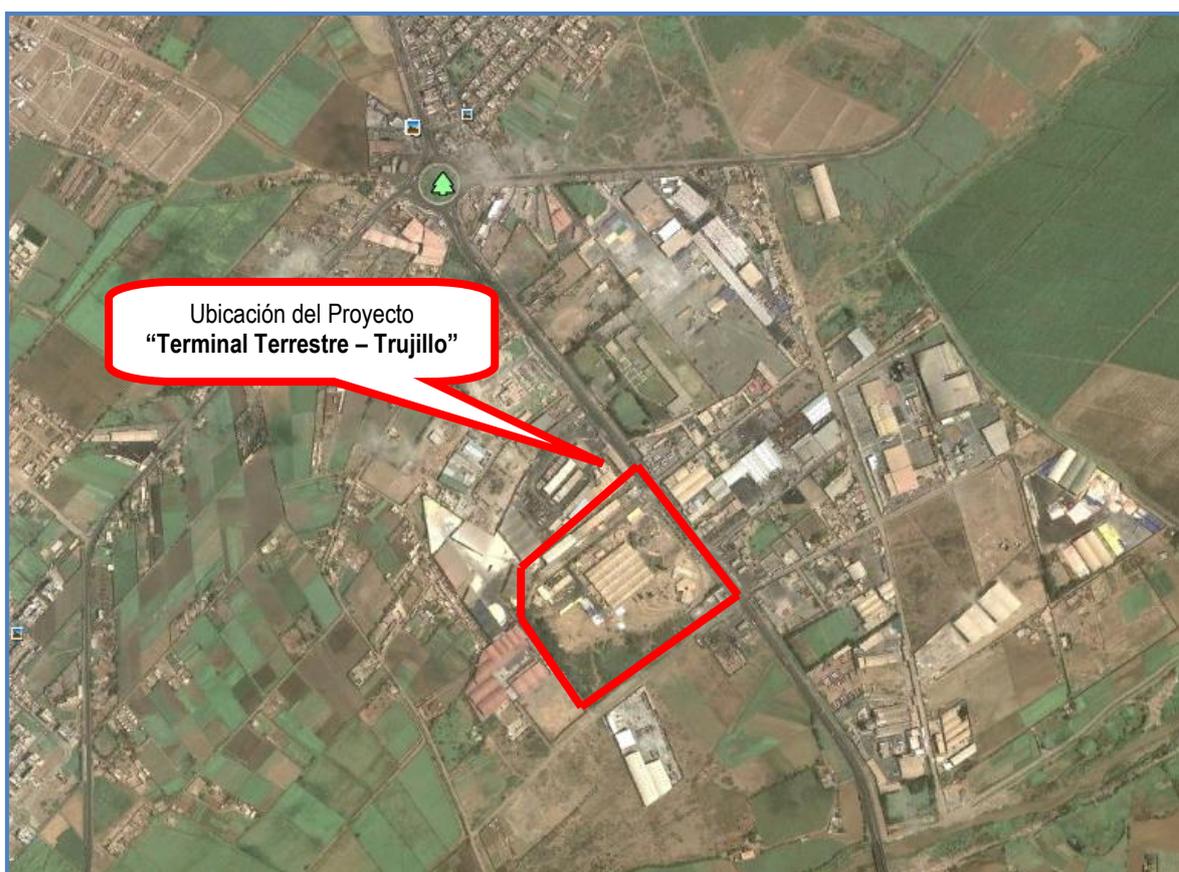
anteriormente a almacenes o salas de trabajo. Los materiales predominantes son concreto, mampostería de ladrillo y estructuras metálicas.

La mayoría de las edificaciones conserva sus estructuras en buen estado, pero se observan deterioros en sus acabados o coberturas. No funciona el servicio de agua y desagüe. Dentro del predio existen pistas y veredas de concreto en estado regular.

Se notan, en parte del terreno, hundimientos del suelo debido a filtraciones de agua ocasionadas por aumento del caudal del Rio Moche, cercano al predio. Esto ocurre en la zona sur del predio.

En los [Anexos N° 1 al 3](#), se adjuntan los planos de ubicación y de sentidos de circulación de la zona del proyecto; y los planos de las principales rutas de entrada y salida del proyecto; que ayudan a graficar mejor el área de estudio.

**Figura N° 1. Ubicación del Terreno**



Fuente: Google Earth/Elaboración Propia

## 2.2 Descripción de las actividades a desarrollarse

La principal actividad del terminal es el transporte de pasajeros (actividades de embarque y desembarque, venta de pasajes, espacios de espera). Como actividades complementarias se encuentran la venta de comida, el almacenamiento de equipaje, etc.

Se dejara la provisión de espacios para posibles usos complementarios como grifo, talleres de mantenimiento y limpieza, un hospedaje y un centro comercial.

## 2.3 Cuadro de Áreas

A continuación, se muestran los cuadros de áreas del proyecto:

- **PRIMER NIVEL – ÁREA TECHADA**

**Cuadro N° 01. Entrega de Equipajes**

ENTREGA DE EQUIPAJES		
SALA DE DESEMBARQUE	598.68	m2
INGRESO PASAJEROS 1	52.05	m2
INGRESO PASAJEROS 2	76.24	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 1	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 2	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 3	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 4	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 5	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 6	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 7	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 8	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 9	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 10	51.48	m2
ENTREGA DE EQUIPAJES 11	51.48	m2
OBJETOS PERDIDOS	12.42	m2
DEPÓSITO	72.71	m2
CONSIGNA	17.67	m2
BAÑO H	3.75	m2
BAÑO M	3.88	m2
CORREDOR DE SERVICIO	5.85	m2
<b>ÁREA</b>	<b>1,396.05</b>	<b>m2</b>

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

**Cuadro N° 02. Servicios**

SERVICIOS		
BAÑO H	11.90	m2
BAÑO M	10.00	m2
CORREDOR DE SERVICIO 1	2.14	m2
CORREDOR DE SERVICIO 2	72.00	m2
CUARTO DE COMUNICACIONES 1	6.33	m2
CUARTO PARA TABLEROS ELECTRICOS 1	4.85	m2
CUARTO DE COMUNICACIONES 2	6.96	m2
CUARTO PARA TABLEROS ELECTRICOS 2	6.96	m2
RECEPCIÓN Y VESTIBULO DE ASCENSORES	29.00	m2
<b>AREA</b>	<b>150.14</b>	<b>m2</b>

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

**Cuadro N° 03. SSHH Clientes**

S.S.H.H. PARA PASAJEROS Y ACOMPAÑANTES		
DUCHAS H	26.13	m2
DUCHAS M	27.19	m2
ESPACIO-ASCENSOR	29.53	m2
CORREDOR DE SERVICIO 1	8.62	m2
PAÑALERA	3.52	m2
SSHH M	34.00	m2
SSHH H	39.10	m2
BAÑO DISCAPACITADOS	3.75	m2
CORREDOR PASAJEROS	29.35	m2
CORREDOR DE SERVICIO 2	8.10	m2
<b>AREA</b>	<b>209.29</b>	<b>m2</b>

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

**Cuadro N° 04. Servicios A**

SERVICIOS		
FARMACIA	28.83	m2
TOPICO	12.70	m2
CORREDOR DE SERVICIO 1	56.97	m2
DEPOSITO 1	22.45	m2
DEPOSITO 2	4.13	m2
ESPACIO	13.17	m2
POLICIA	8.90	m2
BAÑO H	4.41	m2
BAÑO H	10.00	m2
BAÑO M	8.38	m2

CORREDOR DE SERVICIO 2	2.14	m2
AREA	172.08	m2

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

**Cuadro N° 05. Servicios B**

SERVICIOS		
VESTIBULO ESCALERA	11.00	m2
BAÑO M	3.31	m2
BAÑO H	3.75	m2
DATA CENTER	21.00	m2
CUARTO PARA TRANSFORMADORES	11.76	m2
DEPOSITO 1	8.47	m2
DEPOSITO 2	4.53	m2
BAÑO H	11.90	m2
BAÑO M	10.00	m2
CORREDOR DE SERVICIO	30.95	m2
AREA	116.67	m2

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

**Cuadro N° 06. Sala de Embarque**

SALA DE EMBARQUE		
SALA DE EMBARQUE 1	1,044.85	m2
INTERNET Y TELEFONO	36.80	m2
PATIO DE COMIDA	120.00	m2
COCINA	6.91	m2
SERVIDO	13.44	m2
BAÑO H	21.15	m2
BAÑO M	22.27	m2
PAÑALERA	1.92	m2
CORREDOR DE SERVICIO	6.58	m2
AREA	1,273.92	m2

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

**Cuadro N° 07. Sala de Embarque VIP**

SALA DE EMBARQUE VIP		
SALA DE EMBARQUE VIP	501.90	m2
PATIO DE COMIDA	100.00	m2
COCINA	10.08	m2
SERVIDO	20.44	m2
BAÑO H	21.15	m2

BAÑO M	22.27	m2
PAÑALERA	1.92	m2
CORREDOR DE SERVICIO	4.35	m2
AREA	682.11	m2

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

#### Cuadro N° 08. Espacio Central y Depósitos

ESPACIO CENTRAL + DEPOSITOS Y TABLEROS		
ESPACIO CENTRAL	3,322.68	m2
DEPOSITO 1	7.32	m2
DEPOSITO 2	7.32	m2
CUARTO DE COMUNICACIONES	4.56	m2
CUARTO TABLEROS ELECTRONICOS	4.56	m2
DEPOSITO 3	7.32	m2
DEPOSITO 4	7.32	m2
CUARTO DE COMUNICACIONES	4.56	m2
CUARTO TABLEROS ELECTRONICOS	4.56	m2
AREA	3,370.20	m2

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

#### Cuadro N° 09. Otros

VARIOS		
TABLEROS	14.17	m2
TRANSFORMADORES	24.97	m2
GRUPO ELECTROGENO	22.00	m2
PATIO 1	11.64	m2
PATIO 2	25.36	m2
AREA	98.14	m2

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

#### Cuadro N° 10. Boleterías

BOLETERIAS		
BOLETERIA 1	11.80	m2
BOLETERIA 2	10.30	m2
BOLETERIA 3	10.81	m2
BOLETERIA 4	11.34	m2
BOLETERIA 5	20.37	m2
BOLETERIA 6	20.37	m2
BOLETERIA 7	20.37	m2
BOLETERIA 8	20.37	m2

#### ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Proyecto: "Creación del Terminal Terrestre de Pasajeros de Transporte Interprovincial del Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo – La Libertad"

BOLETERIA 9	20.37	m2
BOLETERIA 10	20.37	m2
BOLETERIA 11	20.37	m2
BOLETERIA 12	20.37	m2
BOLETERIA 13	20.37	m2
BOLETERIA 14	20.37	m2
BOLETERIA 15	20.37	m2
BOLETERIA 16	20.37	m2
BOLETERIA 17	20.37	m2
BOLETERIA 18	20.37	m2
BOLETERIA 19	20.37	m2
BOLETERIA 20	20.37	m2
BOLETERIA 21	20.37	m2
BOLETERIA 22	24.15	m2
BOLETERIA 23	24.15	m2
BOLETERIA 24	24.15	m2
BOLETERIA 25	20.55	m2
BOLETERIA 26	20.55	m2
CORREDOR DE BOLETERIA	296.00	m2
<b>AREA</b>	<b>800.09</b>	<b>m2</b>

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

**Cuadro N° 11. Boleterías**

BOLETERIAS		
BOLETERIA 27	20.46	m2
BOLETERIA 28	20.46	m2
BOLETERIA 29	24.00	m2
BOLETERIA 30	24.00	m2
BOLETERIA 31	24.27	m2
BOLETERIA 32	20.37	m2
BOLETERIA 33	20.37	m2
BOLETERIA 34	20.37	m2
BOLETERIA 35	20.37	m2
BOLETERIA 36	20.37	m2
BOLETERIA 37	20.37	m2
BOLETERIA 38	20.37	m2
BOLETERIA 39	20.37	m2
BOLETERIA 40	20.37	m2
BOLETERIA 41	20.37	m2
BOLETERIA 42	20.37	m2
BOLETERIA 43	20.37	m2
BOLETERIA 44	20.37	m2

ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Proyecto: "Creación del Terminal Terrestre de Pasajeros de Transporte Interprovincial del Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo – La Libertad"

BOLETERIA 45	20.37	m2
BOLETERIA 46	20.37	m2
BOLETERIA 47	20.37	m2
BOLETERIA 48	20.37	m2
BOLETERIA 49	20.37	m2
CORREDOR DE BOLETERIA	248.40	m2
BOLETERIA 50	20.37	m2
BOLETERIA 51	20.37	m2
BOLETERIA 52	20.37	m2
BOLETERIA 53	20.37	m2
BOLETERIA 54	20.37	m2
BOLETERIA 55	20.37	m2
BOLETERIA 56	11.66	m2
BOLETERIA 57	11.00	m2
BOLETERIA 58	10.54	m2
BOLETERIA 59	10.14	m2
BOLETERIA 60	11.51	m2
CORREDOR DE BOLETERIA	50.45	m2
<b>AREA</b>	<b>955.77</b>	<b>m2</b>

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

- **SEGUNDO NIVEL**

**Cuadro N° 12. Servicios Auxiliares**

SERVICIOS AUXILIARES		
DIRECCION	20.68	m2
SALA DE ESPERA - SECRETARIA	35.20	m2
CONTABILIDAD Y FINANZAS	36.70	m2
RECURSOS HUMANOS	17.65	m2
IMAGEN INSTITUCIONAL	17.65	m2
SALA DE REUNIONES	39.00	m2
CUARTO DE CONTROL Y SEGURIDAD	36.00	m2
KITCHENET	14.30	m2
COMEDOR DE EMPLEADOS	30.45	m2
JEFATURA POLICIAL	36.10	m2
ASISTENCIA SOCIAL	13.14	m2
MTC	16.18	m2
MPT - GT	33.00	m2
CONTROL DE TRAFICO	20.68	m2
OFICINA 1	8.64	m2
OFICINA 2	8.64	m2
BAÑO MIXTO	2.80	m2

ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Proyecto: "Creación del Terminal Terrestre de Pasajeros de Transporte Interprovincial del Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo – La Libertad"

BAÑO H	3.60	m2
BAÑO M	3.60	m2
BAÑO H	21.17	m2
BAÑO M	17.00	m2
<b>AREA</b>	<b>432.18</b>	<b>m2</b>

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

Como observamos en los cuadros N° 1 al 10, el área techada del proyecto del Terminal Terrestre de Trujillo es de 9 656.64 m2.

- **ÁREA NO TECHADA**

**Cuadro N° 13. Zona de Maniobras**

ZONA DE MANIOBRAS				
ANDENES DE EMBARQUE	11.00	46.11	507.21	m2
ANDENES DE DESEMBARQUE	11.00	46.11	507.21	m2
PARQUEO BUSES RETEN EMBARQUE	7.00	46.11	322.77	m2
PARQUEO BUSES RETEN DESEMBARQUE	7.00	46.11	322.77	m2
PATIO DE MANIOBRAS	1.00	18,666.50	18,666.50	m2
ESTACIONAMIENTO DE AUTOS	1.00	6,033.00	6,033.00	m2
PARADERO DE TAXIS	1.00	358.33	358.33	m2
<b>AREA TOTAL</b>			<b>26,717.79</b>	<b>m2</b>

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

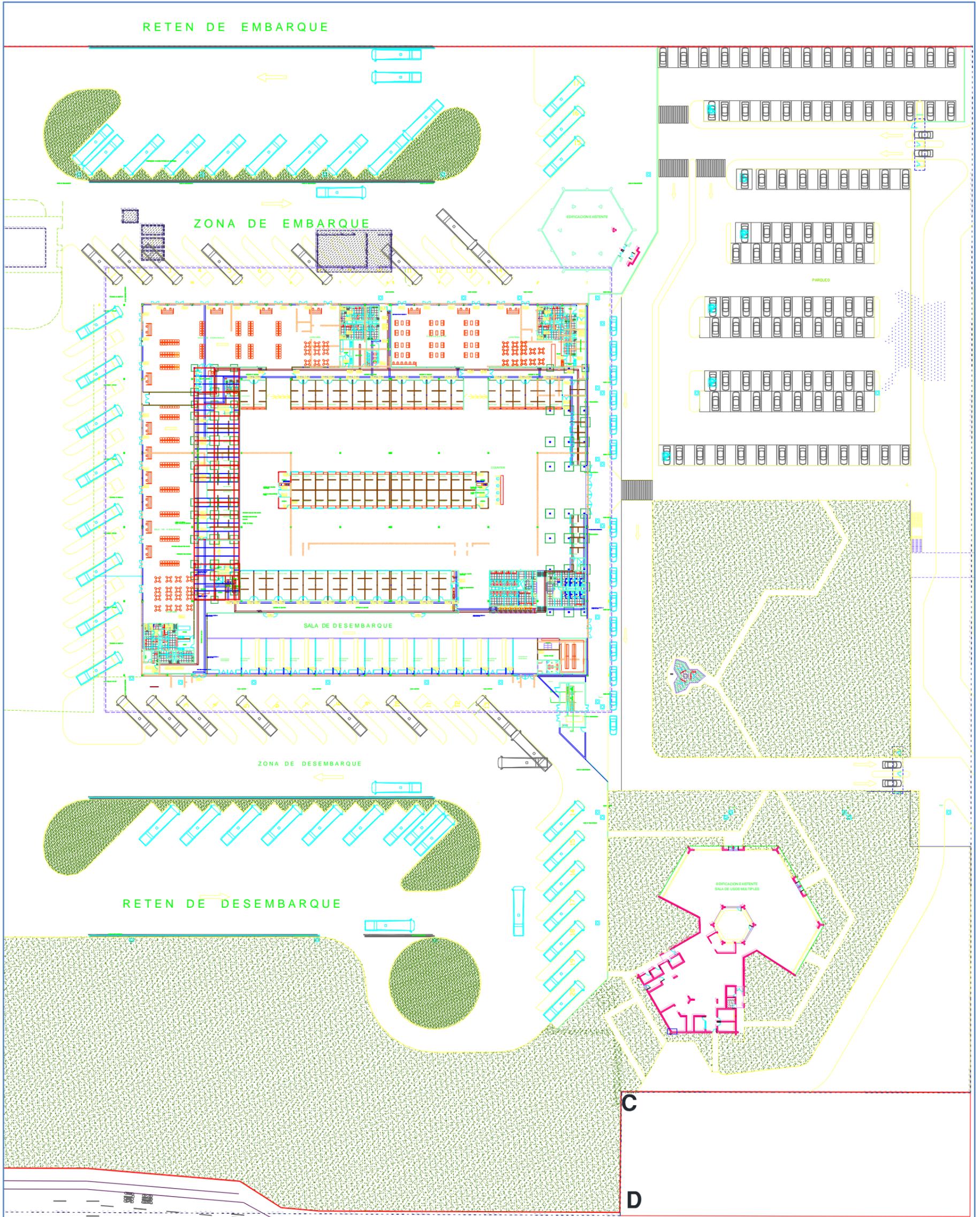
#### 2.4 Determinación y localización del número de estacionamientos según tipo de vehículo

Los estacionamientos para vehículos livianos se encuentran ubicados en áreas abiertas hacia el frente que da a la Av. Panamericana Norte. Se plantea inicialmente un estacionamiento por cada stand de venta de pasajes, 44 estacionamientos para personal administrativo y 113 estacionamientos para el público.

El área de estacionamiento vehicular proyectado comprende una primera etapa, para posteriores etapas de crecimiento se habilitarán mayores áreas de estacionamiento.

En la Figura N° 1 se observan las ubicaciones de los estacionamientos en el Terminal Terrestre de Trujillo.

