

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



#### TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Elaboración del modelo de tráfico en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura.**

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de Transportes  
**Sub línea de investigación:** Transportes

#### **Autores:**

Ramos Maza, Juan Victor  
Tume Jiménez, Grace Lorena

#### **Jurado evaluador:**

**Presidente** : Hurtado Zamora, Oswaldo  
**Secretario** : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward  
**Vocal** : Chuyes Gutiérrez, Carlos Alberto

#### **Asesor:**

Vargas López, Segundo Alfredo  
**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7631-5226>

**PIURA-PERÚ**  
**2023**

**Fecha de Sustentación: 2023/10/16**



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



#### TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

---

**Elaboración del modelo de tráfico en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura.**

---

**Línea de investigación:** Ingeniería de Transportes  
**Sub línea de investigación:** Transportes

#### **Autores:**

Ramos Maza, Juan Victor  
Tume Jiménez, Grace Lorena

#### **Jurado evaluador:**

**Presidente** : Hurtado Zamora, Oswaldo  
**Secretario** : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward  
**Vocal** : Chuyes Gutiérrez, Carlos Alberto

#### **Asesor:**

Vargas López, Segundo Alfredo  
**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7631-5226>

**PIURA-PERÚ**  
**2023**

**Fecha de Sustentación: 2023/10/16**

# ELABORACIÓN DEL MODELO DE TRÁFICO EN LA AV. PRINCIPAL DE LA URBANIZACIÓN SANTA MARGARITA DE LA CIUDAD DE PIURA.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>3%</b>	<b>3%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego</b>	<b>2%</b>
	Trabajo del estudiante	
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b>	<b>1%</b>
	Fuente de Internet	
<b>3</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b>	<b>1%</b>
	Fuente de Internet	

Excluir citas      Activo

Excluir coincidencias      < 1%

Excluir bibliografía      Activo



## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Vargas López, Segundo Alfredo, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada : **Elaboración del modelo de tráfico en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura**, autor (es) **Ramos Maza Juan Víctor y Tume Jiménez Grace Lorena**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 3%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 12 de Setiembre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **Elaboración del modelo de tráfico en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

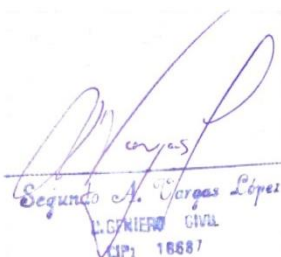
**Piura, 24 de setiembre del 2023.**



.....  
Ramos Maza, Juan Víctor  
DNI:75706801



.....  
Tume Jiménez Grace Lorena  
DNI: 72669975



Segundo A. Vargas López  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 16687

.....  
Vargas López, Segundo Alfredo  
DNI: 18180084  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7631-5226>

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Miguel Tume y Esperanza Jiménez por su amor y paciencia a pesar de todo.

A mis abuelas, Martha Cedillo y Lidia Acaro por brindarme palabras de aliento y siempre preocuparse por mí.

A mi abuelo, Gerardo Jiménez que desde el cielo siempre me guía para hacer las cosas bien.

BR. Grace Tume Jiménez.

A mis abuelos Juan Maza y Farina Echevarría por estar presentes en todo momento y creer en mí siempre, incluso cuando yo no lo hacía.

A mis tías Lorena y Eliana, mis hermanos Gonzalo y Alejandra por ser parte importante de mi crecimiento personal y profesional.

BR. Víctor Ramos Maza.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento a Dios, por forjar nuestro camino.

Agradecimiento a nuestras familias, por su apoyo absoluto.

Agradecimiento a nuestro asesor, Ingeniero Vargas López, Segundo Alfredo por sabernos guiar con su experiencia y sabiduría para la elaboración de este proyecto.

Agradecimiento a la universidad, por otorgarnos los conocimientos necesarios para el desarrollo de esta investigación.

Agradecimiento a los jurados, por brindarnos las correcciones precisas.

## RESUMEN

Este presente informe de tesis titulado Elaboración de modelo de tráfico de la Av. Principal en la Urbanización Santa Margarita – Piura, tiene como objetivo principal el realizar un modelado de tráfico vehicular tomando en cuenta el inventario de señales en esta avenida, la densidad de tráfico vehicular y la realización de una semaforización guiándonos del manual de dispositivos de control 2016.

Se justifica esta investigación debido a la falta de dispositivos de control que permiten una mejor circulación de vehículos en la Avenida Principal de la Urbanización Santa Margarita – Piura.

Tal como se menciona, se observó que la zona de estudio no cuenta con señalizaciones verticales ni horizontales, también se determinó que, debido al crecimiento poblacional, la existencia actual del volumen vehicular ha aumentado en esta avenida, provocando grandes congestionamientos.

Las metodologías que se plantearon fueron realizar una contabilización de señales verticales y horizontales, y hacer un conteo vehicular manual de vehículos que transitan durante 7 días las 24 horas para obtener el IMDA, la realización del método Webster para proponer una periodicidad óptima en los puntos de semaforización. Se pudo proceder con la realización de modelo de tráfico con ayuda del programa Synchro 8.0 y con el manual de dispositivos de control se propuso la señalización horizontal y vertical para la zona de estudio.

Los resultados obtenidos son: el modelo de tráfico con el programa Synchro 8.0, plano de señalización propuesta, y la periodicidad óptima para la semaforización en la Avenida.

Finalmente se concluyó la existencia de 20 señales verticales en todo el tramo y 16 demarcaciones horizontales, se encontraron 36 intersecciones con la Avenida Principal, se obtuvo el IMDA de 2022 Vehículos por día, en el plano de señalización propuesto se colocaron 83 señales verticales y 47 señales horizontales normadas por la establecido en el manual de dispositivos de control 2016.

Palabras Clave: Modelado, Tráfico, Synchro, Vehículos, Señalización, Webster, Control.



## **ABSTRACT**

This thesis report, titled "Development of a Traffic Model for Main Avenue in the Santa Margarita – Piura Urbanization," aims to create a comprehensive vehicular traffic model for Main Avenue. The key objectives are to consider the inventory of signs along the avenue, assess the density of vehicular traffic, and develop a traffic light system based on the 2016 manual for control devices.

This investigation is justified by the lack of adequate control devices to facilitate smooth vehicular flow on Main Avenue in the Santa Margarita – Piura Urbanization. Upon observation, it was noted that the study area lacks both vertical and horizontal signs. Furthermore, the existing vehicular volume on this avenue has increased significantly due to population growth, resulting in severe congestion.

To address these issues, the proposed methodologies included conducting a survey of vertical and horizontal signals, performing a manual vehicle count for seven days, 24 hours a day to obtain the IMDA, and employing the Webster method to determine an optimal periodicity for traffic lights. The Synchro 8.0 program aided in developing the traffic model, and the study area's horizontal and vertical signaling was proposed based on the control devices manual.

The obtained results consist of the traffic model generated using the Synchro 8.0 program, a suggested signaling plan, and an optimal periodicity for the traffic lights along Main Avenue.

In conclusion, the investigation revealed the existence of 20 vertical signs throughout the section, no horizontal demarcations, and 36 intersections with Main Avenue. The IMDA for 2022 indicated the number of vehicles per day. The proposed signaling plan involved the installation of 83 vertical signs and 47 horizontal signs, all compliant with the regulations outlined in the 2016 control devices manual.

Keywords: Modeling, Traffic, Synchro, Vehicles, Signaling, Webster, Control.

## **PRESENTACION**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento y conformidad con los requisitos establecidos por el reglamento de grados y títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, se presenta la tesis titulada: “Elaboración de modelo de tráfico de la Av. Principal en la Urbanización Santa Margarita – Piura”, para poder obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Para el desarrollo del presente informe se consideraron las normativas vigentes referente a la rama de transportes. De esta forma facilitó el desarrollo de cada una de las etapas de manera positiva.

---

Br. Juan Victor Ramos Maza

---

Br. Grace Lorena Tume Jiménez

## ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Problema de Investigación .....	1
1.2.	Objetivos .....	2
1.2.1.	Objetivo General.....	2
1.2.2.	Objetivos Específicos .....	2
1.3.	Justificación del estudio .....	3
II	MARCO DE REFERENCIA.....	4
2.1.	Antecedentes del Estudio .....	4
2.2.	Marco Teórico .....	9
2.2.1.	Modelo de tráfico .....	9
2.3.	Marco Conceptual .....	14
2.4.	Hipótesis .....	16
III	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	17
3.1.	Tipo y nivel de investigación .....	17
3.1.1.	Tipo de investigación aplicada.....	17
3.1.2.	Nivel de investigación descriptiva .....	17
3.2.	Población y muestra de estudio .....	17
3.2.1.	Población.....	17
3.2.2.	Muestra.....	17
3.3.	Operacionalización de variables: .....	18
3.4.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	20
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	20
IV	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	28
4.1.	Análisis e interpretación de resultados. ....	28
5.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	100
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	103
	ANEXOS .....	105

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de variables .....	18
<b>Tabla 2.</b> Técnicas e instrumentos .....	20
<b>Tabla 3.</b> Señalización existente en carril Izquierdo y Derecho .....	21
<b>Tabla 4.</b> Volumen vehicular para carril izquierdo y derecho .....	22
<b>Tabla 5.</b> Distribución de vehículos .....	22
<b>Tabla 6.</b> Clasificación de vehículos livianos en la Avenida Principal Santa Margarita -Piura..	23
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de vehículos pesados en la Avenida Principal Santa Margarita -Piura	24
<b>Tabla 8.</b> Reagrupación de vehículos pesados y livianos .....	25
<b>Tabla 9.</b> Contabilización de Vehículos livianos y pesados e Índice Medio Diario .....	25
<b>Tabla 10.</b> Índice medio anual de Vehículos livianos y pesados.....	26
<b>Tabla 11.</b> Método Webster para semaforización.....	26
<b>Tabla 12.</b> Señalización vertical existente en el carril izquierdo.....	28
<b>Tabla 13.</b> Señalización verticales existente carril derecho. ....	32
<b>Tabla 14.</b> Señalización horizontal existente carril izquierdo .....	36
<b>Tabla 15.</b> Señalización horizontal existente carril derecho.....	41
<b>Tabla 16.</b> Volumen vehicular carril derecho .....	46
<b>Tabla 17.</b> Porcentaje de volumen vehicular por día. ....	47
<b>Tabla 18.</b> Distribución de vehículos Este – Oeste.....	49
<b>Tabla 19.</b> Volumen vehicular Oeste a Este .....	50
<b>Tabla 20.</b> Porcentaje de volumen vehicular por día. ....	51
<b>Tabla 21.</b> Distribución de vehículos Oeste – Este.....	53
<b>Tabla 22.</b> Volumen vehicular ambos carriles .....	54
<b>Tabla 23.</b> Porcentaje de volumen vehicular por día. ....	55
<b>Tabla 24.</b> Distribución de vehículos Ambos Lados.....	58
<b>Tabla 25.</b> Clasificación y conteo de vehículos ligeros en Avenida Principal Santa Margarita	59
<b>Tabla 26.</b> Clasificación y conteo de vehículos pesados en Avenida Principal Santa Margarita	60
<b>Tabla 27.</b> Reagrupación de la clasificación y conteo de vehículos livianos y pesados .....	60
<b>Tabla 28.</b> Contabilización de Vehículos livianos y pesados .....	61
<b>Tabla 29.</b> Índice medio anual de Vehículos livianos y pesados.....	62
<b>Tabla 30.</b> Factor camión de los Vehículos livianos y pesados .....	62
<b>Tabla 31.</b> Carga de Diseño vehicular de Vehículos livianos y pesados .....	63
<b>Tabla 32.</b> Método Webster con respeto a las cuatro fases de Av.Principal con Av.Amapolas	66
<b>Tabla 33.</b> Cálculo de tiempo para semáforo de la Av. Principal con Av. Amapolas.....	67

<b>Tabla 34.</b> Método Webster con respeto a las cuatro fases de la Av.Principal con Av. Dos ...	71
<b>Tabla 35.</b> Cálculo de tiempo para semáforo de la Av.Principal con Av. Amapolas .....	72
<b>Tabla 36.</b> Método Webster con respeto a las cuatro fases de la Av. Principal con Av. A .....	75
<b>Tabla 37.</b> Cálculo de tiempo para semáforo de la Av. Principal con Intersección Av. A .....	76
<b>Tabla 38.</b> Propuesta de señalización vertical para el carril derecho en la Av. Principal.....	86
<b>Tabla 39.</b> Propuesta de señalización vertical para el carril izquierdo en la Av. Principal .....	87
<b>Tabla 40.</b> Propuesta de señalización horizontal para el carril derecho en la Av. Principal. ...	94
<b>Tabla 41.</b> Propuesta de señalización horizontal para el carril derecho en la Av. Principal. ...	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle 1 con Av. Principal. ....	29
<b>Figura 2.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle 2 con Av. Principal. ....	29
<b>Figura 3.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección del Pasaje H4 con Av.Principal.....	30
<b>Figura 4.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Avenida A con Av Principal. ....	30
<b>Figura 5.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Av.Dos con Av.Principal.....	31
<b>Figura 6.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Pasaje 04 con Av.Principal.....	31
<b>Figura 7.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle 1 con Av. Principal. ....	33
<b>Figura 8.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle 2 con Av. Principal. ....	33
<b>Figura 9.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Pasaje P2 con Av.Principal. ....	34
<b>Figura 10.</b> Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle B4 con Av.Principal..	34
<b>Figura 11.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle C1 con Av. Principal.....	35
<b>Figura 12.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 2 con Av. Principal. ....	37
<b>Figura 13.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 3 con Av. Principal. ....	37
<b>Figura 14.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. Amapolas con Av. Principal. ..	38
<b>Figura 15.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 7 con Av. Principal. ....	38
<b>Figura 16.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 12 con Av. Principal. ....	39
<b>Figura 17.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Av.Dos con Av. Principal. ....	39
<b>Figura 18.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle E3 con Av. Principal. ....	40
<b>Figura 19.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. A con Av. Principal. ....	40
<b>Figura 20.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 2 con Av. Principal. ....	42
<b>Figura 21.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 3 con Av. Principal. ....	42
<b>Figura 22.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. Amapolas con Av. Principal. ..	43
<b>Figura 23.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 7 con Av. Principal. ....	43
<b>Figura 24.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 12 con Av. Principal. ....	44
<b>Figura 25.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Av.Dos con Av. Principal. ....	44
<b>Figura 26.</b> Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. A con Av. Principal. ....	45
<b>Figura 27.</b> Diagrama de barras de Volumen Vehicular vs Días .....	47
<b>Figura 28.</b> Gráfica de Volúmen vehicular vc Horas diarias (Este).....	48
<b>Figura 29.</b> Distribución según tipo de vehículos Este- Oeste.....	49
<b>Figura 30.</b> Diagrama de barras de Volumen Vehicular vs Días .....	51
<b>Figura 31.</b> Gráfico volumen vehicular vs Horas diarias (Oeste).....	52
<b>Figura 32.</b> Distribución según tipo de vehículos Oeste- Este.....	53
<b>Figura 33.</b> Diagrama de barras de Volumen Vehicular vs Días .....	56
<b>Figura 34.</b> Gráfico volumen vehicular vs Horas diarias (Oeste).....	57

<b>Figura 35.</b> Distribución según tipo de vehículos Ambos Lados.....	58
<b>Figura 36.</b> Diagrama de flujos de Transito de la Av. Santa Margarita con Av. Amapolas .....	64
<b>Figura 37.</b> Diagrama de Fase 1 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Amapolas .....	64
<b>Figura 38.</b> Diagrama de Fase 2 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Amapolas .....	65
<b>Figura 39.</b> Diagrama de Fase 3 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Amapolas .....	65
<b>Figura 40.</b> Diagrama de Fase 4 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Amapolas .....	66
<b>Figura 41.</b> Diagrama de flujos de Transito de la Av. Santa Margarita con Av. Dos.....	68
<b>Figura 42.</b> Diagrama de Fase 1 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Dos.....	68
<b>Figura 43.</b> Diagrama de Fase 2 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Dos.....	69
<b>Figura 44.</b> Diagrama de Fase 3 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Dos.....	69
<b>Figura 45.</b> Diagrama de Fase 4 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Amapolas .....	70
<b>Figura 46.</b> Diagrama de flujos de Transito de la Av. Santa Margarita con Av. A.....	72
<b>Figura 47.</b> Diagrama de Fase 1 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. A.....	73
<b>Figura 48.</b> Diagrama de Fase 2 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. A.....	73
<b>Figura 49.</b> Diagrama de Fase 3 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. A.....	74
<b>Figura 50.</b> Diagrama de Fase 4 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. A.....	74
<b>Figura 51.</b> Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Prolongación Chulucanas hasta la Calle 2 .....	77
<b>Figura 52.</b> Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde la Calle 2 hasta el Pasaje H4.....	77
<b>Figura 53.</b> Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Amapolas hasta Pasaje 4. ....	78
<b>Figura 54.</b> Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Pasaje 5 hasta Calle 4. ....	78
<b>Figura 55.</b> Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Calle 1 hasta la Avenida A.....	79
<b>Figura 56.</b> Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. A hasta Calle 16. ....	79
<b>Figura 57.</b> Rangos de intervalos para la gráfica de Vehículos y retrasos obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal.....	80
<b>Figura 58.</b> Gráfica de Vehículos y retrasos obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Calle 16 hasta Calle 7.....	80
<b>Figura 59.</b> Gráfica de vehículos y retrasos obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 7 hasta Calle 1. ....	81