Figura Nº 2. Ubicación de los estacionamientos en el primer nivel



Fuente: PLANDET

El detalle de la distribución del proyecto se presenta en los planos del [Anexo 5](#) del presente estudio.

## 2.5 Descripción del sistema de control de acceso vehicular

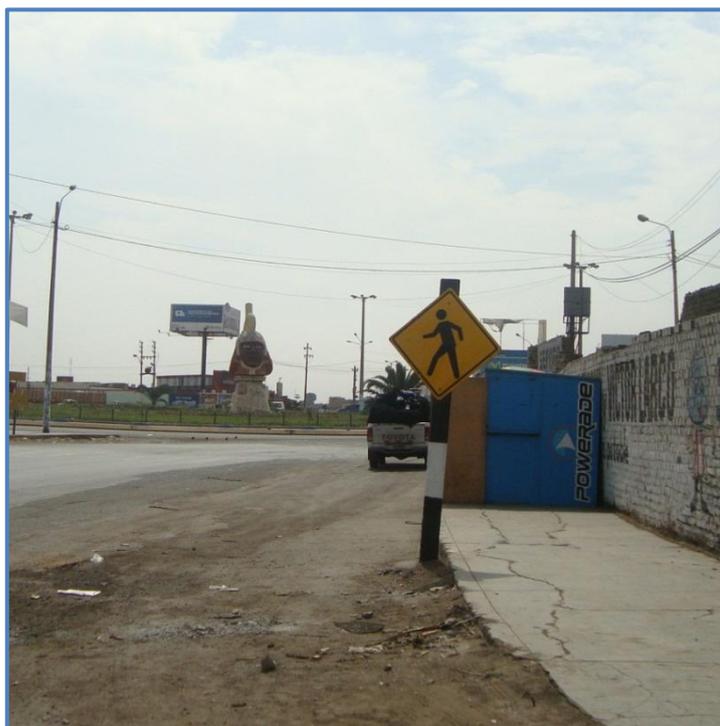
El control de acceso vehicular en las intersecciones aledañas a la zona del proyecto se da a través de la señalización horizontal y vertical.

Entre las señales verticales tenemos las siguientes:

- ✓ Señal de cruce peatonal
- ✓ Señal reductora de velocidad
- ✓ Señal de proximidad a un Ovalo
- ✓ Señal de precaución de entrada y salida de camiones.

En las [Fotografías N° 1 a 4](#) se muestran las señales mencionadas anteriormente.

### Fotografía N° 1. Señalización Vertical en el área de estudio (Señal de cruce peatonal)



Fuente: Elaboración Propia

**Fotografía N° 2. Señalización Vertical en el área de estudio (Reductores de Velocidad)**



Fuente: Elaboración Propia

**Fotografía N° 3. Señalización Vertical en el área de estudio (Rotonda)**



Fuente: Elaboración Propia

#### Fotografía N° 4. Señalización Vertical en el área de estudio (Salida y entrada de camiones)



Fuente: Elaboración Propia

Entre la señalización horizontal tenemos las siguientes:

- ✓ Cebras peatonales
- ✓ Sentidos de circulación

Las cuales se mostrarán, a continuación en las [Fotografías 5 y 6](#).

**Fotografía N° 5. Señalización Horizontal en el área de estudio (Cebras peatonales)**



*Fuente: Elaboración Propia*

**Fotografía N° 6. Señalización Horizontal en el área de estudio (Sentidos de Circulación)**



*Fuente: Elaboración Propia*

El acceso de los vehículos al proyecto se verificará desde las garitas de control ubicadas a los lados de cada acceso y salida:

- **Taxis:** estos poseen dos tipos de estaciones: El primero, acceso a taxis de empresas en convenio con la administración del terminal terrestre, para que accedan hasta el ingreso del terminal propiamente dicho para acercar o recoger pasajeros. Segundo, para que los taxis no participantes de estos convenios dejen o recojan pasajeros fuera de los límites del terminal, en paraderos destinados a ello.
- **Buses de transporte urbano,** estos no accederán al predio del terminal, se estacionarán en los paraderos destinados a ello, fuera del predio.
- **Buses de transporte interprovincial,** estos accederán y saldrán del predio por la vía lateral (avenida Dos). En dicha vía se plantea un ingreso general para buses y dos salidas de buses, una al sur y otra al norte. Junto a los accesos principales, se plantean el acceso y salida de vehículos auxiliares (logística, mantenimiento, emergencias, etc.).

## 2.6 Descripción de las operaciones de carga y descarga de mercancías

El proyecto del terminal terrestre, durante esta primera etapa, no incluye el almacenamiento de mercancías para su posterior transporte.

## 2.7 Valor estimado de la obra o proyecto

A continuación en el Cuadro N° 14 se muestra la descripción del valor de la obra:

**Cuadro N° 14. Valor Estimado del Proyecto. A Precios Privados (En Nuevos Soles)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	ETAPA 1
01	EXPEDIENTE TECNICO (3%)	989,662.94
02	INFRAESTRUCTURA	32,988,764.58
02.01	ESTRUCTURAS	9,173,215.26
02.02	ARQUITECTURA	16,545,586.62
02.03	INSTALACIONES SANITARIAS	897,908.37
02.04	INSTALACIONES ELECTRICAS	5,609,325.01
02.05	OBRAS VIALES COMPLEMENTARIAS	762,729.32
02.06	EXPROPIACIONES	
03	SUPERVISION (3%)	989,662.94
<b>TOTAL PIP A PM</b>		<b>34,968,090.45</b>

Fuente: Perfil de Inversión Pública Terminal Terrestre de Trujillo

### 3. DIAGNOSTICO URBANO DEL AREA DE INFLUENCIA

El área en que se ubica el lote del proyecto se denomina SUB SECTOR “ZONA INDUSTRIAL SUR” por el uso que se proyecta para la zona. Comprende predios de uso Industrial, Vivienda y Agrícolas denominados “La Encalada III – Larrea” y algunos Asentamientos Poblacionales, los cuales se encuentran actualmente ocupados por propietarios de la Reforma Agraria y otros poseionarios. Estas parcelas agrícolas varían entre 578.07m<sup>2</sup> hasta 60.522.57 m<sup>2</sup>. Los cultivos que se siembran en las parcelas que aún mantienen el uso agrícola son de pan llevar. Así mismo los predios rústicos son atravesados por canales de regadío que derivan de la acequia La Mochica Baja.

No se cuenta con una trama urbana definida, ni con obras de habilitación urbana, principalmente redes de agua potable y alcantarillado. En algunos sectores se nota la presencia de viviendas precarias. No se ha respetado el trazo del planeamiento Urbano Integral vigente.

Existen viviendas dispersas dentro de un planeamiento catalogado en su totalidad como Zona Industrial tipo I-1 e I-2.

Cuenta con agua potable y alcantarillado solo en ciertos sectores. En el caso del suministro de electricidad, los postes y el cableado se instalaron por iniciativa de los pobladores, sin aseguramiento permanente de su provisión, por ello el suministro de ésta es parcial.

La zona también cuenta con pequeñas y medianas industrias, como la fabricación de briquetas, ladrillos de arcilla y adobe.

En el sector destinado para ampliar la Zona Industrial Sur, a lo largo de la carretera Industrial, conforme al nuevo planeamiento determinado por la autoridad municipal, se han construido viviendas. Algunas de estas viviendas son precarias y otras están bien consolidadas en cuanto a material de construcción y estado de conservación.

Este sector aún se encuentra como zona Agro Urbana, la cual debe incluirse dentro del área de expansión urbana.

#### **Problemática:**

Los puntos más resaltantes de la problemática del Sub Sector de Planeamiento Urbano Integral de la Zona Industrial son los nuevos Equipamientos Metropolitanos, ubicados en esta zona de la ciudad que son: el Terminal Terrestre Interprovincial de Pasajeros SU-TTIPP y el Hospital H4. Se observa que el Esquema Director, específicamente en el Plano de Zonificación, establece en esta zona un uso total y exclusivo para la industria elemental/complementaria y la industria liviana (I-1 e I-2).

La ubicación del Hospital H4 podría presentar algunos inconvenientes en cuanto a su funcionamiento ya que la zonificación que la rodea (I-1/I-2) es incompatible con el establecimiento. El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en el Título III, Norma A.050- SALUD- CAPITULO

II- Condiciones de Habitabilidad y Funcionalidad, establece que este tipo de edificación debe evitar su ubicación dentro de una influencia industrial ya que el Impacto Ambiental repercutiría en su funcionamiento integral.

La Ubicación del Terminal Terrestre de pasajeros para la ciudad de Trujillo en esta zona sur, indica que la atracción de pasajeros hacia el Norte podría descender debido a su distancia. Por otro lado, este equipamiento metropolitano se convierte en un atractor importante de comercio y vivienda. Por ello, en el futuro la zonificación se cambiaría hacia otros usos más compatibles con dicho equipamiento, incrementando la densidad de la zona de intervención. Este aumento de la población se podría dar de manera irregular; es decir, por ocupaciones informales que, en su proceso, se agruparían en una forma desordenada, invadiendo áreas sin acceso a servicios básicos, en zonas de riesgo o sobre Vías Metropolitanas proyectadas por el Plan Estratégico vigente.

**Además se presenta:**

- Crecimiento urbanístico desordenado.
- Proliferación de la propiedad informal.
- Formalización de predios sin criterio urbanístico.
- Incompatibilidad de usos de suelo.
- Déficit en el servicio de electrificación y alcantarillado.
- Encarecimiento de proyectos de servicios básicos debido a su complejidad morfológica y la trama urbana existente.
- Calles estrechas y no consolidadas.
- Contaminación ambiental con desechos líquidos y sólidos del río Moche, por parte de las industrias aledañas.

**Vulnerabilidad:**

Las zonas más vulnerables a los desbordes, tanto del río Moche como de acequias y drenes, son principalmente las áreas colindantes y/o en depresión que se encuentran en las proximidades de dichos cursos de agua. Además existe falta de obras de defensa ribereña del río Moche y otras obras de protección que requieren las construcciones, sobre todo del sector oeste al Puente Moche, quedando vulnerable el nuevo Terminal Terrestre y áreas aledañas, por lo tanto se necesita tomar provisiones ante la posible ruptura o desborde de acequias y drenes, como el ocurrido en 1998 en el Dren DM-15.0 que afectó a la Zona Industrial Sur de Trujillo.

### 3.1 Determinación del Área de Influencia

Se entiende como Área de Influencia al espacio físico en que las actividades del proyecto afectan a los componentes viales del área.

Para determinar el Área de Influencia que tiene el proyecto, es necesario identificar las principales vías de acceso al proyecto. Evaluando los puntos antes mencionados, determinamos que el área de influencia del proyecto está constituido por:

Área de Influencia Directa:

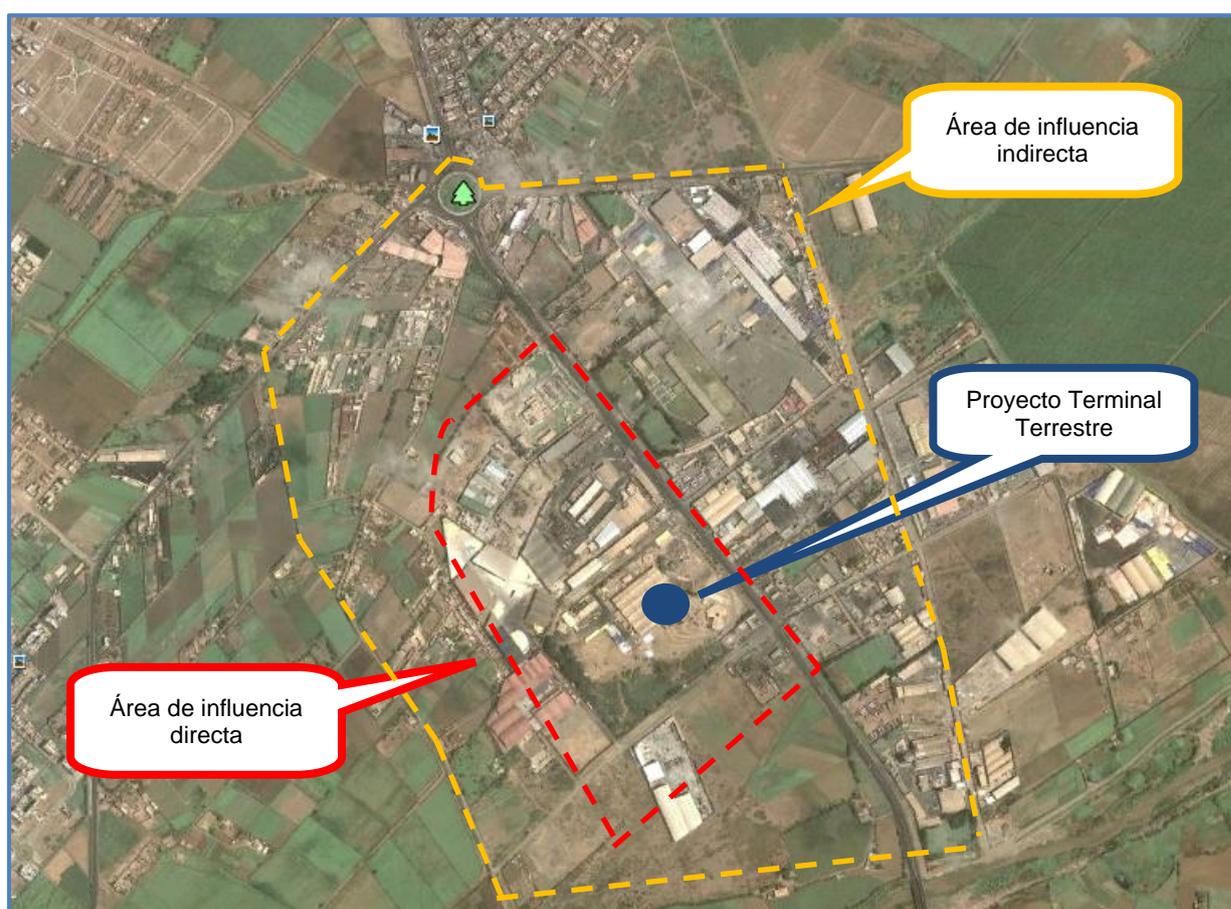
- Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea;
- Av. Panamericana Norte – Calle S/N (Frente Modasa 1);
- Av. Panamericana Norte – Avenida 2.

Área de Influencia Indirecta:

- Av. La Marina – Av. Panamericana Norte – Av. Carretera Industrial (Óvalo La Marina).

En la [Figura N° 2](#) se observa el Área de Influencia Directa. Es sobre esta área en donde el proyecto podría afectar los componentes viales del área. Las líneas punteadas de color rojo muestran dicha área, mientras que las líneas punteadas de amarillo muestran el Área de Influencia Indirecta.

**Figura N° 3. Área de Influencia del Proyecto**



Fuente: Google Earth / Elaboración Propia

### 3.2 Usos de suelo

El entorno urbano corresponde a un área periférica con actividades diversas y heterogéneas, en proceso de consolidación. Se han identificado dos sectores con tendencias de uso diferenciadas, que describimos a continuación:

**Sector 1. Comprendido entre el Ovalo Grau y el Ovalo La Marina:** Los Usos del Suelo predominantes en este sector corresponden a Terminales Terrestres y Viviendas en proceso de consolidación. Anexas a estas actividades se ubican servicios comerciales complementarios al transporte como Hospedajes, Servicios de mantenimiento de vehículos y comercio local.

Todos los Terminales Terrestres se ubican con frente a la carretera Panamericana Norte. Sus unidades de transporte realizan maniobras de acceso y salida directamente sobre la carretera, sin las vías de desaceleración requeridas, impactando en el normal flujo de la misma. Se han identificado terminales de las empresas Erick el Rojo, Tepsa, Turismo Expreso Chan Chan, El Sol, América, y el terminal de una empresa no identificada.

Las viviendas se ubican sobre ambos frentes de la carretera Panamericana Norte, cercanas al Ovalo Grau y en las vías transversales. El proceso de consolidación es mediano, con estructuras de uno a cuatro pisos, con proyección a consolidarse en una densidad media.

Los usos comerciales corresponden a pequeños comercios, servicios de mantenimiento de vehículos, venta de combustibles, etc. El comercio de pequeña escala junto a los terminales, en el sector adicionado a los taxis, ocasionan caos vehicular.

**Sector 2. Comprendido desde el Óvalo La Marina hasta el cauce del Río Moche:** Es en este sector donde se ubica el predio donde se construirá el nuevo Terminal Terrestre de la ciudad de Trujillo. En su entorno identificamos como Usos de Suelo predominantes: Plantas Industriales y almacenes, con usos complementarios de comercio local y sectorial, como estaciones de venta de combustible, servicios de mantenimiento y venta de repuestos de vehículos y maquinaria.

Es notoria la ausencia de viviendas y la existencia de tierras agrícolas en uso, cercanas al río Moche. Estas parcelas actualmente se están cercandando para construir almacenes. Así mismo, se encuentra un centro hospitalario (Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas), que resulta una actividad enclavada sin relaciones conexas con el entorno.

En el sector se identifican predios de gran área, y lotes vecinos de mediana dimensión que corresponderían a subdivisiones de mediana data.

En el caso del comercio se presentan grifos, locales de venta de autopartes, servicio de almacenamiento y logística como Grau Exprés, industria de maquinaria pesada como FISAC o FAMECA, e industria ligada a los alimentos como Molinera Inca MOINSA S.A. y Cassinelli Gaseosas S.A.

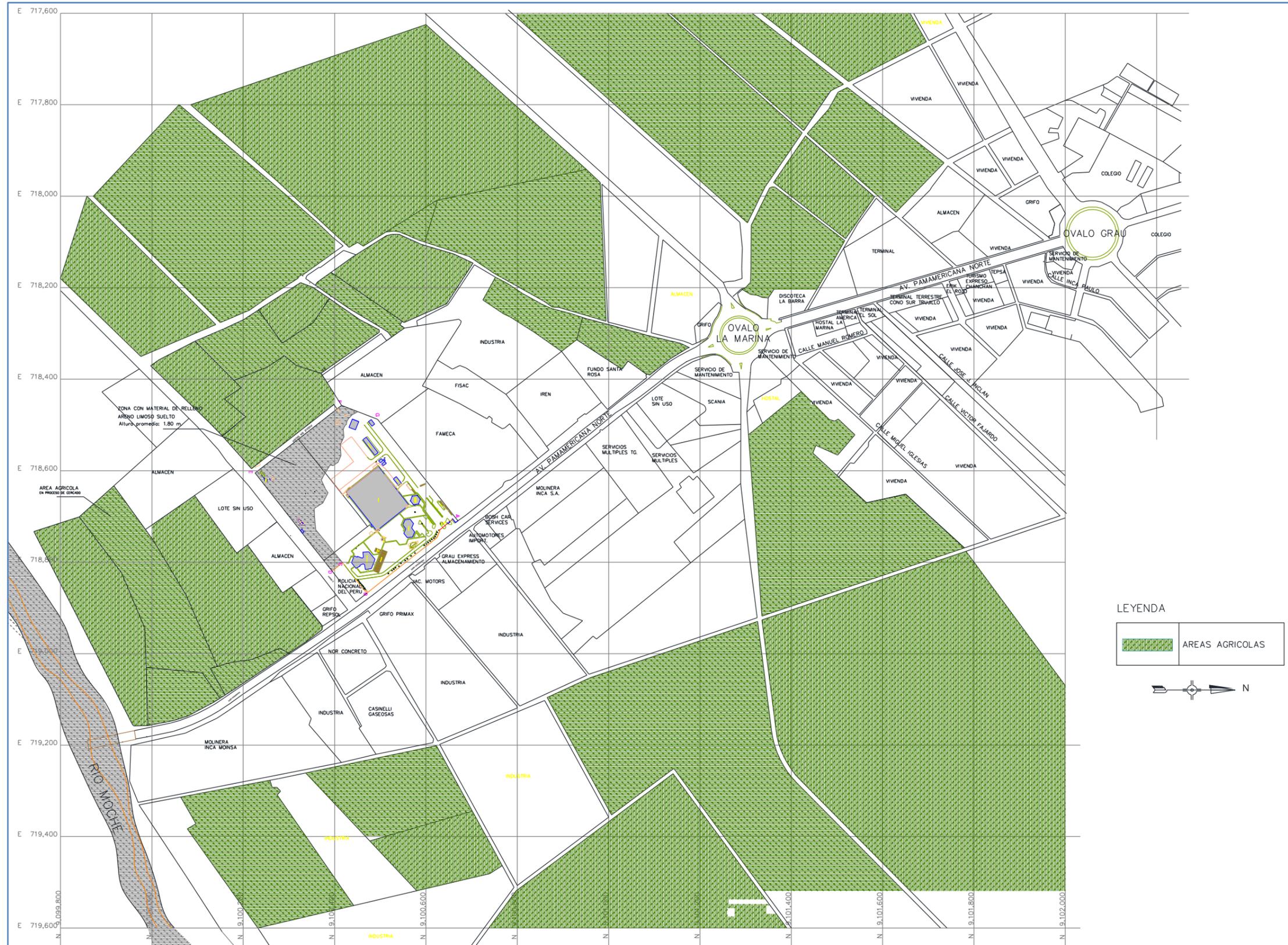
Existe un marcado uso industrial. Los lotes son mucho más grandes, no se evidencia mayor conflicto en el flujo vehicular.

Figura Nº 4. Zonificación general de áreas del proyecto



Fuente: PLANDET

Figura Nº 5. Zonificación general de áreas del proyecto



Fuente: PLANDET

### 3.3 Infraestructura vial y mobiliario urbano

Las infraestructuras viales que encontramos en las zonas cercanas al proyecto son:

**Fotografía N° 7. Infraestructura Vial, área del proyecto**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 8. Infraestructura Vial, área del proyecto**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 9. Infraestructura Vial, área del proyecto**

Fuente: Elaboración propia

En el [Anexo N° 3](#), se presenta información que complementará la información de infraestructura vial y mobiliario urbano.

**4. INFORMACION DE PROYECTOS FUTUROS QUE INCIDAN EN LA VIALIDAD DE LA ZONA**

Concesión de la Autopista El Sol, en el Tramo Trujillo – Sullana ([Figura N° 6](#)), concesión ganada por COVISOL; esta autopista cambiara el trazo de la Panamericana Norte, esta ya no llegara hasta el Ovalo La Marina, sino que se desviara a la altura del alto Salaverry por lo que la actual Panamericana que pasa por el futuro Terminal Terrestre de Trujillo dejara de serlo.

El plazo para todos los trabajos es de 48 meses que deberían empezar a fines de este año y la concesión es de 25 años.

Figura Nº 6. Ubicación de la Futura Autopista El Sol



Fuente: <http://i563.photobucket.com/albums/ss75/italianox/Autopista-1.jpg>

## 5. ESTUDIO DE TRANSITO

### 5.1 Datos de campo tomados en periodos de desarrollo regular de actividades y en periodos críticos

- **Metodología de trabajo:**

Se determinará la capacidad vial y el nivel de servicio de las intersecciones evaluadas durante la hora punta mayor del día en la semana típica, con la finalidad de observar, el impacto vial que se generará a partir de la reasignación de flujos vehiculares que tendrán que soportar las

vías que permitirán el acceso a la infraestructura en estudio. Asimismo, se determinarán medidas de eficiencia vehicular (MOE's) en cuanto a velocidades, tiempos de viaje y demoras de los arcos de la red vial modelada, dado que el software utilizado permite esta apreciación de ingeniería de tránsito.

Si la capacidad de las intersecciones en estudio, con el incremento del flujo generado por la cantidad de estacionamientos proyectados, no presenta saturación en la hora punta modelada, se podrá atender a la demanda de transporte durante todo el día. Asimismo, este incremento de flujo se verá reflejado en los incrementos del tiempo de viaje y demoras de los arcos de la red vial modelada y disminución de la velocidad correspondiente, que acompañarán a la determinación del impacto vial.

La composición del flujo vehicular que circula por las calles y avenidas es diversa. Debido a que el software utilizado es de última generación en simulación microscópica de tránsito, éste incorpora la modelación por cada tipo de vehículo (autos, buses, camiones) con sus características propias de funcionalidad y comportamiento en la red vial; por lo que, no es necesario hacer una conversión de equivalencia de vehículos mixtos UCP, como se hace aconsejable para otras herramientas de ingeniería de tránsito.

▪ **Identificación de tipos de aforos:**

Los aforos que se realizaron sobre las intersecciones estudiadas fue el siguiente:

- Aforos vehiculares clasificados por tipos de vehículos (autos particulares, camionetas rurales, microbuses y coasters, buses y camiones de carga). La metodología empleada fueron conteos manuales.
- Aforos peatonales, bajo conteos manuales en la futura puerta de ingreso al proyecto.

Los conteos se realizaron en simultáneo en las intersecciones estudiadas, durante los siguientes días y horarios.

- Miércoles 11 de mayo del 2011
- Jueves 12 de mayo del 2011
- Sábado 14 de mayo del 2011

Este trabajo fue desarrollado durante 16 horas continuas de (06:00 – 22:00) abarcando el tráfico del día típico completo; sobre el cual, se determinará la hora de máxima demanda o punta para la evaluación del impacto vial.

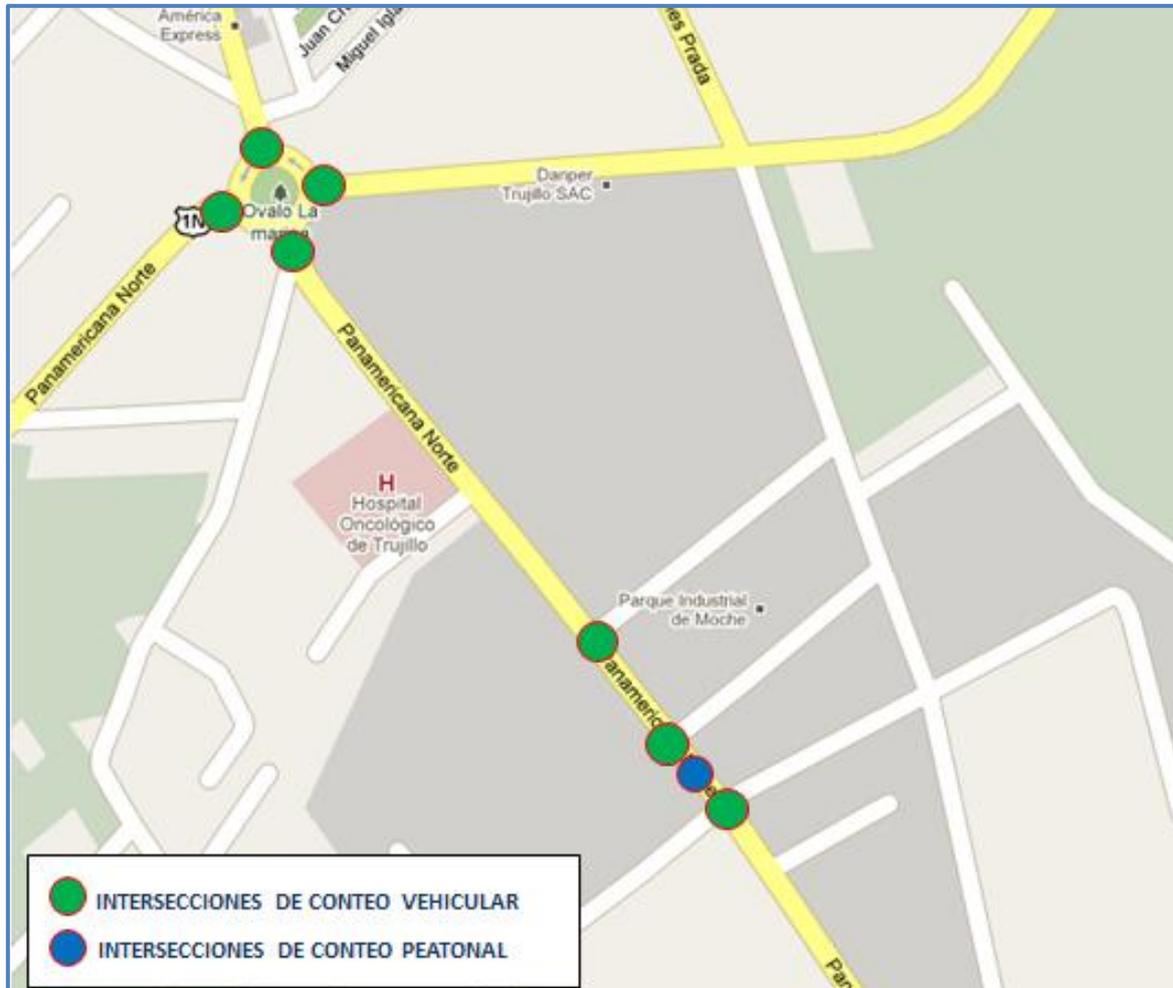
▪ **Identificación de puntos de aforos:**

Los puntos de aforos (conteos) estuvieron ubicados en las siguientes intersecciones:

- Av. Panamericana Norte – Av. La Marina – Carretera Industrial (Ovalo La Marina);
- Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea;

- Av. Panamericana Norte – Calle S/N (Frente Modasa 1);
- Av. Panamericana Norte – Avenida 2;
- Puerta de Ingreso al Proyecto.

**Figura N° 7. Plano de puntos de conteo del área de estudio**



Fuente: Google Maps/Elaboración propia

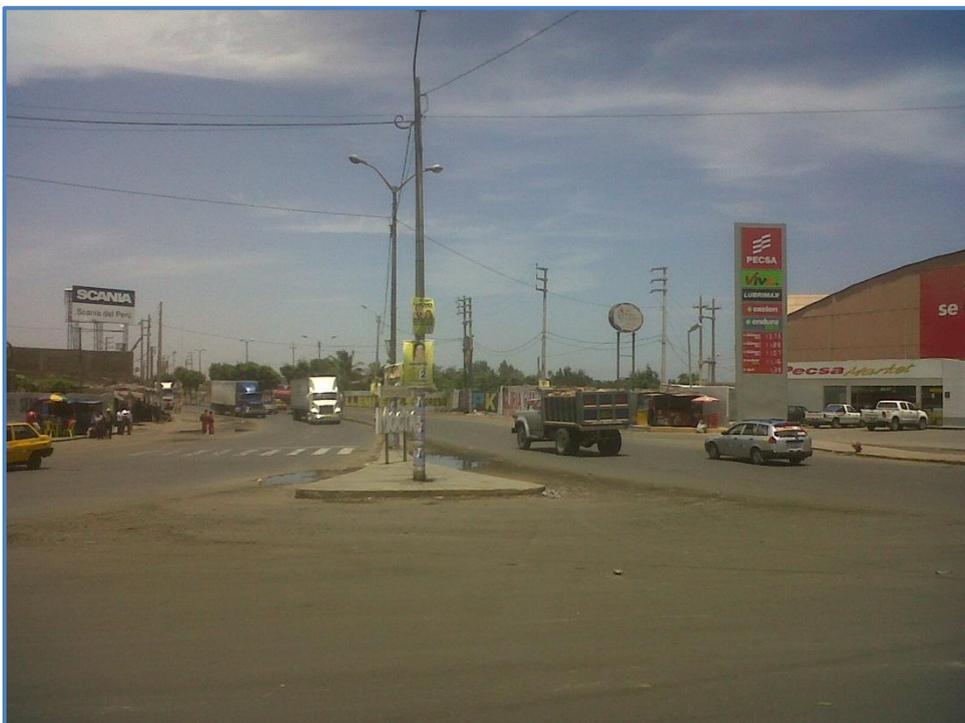
A continuación, se muestran [Fotografías \(N° 10 a la 21\)](#) de las intersecciones de conteo vehicular que marcan el perímetro de la zona donde se realizó el estudio, en las fechas y horarios antes indicados.

**Fotografía N° 10. Ovalo La Marina – Lado Sur**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 11. Av. Panamericana Norte (Ovalo La Marina – Lado Sur)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 12. Av. Panamericana Norte (Ovalo La Marina – Lado Oeste)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 13. Av. La Marina (Ovalo La Marina – Lado Norte)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 14. Av. Carretera Industrial (Ovalo La Marina – Lado Este)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 15. Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea (Vista 1)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 16. Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea (Vista 2)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 17. Av. Panamericana Norte – Calle S/N (Frente Modasa 1)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 18. Av. Panamericana Norte – Calle S/N (Frente Modasa 1)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 19. Av. Panamericana Norte – Avenida 2 (Vista 1)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 20. Av. Panamericana Norte – Avenida 2 (Vista 1)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fotografía N° 21. Puerta de Ingreso al Proyecto**



*Fuente: Elaboración propia*

▪ **Formato de aforos vehiculares**

El formato de encuestas de aforos vehiculares se muestra en la [Figura N° 8](#). Los resultados de los aforos se encuentran en el [Anexo 8](#) del presente documento.

**Figura N° 8. Formato de Aforos Vehiculares**

<b>ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR</b>																		
INTERSECCIÓN: _____ DISTRITO: _____ FECHA: _____ DÍA: _____ HORA INICIAL: _____ H. FINAL: _____ ENCUESTADOR: _____																		
HORA	AUTOS			OMNIBUS			MICROS			CAMIONETA RURAL			CAMIONES			MOTOTAXIS		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3

- **Formato de aforos peatonales**

El formato de encuestas de aforos peatonales se muestra en la [Figura N° 9](#). Los resultados de los aforos se encuentran en el [Anexo 8](#) del presente documento.

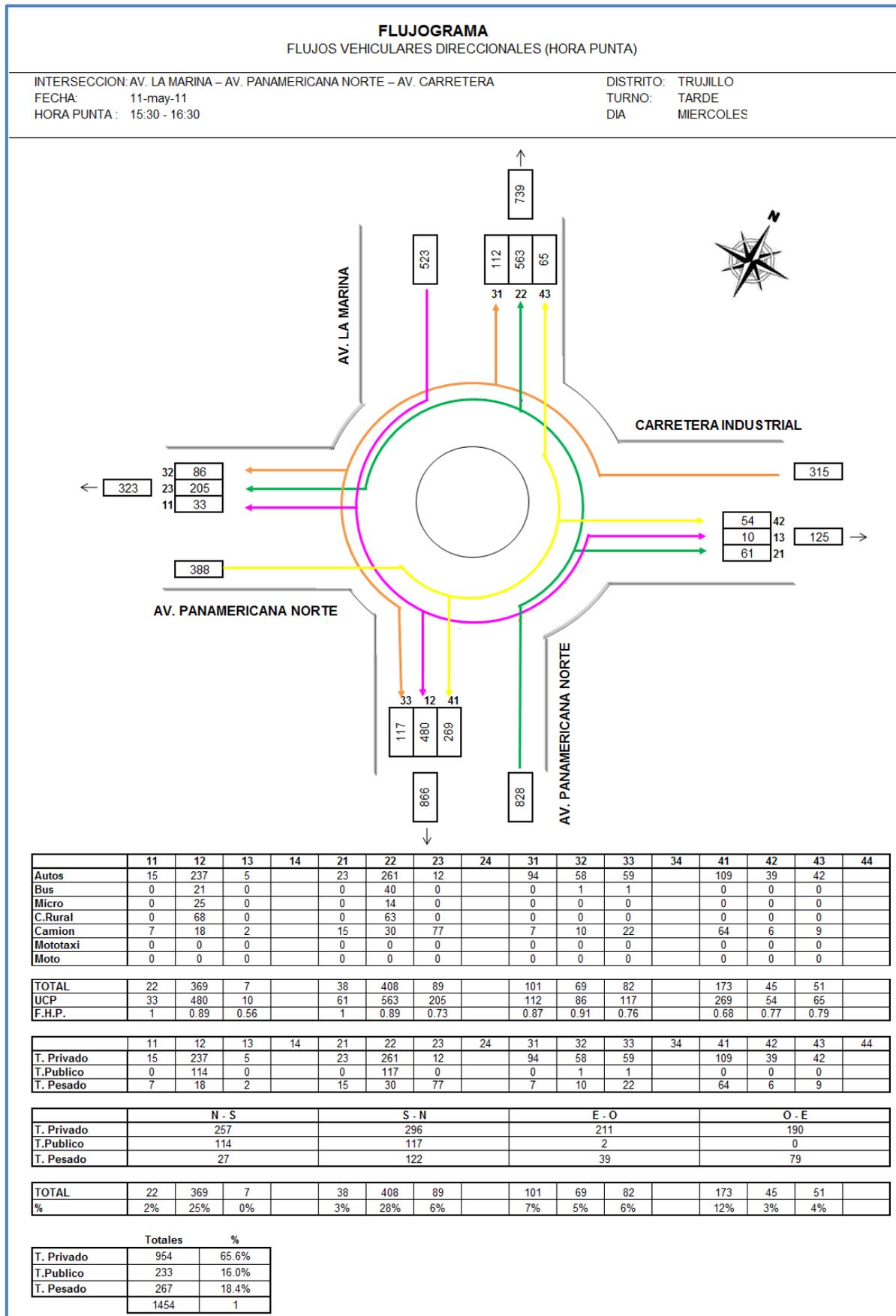
**Figura N° 9. Formato de Aforos Peadonales**

<i>ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN PEATONAL</i>				
INTERSECCION:	_____			
DISTRITO:	_____			
FECHA:	_____	DÍA:	_____	
HORA INICIAL:	_____	H. FINAL:	_____	
ENCUESTADOR:	_____			
				<small>GRÁFICO DE REFERENCIA:</small>
HORA	SENTIDO N-S PEATONES	SENTIDO S-N PEATONES	SENTIDO E-O PEATONES	SENTIDO O-E PEATONES

- **Flujogramas de período crítico**

Los flujogramas de los periodos críticos de la hora punta en las intersecciones modeladas se muestran en las [Figuras N° 10 al 13](#). Se ha modelado las intersecciones “como un eje”, escogiendo la hora punta de 15:30 – 16:30 horas, dado que en la intersección de impacto principal donde se ubica el proyecto, esta hora es la de período más crítico.