<b>Figura 60.</b> Rangos de intervalos para la gráfica de Vehículos en stop por congestión obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal.....	81
<b>Figura 61.</b> Gráfica de porcentaje vehicular en stop obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 16 hasta Calle 7. ....	82
<b>Figura 62.</b> Gráfica de porcentaje vehicular en stop obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 7 hasta Calle 1. ....	82
<b>Figura 63.</b> Rangos de intervalos para la gráfica de velocidad de flujo obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal .....	83
<b>Figura 64.</b> Gráfica de velocidad de flujo vehicular obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 16 hasta Calle 7. ....	83
<b>Figura 65.</b> Gráfica de velocidad de flujo vehicular obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 7 hasta Calle 1.....	84
<b>Figura 66.</b> Rangos de intervalos para la gráfica de consumo de combustible por kilómetros obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal.....	84
<b>Figura 67.</b> Gráfica de consumo de combustible por kilómetros obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 16 hasta Calle 12. ....	85
<b>Figura 68.</b> Gráfica de consumo de combustible por kilómetros obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 12 hasta Calle 1. ....	85
<b>Figura 69.</b> Señal Vertical de Paradero.....	89
<b>Figura 70.</b> Señal Vertical de Cruce de Peatones .....	90
<b>Figura 71.</b> Señal Vertical de Curva pronunciada a la derecha.....	90
<b>Figura 72.</b> Letreros informativos .....	91
<b>Figura 73.</b> Señal de proximidad de semáforo.....	92
<b>Figura 74.</b> Señal de Alto.....	92
<b>Figura 75.</b> Señal de Giro en U .....	93
<b>Figura 76.</b> La retroreflectancia en el pavimento.....	97
<b>Figura 77.</b> Propuesta de semaforización en intersección en Av. Principal con Av.Amapolas.....	97
<b>Figura 78.</b> Propuesta de semaforización en intersección en Avenida Principal con Av. Dos.....	98
<b>Figura 79.</b> Propuesta de semaforización en intersección en Avenida Principal con Av. A.....	98
<b>Figura 80.</b> Plano de Ubicación de la Av. Principal en la Urbanización Santa Margarita, en la ciudad de Piura.....	105
<b>Figura 81.</b> Plano de Propuesta Señalización Vertical en la Av. Principal en la Urbanización Santa Margarita, en la ciudad de Piura.....	105



## I INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problema de Investigación

La congestión del tráfico es un problema global que aumenta cada año, según menciona INRIX, en su Ranking de Congestión Global, las ciudades con más altos niveles de congestión de tráfico vehicular son Bogotá, Río de Janeiro, México, Estambul y Sao Paulo (INRIX, 2019), esto es debido al crecimiento poblacional, al aumento desmedido de automóviles y a la mala infraestructura vial. Según “World Population Prospects 2019”, un informe elaborado por la Organización de las Naciones Unidas, la población a nivel mundial en el 2020 es de 7794 millones, para el 2030 llegará a 8600 millones y para el 2050 llegará a 9800 millones (ONU, 2019).

El rápido aumento de la población mundial tendrá una repercusión significativa en la congestión vehicular, lo cual conducirá a pérdidas económicas, contaminación ambiental, accidentes de tráfico, mayor tiempo de viaje, entre otros aspectos.

Los semáforos son la alternativa más eficaz en la regulación del tráfico, para lo cual es muy importante una buena calibración, mediante el ajuste en periodicidad de los semáforos que puedan existir en la ciudad.

Actualmente, el tránsito en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura, forma parte del andar diario de muchos habitantes de dicha localidad. A medida que nos movemos a varios lugares, notamos que la congestión vial en las calles más concurridas, provoca frecuentemente accidentes de tránsito, estrés, ansiedad, entre otros; como resultado, la calidad de vida se ve afectada para la población, debido al tiempo perdido en el tráfico.

Por lo tanto, los lugareños que transitan en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, necesitan una mejor infraestructura para hacer frente a este dilema y poder llegar a sus destinos, lo más pronto. Sin embargo, las inversiones en construcciones viales por parte de la Municipalidad, no resolverán el problema de las congestiones vehiculares, sin analizar la causa-raíz del problema.

Actualmente, la tecnología progresa de acuerdo con las necesidades de las personas y se desarrollan softwares para utilizarlos, en este caso en ingeniería de tráfico,

donde se simula el flujo de tráfico en ese momento, permitiendo también modelar intersecciones señalizadas y mostrar el flujo en la situación actual.

Esta ingeniería determina el nivel de servicio y la capacidad en las construcciones viales, incluyendo el análisis de los elementos del flujo de tráfico, el cual comprende las características y el comportamiento del tráfico.

Dada la situación actual del tránsito en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura, con demoras y embotellamientos, surge la necesidad de elaborar un modelo de tráfico y así proponer medidas correctivas para mejorar la densidad en el tráfico vehicular.

La falta de señalización semafórica, así como otra tipología de señales verticales y horizontales, provocan desorden en el tráfico, esto puede llevar a ocasionar accidentes mortales entre los peatones. En consecuencia, se formula el problema de investigación:

¿Cómo elaborar un modelo de tráfico en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Elaborar el modelo de tráfico en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Inventariar y georreferenciar las señales de tráfico horizontales y verticales en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura.
- Elaborar un estudio de densidad de tráfico vehicular en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura.
- Proponer la implementación de semáforos y establecer la periodicidad semafórica en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura.
- Desarrollar el modelo de tráfico vehicular utilizando el software Synchro según un análisis microscópico.
- Proponer medidas correctoras para mejorar la densidad de tráfico vehicular en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura.

### **1.3. Justificación del estudio**

Este estudio se justifica académicamente porque se realizará como aportar al conocimiento existente sobre el tráfico vehicular en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura, mediante un modelo de tráfico vehicular, cuyos resultados experimentales, pueden ser utilizados para futuros proyectos y proponer medidas correctivas para mejorar la densidad del tráfico vehicular.

Este estudio se justifica socialmente ya que contribuye al desarrollo económico, mejorando el tránsito vehicular, para que las personas puedan comercializar sus productos en mercados tanto locales como nacionales, incrementando el desarrollo socioeconómico y cultural de toda la región; mejorando al mismo tiempo el bienestar de los habitantes en la localidad.

Se justifica desde un punto de vista ambiental con la intención de optimizar la movilidad vehicular reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> Actualmente, el tráfico vehicular en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura, ha crecido en los últimos años. Por otro lado, se abren nuevos centros comerciales, entidades financieras, condominios, boutiques, entre otros, formando nuevas vías de acceso. Esto conduce a tiempos de espera, obstrucciones y colas de vehículos, problemas de capacidad, entre otros, ya que, al aumentar el tráfico vial y peatonal, se generan servicios deficientes en congestión vehicular y riesgos de accidentes en horas punta o pico.

Ante esta problemática se hace necesario realizar un estudio de densidad de tráfico vehicular en la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita, de la ciudad de Piura y así proponer medidas correctivas para mejorar su transitabilidad.

## **II MARCO DE REFERENCIA.**

### **2.1. Antecedentes del Estudio**

#### **Antecedentes Internacionales**

Ruiz, Sánchez, y Arteaga (2019), en su estudio titulado “Modelos de ordenación del tráfico de la ciudad de Loja”

Desarrolló un proyecto cuyo objetivo era organizar y distribuir el flujo de tráfico según las necesidades y los espacios disponibles en la vía pública. Para ello se desarrollaron dos modelos de gestión del tráfico para abordar dos situaciones en la ciudad de Loja. Se realizó un registro de las señales verticales y horizontales con información georreferenciada, también se hizo un estudio del tráfico de la ciudad basado en la capacidad de transporte en puntos estratégicos y un relevamiento del punto de partida, con el levantamiento de información de los tramos intermedios, con ello, se generaron modelos de tráfico para dos contextos, para el primero, modelación de la situación del tráfico y modificación de los semáforos, y para el segundo, inclusión peatonal de varias calles.