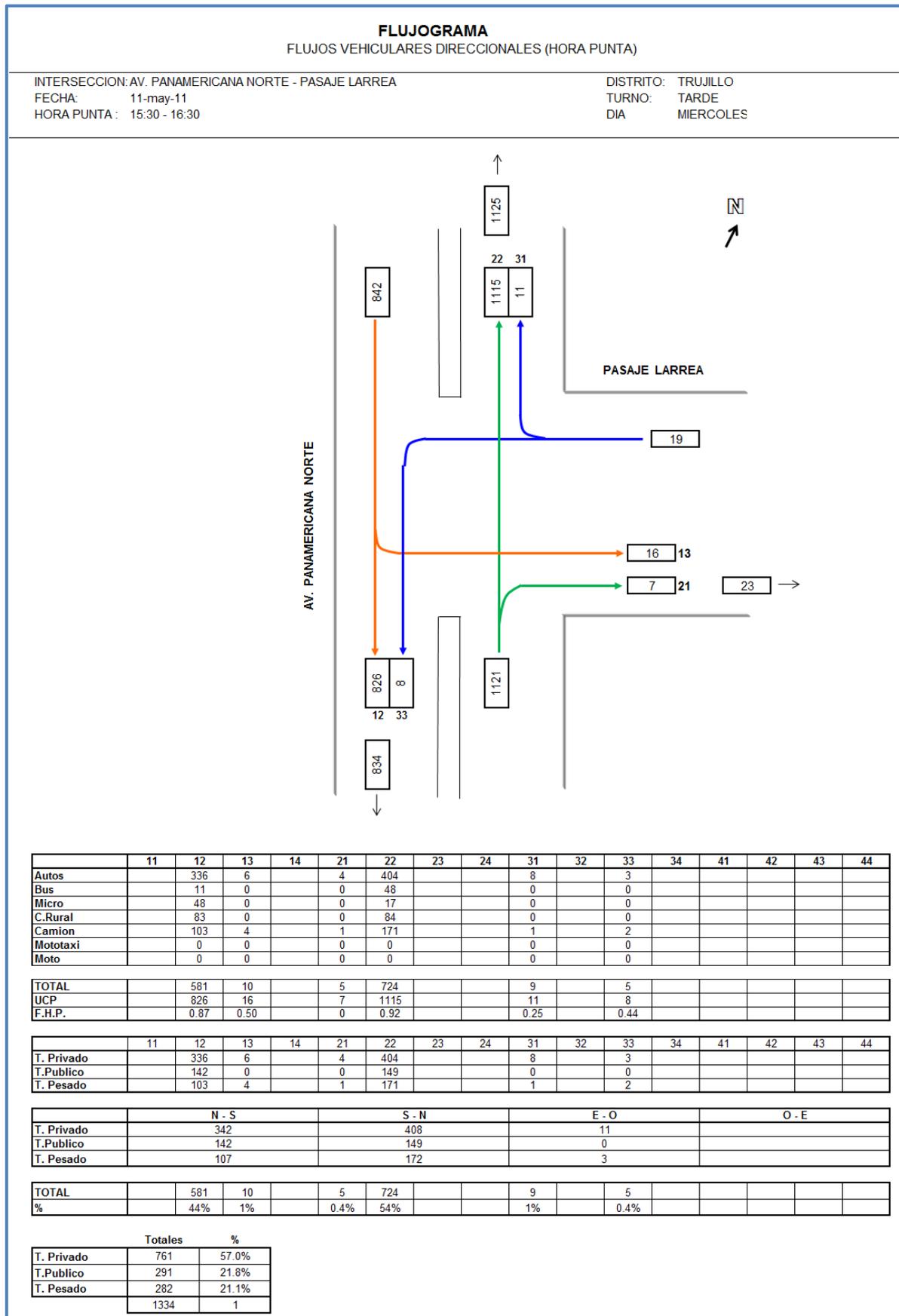
**Figura N° 10. Flujoograma de hora punta**  
(Intersección Av. Panamericana Norte – Av. La Marina – Carretera Industrial)



ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Proyecto: "Creación del Terminal Terrestre de Pasajeros de Transporte Interprovincial del Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo – La Libertad"

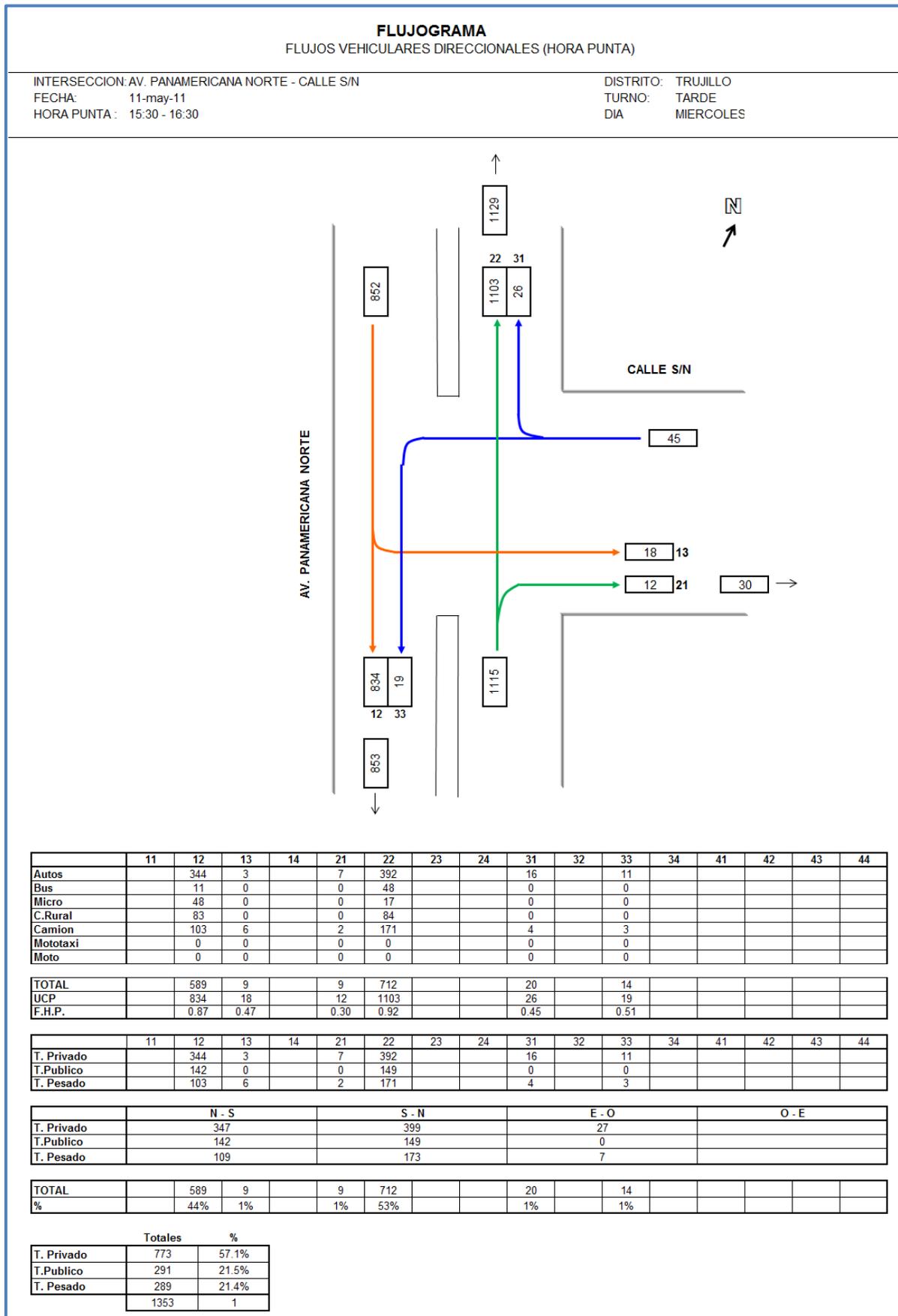
**Figura N° 11. Flujograma de hora punta**  
(Intersección Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea)



ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Proyecto: "Creación del Terminal Terrestre de Pasajeros de Transporte Interprovincial del Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo – La Libertad"

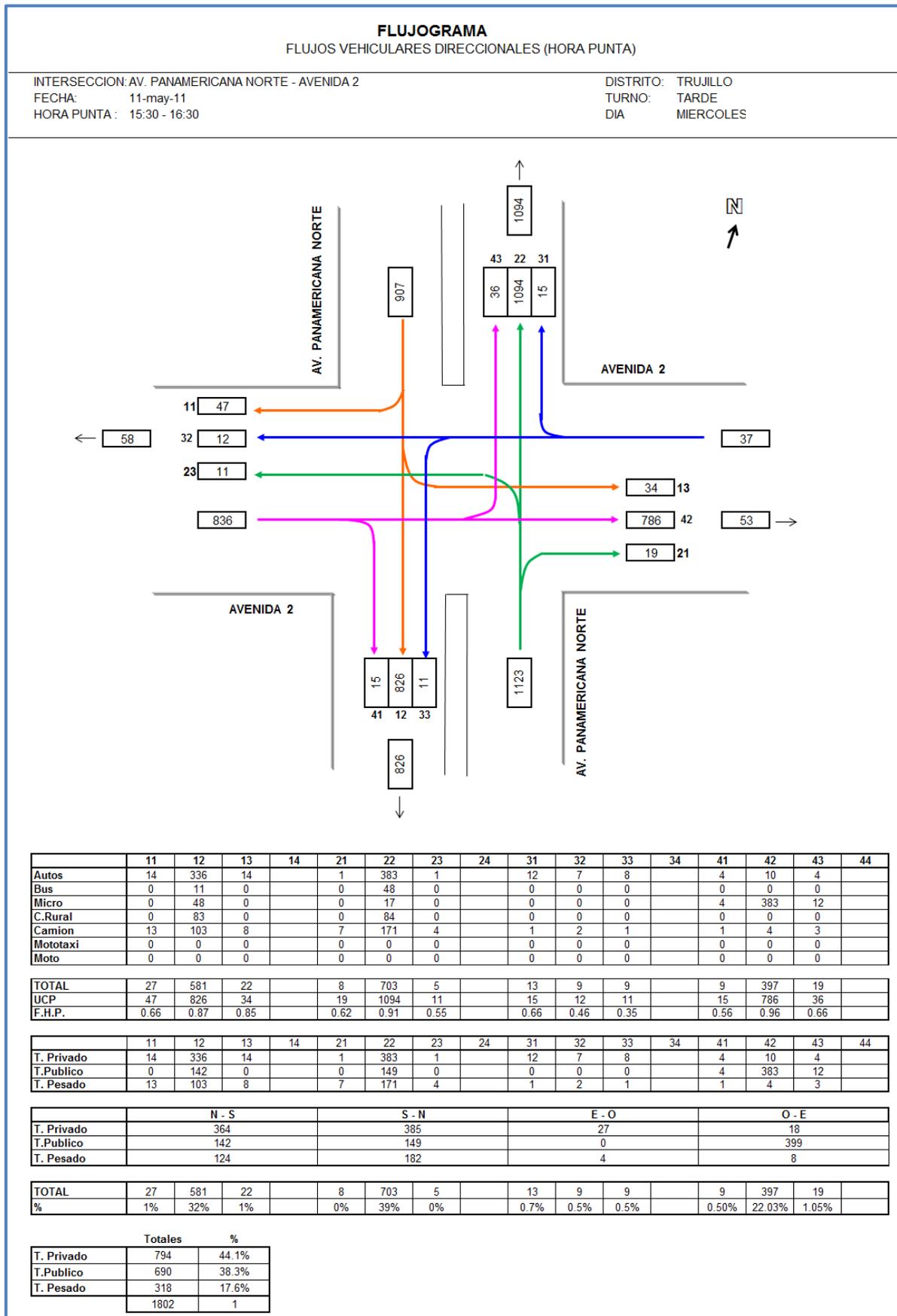
**Figura N° 12. Flujograma de hora punta**  
(Intersección Av. Panamericana Norte – Calle S/N)



ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Proyecto: "Creación del Terminal Terrestre de Pasajeros de Transporte Interprovincial del Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo – La Libertad"

**Figura N° 13. Flujograma de hora punta**  
(Intersección Av. Panamericana Norte – Avenida 2)



ESTUDIO DE IMPACTO VIAL

Proyecto: "Creación del Terminal Terrestre de Pasajeros de Transporte Interprovincial del Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo – La Libertad"

## 6. ESTUDIO DE TRANSPORTE

### 6.1 Datos de campo de una antigüedad no mayor a 6 meses

- Identificación de rutas de transporte público que circula sobre la zona.

Las rutas que circulan por las intersecciones en estudio han sido separadas por tipo de vehículo y Empresa y se muestran en el siguiente cuadro a continuación:

**Cuadro N° 15. Rutas de transporte público que circulan por el área de estudio**

EMPRESA	TIPO	OPERADOR
MOCHICA S.A	CAMIONETA RURAL	
LOS DIAMANTES S.R.L.	CAMIONETA RURAL	
MIRAMAR	CAMIONETA RURAL	

<p>SAN ISIDRO LABRADOR</p>	<p>CAMIONETA RURAL</p>	
<p>GIRASOLES</p>	<p>CAMIONETA RURAL</p>	
<p></p>	<p>CAMIONETA RURAL</p>	
<p>SANTA LUCIA DE MOCHE</p>	<p>CAMIONETA RURAL</p>	

<p>SALAVERRY EXPRESS S.A.</p>	<p>MICROBUS</p>	
<p>EMILIO LEFEVRE</p>	<p>COLECTIVO - AUTO</p>	
<p>SALAVERRY EXPRESS</p>	<p>COLECTIVO - AUTO</p>	

Fuente: Elaboración Propia

## 7. IMPACTO VIAL DEL PROYECTO (ESCENARIOS ACTUAL Y FUTURO)

### 7.1 Descripción, evaluación y análisis del tránsito vehicular y peatonal en el Área de Influencia

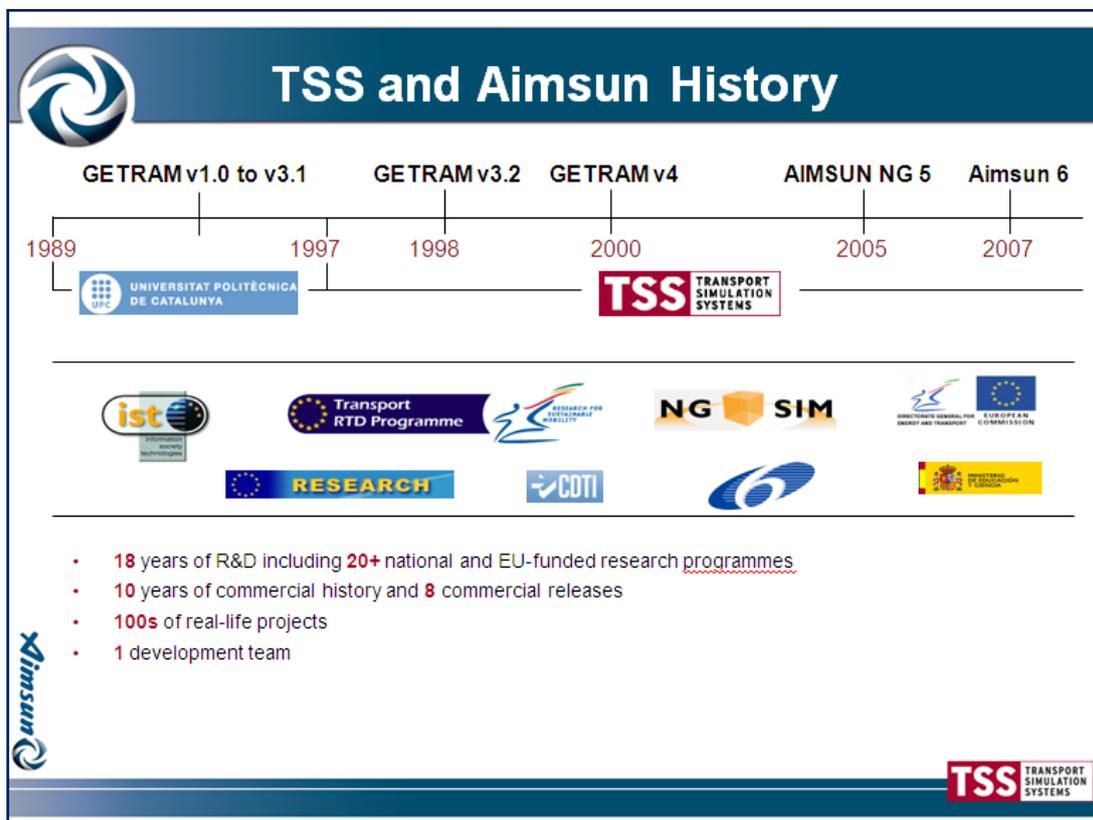
A lo largo del tiempo, los modelos disponibles han adquirido una dinámica importante en el planteamiento de soluciones al problema del tránsito. Los modelos de análisis del tránsito se han desarrollado mediante herramientas computacionales (software) que por su versatilidad, permite al ingeniero especialista analizar situaciones físicas que en la vida real serían difíciles de reproducir. Es así como recientemente se ha incrementado el uso de estos programas (modelos numéricos) en estudios de tránsito, ejecutados tanto por entidades ejecutivas (autoridades distritales, etc.) como por consultores (empresas, asesores, etc.).

En el presente estudio se utilizará el software **AIMSUN 6.1** de simulación dinámica, para análisis de capacidad y nivel de servicio de las intersecciones en estudio y para los resultados de medidas de eficiencia de la red vial (MOE's). Los resultados nos ayudarán a determinar el impacto del proyecto en la movilidad urbana del área de estudio.

- **El Software de Ingeniería de Tránsito**

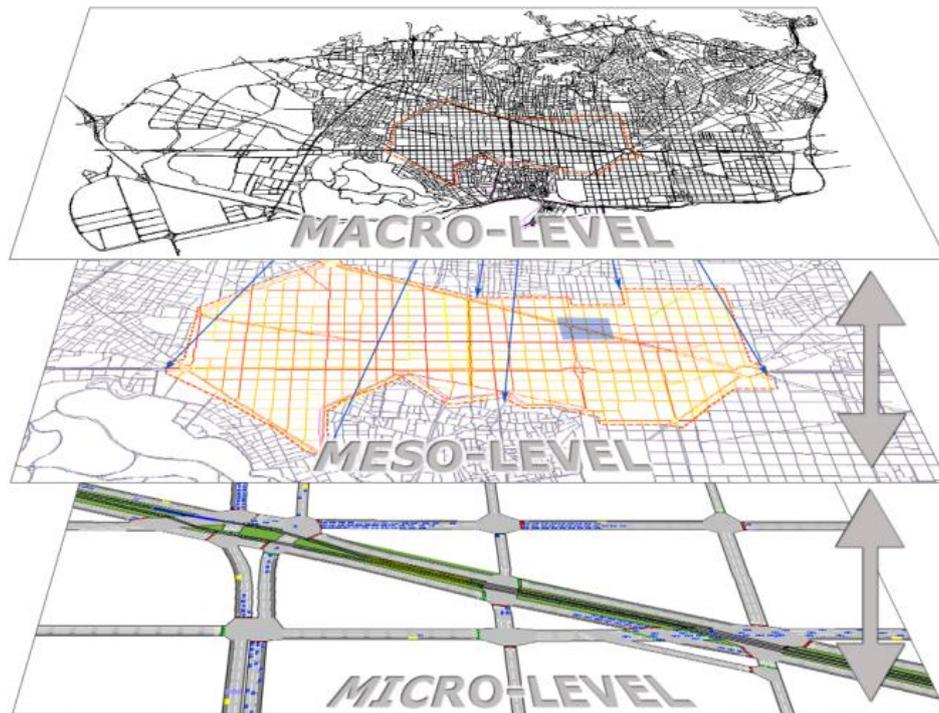
AIMSUN 6.1 es un software de origen español, desarrollado por la empresa Transport Simulation Systems – TSS, la Universidad Politécnica de Cataluña y una serie de colaboradores en investigación de la Unión Europea desde 1989. En la [Figura N° 14](#) se visualiza un cuadro de la evolución del desarrollo del software.

**Figura N° 14 Evolución del desarrollo del AIMSUN**



Fuente: TSS-Transport Simulation Systems

Aimsun 6.1 es la única herramienta en el mercado que integra en un software de aplicación individual, tres tipos de modelos de transporte: Herramientas de asignación de tráfico estático (planeamiento de transporte – demanda de viajes), un nuevo simulador mesoscópico y el mejor simulador microscópico del mundo.

**Figura N° 15. Integración de modelación macro-meso-microscópica en AIMSUN**

Fuente: TSS-Transport Simulation Systems

Aimsun cuenta con un impresionante curriculum académico, comercial y técnico. Su desarrollo ha sido respaldado por más de 20 años de investigación, decenas de publicaciones científicas, y los comentarios de los usuarios derivados de cientos de proyectos del mundo real a la fecha.

Aimsun es una opción ideal para aplicaciones de cualquier escala y la complejidad: Desde la optimización de un peaje en la Terminal de Carga de Tokio hasta para ayudar a controlar, en tiempo real, los semáforos en toda la carretera de circunvalación de Madrid.

#### *Un conjunto de aplicaciones*

Cientos de usuarios en el gobierno, consultores y universidades en 45 países utilizan Aimsun para mejorar la infraestructura de carreteras del mundo. Ejemplos de proyectos incluyen:

- Análisis del impacto de la infraestructura de diseño.
- Estudios ambientales.
- Carreteras de peaje.
- Plan de control de la optimización de semáforos.
- Urbano e interurbano de la gestión del tráfico.
- Sistema de apoyo para la gestión del transporte público.
- Análisis de seguridad vial.
- Evaluación de sistemas ITS.
- Desarrollo de nuevos algoritmos y modelos de transporte.

### *AIMSUN simulador microscópico*

El AIMSUN simulador de la versión 5.0 es el componente principal de AIMSUN NG. Ofrece mayor flexibilidad a los desarrolladores (que se puede acceder utilizando el SDK de AIMSUN NG) y el usuario (AIMSUN NG se pueden comprar sin AIMSUN cuando esta opción no es necesaria, por ejemplo, en entornos puros de planificación).

Una de las principales novedades en el centro del simulador es la posibilidad de utilizar la simulación de longitudes de paso tan bajo como 0,1 segundos. Puede que no parezca importante, pero ha permitido mejoras como la incorporación de la variabilidad en los conductores el tiempo de reacción. La riqueza de otros parámetros disponibles para caracterizar los diferentes tipos de objetos y de las condiciones del tráfico significa que la única limitación a la precisión del modelo es la cantidad y la exactitud de los datos recogidos.

### *Modelado de tráfico*

AIMSUN crea un laboratorio virtual fiable, una reproducción de una red de tráfico una-a-una. AIMSUN puede ocuparse de todos los tipos de redes y de los vehículos en una simulación, ya sea sobre la base de los flujos de tráfico o matrices origen-destino, y permite un fácil proceso de calibración mediante el uso de parámetros locales.

### *Elección de ruta*

El simulador es capaz de modelar el razonamiento del conductor para la selección de rutas antes y durante el viaje. Incluye cuatro algoritmos diferentes al modelo dinámico de elección de itinerarios, una función de editor para permitir la especificación de funciones de costo, y la posibilidad de considerar los costos históricos de rutas y/o considerando la memoria de los conductores. Una variedad de conductores utilizan diferentes criterios: desde siempre fiel a la misma vía a los cambios de su ruta de acuerdo con el asesoramiento de un sistema de orientación o las condiciones del tráfico.

### *Transporte público*

El transporte público es uno de los principales elementos de hoy en ambiente del tráfico urbano. AIMSUN modela las características principales del transporte público: líneas, horarios, rutas, diferentes tipos de vehículos para cada servicio, y tiempos de parada en paraderos.

### *Gestión y Control de Tráfico*

AIMSUN ofrece la posibilidad de evaluar y mejorar cualquier combinación de estrategias, incluida la VMS (Señales de Mensajes Variables), semaforización prefijada (pre-timed) y control adaptativo. AIMSUN NG ofrece una amplia gama de posibilidades en este campo y recomienda algunas soluciones para apoyo a la decisión.

- Puede ser modelado diferentes tipos de control de tráfico (semaforización).

- AIMSUN incluye modelos de señales de mensaje variable, y la influencia que los mensajes que aparecen en el VMS tienen en el comportamiento del tráfico, tales como cambio de ruta o de reducción de la velocidad.
- AIMSUN incluye el control accionado (semaforización actuada).
- Interfaces con SCATS, UTOPIA y VS-PLUS.
- Interfaces con TRANSYT y SYNCHRO.
- AIMSUN puede simular cualquier tipo de detector de tráfico.
- Muy especialmente, el nuevo AIMSUN incluye el Módulo de Análisis de escenarios, a propósito para la gestión del tráfico.
- API y SDK para AIMSUN interfaces con otros sistemas de control o el desarrollo de nuevas aplicaciones.

▪ **Niveles de servicio HCM 2010 para intersecciones semaforizadas**

Para mayor conocimiento de los conceptos básicos y metodología de cálculo de los niveles de servicio en intersecciones semaforizadas, contenidos en el Manual HCM 2010, se presentan a continuación:

## INTERSECCION SEMAFORIZADA

### A. Capacidad y niveles de servicio

Para las intersecciones controladas con semáforo, ambos conceptos se analizan por separado y no tienen una relación sencilla entre sí. La capacidad se calcula para cada grupo de carriles que llegan a la intersección. Un grupo de carriles está definido como uno o más carriles que llevan un flujo vehicular y tienen una línea de pare común y una capacidad compartida por los vehículos. El análisis de capacidad se obtiene de la relación volumen/capacidad ( $v/c$ ) para cada grupo de carriles.

La relación  $v/c$  es el valor de flujo actual o futuro en el acceso o en el grupo de carriles asignado durante los 15 minutos máximos dividido entre la capacidad de acceso o del grupo de carriles asignado.

El nivel de servicio se basa en la demora promedio por parada por vehículo para varios movimientos dentro de la intersección. Aunque la relación  $v/c$  afecta la demora, existen otros parámetros que la afectan más fuertemente, como la calidad de la sincronía, la duración de las fases de verde, la duración del ciclo y otros. Así, una relación  $v/c$  dada, puede generar una gran cantidad de valores para la demora. Por esta razón, tanto la capacidad como el nivel de servicio deben analizarse con cuidado.

#### Capacidad de las intersecciones controladas con semáforo

La capacidad está definida para cada acceso de la intersección: valor de flujo máximo (del acceso en estudio) que puede pasar a través de la intersección en condiciones prevalecientes del tránsito, de la vía y de la semaforización. Se establece en vehículos por hora.

Las condiciones de tránsito incluyen los volúmenes en cada acceso, la distribución de los vehículos por movimiento (izquierdo, derecho y directo), la distribución por tipo de vehículo en cada movimiento, la ubicación y la utilización de las paradas de buses dentro de la zona de la intersección, junto con los flujos de peatones y maniobras de estacionamiento.

Las condiciones de la vía consideran la geometría básica de la intersección, que incluye el número y ancho de carriles, las pendientes y la utilización de los carriles (incluidos los carriles de estacionamiento).

Las condiciones de la semaforización abarcan una definición completa de las fases del semáforo, su duración, su tipo de control y la evaluación de cada acceso. La capacidad en las intersecciones controladas con semáforo está basada en el concepto de flujos de saturación y valores de flujo de saturación. Éstos últimos se definen como el valor de flujo máximo que puede pasar por un acceso de una intersección o un grupo de carriles dado en condiciones prevalecientes del tránsito y de la vía, suponiendo que el acceso o el grupo de carriles tuvo el 100% del tiempo real disponible como tiempo de verde efectivo. El valor de flujo para un acceso o grupo de carriles dado está definido como la relación entre el valor de flujo actual ( $v_i$ ) y el valor de flujo de saturación ( $s_i$ ), cada acceso o grupo de carriles  $i$  se expresan con el símbolo  $(v/s)_i$ .

Entonces, la capacidad es:

$$c_i = s_i (g_i / C)_i \quad (1)$$

donde:

$c_i$  = capacidad del grupo de carriles o el acceso dado [veh./h]

$s_i$  = valor de flujo de saturación para el grupo de carriles o acceso [veh./h]

$(g_i / C)_i$  = relación de verde para el grupo de carriles o acceso  $i$

La relación entre el valor de flujo y la capacidad  $v/c$  se denota mediante el símbolo  $X$  (grado de saturación) en el análisis de la intersección para enfatizar la estrecha relación de la capacidad y las condiciones de semaforización.

Para un grupo de carriles dado o un acceso  $i$ :

$$X_i = (v / c)_i = v_i / (s_i g_i / C) = v_i C / (s_i g_i) \quad (2)$$

donde:

$X_i$  = relación  $v/c$  para un acceso o grupo de carriles  $i$

$v_i$  = valor de flujo de demanda actual o proyectado para un acceso o grupo de carriles  $i$ , [veh./h]

$s_i$  = valor de flujo de saturación para un acceso o grupo de carriles  $i$ , [veh./h]

$g_i$  = tiempo de verde efectivo para un acceso o grupo de carriles  $i$ , [s]

Los valores de  $X$  varían de 1.00 cuando el valor de flujo es igual a la capacidad y 0.00 cuando el valor de flujo es 0.00.

La capacidad de la intersección completa no es un concepto importante y no está específicamente definido. Todos los movimientos en la intersección raramente se saturan al mismo tiempo en el día. Por tanto, la preocupación crítica es la eficiencia de los movimientos individuales que circulan en la intersección.

Otro concepto de capacidad en el análisis de las intersecciones controladas por semáforo es la relación v/c crítica,  $X_c$ . Ésta considera sólo los grupos de carriles o accesos que tienen el mayor valor de flujo  $(v/c)_i$  para una fase dada.

La relación v/c crítica para una intersección se define como:

$$X_c = \sum (v/s)_{ci} [C / (C - l)] \quad (3)$$

donde:

$X_c$  = relación v/c crítica para la intersección

$S (v/s)_{ci}$  = sumatoria de los valores de flujo para todos los grupos de carriles o accesos críticos  $i$

$C$  = duración del ciclo [s]

$l$  = total de tiempo perdido en el ciclo, calculado como la suma de tiempo perdido en el arranque y en el cambio de intervalo menos la porción del cambio de intervalo usado por los vehículos en el grupo de carriles críticos para cada fase.

Esta ecuación es útil para evaluar la intersección general con relación a la geometría y a la duración total del ciclo, y para estimar los tiempos de las fases cuando no se conocen, proporcionando la relación v/c para los movimientos críticos, suponiendo que el tiempo de verde ha sido el apropiado o distribuido proporcionalmente. Por tanto, es posible obtener una relación v/c menor que 1.00 que tenga movimientos individuales sobresaturados dentro del ciclo del semáforo.

Una relación v/c menor que 1.00 indica que todos los movimientos en la intersección pueden ser acomodados dentro del ciclo y la secuencia de sus fases, distribuyendo adecuadamente los tiempos de verde.

#### Niveles de servicio para las intersecciones controladas con semáforo

Están definidos en relación con la demora. Ésta es una medida que refleja la molestia y frustración del conductor, el consumo de combustible y la pérdida de tiempo en el viaje. Estos niveles de servicio se han establecido en relación con la demora promedio por parada por vehículo.

La demora es una medida compleja y depende de un número de variables que incluyen la calidad de la sincronía, la duración del ciclo, la relación de verde y la relación v/c para un grupo de carriles o accesos en estudio. La [Tabla N° 1](#) describe los niveles de servicio para las intersecciones con semáforo.

**Tabla N° 1. Descripción del nivel de servicio para intersecciones controladas con semáforo**

Nivel de servicio	Características de la operación	Demora (segundos)
A	Baja demora, sincronía extremadamente favorable y ciclos cortos. Los vehículos no se detienen.	$\leq 10$
B	Ocurre con una buena sincronía y ciclos cortos. Los vehículos empiezan a detenerse.	$> 10 - 20$
C	Ocurre con una sincronía regular o ciclos largos; los ciclos individuales: empiezan a fallar	$> 20 - 35$
D	Empieza a notarse la influencia de congestionamientos ocasionados por un ciclo largo y/o una sincronía desfavorable o relaciones v/c altas, muchos vehículos se detienen.	$> 35 - 55$
E	Es el límite aceptable de la demora; indica una sincronía muy pobre, grandes ciclos y relaciones v/c mayores, las fallas en los ciclos frecuentes.	$> 55 - 80$
F	El tiempo de demora es inaceptable para la mayoría de los conductores, ocurren cuando los valores de flujo exceden a la capacidad de la intersección o cuando las relaciones v/c son menores de 1.00 pero con una sincronía muy deficiente y/o ciclos demasiados largos.	$> 80$

*Fuente: Manual de capacidad de carreteras (HCM 2010)*

### Relación de la capacidad y los niveles de servicio

Es posible tener demoras en el rango del nivel de servicio F (inaceptable) cuando la relación v/c es mayor de 1.00, quizá con valores tan bajos como 0.75 – 0.85. En estas relaciones pueden ocurrir grandes demoras cuando existan algunas de las siguientes condiciones:

- La duración del ciclo es grande.
- El grupo de carriles o acceso en cuestión se ve en desventaja (teniendo un tiempo de rojo largo) por los tiempos del semáforo.
- La sincronía de semáforos para los movimientos estudiados es deficiente.
- Puede suceder la situación opuesta. Un acceso o grupo de carriles con una relación v/c = 1,00 puede tener demoras si:
  - La duración del ciclo es corta.
  - La sincronía de semáforos no es favorable para el movimiento en estudio.

*El nivel de servicio F no implica que la intersección, el acceso o el grupo de carriles estén sobrecargados, ni que el nivel de servicio entre A y E indique que existe una capacidad disponible no utilizada.*

*Los métodos y los procedimientos de este capítulo requieren los análisis de la capacidad y el nivel de servicio para evaluar completamente la operación de la intersección controlada por semáforo.*

### Niveles de análisis

Se pueden presentar dos niveles de análisis: el análisis operacional y el análisis de planificación.

El primero requiere una detallada información de las condiciones prevalecientes del tránsito, de la vía y del control semafórico. De ahí se logra un análisis completo de la capacidad y del nivel de servicio. Además, se puede evaluar demandas de tránsito alternativas, diseños geométricos y planes para semáforos.

El segundo sólo analiza la capacidad debido a que la información detallada necesaria para estimar la demora no está disponible. El procedimiento ofrece amplios resultados que permiten determinar si la intersección puede o no sobrecargarse.

El análisis operacional podrá utilizarse en la mayoría de los análisis de las intersecciones existentes y en situaciones futuras en la cual el tránsito, la geometría y los parámetros de control estén bien establecidos. Se pueden definir:

- El nivel de servicio, conociendo los detalles del flujo de la intersección, el control semafórico y la geometría.
- Los valores de flujo de servicio permitidos para un nivel de servicio seleccionado, conociendo los detalles de semaforización y geometría.
- El tiempo para las fases, conociendo el nivel de servicio deseado y los detalles del flujo y la geometría.
- La geometría básica (número o distribución de carriles), conociendo el nivel de servicio deseado y los detalles de flujo y semaforización.

## **B. Condiciones básicas para el análisis**

La metodología se basa en planes de semaforización conocidos o proyectados. Para establecer planes de semaforización se dispone de dos procedimientos:

- El primero, o método de estimación rápido, produce estimativos de la longitud del ciclo y de los tiempos de verde. Requiere mínimos datos de campo y se basa en valores por defecto.
- El segundo es un procedimiento más detallado, provisto en el capítulo 16 del HCM, versión 2010.

El procedimiento utiliza como criterio la igualdad del grado de saturación crítico de cada fase. Sin embargo, este procedimiento no provee el ciclo óptimo. Así mismo, se establecen limitaciones para la aplicación de esta metodología, las cuales se plantean a continuación.

- No toma en cuenta el impacto potencial de la congestión, corriente abajo, en la operación de la intersección analizada.
- La metodología no detecta ni ajusta los impactos de los sobreflujos en bahías de giros en la operación de los movimientos de frente.

## **C. Metodología**

La metodología se enfoca en la determinación de los niveles de servicio en condiciones conocidas o proyectadas. La metodología se ocupa, como ya se mencionó, de la capacidad, los niveles de servicio y otras medidas de efectividad de grupos de carriles y accesos de la intersección; así como del nivel de servicio de la intersección en conjunto.

La capacidad se evalúa con respecto a la relación tasa de flujo de demanda a capacidad ( $v/c$ ) y el nivel de servicio sobre la base de la demora por controles. Ésta incluye la demora inicial por

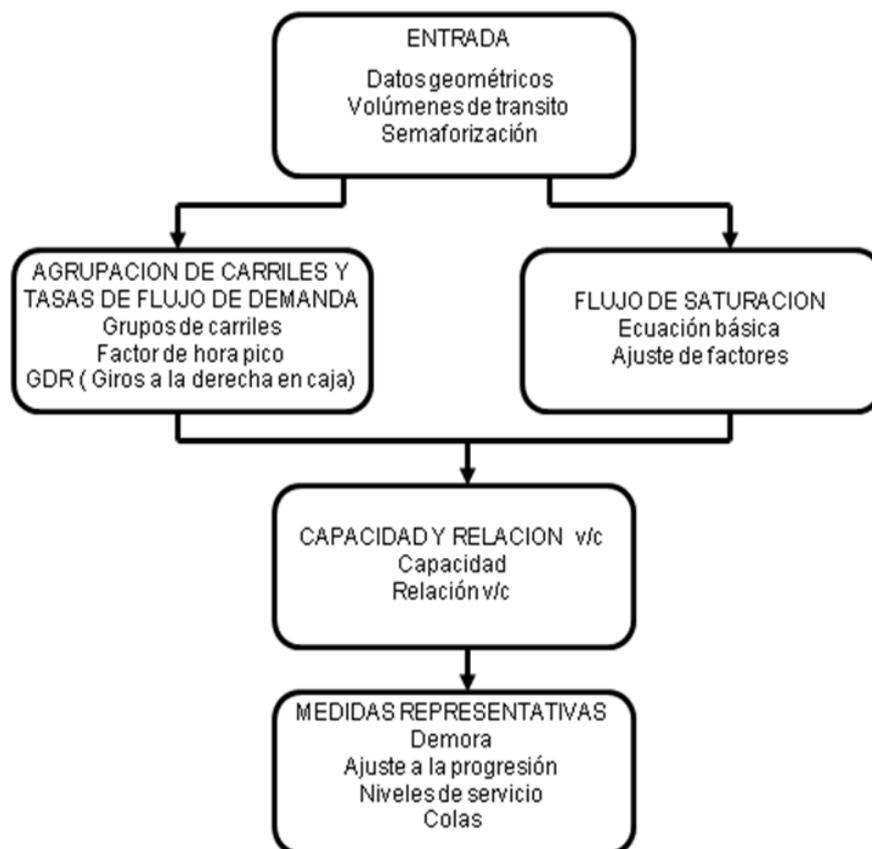
desaceleración, el tiempo para que una cola se ponga en movimiento, la demora por parada y la demora final por aceleración.

Cada grupo de carriles se analiza por separado. La capacidad de la intersección como un todo no se puede calcular, debido a que la Capacidad y niveles de servicio, flujo discontinuo semaforización de la intersección se enfoca en el acomodo de los movimientos vehiculares en los accesos.

La metodología cubre un rango amplio de configuraciones operacionales, incluidos combinación de planes de fases, utilización de carriles, tratamientos alternos de giros a izquierda. Algunas de estas configuraciones pueden considerarse inaceptables por algunas agencias desde el punto de vista de la seguridad.

El aspecto de la seguridad en las intersecciones controladas con semáforo no puede ignorarse. La metodología aplicada no garantiza necesariamente, por sí sola, que esto ocurra. Aquí desempeñan un papel importante el juicio y el criterio del analista. La entrada y el orden del método de cálculo para las intersecciones controladas con semáforo, se realiza como se esquematiza en la [Figura 16](#).

**Figura Nº 16. Metodología para el análisis de intersecciones controladas con semáforo**



Fuente: Manual de capacidad de carreteras (HCM 2010)

**INTERSECCIÓN NO SEMAFORIZADA (o de prioridad con señal de Pare)****A. Condiciones básicas para el análisis**

La metodología específica para las intersecciones controladas por señales de “pare” o ceda el paso en dos de los accesos no se puede emplear en el análisis de intersecciones sin ningún tipo de señalización.