Finalmente, se realizaron 3 análisis precisos sobre los puntos de conflicto que llevaron a la resolución del problema. Al final del estudio, se observó que los semáforos no estaban sincronizados y mucho menos funcionaban en red. Se produce un retraso de 35 a 80 segundos en toda la metrópolis de la ciudad, lo que indica una inadecuada gestión del tráfico. Como resultado, la mayoría de las intersecciones tienen menos de 10 segundos y hay 2 intersecciones semaforizadas en el área de estudio.

De la Torre y Henríquez (2019), en su estudio titulado “Evaluación de medidas de gestión del tránsito a través de modelos de simulación vehicular: caso aplicado sobre el corredor urbano de la calle 72-Barranquilla”

Tuvo como objetivo evaluar el impacto mediante simulaciones informáticas para tráfico heterogéneo utilizando el caso de un estudio hecho al corredor urbano Calle 72 en Barranquilla, Colombia. Por ello se realizaron estudios de tránsito como aforos, velocidad y ciclo semafórico para describir el tamaño, dirección y distribución de variables existentes que determinan la eficacia del tránsito en el área de estudio. Se utilizó un modelo de simulación (Transmodeler). En el corredor piloto, se evaluaron los indicadores

del nivel de servicio, utilizando herramientas de simulación, en diferentes condiciones heterogéneas de flujo. Finalmente, se propuso y simuló procedimientos de gestión del tráfico para tener un mejor nivel de servicio en el corredor piloto, teniendo en cuenta la heterogeneidad de flujo.

Mediante estudios de tráfico, los datos obtenidos permiten adaptar este modelo a condiciones reales de la vía, y se han realizado simulaciones para determinar su baja utilidad, lo que se refleja en los tiempos de viaje. Con esta información, se propuso la ampliación de la Calle 72, solución que ayuda a reducir las demoras, la congestión vehicular, aumentar la velocidad de circulación antes mencionada y apoyar el proyecto urbanístico antes mencionado.

Tejada (2018), en su estudio titulado “Soluciones para mejorar el flujo vehicular en una ciudad inteligente: Modelo de flujo, métrica de sinuosidad y plataforma de ruteo vehicular”

Tuvo como objetivo realizar tres estudios con el fin de que se puedan encontrar soluciones para mejorar el flujo de vehículos en las ciudades. Para ello se diseñó un modelo microscópico del tráfico vehicular, el cual está formado por dos mecanismos, número uno responsable de la dinámica de cada vehículo y de sus seguimientos. Finalmente, se construye una plataforma de enrutamiento de vehículos que consta de gráficos y el algoritmo de Dijkstra para modelar sectores de la ciudad con planificación urbana ortogonal.

Resultando la confirmación que el micro modelo responde a las condiciones de manejo en entornos urbanos y puede ayudar en el desarrollo de futuros sistemas de control de tráfico al permitir un acceso más preciso a los modelos de simulación clave. La velocidad, por consiguiente, depende de varias condiciones de la carretera, como la distancia entre curvas, el radio de curva y la circunferencia, lo que da como resultado una medida de curvatura proporcional a la inversa de la velocidad promedio del vehículo simulado.

Avelino y Farinango (2018), en su trabajo titulado “Plataforma tecnológica para contribuir a la planeación urbana en la ciudad de Guayaquil dirigido a la transportación,

aplicando modelos para proyectar el comportamiento del tráfico vehicular basado en datos históricos”

Analizaron diferentes modelos de comportamiento de flujos vehiculares, enfocando su investigación en un modelo lineal de Greenshields. Se utilizó el software AnyLogic, para la realización de simulaciones, teniendo en cuenta variables como densidad, número de carriles, velocidad promedio y a flujo libre, entre otras variables. Cuando se analizó la metodología Greenshields del enfoque general, se concluyó que el análisis es efectivo en la investigación, ya que permite una determinación más acertada de una posible congestión vehicular que ocurre en una avenida.

Después de realizar el análisis con los resultados de la simulación, se puede decir que las soluciones propuestas han mejorado la congestión vehicular que se produce en las carreteras analizadas, lo que contribuirá a mejorar eficazmente la fluidez del tráfico vehicular en la ciudad.

### **Antecedentes Nacionales**

Romero (2018), en su estudio titulado “Análisis del nivel de servicio vehicular y modelamiento en el software Synchro Traffic 8.0. del Jr. Silva Santisteban de la ciudad de Cajamarca”

Se tuvo como objetivo analizar y modelar el servicio vehicular en las intersecciones del Jirón Silva Santisteban de la ciudad de Cajamarca, empleando el software Synchro 8.0. La finalidad del estudio es hallar la capacidad de tráfico y el nivel de servicio para las intersecciones especificadas durante toda la semana, a partir de las 7:00 am hasta las 20:00 pm, especificando el volumen máximo en el horario de mayor congestión vehicular. Con los datos, se calculó el tiempo de demora y el nivel de servicio vehicular para cada intersección; de acuerdo con la metodología del Manual de Eficiencia Vial y empleando el simulador de tráfico Synchro 8.0, se modeló el tráfico vehicular para cada intersección, permitiendo la simulación en tiempo real. Se concluyó, que, la hora pico en las intersecciones Jirón Silva Santisteban con Jirón Guillermo Urrelo y Jirón Silva Santisteban con Jirón Romero, fueron entre las 7:15 am y 8:15 am, y para la intersección Jirón Silva Santisteban con Avenida Independencia fue a las 12:30 pm- 13:30 pm; con

niveles de servicio C, D y C. Los vehículos que más se desplazaron y provocaron atascos fueron las mototaxis y taxis.

Rojas (2020), en su estudio titulado “Diseño de un sistema Semaforización con el software SYNCHRO 8 en la congestión vehicular en el puente la Ensenada del Distrito de Puente Piedra, Lima -2020”

Tuvo como objetivo el determinar la relación entre la semaforización y la congestión vehicular en el Puente Piedra, para lo cual se realizó un conteo con ayuda de una ficha normalizada, que más adelante sumado a los análisis y cálculos con los datos recolectados in situ, se ingresaron al software Synchro 8. Obteniendo como resultado que la razón puntual por la que se origina la congestión, es la falta de semaforización en el puente y la alta demanda de automóviles en tránsito por esta zona.

Castillo y Pérez (2022), en su trabajo titulado “Propuesta de mejora en los niveles para la intersección de la Av. La Marina con la Av. Antonio José de Sucre utilizando el software Vissim V. 0.9”

Tuvo como objetivo evaluar el nivel de servicio en la intersección de la Avenida La Marina con Avenida Antonio José de Sucre. Se desarrolló un modelo microscópico de la intersección, en el cual se hicieron propuestas para mejorar el estado actual, empleando el software Vissim 9.0. El objetivo es modificar la geometría de la intersección, utilizando un micromodelado para mejorar el nivel de servicio, Finalizando, se obtuvo como resultado que el retraso promedio para cruzar dicha intersección fue de 90 segundos. Las propuestas para reubicar las paradas de autobús incluyen recomendaciones para cambiar el diseño y minimizar los ciclos de los semáforos.

Las débiles señales verticales y horizontales que se encuentran en las intersecciones pueden afectar el dilema de comportamiento del conductor, ya que el sistema de comunicación visual tiene como función guiar a peatones y vehículos.

Se concluye que, con un estudio correcto en el flujo de tráfico, medidas geométricas, la temporización de los semáforos, entre otros, pueden dar lugar a errores mínimos en el modelamiento de la intersección, producto de la falta de experiencia y/o deficiencia al software.