Debido que este procedimiento está basado en el uso de espacios entre vehículos en la corriente del tránsito principal, por los vehículos que cruzan o giran a esa corriente, requiere que el derecho de paso esté claramente asignado y que los movimientos que buscan espacios entre vehículos permanezcan sin cambio.

El procedimiento de análisis está basado en un método alemán publicado originalmente en 1972 y traducido en 1974, el cual fue modificado en Estados Unidos con base en un número limitado de estudios de validación.

El método presume en general que la vía principal no se ve afectada por los flujos de la vía secundaria. Esta suposición es adecuada para períodos en los cuales la operación es uniforme y sin congestión.

Cuando existe un embotellamiento es muy probable que los flujos de la vía principal experimenten algo de impedancia debido al tránsito de la vía secundaria. Se supone que los giros izquierdos de la vía principal se afectan por el flujo opuesto de la vía principal, y que el tránsito de la vía secundaria es afectado por todos los movimientos conflictivos.

La metodología también ajusta la impedancia adicional entre los flujos de la vía secundaria y la del uso compartido de carriles por los dos o tres movimientos de la vía secundaria.

Para considerar apropiadamente las impedancias mutuas, el método se basa en un régimen priorizado de uso de espacios entre vehículos. Éstos son utilizados por un número de flujos concurrentes en el flujo vehicular de la vía principal. Un espacio usado por un vehículo de uno de estos flujos no estará disponible para otro vehículo. Los espacios son utilizados por los vehículos en el siguiente orden de prioridad:

- \* Prioridad 1. Giros derechos de la vía secundaria.
- \* Prioridad 2. Giros izquierdos de la vía principal.
- \* Prioridad 3. Movimientos directos de la vía secundaria.
- \* Prioridad 4. Giros izquierdos de la vía secundaria.

Por ejemplo, si un vehículo que va a girar a la izquierda desde la vía principal y un vehículo de la vía secundaria que va a seguir directo están esperando cruzar la corriente del tránsito principal, el primer espacio disponible (de tamaño adecuado) será utilizado por el vehículo que dé giro izquierdo.

El vehículo directo de la vía secundaria deberá esperar el segundo espacio disponible. En suma, un gran número de vehículos de giro izquierdo podrán usar tantos espacios disponibles que los

vehículos directos de la vía secundaria están fuertemente impedidos o imposibilitados para hacer movimientos de cruce seguros.

Se presume que los vehículos de giro derecho desde la vía secundaria no van a utilizar todos los espacios disponibles.

Debido a que estos vehículos convergen a los espacios en el carril del lado derecho de la corriente hacia la cual giraron, requieren solamente un espacio en ese carril, no en el flujo total de la vía principal.

Un espacio en el tránsito de la vía principal podrá ser usado por otro vehículo simultáneamente. Por esta razón, el método presume que los giros derechos de la vía secundaria no impiden que cualquier otro flujo use los espacios que se presenten en la vía principal.

## **B. Metodología**

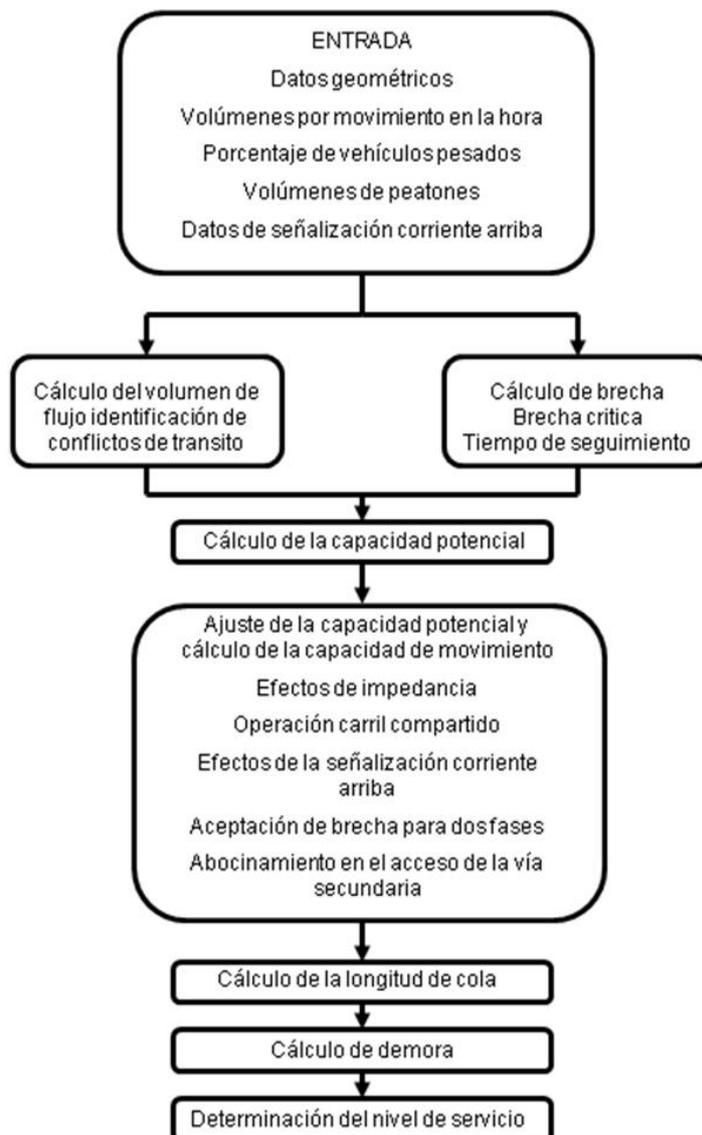
Inicialmente el método implica definir las condiciones geométricas y de volúmenes en la intersección en estudio, así como determinar el “tránsito conflictivo” en el cual debe cruzar cada movimiento de la vía secundaria y el movimiento de giro izquierdo de la vía principal.

También se puede establecer el tamaño del espacio aceptable en la corriente del tránsito conflictivo que requieren los vehículos en cada movimiento para cruzar la corriente del tránsito conflictivo.

Es necesario conocer la capacidad de los espacios en la corriente del tránsito principal para acomodar cada uno de los movimientos en estudio que utilizarán estos espacios.

Finalmente se deben ajustar las capacidades encontradas por concepto de la impedancia y el uso de los carriles compartidos.

Figura N° 17. Metodología para el análisis de intersecciones de prioridad



Fuente: Manual de capacidad de carreteras (HCM 2010)

### Nivel de servicio

Los niveles de servicio se definen según los valores expresados en la [Tabla N° 2](#), los cuales se encuentran en función de la demora total promedio, definida como el tiempo total transcurrido desde cuando un vehículo se detiene al final de la cola hasta que el vehículo logra entrar a la intersección. Este tiempo incluye el tiempo requerido por el vehículo para pasar del extremo final de la cola a la primera posición. La demora total promedio para cualquier movimiento secundario está en función de la capacidad del acceso y del grado de saturación. En situaciones en que el grado de saturación es mayor de 0.9, la magnitud de la demora promedio por vehículo depende además de la duración del período de análisis.

**Tabla N° 2. Descripción de los niveles de servicio para intersecciones de prioridad**

Nivel de servicio	Demora promedio (seg/veh)
A	0 - 10
B	> 10 - 15
C	> 15 - 25
D	> 25 - 35
E	> 35 - 50
F	> 50

Fuente: Manual de capacidad de carreteras (HCM 2010)

#### ▪ Proyección del Flujo Vehicular y Peatonal

Se ha modelado los **157 estacionamientos para vehículos livianos, 11 andenes de embarque, 11 de desembarque y 6650 peatones que serán generados por el proyecto**, que van a ser modelados para la hora punta, en las 4 intersecciones evaluadas.

La distribución de los estacionamientos para vehículos livianos se muestra a continuación en los siguientes cuadros:

**Cuadro N° 16. Estacionamiento para Trabajadores**

N° Trabajadores	1 Nivel	187
	2 Nivel	34
	Total	221
N° Estacionamientos		44

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

Se considera 1 estacionamiento cada 5 personas.

**Cuadro N° 17. Estacionamiento para Pasajeros**

N° Personas	Embarque	550
	Desembarque	550
	Total	1100
N° Estacionamientos		66

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

Según la encuesta aplicada a los usuarios, el 6% acude en auto.

**Cuadro N° 18. Estacionamiento para Clientes**

Clientes	47	7
	Total	329
N° Estacionamientos		47

Fuente: Memoria Descriptiva del Proyecto

Se considera 1 estacionamiento cada 8 personas.

Según el estudio de mercado será necesario 11 andenes de embarque y 11 desembarque considerando las empresas que se trasladaran al Terminal Terrestre de Trujillo total y parcialmente.

**Cuadro N° 19. Andenes de Embarque**

DIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
MAXIMO #	11	10	9	9	11	7	11

Fuente: Estudio de Mercado - PLANDET

**Cuadro N° 20. Andenes de Desembarque**

DIAS	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
MAXIMO #	10	9	11	8	11	8	10

Fuente: Estudio de Mercado - PLANDET

La distribución de peatones que el proyecto generara se presenta a continuación detalladamente:

**Cuadro N° 21. Peatones que usaran los andenes**

	Andenes	Capacidad Bus	Pasajeros Total
Embarque	11	50	550
Desembarque	11	50	550

Fuente: Estudio de Mercado - PLANDET

Según el estudio de mercado el 68 % de los pasajeros que abordará un ómnibus acude al terminal con acompañantes. Se asume que, igualmente, el 68% de pasajeros que desembarcan son recibidos por acompañantes.

**Cuadro N° 22. Usuarios comprando pasajes**

Empresas	Personas	Total de Personas
47	7	329

Fuente: Estudio de Mercado - PLANDET

Se consideró que en hora punta, en promedio, 7 personas podrían estar comprando en cada counter de las 47 empresas.

**Cuadro N° 23. Personal que trabajara en el primer nivel del Terminal Terrestre**

	Cantidad	Personas	
Empresas c/equipaje	34	3	102
Empresas s/equipaje	13	2	26
Entrega Equipaje	11	2	22
Consigna	1	2	2
Farmacia	1	1	1
Tópico	1	1	1
Informes	1	2	2

Cocina	2	2	4
Recepción	1	1	1
Choferes	2	11	22
			<b>183</b>

Fuente: Estudio de Mercado - PLANDET

#### Cuadro N° 24. Personal en el segundo nivel del Terminal Terrestre

SECTOR 1	Cantidad	Personas	
Gerencia	1	1	1
Control Tráfico	1	2	2
Secretaría-Espera	1	4	4
Contabilidad-Finanzas	1	6	6
Imagen Institucional	1	2	2
Cuarto Seguridad	1	4	4
RRHH	1	2	2
Otras Oficinas	2	1	2
			<b>23</b>

Fuente: Estudio de Mercado - PLANDET

#### Cuadro N° 25. Personal en el segundo nivel del Terminal Terrestre

SECTOR 2	Cantidad	Personas	
MTC	1	2	2
PT - GR	1	5	5
POLICIA	1	3	3
			<b>10</b>

Fuente: Estudio de Mercado - PLANDET

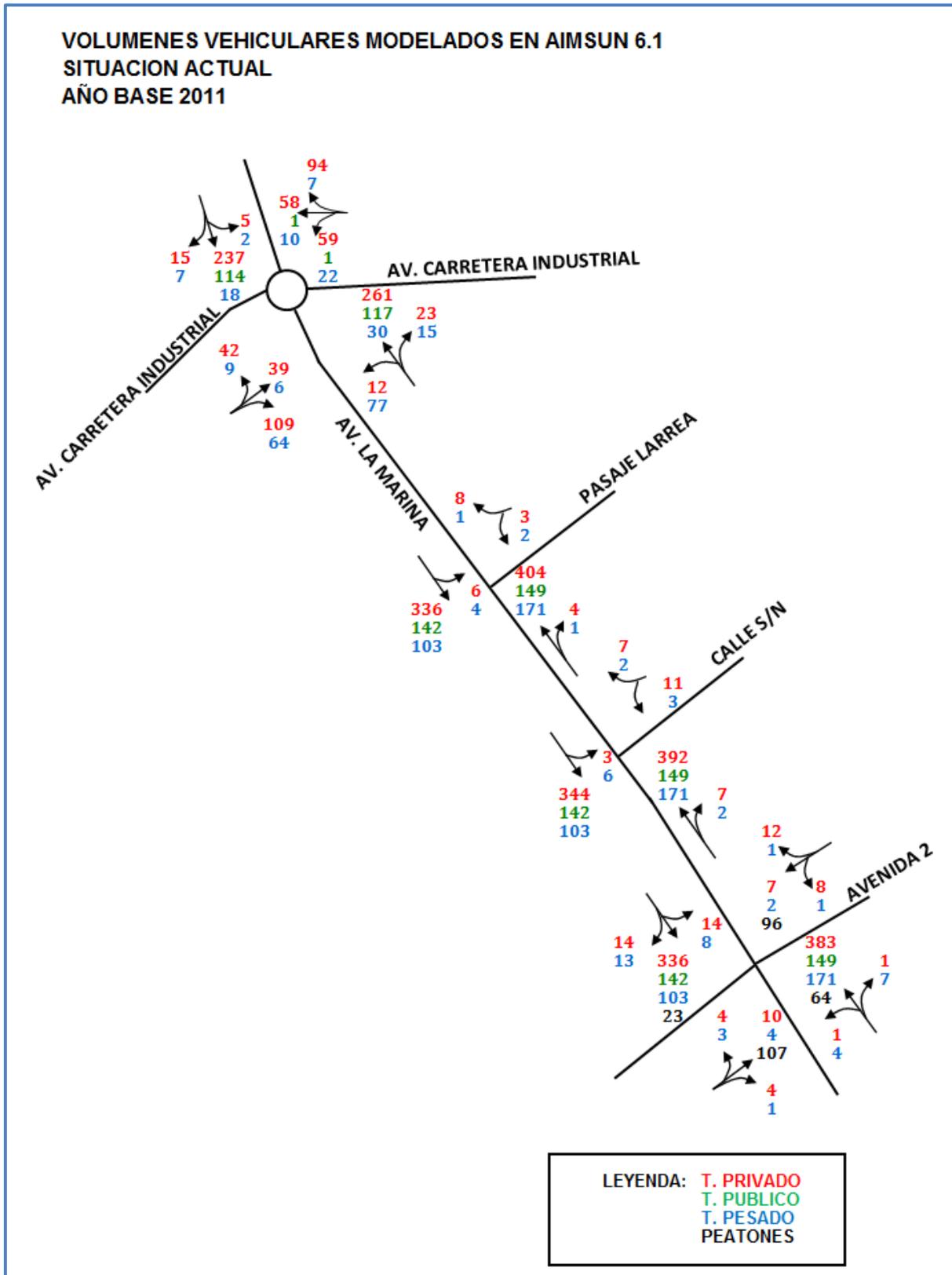
#### Cuadro N° 25. Personal Total de Personas

Embarque	550
Desembarque	550
Acompañantes 68% total de pasajeros	748
Usuarios comprando pasajes	329
Personal	216
<b>Número Total de Personas</b>	<b>2393</b>

Fuente: Estudio de Mercado - PLANDET

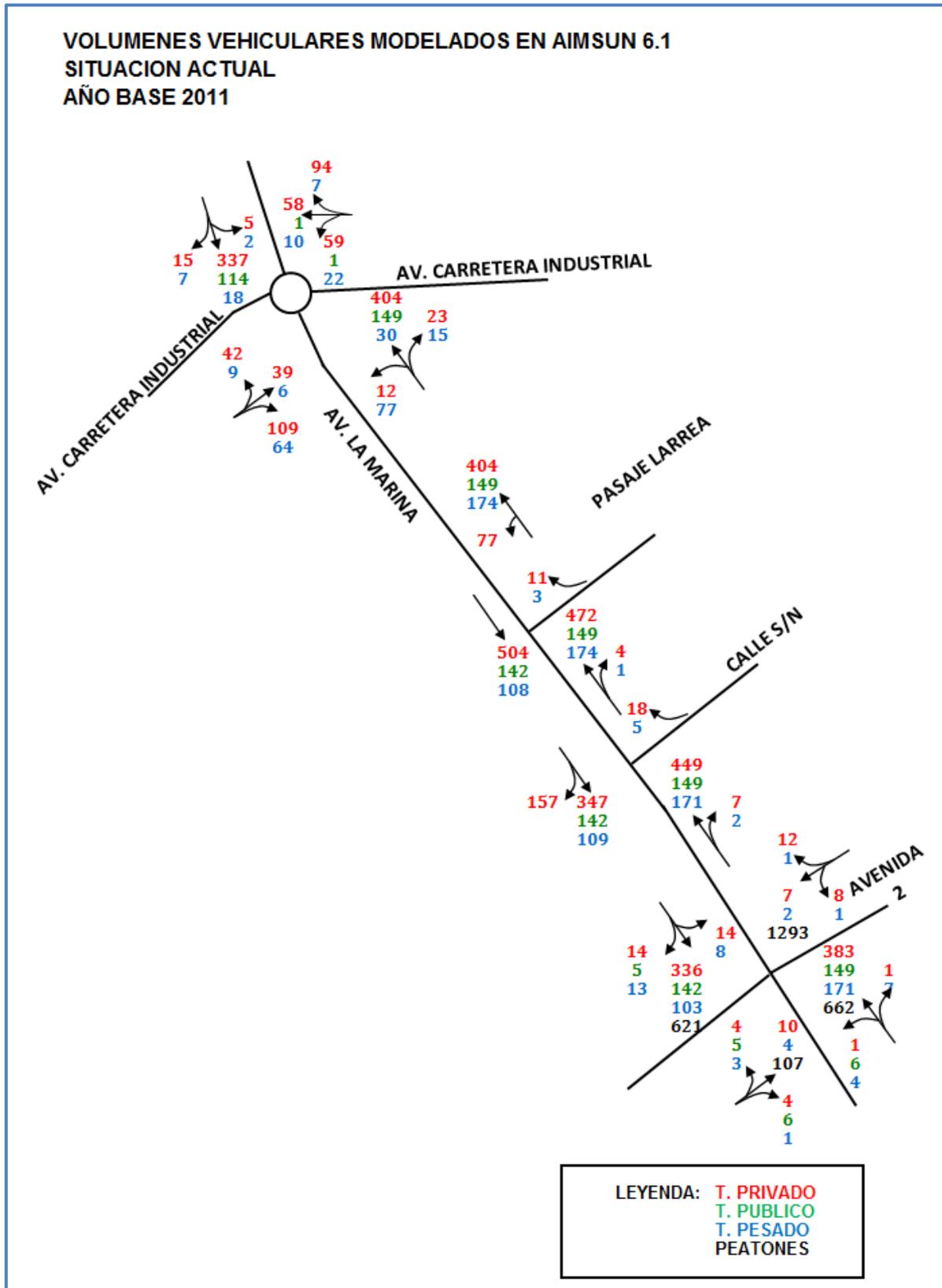
Las distribuciones de volúmenes vehiculares por tipo de vehículo en las situaciones: SIN PROYECTO 2011, CON PROYECTO 2011 - SEMAFORIZADA y CON PROYECTO 2011 - OVALO A NIVEL, se presentan en las [Figuras N° 18 y 19](#).

Figura N° 19. Volúmenes Vehiculares Modelados. Situación Actual



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 20. Volúmenes Vehiculares Modelados. Situación Con Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

## ▪ RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

A continuación se presentan los cuadros resumen de los niveles de servicio encontrados en las intersecciones modeladas para los diferentes escenarios. Los reportes de la simulación completos se encuentran en el [Anexo N° 7](#).

### Escenarios de modelación

#### RESULTADOS ESCENARIO 1: Sin Proyecto 2011

INTERSECCIÓN	HCM LOS
Av. Panamericana Norte – Av. La Marina – Carretera Industrial	A
Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea	A
Av. Panamericana Norte – Calle S/N (Frente Modasa 1)	A
Av. Panamericana Norte – Avenida 2	A

#### RESULTADOS ESCENARIO 2: Con Proyecto 2011 – Semaforizada

INTERSECCIÓN	HCM LOS
Av. Panamericana Norte – Av. La Marina – Carretera Industrial	A
Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea	A
Av. Panamericana Norte – Calle S/N (Frente Modasa 1)	A
Av. Panamericana Norte – Avenida 2	A

#### RESULTADOS ESCENARIO 3: Con Proyecto 2011 – Ovalo a Nivel

INTERSECCIÓN	HCM LOS
Av. Panamericana Norte – Av. La Marina – Carretera Industrial	A
Av. Panamericana Norte – Pasaje Larrea	A
Av. Panamericana Norte – Calle S/N (Frente Modasa 1)	A
Av. Panamericana Norte – Avenida 2	A

## 7.2. Análisis de colas y operación interna

De las intersecciones evaluadas en el área de estudio, todas se encuentran sin semaforizar; por lo que, las colas en la intersección en situación actual y con proyecto, presentan el siguiente análisis:

*Sin proyecto:* el nivel de servicio en las intersecciones mostradas en los cuadros anteriores se presenta el nivel A, el volumen no excede a la capacidad y las colas son aceptables, debido a que no se satura las vías estudiadas.

*Con proyecto Semaforizado y Ovalo a Nivel:* el nivel de servicio en las intersecciones mostradas en los 2 cuadros anteriores presentan también el nivel A; como consecuencia del proyecto el nivel de servicio no se altera debido a las propuestas para mejorar las vías aledañas, el volumen no excede a la capacidad y las colas son aceptables, debido a que no se satura las vías estudiadas.

Los reportes de la simulación que muestran estos resultados, se presentan en el [Anexo 7](#) del presente estudio.

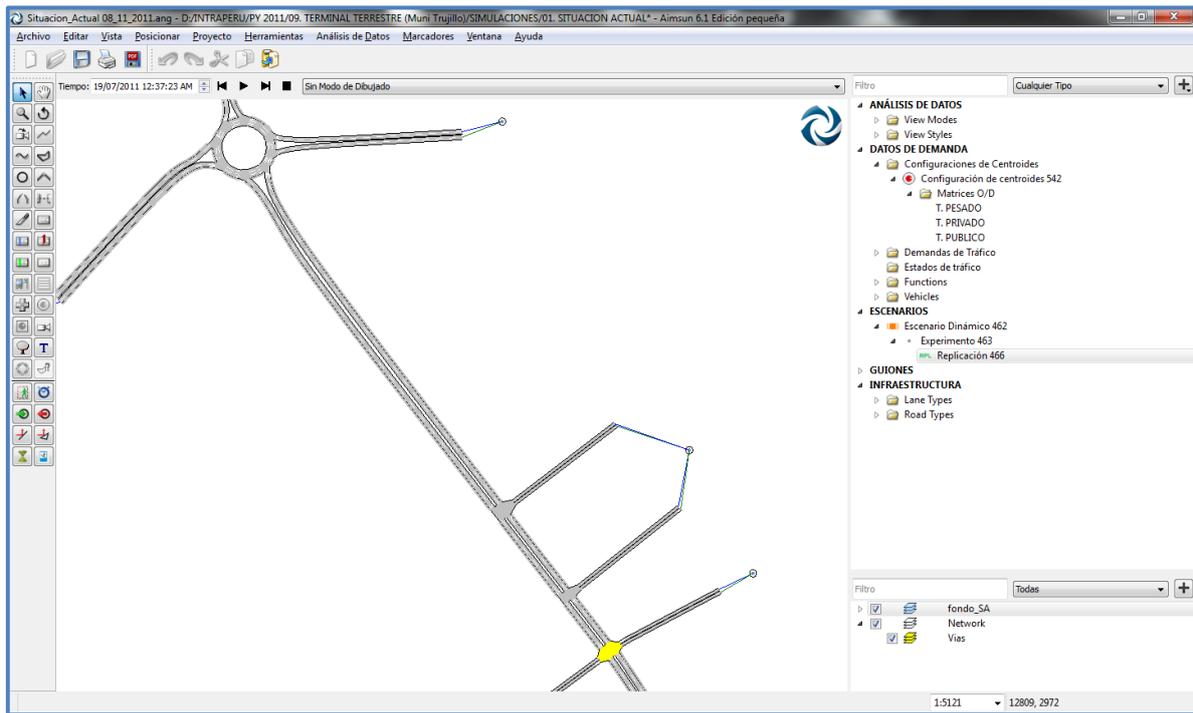
## 7.3. Modelación de la red vial circundante

El área de estudio está definida por las siguientes vías:

- Norte – Sur y Sur – Norte: Av. Panamericana Norte, vía arterial de 2 carril por sentido; Av. La Marina vía arterial de 2 carriles por sentido.
  - Oeste – Este y Este – Oeste: Av. Carretera Industrial, vía arterial de 2 carriles por sentido; Calle S/N, Pasaje Larrea y Avenida 2, vías locales de 1 carril por sentido.
- **Planos de simulación de la Situación Actual del período crítico**

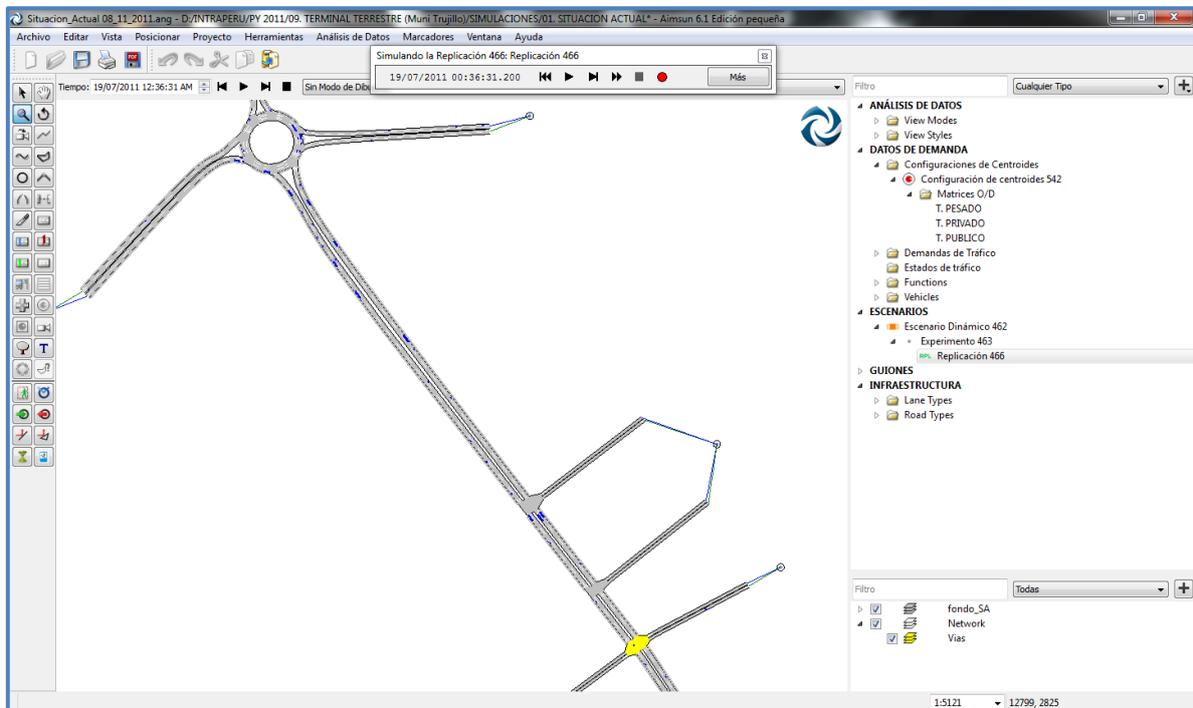
Los planos de simulación y los reportes de la situación actual del período crítico modelado, se presentan en el [Anexo 7](#) del presente estudio. En la [Figuras N° 21 y 22](#) se presentan los esquemas de simulación de la situación actual.

Figura N° 21. Esquema de situación actual AIMSUN 6.1



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 22. Esquema de simulación 2D en AIMSUN 6.1

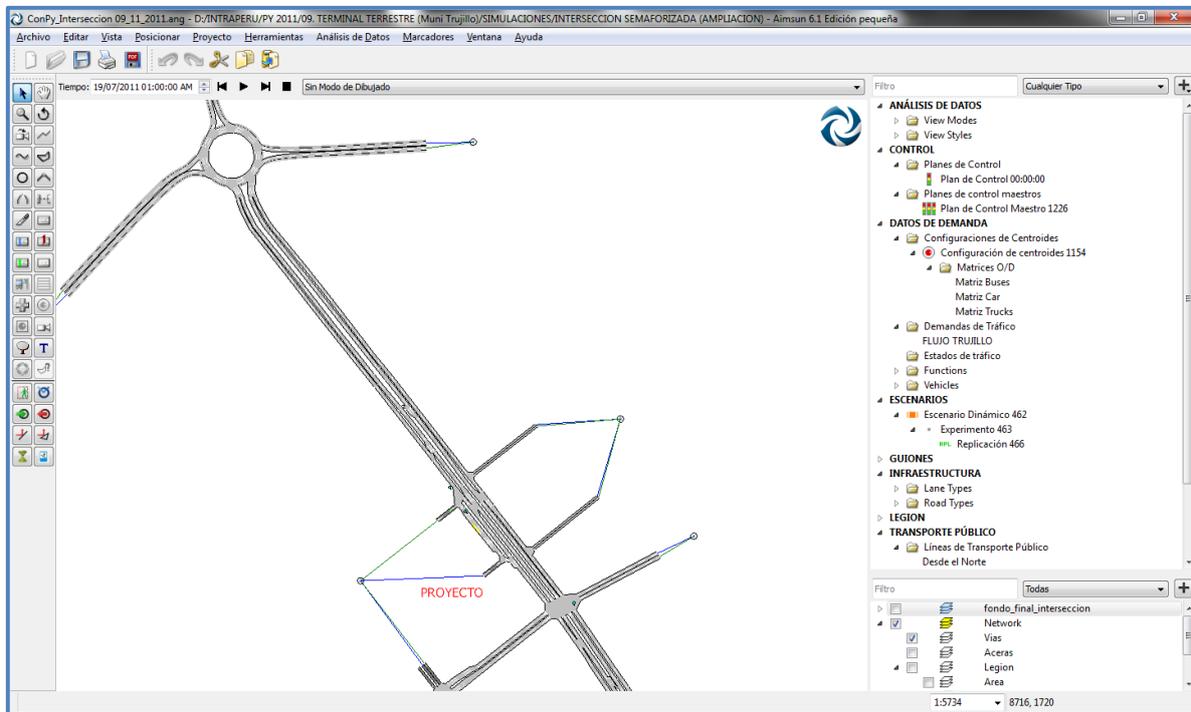


Fuente: Elaboración propia.

• Planos de simulación de la situación Con Proyecto Semaforizada

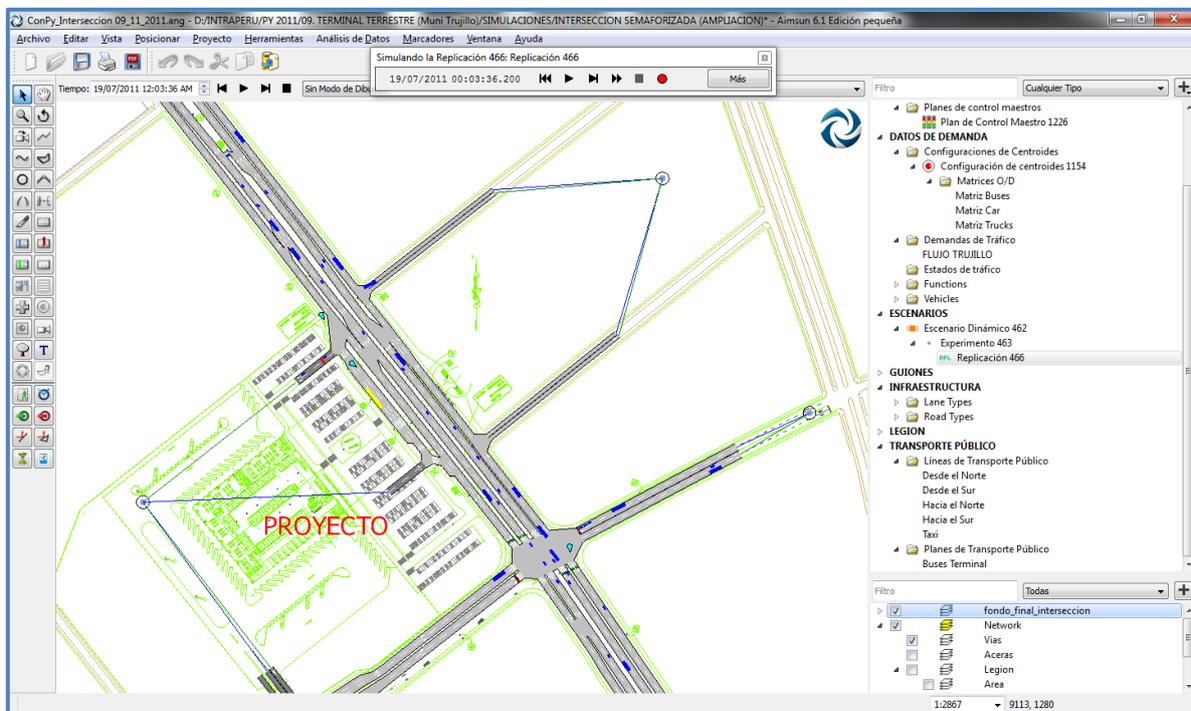
En la Figuras N° 23 a la 25 se presentan los esquemas de simulación de la situación actual.

Figura N° 23. Esquema de Situación Con Proyecto Semaforizada en AIMSUN 6.1



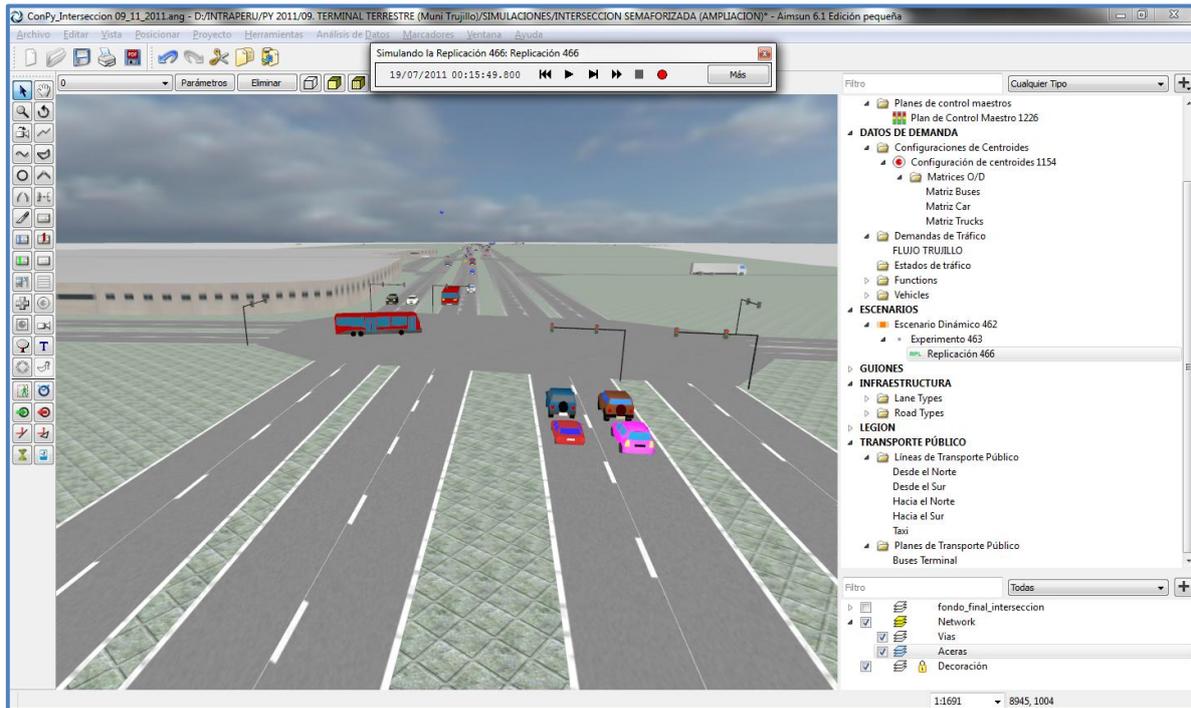
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 24. Esquema de simulación 2D en AIMSUN 6.1



Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 25. Esquema de simulación 3D en AIMSUN 6.1 (Esquina del Proyecto)**

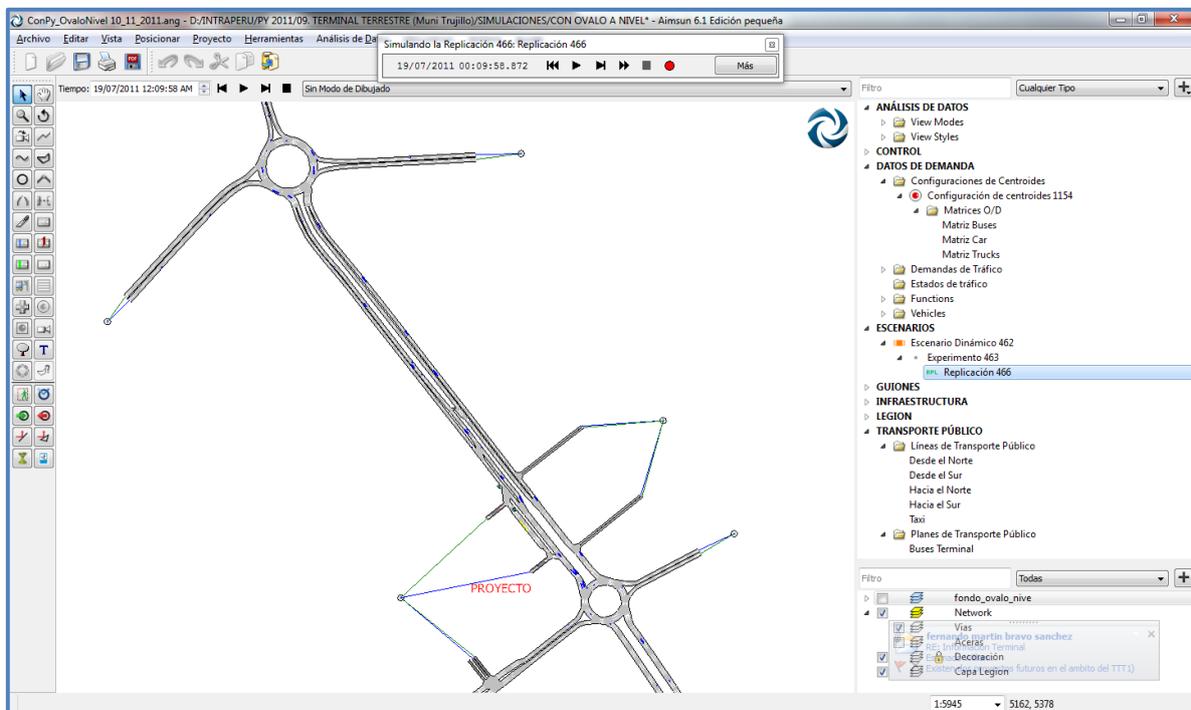


Fuente: Elaboración propia.