### **Antecedentes Locales**

Aguirre (2021), en su investigación titulada “Propuesta de mejora en la red semafórica para el ordenamiento vehicular y peatonal de la Av. José de Lama – Sullana”

Tuvo como objetivo determinar la deficiencia del tráfico que existe Avenida José de Lama (Piura), para luego sugerir mejoras por problemas viales en la avenida y su intersección. Para ello se recolectaron datos en un intervalo de 15 minutos, las 12 horas del día, durante un periodo de 7 días, determinando factores de hora pico en cada intersección. Para la simulación de ciclos semafóricos en cada intersección, se utilizó el software Synchro 8, cuya metodología fue tomada en cuenta del Manual de Carreteras “Highway Capacity Manual 2000”. Al finalizar, la hora pico de demanda fue 0.98, 0.90 y 0.99, con ciclos de semáforo de 42, 69 y 65 segundos, tiempos de demora de 25, 33 y 12, con un nivel de servicio C, D y B para la intersección Avenida José de Lama con Transversal Dos de Mayo, Avenida Marcelino Champagnat y Panamericana Norte, respectivamente.

Sojo y Yarleque (2021), en su estudio titulado “Propuesta de ordenamiento del tráfico vehicular de la intersección “Óvalo Las Capullanas” mediante simulación VISSIM, provincia de Sullana, Piura 2021”

El objetivo principal fue determinar el impacto del tránsito vehicular “Óvalo Las Capullanas” de la ciudad de Sullana, mediante simulación VISSIM. Con los resultados obtenidos en este estudio se comprobó, que la mayor cantidad de los vehículos en tránsito eran mototaxis (41%) con un IMDa de 1755 vehículos/ día y la propuesta de ordenamiento modelada en VISSIM, establecidas por la implementación de turbo rotondas sin semáforos, especialmente la velocidad media del tráfico aumentó en un 82% (de 4.34 Km/h a 25.31 Km/h), mejorando el comportamiento del tráfico. Se concluyó que el desarrollo tiene un impacto significativo en el tránsito vehicular en el “Óvalo Las Capullanas”.

Aguirre y Lazo (2021), en su estudio titulado “Análisis de la Congestión Vehicular en los Accesos al Puente Lima en la Ciudad de Sullana, Provincia de Sullana, Departamento de Piura 2021”



Analizaron la congestión vehicular de las principales vías en los accesos al puente Lima. Especificando la identificación de los factores ocasionantes de la congestión, con métodos cuantitativos que ayudan a medir y monitorear el comportamiento normal de la infraestructura vial y del tránsito, para determinar las principales características causantes de la congestión. Concluyendo que el principal factor que contribuye a la congestión vehicular en la zona, es la ubicación céntrica del puente, fácil acceso a áreas comerciales y de servicios, insuficiente señalización vial, irrespeto al sentido de circulación del pasaje y deterioro de la situación, asfalto a la entrada del puente en mal estado.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Modelo de tráfico**

Actividad imprescindible en el día a día de las personas que buscan entender y transformar su entorno. La representación del modelo de tráfico es proporcionada por el modelo de dinámica de flujo y el modelo de seguimiento de vehículos. A diferencia de los enfoques anteriores, la teoría del seguimiento de vehículos explica la interacción entre vehículos predecesor y sucesor, manteniendo la suposición de que los automóviles son los mismos (Fernández, 2008).

Se categorizan según el nivel de análisis y detalle, clasificándose según su naturaleza, nivel de detalle y de aleatoriedad.

#### **A). Modelos Continuos**

Los parámetros utilizados en este modelo cambian continuamente con el tiempo y no cambian repentinamente, como la posición y velocidad de los automóviles que circulan en los cruces.

#### **B). Modelos Discretos**

Se emplean para la utilización de la variación al instante en los parámetros de estudio para cada periodo de tiempo (Carvalho, 2015).

#### **C). Modelos Determinísticos**

Presentan las mismas soluciones para determinar condiciones de estudio, con datos de ingresos ya conocidos, que ayudarán a tener la información rápida para la evaluación de decisiones (Castillo y Pérez, 2022).

#### **D). Modelos Estocásticos**

Cuentan con variabilidad en sus respuestas, por el grado de incertidumbre de los parámetros, esta variabilidad va a depender de los datos a la entrada y del tiempo de análisis; son utilizados en investigaciones científicas, como también en situaciones de bloqueos, conductas agresoras en conducción y caos automovilístico (Castillo y Pérez, 2022).

#### **E). Modelos Macroscópicos**

Un modelo macroscópico generalmente representa el flujo de una flota de vehículos, el nivel de referencia del modelo es muy amplio, pero permite el análisis de una gran cantidad de problemas en un mínimo tiempo de análisis. Estos modelos no tienen en cuenta las características del conductor del vehículo en detalle, por lo que los resultados pueden ser útiles para temas de corta duración, ya que requieren menos tiempo de análisis (Elefteriadou, 2013).

#### **F). Modelos Mesoscópicos**

Tiene características de un modelo macroscópico y un modelo microscópico en el sentido de que combina los conceptos y herramientas de ambos, analizando como una unidad un conjunto reducido de vehículos, pero evaluándose por separado algunas medidas como giros, tiempos de entrada y salida (Suárez, 2007). En este modelo, el intervalo de tiempo entre eventos se analiza y calibra en relación con tres medidas: densidad máxima de congestión de tráfico, velocidad de carril libre y periodo de reacción del chofer.

#### **G). Modelos Microscópicos**

Un modelo microscópico permite un análisis separado del comportamiento del conductor y del vehículo, también la simulación del comportamiento del tráfico integrando resultados propios. Por tanto, permiten simular las operaciones de tránsito con alta precisión y la utilización del mínimo tiempo de análisis en comparación con pruebas de campo (Castillo y Pérez, 2022).

#### **H). Software Synchro 8.0**

Este programa de computación aplicado a la planificación, control, optimización y control de tiempos para semáforos en determinados puntos de semaforización para poder así

mejorar el flujo vehicular, viene consigo la incorporación del programa **SimTraffic** y este tiene la facilidad de la animación y modelado de movimientos vehiculares.

En la versión de Synchro 8.0 se puede analizar la capacidad de intersecciones semaforizadas según la metodología HCM 2010

Las principales funciones que nos fueron de utilidad para la realización de este estudio, fueron las siguientes:

- Simulación y modelamiento microscópica del tráfico en la vía o intersección.
- Generación de tiempos optimizados para tiempo de fases en una semaforización.

### **Datos iniciales**

Se introducen las condiciones de tráfico, semaforicas y geométricas de la vía a modelar.

### **Ajuste de la oferta**

Por defecto el programa usa como tasa de flujo el valor de saturación ideal de 1900 veh/h/ carril.

### **Cálculo de optimización de duración de ciclo y tiempo de fases**

El programa Synchro nos facilita la herramienta que optimiza los tiempos para las fases y las duraciones del ciclo, centrándose en tener una mayor fluidez del tráfico vehicular.

### **Organización de semáforos**

Esto lo calcula el programa a través de un diagrama de espacio / tiempo.

## **I). Características del tránsito**

### **1. Volumen del tránsito**

Tapia y Veizaga (2006) nos dicen que la cantidad o número de automóviles que recorren una distancia dada en un lapso, cuya unidad de medida es vehículos por unidad de tiempo.

### **2. Volumen de tránsito absoluto o totales**

Tapia y Veizaga (2006) mencionan que son volúmenes de tránsito clasificados mediante tiempos especificados para su cálculo, pudiendo ser una hora (Tránsito horario o TH), día

(T. diario o TD), semana (T. semanal o TS), mes (T. mensual o TM) o un año (T. anual o TA).

### **3. Volumen de tránsito promedio diario - TPD**

Número total de automóviles que transitan por un punto durante un tiempo (1-365 días). Según la cantidad de días en un tiempo determinado, se clasifica en, TPD Anual o TPDA (TA/365), TPD Mensual o TPDM (TM/30) y TPD Semanal o TPDS (TS/7).

### **4. Volumen de tránsito horario (VH)**

Número de automóviles por hora clasificados en las horas seleccionadas de la siguiente manera:

*Volumen horario máximo anual (VHMA).* Volumen que pasa por una sección transversal o punto de una carretera, por 1 año, es decir, 1 de 8760 horas, de registro del máximo volumen de tráfico.

*Volumen horario de máxima demanda (VHMD).* Número máximo de automóviles que pasan por una intersección de la carretera en una 1 hora.

### **J). Densidad**

Concentración de tráfico del número de vehículos que ocupan un lugar en una carretera en un tiempo, expresado cantidad de vehículos por Kilómetro (veh/Km). Se puede medir mediante fotografías aéreas y el número de vehículos se puede contar fácilmente y la densidad se calcula empleando la intensidad y la velocidad (Tapia y Veizaga, 2006).

La densidad se calcula es la siguiente manera:

$$K = \frac{N}{d} = \frac{q}{v}$$

#### ***Donde:***

k = densidad o concentración de tráfico (veh/Km)

N = número de vehículos (veh)

d = distancia o longitud (Km)

q = intensidad o flujo (veh/h)

v = velocidad (Km/h)

### **K). Flujo Vehicular**

Se conoce como corriente o flujo vehicular a la suma de vehículos que circulan en el mismo sentido por un tramo en la calzada. El flujo de vehículos podría ser continuo

siempre y cuando no exista algo que impida este flujo pausado, ya que presenta algo que intercede su circulación.

### **L). Aforo de volumen**

Permiten determinar datos en relación con el movimiento de automóviles en un lugar y tiempo, sus características dependen del tipo de pruebas que se requiera en la carretera (Romero, 2018):

#### **1. Método manual**

Esta medición implica que una o más personas completen un formulario diseñado para el tipo de datos que se recopilan en la carretera. Según Romero (2018), los datos pueden ser la composición vehicular, flujo direccional y por carriles, volúmenes totales.

#### **2. Método mecánico**

Esto se hace mediante dispositivos mecánicos montados sobre la vía, los cuales pueden ser (Romero, 2018):

- **Detectores neumáticos:** Tubo neumático colocado lateralmente sobre la calzada que registra su número de ejes por medio de pulsos generados por las ruedas del vehículo.
- **Contacto eléctrico:** Dispositivo con el cual se realizan conteos por carril y sentido, hecho de acero, recubierto por una capa de hule.
- **Fotografías:** Tomas de imágenes digitales del tramo para luego realizar el recuento de automóviles.

### **M). Distribución de tiempos semafóricos.**

Definido como la distribución de tiempo que demora en realizarse el cambio de luces para la complementación de los ciclos semafóricos.

#### **1. Análisis de una intersección semaforizada**

Para este análisis de semaforización se toman en cuenta distintas consideraciones porque las fases de un ciclo dependen de otras características de trazo de la intersección y del tráfico.

- Reducir tiempos de espera en pleno ciclo para tener una menor cantidad de fases.
- Deben de ser lo máximo posible la cantidad de movimientos que se realicen simultáneamente.

- Los recorridos deberían ser los más cortos posibles.

## **2. Cálculo de tiempo semafórico**

Para este cálculo se tiene en cuenta la psicología del usuario, ya que suelen evitarse tiempos mayores de 150 segundos, algunos menores de 35. El punto de objeto es que se logre todos los movimientos continuos posibles así pudiendo tener el mínimo de demoras en el tráfico vehicular.

### **2.3. Marco Conceptual**

Definiciones de términos básicos

#### **A). Avenida**

El Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005) nos menciona que vienen a ser las calles de dos sentidos, ancha y con carriles separados por una acera central. La vía principal y la vía colectora se denominan avenidas.

#### **B). Modelo microscópico**

Según Ramos (2017) Este analiza el rendimiento del tráfico vehicular en una red de varias configuraciones geométricas y de tráfico para que se pueda evaluar las estrategias de control en el sistema de área urbana (pp.8).

#### **C). Modelo macroscópico**

Según Ramos (2017) Analiza el desplazamiento del vehículo mediante individualismos teniendo relación con la interacción del resto de los vehículos (pp.7).

#### **D). Demanda**

Según Javier (2020) La demanda nos la define como la cantidad de vehículos que tienen que desplazarse por las vías o calles para poder llegar al objetivo de transportar a usuarios o peatones (pp. 12).

#### **E). Capacidad vial**

Según el Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005) El número máximo de automóviles que pueden transitar en un período de tiempo, en condiciones de tráfico y carretera pesados.

#### **F). Congestionamiento**

Según Ian (2015) Se definiría como estropear la circulación o también la define como la interrupción del paso o vía. Pero, podemos aludir que puede ser también la fricción de vehículos en pleno flujo vehicular a tal punto que los movimientos se vuelven anómalos y hay reducciones de velocidad constantemente.

**G). Periodo pico**

Tiempos en los que el tráfico es más intenso. Puede ocurrir a una hora específica en las vías de transporte, esto se produce cuando existe un aumento de movilización en la zona en exactamente horas puntuales del día.

**H). Tránsito**

Flujo o transición de vehículos en una carretera o vía por la que se transportan muchos usuarios, de manera que puedan ir de un lado a otro.

**I). Velocidad**

Distancia por un periodo de tiempo, su unidad de medida es Kilómetros por hora o Km/h.

**J). Velocidad promedio de viaje**

Medida del volumen de tráfico, realizada por observaciones del tiempo de conducción a lo largo de un tramo determinado de carretera. Se calcula dividiendo el largo de un espacio de carretera por el tiempo medio de viaje de los automóviles que cruzan el tramo de carretera.

**K). Volumen Horario**

Según Cal y Mayor (2018) es la cantidad de automóviles que cruzan en un determinado tramo de carretera en una hora, si no hay datos para esa hora, se calculará según el periodo calculado

**L). Intervalo semafórico**

Según Cal y Mayor (2018) Son las variaciones divididas que tiene el ciclo, lo cual no cambia las indicaciones de señal del dispositivo de control de tránsito o semáforo (pp.498).

#### **M). Secuencias de fases semafóricas**

Según Cal y Mayor (2018) Mencionan que cada ciclo está compuesto por fases, los cuales los colores de los grupos semafóricos permanecen intercalados (rojo, verde y ámbar). Por lo tanto, se trata del cambio secuencial de color que se realiza en cada semáforo.

#### **N). Ciclo semafórico**

Según Cal y Mayor (2018) Es el tiempo de duración desde el cambio de un equipo de semaforización hasta el reinicio de dicha situación (pp.498).

#### **O). Cuello de Botella**

Según Kerner (2002) nos dice que se le llama también “congestión vehicular” y esto se genera gracias al colapso de tráfico y nos da como resultado un flujo demasiado pausado. Se da a entender como cuello de botella a la pausa de vehículos en una determinada etapa que debería ser factible la movilización en dicha vía.

### **2.4. Hipótesis**

Mediante el inventario vial, señalización, densidad y periodicidad semafórica, en la Avenida Principal de la Urbanización Santa Margarita de la Ciudad de Piura, obtendremos un modelo óptimo de tráfico vehicular.



### **III METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación aplicada**

Se entiende por investigación aplicada a la investigación que comprueba la teoría con la realidad, este se determina por estudios anteriormente planteados que se aplican a cierta población que corresponde dicha investigación. En este informe de tesis se trazaron teorías hacia la avenida Principal de la Urbanización Santa margarita, para poder realizar el modelo de trafico de dicha avenida.

##### **3.1.2. Nivel de investigación descriptiva**

La presente investigación es de nivel descriptivo, ya que detallan las características que ocurren en el lugar de estudio, lo que permite recopilar datos de los hechos y estudiarlos a medida que se presentan, sin manipular variables.

El uso del software para la modelación del tráfico permitirá realizar un análisis de sensibilidad de las variables principales: densidad semafórica, señalética y densidad de tráfico.

El uso de alternativas para la solución de un problema de densidad de tráfico permitirá contrastar la modificación óptima de los parámetros establecidos.

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

##### **3.2.1. Población**

Estará conformada por el número de vehículos que transitan durante una semana.

##### **3.2.2. Muestra**

Estará conformada por un número de vehículos que transitan durante unas horas de la semana

### 3.3. Operacionalización de variables:

**Tabla 1.**

*Matriz operacional de variables.*

Variabes	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Modelo de tráfico	Proyección de volúmenes de tránsito vehicular en un lapso de tiempo específico	Inventario	Señales horizontales, señales verticales, tipo de señal	Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) del MTC	Ficha de recolección de datos
		Georreferenciación	Ubicación en el espacio	Manual del usuario de ArcGIS	Base de datos
		Número de vehículos en función del tiempo	Vehículos pesados, vehículos medios, vehículos livianos (motocicletas)	RNT del MTC	Ficha de recolección de datos
		Tiempo de semáforo en rojo, amarillo y verde	Rojo; Amarillo; Verde.	RNT del MTC	Información del Municipio
		Reproducción del tráfico	Semáforos, señalética horizontal y vertical	Manual de usuario del software Synchro	Software Synchro, levantamiento de información. Mapa digital de la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita.

Ordenamiento del tráfico	Optimización semafórica, optimización señalética, Otras medidas correctoras.	Manual de usuario del software Synchro	Software Synchro, levantamiento de información. Mapa digital de la Av. Principal de la Urbanización Santa Margarita.
--------------------------	--	--	--

**Nota:** Tabla de variables operacionales para la tesis.

### 3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo del análisis se consideraron las siguientes técnicas, de las cuales cada una cuenta con su instrumento y sus respectivos usos para fines de la realización del informe de investigación.