- Planos de simulación de la situación Con Proyecto Ovalo a Nivel

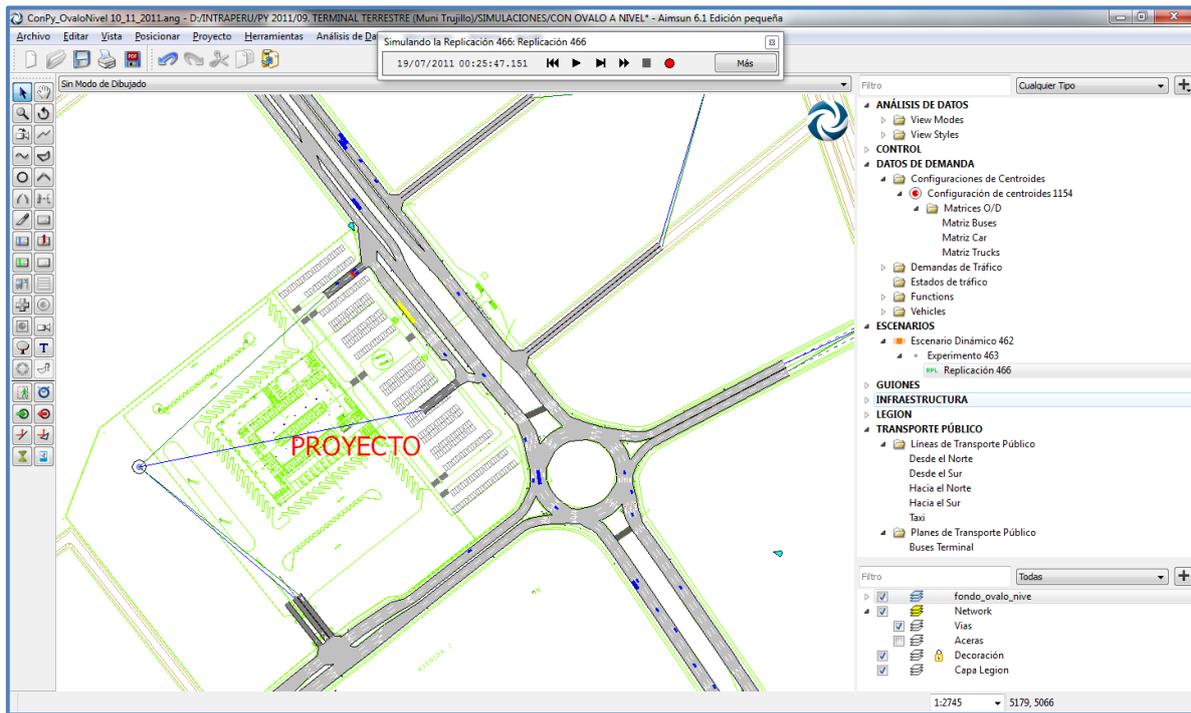
En la Figuras N° 26 a la 28 se presentan los esquemas de simulación de la situación actual.

**Figura N° 26. Esquema de Situación Con Proyecto Ovalo a Nivel AIMSUN 6.1**



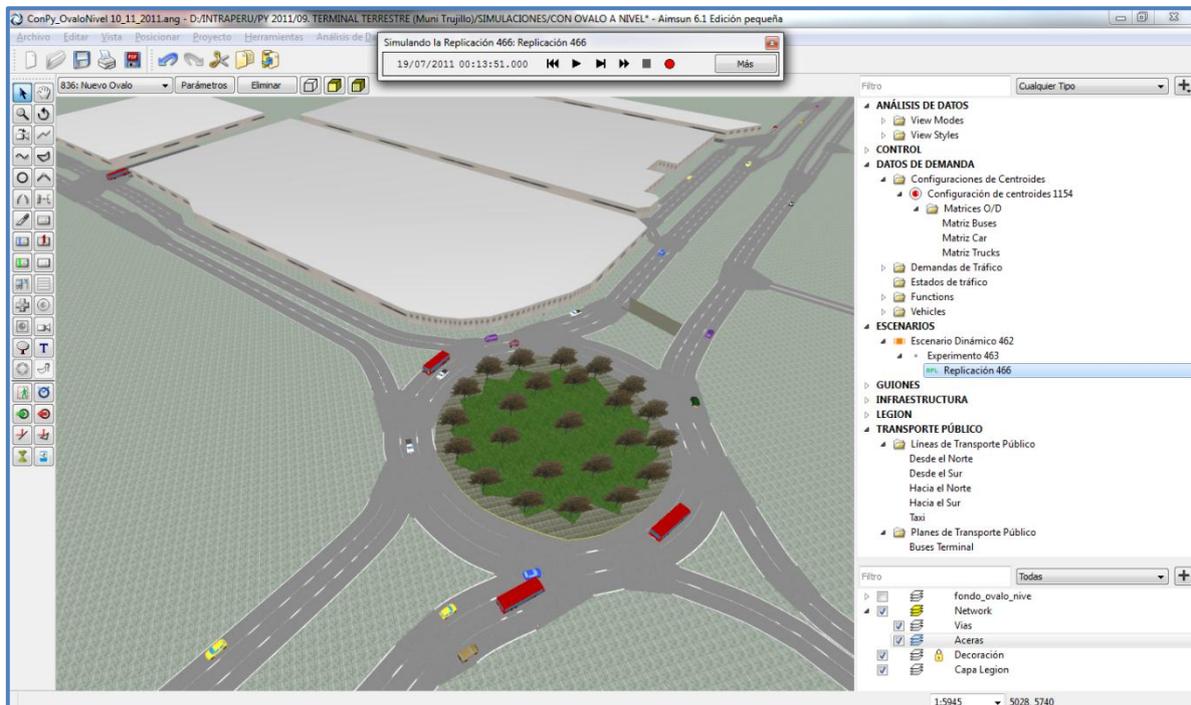
Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 27. Esquema de simulación 2D en AIMSUN 6.1**



Fuente: Elaboración propia.

**Figura N° 28. Esquema de simulación 3D en AIMSUN 6.1 (Esquina del Proyecto)**



Fuente: Elaboración propia.

#### 7.4. Análisis de los posibles impactos viales en las temporadas de mayor actividad del proyecto y en periodos críticos del área de influencia

El estudio de tráfico refleja el análisis en las horas de máxima demanda vehicular. Asimismo, por el tipo de actividad, el Proyecto tiene una actividad normal o regular durante la mayor parte del año, asumiendo ocasiones del incremento de la demanda durante las fiestas patrias, día de la madre y navidad. En ese sentido, se ha modelado la **capacidad total del estacionamiento de vehículos**, según parámetros constructivos correspondientes.

### 8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MITIGACIÓN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA

#### *PROBLEMAS ENCONTRADOS (identificación de impactos)*

Los impactos en relación con la ejecución de un proyecto pueden ser positivos o negativos, dependiendo del comportamiento de la zona antes y después del proyecto, es decir si se mantiene, mejora o se perjudica la calidad de vida de la comunidad afectada.

El presente estudio considera, como uno de los principales aspectos a tratar, la evaluación de las condiciones físicas operacionales de las vías del entorno inmediato al proyecto, en base a la cual se puedan identificar la problemática existente y los posibles impactos generados, que permitan plantear las medidas de gestión de tránsito más asociados a su mitigación.

Mención especial tiene la proyección del volumen de buses que el proyecto generará en el futuro. Las cantidades proyectadas de buses son grandes y afectan de manera radical a la vía de modo que serán necesarios muchos cambios importantes en las cercanías del proyecto, pero ello obliga a una inversión que no es posible realizar en este momento. Por esta razón se ha visto conveniente en conversaciones con los especialistas de las diversas áreas que asesoran al proyecto, el crecimiento por etapas de la propuesta total del Terminal.

En el desarrollo de esta propuesta de mitigación se presentarán múltiples opciones a tomar en cuenta por el propietario del proyecto, sin embargo no debe entenderse como soluciones rígidas que deban aplicarse de forma exhaustiva e inalterable, sino como un listado de posibilidades que deberán analizarse conforme la conveniencia de la propia ciudad de Trujillo.

Entre los posibles problemas y/o impactos generados por el proyecto se pueden mencionar los siguientes:

1. La Avenida Dos es una vía semi-consolidada en su trazo, no así en su serviciabilidad. Se encuentra en la actualidad con una rodadura de asfalto sin un mantenimiento visible y con secciones totalmente destruidas, con veredas o jardines construidos en tramos cortos por los

propietarios, para acondicionar el ingreso a sus lotes. Su mobiliario es escaso pero importante como postes eléctricos, de luz y buzones de desagüe. No es una vía en condiciones de soportar el tráfico que generaría el proyecto, pero su estado actual permite su cambio con relativa facilidad en un futuro cercano.

2. La carretera Panamericana es una vía consolidada en su trazo. Sus condiciones de uso no están del todo desarrolladas, pero sirve de un modo eficiente a sus propósitos. La franja reservada a su total expansión (50m) ha sido respetada en casi todo el tramo de estudio, desde el río Moche hasta el óvalo La Marina, excepto frente al Hospital Regional de Cáncer.
3. Falta una infraestructura vial adecuada a la necesidad de los vehículos y personas que concurren al futuro Terminal Terrestre y que por las propias actividades que se desarrollan en el entorno inmediato al mismo, pueda integrarse como parte de un sistema seguro para el desplazamiento peatonal y vehicular.
4. Generación de un nuevo punto de cruce peatonal. Ubicado sobre la carretera Panamericana Norte, a la altura de la salida para peatones del mismo terminal terrestre, para formar parte de la accesibilidad al local proyectado.
5. El entorno del proyecto es muy hostil para el peatón por la escasez de veredas. Aunque esto no es un problema grave en la actualidad, con el Terminal se espera un incremento significativo del número de peatones que usen en el frente que da a la carretera Panamericana. En el frente que da a la avenida Dos no se espera un gran número de personas, pero el ingreso de buses allí generará una zona de maniobras que obligará a la construcción de veredas como asunto de seguridad.
6. Deterioro del ornato en la zona. Debido principalmente al tránsito pesado y al poco mantenimiento de la avenida Dos, la rodadura de su pavimento se encuentra destruida en un área muy grande. Se espera que por las mejoras que exige hacer un proyecto de este tamaño, las vías anexas reciban un mejoramiento significativo, tal como se propone en el presente estudio de impacto vial.
7. Ausencia de paraderos adecuados. En la actualidad, no se observa en la vecindad del proyecto, instalaciones que permitan el llegada y la partida de usuarios del transporte urbano. Tal como está descrito, no hay hoy en día mucho perjuicio por el espacio disponible, pero es necesario ir acondicionando la vía conforme su crecimiento y los efectos de las nuevas construcciones en el entorno, tal como el Terminal Terrestre.

8. La colocación del ingreso de buses por el frente de la avenida Dos generará un gran número de giros a la izquierda de los buses que vengan del sur, por lo que será necesaria la implementación de una solución que evite o mitigue problemas de congestión.
9. La llegada de buses del norte genera un problema de menor gravedad por el menor volumen de estos vehículos, pero que sufren la dificultad en el giro por la geometría de la vía cercana a la intersección.

### *PROPUESTAS DE MITIGACIÓN*

De acuerdo al análisis de tránsito generado en la Situación sin Proyecto y con Proyecto e identificados los problemas e impactos del mismo, se plantean las propuestas que permitirán mitigar principalmente la problemática relacionada a la accesibilidad segura y ordenada de peatones y vehículos que accederán al local proyectado como Terminal Terrestre, debiéndose disponer para ello de zonas debidamente acondicionadas para este fin, reduciendo al mínimo la posibilidad de conflictos vehículo-vehículo y peatón-vehículo.

Dichas propuestas están relacionadas principalmente a las rutas identificadas para el ingreso y salida de peatones y vehículos, a su operatividad actual, así como a las características de la infraestructura vial existente, siendo éstas las siguientes:

#### **En Infraestructura**

- a) Construcción de veredas a lo largo de los dos frentes del proyecto. Una visión más amplia del proyecto aconsejaría la construcción de veredas en la carretera Panamericana del puente sobre el río Moche al óvalo La Marina, para consolidar la vía.
- b) Acondicionar cruces peatonales en la intersección de la carretera Panamericana Norte y la Avenida Dos, para protección de los peatones por el incremento de los giros en la sección.
- c) Acondicionamiento de un paradero para unidades de transporte urbano dentro del área del proyecto, con el fin de no afectar la vía, ni que un acondicionamiento futuro de la carretera Panamericana Norte afecte al proyecto. La separación de esta área se realiza en conversaciones con los diseñadores del interior del Terminal.
- d) Acondicionamiento de un paradero para taxis que dejen pasajeros en el terminal dentro del área del proyecto, para proteger la integridad del proyecto dentro del terminal ante futuros acondicionamientos de la vía pública aledaña.

- e) Emplazamiento de un puente peatonal que cruce la carretera Panamericana Norte a la altura del acceso peatonal del Terminal, para un cruce seguro de la vía.
- f) Acondicionamiento de una bahía de paraderos para buses en la vereda opuesta al terminal en la carretera Panamericana Norte, con espacio para el estacionamiento de dos unidades.
- g) En la intersección de la carretera Panamericana Norte con la avenida Dos se ha propuesto la construcción de un óvalo con un paso a desnivel como solución óptima que casi aísla el espacio de la intersección para el volumen que se genera para los buses usuarios del Terminal, ya que el volumen principal que pasa por la intersección se desvía por el paso a desnivel, pero esta solución es demasiado onerosa para su implementación en el corto plazo.
- h) En vista de la dificultad de disposición de capital para la realización del proyecto, el cual afecta a todos los aspectos del proyecto y no solo al vial, se ha visto conveniente proponer una solución progresiva para el tratamiento de la intersección en simultáneo con el crecimiento del proyecto.
  - a. La solución para una primera etapa es una intersección a nivel, semaforizada con tres carriles por sentido en la carretera Panamericana Norte, con variación del eje central de ésta vía. Dos carriles por sentido para el ramal de la Avenida Dos aledaño al terminal, sin variación de la geometría vial y reduciendo al mínimo la expropiación.
  - b. La solución para una segunda etapa es una intersección a nivel, semaforizada, con cuatro carriles por sentido en la Carretera Panamericana Norte (lo cual implicaría una considerable área a expropiar), y un carril por sentido para el ramal opuesto a la Avenida Dos.
- i) En el ingreso de los buses se ha considerado la construcción de un carril auxiliar en ambos sentidos para facilitar las maniobras a realizar, así como el dimensionamiento de los módulos de sección de forma tal que permitan la demarcación de radios de giro con dimensiones convenientes que favorezcan la facilidad y seguridad de maniobra. También se presenta un diseño de carril con un ancho ligeramente mayor en las cercanías del ingreso con los mismos fines descritos.

## Señalización

- a) Se ha considerado necesario efectuar la señalización horizontal en las proximidades de la intersección de la carretera Panamericana Norte con la avenida Dos, de manera que permita canalizar adecuadamente el tránsito, también se ha considerado el pintado de cebras peatonales sobre las zonas de cruce propuestas, la demarcación de leyendas “DESPACIO-PEATONES”, conforme se detalla en el Plano de Propuestas, así como el pintado de zona rígida para el estacionamiento vehicular en la calzada, lo que debe ser autorizado por la Municipalidad de Trujillo.
- b) Asimismo, se ha considerado la instalación de señales verticales que permitan regular, advertir e informar a los usuarios sobre las condiciones que rigen el adecuado uso de esta vía, como es el caso de señales de Cruce Peatonal (P-48), Prohibido Paradero (R-44), Paradero de Bus (I-20), Paradero de Taxi (I-21), entre otras que se detallan en el plano de propuestas anexo.
- c) Además de las señales comunes, también se considera la colocación de dos señales informativas en el ingreso de buses, una en cada sentido, para advertir de la realización de maniobras con la leyenda “INGRESO Y SALIDA DE BUSES”, otro letrero informativo en la carretera Panamericana Norte para anunciar el ingreso de vehículos particulares y taxis con el texto “INGRESO PARTICULARES TAXIS”, así como un tercer y último letrero, en la carretera Panamericana Norte que indica la salida de vehículos particulares, taxis y transporte público con el texto “SALIDA PARTICULARES TAXIS TRANSPORTE PUBLICO”.

## Semaforización

- a) En la primera etapa de implementación del plan de mitigación, que desarrolla la intersección a nivel, se propone la semaforización de la intersección para el control del flujo. Mirando hacia la carretera Panamericana Norte se colocan cuatro postes tipo semi-pórtico (dos por sentido) con dos grupos de semáforos con tres luces y un contador cada uno. Hacia la avenida Dos se coloca un poste semi-pórtico con dos grupos de semáforos con tres luces y un contador cada uno. Además, alineados con los cruceros, se colocarán semáforos peatonales a cada extremo de estos y dos semáforos más sobre cada separador central de la carretera Panamericana Norte, apoyados sobre un mismo poste. Todos los semáforos peatonales constituirán de una luz y un contador.

La Municipalidad Provincial de Trujillo -MPT-, está implementando un sistema centralizado de semaforización para la ciudad, con el uso de la nueva tecnología de semáforos LED's, y sistemas coordinados de sincronización, acorde al nuevo equipamiento semafórico que se

viene implementando en otras ciudades del Perú. Se recomienda al municipio la inclusión de esta intersección en este sistema a implementar.

- b) En la segunda etapa de este plan de mitigación de impactos, el diseño de óvalos no considera la colocación de semáforos como medio de regulación del flujo de tránsito, pero considera la implementación de semáforos de advertencia, intermitentes y de color rojo, siendo éste un rubro más cercano al tema de seguridad que al de control de tránsito.

## **Seguridad**

- a) Para efectos de lograr la seguridad en el tránsito, se ha considerado necesaria la implementación de elementos de seguridad en las puertas de acceso a las zonas de estacionamiento del Terminal, como al ingreso de buses, tal es el caso del semáforo intermitente y de los espejos convexos de seguridad, a fin de que facilite la maniobra del conductor al realizar su maniobra de ingreso y salida del local comercial, observando la presencia de algún peatón por la acera, tomando así las precauciones del caso.
- b) La disposición de efectivos de seguridad y de tránsito en horas punta (en el flujo de buses) en las puertas de acceso principal al local, a fin de regular y poder garantizar el cumplimiento de los dispositivos de control implementados, así como mitigar los posibles inconvenientes surgidos al momento de la operación del proyecto.
- c) Realizar las coordinaciones necesarias con las empresas de energía eléctrica a fin de mejorar las condiciones de iluminación en la carretera Panamericana y la avenida Dos, a fin de proveer un lugar agradable y con mayor seguridad en las cercanías del Terminal.
- d) Considerar la necesidad de coordinar con la Municipalidad de Trujillo, la presencia de miembros del Serenazgo en caso se tenga que dar seguridad a la zona.

## **Monitoreo**

Finalmente, dadas las condiciones de infraestructura, señalización y seguridad a adoptarse como parte de la propuesta planteada, se considera necesario efectuar un monitoreo del tránsito, una vez implementado el proyecto y las mejoras planteadas, a fin de evaluar la operatividad del tránsito en el sector y considerar –de ser el caso- medidas de mejoramiento adicionales que permitan otorgar seguridad al tránsito vehicular y peatonal de la zona en estudio.

---

## **9. PLAN DE MONITOREO DURANTE EL FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO, SEGÚN INDICADORES, A LOS 3 MESES Y AL AÑO DE INICIADAS LAS ACTIVIDADES**

El proyecto se compromete a realizar una *Evaluación de Tránsito EX-POST*, al 3er mes y al año de iniciadas las actividades, para verificar y/o corregir, si fuese necesario, las medidas de mitigación de impacto propuestas. Conforme a una práctica profesional responsable con su entorno.

Trujillo, Noviembre de 2011