En la **tabla 2** se aprecia las técnicas e instrumentos usados en el presente informe de tesis, en la cual se consideran las tres técnicas como importantes para nuestra investigación.

**Tabla 2.**

*Técnicas e instrumentos*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Uso</b>
Técnica de observación	Formatos de aforo y clasificación de vehículos según el RNT del MTC.	Conteo manual de vehículos para estudio de tráfico.
Recolección de datos	Cálculo de aforo vehicular, para determinar la mayor cantidad de automóviles y tiempo transcurrido.	Aforo de vehículos, cada 15 minutos, por 12 horas del día, durante una semana, contabilizando también el tiempo semafórico.
Método Científico	Software Synchro	Examina y soluciona el problema de investigación, valiéndose de las técnicas o instrumentos empleados.

**Nota.** Tabla de instrumentos y técnicas a usar para tesis.

### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

Los aforos de tráfico se van a tratar desde un punto de vista estadístico, utilizando el programa Ms. Excel y con el software utilizado en el desarrollo del modelo.

#### 3.5.1. Trabajos de Transito

##### 3.5.1.1. Estudio de Transito – Trabajos de campo

En esta etapa se utilizaron las técnicas de observación y el recojo de datos, donde se realizó el inventario de las señalizaciones existentes, también se tiene en cuenta la clasificación vehicular para dicho modelo de tráfico y se plantearon diversos puntos para realizar el conteo

Lo primero que tenemos que realizar es el inventario de las señalizaciones existentes para la cual utilizamos las **Tabla 3** la cual se presentara la ubicación georreferenciada.

**Tabla 3.**

*Señalización existente en carril Izquierdo y Derecho*

Ítem	Carril (Izq-Der)	Señalización existente	Coordenadas de georeferencia
1	Nombre de cada calle en la avenida estudiada	Señales encontradas en cada calle - intersección	Coordenadas de cada señal contabilizada en la Av. Principal.
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			

**Nota.** Tabla de señalización existente para recopilar información

A continuación, se presenta la **Tabla 4** la cual presenta el formato para el conteo vehicular en un lapso de 24 horas durante una semana.

**Tabla 4.**

*Volumen vehicular para carril izquierdo y derecho*

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
00:00 - 01:00							
01:00 - 02:00							
02:00 - 03:00							
03:00 - 04:00							
04:00 - 05:00							
05:00 - 06:00							
06:00 - 07:00	Conteo	Conteo	Conteo	Conteo	Conteo	Conteo	Conteo
07:00 - 08:00	vehicular	vehicular	vehicular	vehicular	vehicular	vehicular	vehicular
08:00 - 09:00	realizado	realizado	realizado en	realizado	realizado	realizado	realizado
09:00 - 10:00	en la	en la	la Avenida	en la	en la	en la	en la
10:00 - 11:00	Avenida	Avenida	Principal.	Avenida	Avenida	Avenida	Avenida
11:00 - 12:00	Principal.	Principal.		Principal.	Principal.	Principal.	Principal.
12:00 - 13:00							
13:00 - 14:00							
14:00 - 15:00							
15:00 - 16:00							
16:00 - 17:00							
17:00 - 18:00							
18:00 - 19:00							
19:00 - 20:00							
20:00 - 21:00							
21:00 - 22:00							
22:00 - 23:00							
23:00 - 24:00							
<b>TOTAL</b>							

**Nota.** Tabla de volúmenes para recopilar información en tesis.

Para tener una mejor apreciación acerca de la distribución de vehículos por carril se utilizó la **Tabla 5.**

**Tabla 5.**

*Distribución de vehículos*










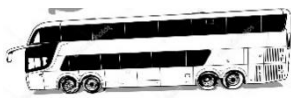
DISTRIBUCIÓN SEGÚN VEHÍCULOS																	
Moto	Mototaxi	Auto Sw	Camionetas		Micro	Bus			Camión			Semitraylers					TOTAL
			P Up-Panel	C.R.		B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	
TOTAL %																	


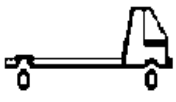
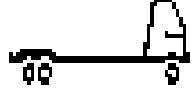
**Nota.** Tabla de recopilación de datos para tesis.

En las **Tablas 6 y 7** se puede apreciar la clasificación de vehículos livianos y pesados.

**Tabla 6.**

*Clasificación de vehículos livianos en la Avenida Principal Santa Margarita -Piura.*


		Descripción		Diagrama Vehicular	Und. Vehiculares
VEHÍCULOS LIGEROS	Motos				
	Mototaxis				
	Autos				
	Camionetas	Pick up/Panel			
					
		Rural (Combi)			
	Microbús				
	Bus	2 Ejes			
		3 Ejes			
		4 Ejes			

	Camión	2 Ejes		
		3 Ejes		
		4 Ejes		

**Nota.** Tabla de levantamiento de datos para tesis.

### Tabla 7.

*Clasificación de vehículos pesados en la Avenida Principal Santa Margarita -Piura.*

VEHÍCULOS PESADOS	Descripción		Diagrama Vehicular	Und. Vehiculares
	SemiTrailer	2S3		

**Nota.** Tabla de clasificación de vehículos pesados para tesis.

#### 3.5.1.2. Estudio de Transito – Trabajos en Gabinete

Para procesar la información obtenida en campo, se continuo con el análisis y cálculo de la información en oficina, para esto se tomó como herramienta principal las hojas de cálculo de Excel, donde plasmamos todos los datos obtenidos en hojas virtuales, con el fin de obtener nuestros resultados.

##### 3.5.1.2.1. Procedimiento para el cálculo del IMDA

Para el desarrollo del presente informe y como primera instancia se reagrupó la clasificación de vehículos pesados y livianos la cual se presenta el formato en la



**Tabla 8.**

*Reagrupación de vehículos pesados y livianos*

Clasificación	Descripción	Und. Vehiculares
Livianos	Motos y Mototaxis	
	Autos y camionetas	
	Camion 2 ejes - 4 ruedas	
	Bus 3 ejes	
	Camion 2 ejes -6 ruedas	
	Camion 2 ejes-10 ruedas	
Pesados	Semitrailer 3s2 (5 ejes)	

**Nota.** Tabla de clasificación de vehículos pesados y livianos.

A continuación, se utilizó la metodología clásica para el cálculo del Índice Medio Diario (IMDA) con las siguientes formulas y la **Tabla 9** según corresponda.

$$ft = \frac{\text{Factor de tiempo}}{24 \text{ hrs.}} \cdot \text{Hras. Evaluadas}$$

Hras Ev. 1 Hras  
 f t 24 Hras

**IMD**

$$IMD = ft * \text{Und. vehiculares}$$

**Tabla 8.**

*Contabilización de Vehículos livianos y pesados e Índice Medio Diario*

Tipo	Descripción	Und. Vehiculares	IMD
Livianos	Motos y Mototaxis		
	Autos y camionetas		
	Camion 2 ejes - 4 rueda		
	Bus 3 ejes		
	Camion 2 ejes -6 ruedas		
	Camion 2 ejes-10 rueda		
Pesados	Semitrailer 3s2 (5 ejes)		

**Nota.** Tabla de contabilización vehicular para tesis.

También es necesario calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA) para estimar el tráfico vehicular determinado en un año con las siguiente formula y la **Tabla 10** respectivamente.

**IMDA**

$$IMDA = IMD * 365$$

**Tabla 9.***Índice medio anual de Vehículos livianos y pesados*

Tipo	Descripción	Und.Veh.	IMD	IMDA
Livianos	Motos y Mototaxis			
	Autos y camionetas			
	Camion 2 ejes - 4 ruedas			
	Bus 3 ejes			
	Camion 2 ejes -6 ruedas			
	Camion 2 ejes-10 ruedas			
Pesados	Semitrailer 3s2 (5 ejes)			

**Nota.** Tabla de Índice medio anual para tesis.

### 3.5.1.2.2. Procedimiento para semaforización utilizando el Método Webster

Mediante este método, se ha dispuesto hallar un tiempo determinado para la propuesta de semaforización, se busca que sea el más óptimo y ayude a una mejor transitabilidad en la zona estudiada, para lo cual se usó el conteo vehicular en hora pico.

Para este método se utilizó la **Tabla 11** para realizar la semaforización de la Avenida Principal de la Urbanización Santa Margarita en la Ciudad de Piura

**Tabla 10.***Método Webster para semaforización*

FASE	MOVIMIEN TO	I (Intensidad)	n (Carriles)	feq (factor de equivalencia)	$q=(I \times feq)/n$	Yi (Flujo saturación)
1	1					
	2					
	3					
	4					
2	5					
	6					
	7					
	8					
3	9					
	10					
	11					
	12					
4	13					
	14					
	15					
	16					

**Nota.** Tabla para semaforización con método Webster.

Para el cálculo de Q se utilizó la siguiente formula:

$$q=(I \times feq)/n$$

Donde:

q= flujo de automóviles directos, que no dan vuelta, equivalentes por hora

I= Intensidad (conteo vehicular)

feq= Factor de equivalencia

n= número de carriles

Luego se calculó el Tiempo de ciclo óptimo (Tco).

$$T_{co} = \frac{1.5P+5}{1-Y}$$

$$P = N^{\circ} \text{ Fases} \times 4\text{seg} =$$



Tiempo Amarillo (Ambar)

Donde:

P= Tiempo total perdido por ciclo

Y=flujo de saturación

Para concluir se calcula el tiempo efectivo de verde para el semáforo a programar.

$$G_i = Y_i / Y$$

Se calcula para cada fase el tiempo en verde, rojo y ámbar (establecido por la Dirección General de Tráfico).

Se resta el  $G_i$  obtenido, con el tiempo recomendado de 4 segundos en ámbar y se obtendría el tiempo para la programación del color rojo en el semáforo.

## IV PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

### 4.1. *Análisis e interpretación de resultados.*

#### 4.1.1. Presentación de señalización existente

En la **tabla 12** se presentan las señalizaciones verticales existentes en avenida principal en Santa Margarita - Piura, pertenecientes al carril izquierdo.

**Tabla 11.**

*Señalización vertical existente en el carril izquierdo*

Ítem	Carril izquierdo	Señalización existente Vertical	Coordenadas de georreferencia
1	Calle 1	Señal Informativa	5°10'11.7"S 80°39'31.9"W
2	Pasaje D2	No se encontró señalización existente	
3	Calle 2	Señal Informativa	5°10'09.1"S 80°39'34.9"W
4	Pasaje E4	No se encontró señalización existente	
5	Calle 3	No se encontró señalización existente	
6	Pasaje H4	Señal Informativa	5°10'04.1"S 80°39'40.8"W
7	Av. Amapolas	No se encontró señalización existente	
8	Calle 7	No se encontró señalización existente	
9	Pasaje 04	Señal Informativa	5°09'58.8"S 80°39'46.9"W
10	Pasaje 05	Señal Informativa	5°09'58.7"S 80°39'47.1"W
11	Calle 12	No se encontró señalización existente	
12	Av. Dos	No se encontró señalización existente	
13	Calle E3	No se encontró señalización existente	
14	Calle E2	Señal Informativa	5°09'51.3"S 80°39'56.0"W
15	Av. A	No se encontró señalización existente	
16	Calle G6	No se encontró señalización existente	
17	Calle G5	No se encontró señalización existente	
18	Calle G4	Señal Informativa	5°09'45.5"S 80°40'02.9"W
19	Calle 16	No se encontró señalización existente	

**Nota.** Presentación de señalización existente- carril izquierdo de la Avenida Principal en Santa Margarita - Piura

**Figura 1.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle 1 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en intersección de Calle 1 con Av. Principal.

**Figura 2.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle 2 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en intersección Calle2 con Av. Principal.

**Figura 3.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección del Pasaje H4 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en intersección Pasaje H4 con Av. Principal.

**Figura 4.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección de Avenida A con Av. Principal*



**Nota.** Señalización existente en Av. A con Av. Principal

**Figura 5.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección de Avenida Dos con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización en Av. Dos con Av. Principal.

**Figura 6.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección de Pasaje 04 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización en Pasaje04 con Av. Principal.

En la **tabla 13** se presentan las señalizaciones verticales existentes en avenida principal en Santa Margarita - Piura, pertenecientes al carril derecho.

**Tabla 12.**

*Señalización verticales existente carril derecho.*

Ítem	Carril Derecho	Señalización existente Vertical	Coordenadas de georreferencia
1	Calle 1	Señal Informativa	5°10'11.1"S 80°39'31.5"W
2	Pasaje C2	Señal Informativa	5°10'09.4"S 80°39'33.6"W
3	Calle 2	Señal Informativa	5°10'08.5"S 80°39'34.7"W
4	Pasaje F1	Señal Informativa	5°10'07.7"S 80°39'35.7"W
5	Calle 3	Señal Informativa	5°10'06.1"S 80°39'37.4"W
6	Calle 4	Señal Informativa	5°10'04.5"S 80°39'39.4"W
7	Av.Amapolas	Paso peatonal	5°10'02.7"S 80°39'41.6"W
8	Calle 7	Señal Informativa	5°09'59.9"S 80°39'44.7"W
9	Pasaje P2	Señal Informativa	5°09'58.2"S 80°39'46.8"W
10	Pasaje P5	Señal Informativa	5°09'57.5"S 80°39'47.7"W
11	Calle 12	No se encontró señalización existente	
12	Av. Dos	No se encontró señalización existente	
13	Calle C4	Señal Informativa	5°09'53.5"S 80°39'52.4"W
14	Calle C1	Señal Informativa	5°09'51.6"S 80°39'54.6"W
15	Calle B4	Señal Informativa	5°09'50.8"S 80°39'55.6"W
16	Calle B2	No se encontró señalización existente	
17	Av A	No se encontró señalización existente	

**Nota.** Presentación de señalización existente en carril derecho de la Av. Principal de Santa Margarita-Piura.



**Figura 7.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle 1 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Calle 1 con Av. Principal

**Figura 8.** Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle 2 con Av. Principal.



**Nota.** Señalización en Calle2 con Av. Principal.

**Figura 9.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección de Pasaje P2 con Av. Principal*



**Nota.** Señalización en Pasaje P2 con Av. Principal

**Figura 10.**

*Señal informativa de nombre de calles en intersección de Calle B4 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Calle B4 con Av. Principal.

**Figura 11.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle C1 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Calle C1 con Av. Principal

En la **tabla 14** se presentan las señalizaciones horizontales existentes en avenida principal en Santa Margarita - Piura, pertenecientes al carril izquierdo.

**Tabla 13.**

*Señalización horizontal existente carril izquierdo.*

Ítem	Carril izquierdo	Señalización existente Horizontal	Coordenadas de georreferencia
1	Calle 1	No se encontró señalización existente	
2	Pasaje D2	No se encontró señalización existente	
3	Calle 2	Línea cruce peatonal descuidad	5°10'09.1"S 80°39'34.9"W
4	Pasaje E4	No se encontró señalización existente	
5	Calle 3	Línea cruce peatonal descuidad	5°10'06.4"S 80°39'38.0"W
6	Pasaje H4	No se encontró señalización existente	
7	Av. Amapolas	Línea cruce peatonal descuidad	5°10'03.0"S 80°39'41.9"W
8	Calle 7	Línea cruce peatonal descuidad	5°10'00.2"S 80°39'45.3"W
9	Pasaje 04	No se encontró señalización existente	
10	Pasaje 05	No se encontró señalización existente	
11	Calle 12	Línea cruce peatonal descuidad	5°09'56.4"S 80°39'50.0"W
12	Av. Dos	Línea cruce peatonal descuidad	5°09'55.4"S 80°39'51.2"W
13	Calle E3	Línea cruce peatonal descuidad	5°09'52.0"S 80°39'55.1"W
14	Calle E2	No se encontró señalización existente	
15	Av. A	Línea cruce peatonal descuidad	5°09'48.6"S 80°39'59.2"W
16	Calle G6	No se encontró señalización existente	
17	Calle G5	No se encontró señalización existente	
18	Calle G4	No se encontró señalización existente	
19	Calle 16	No se encontró señalización existente	

**Nota:** Presentación de señalización horizontal en el carril izquierdo de la Av. Principal de Santa Margarita – Piura.

## Figura 12.

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 2 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización en Calle 2 con Av. Principal.

## Figura 13.

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 3 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización en Calle 3 con Av. Principal.

**Figura 14.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. Amapolas con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización en Av. Amapolas con Av. Principal.

**Figura 15.**

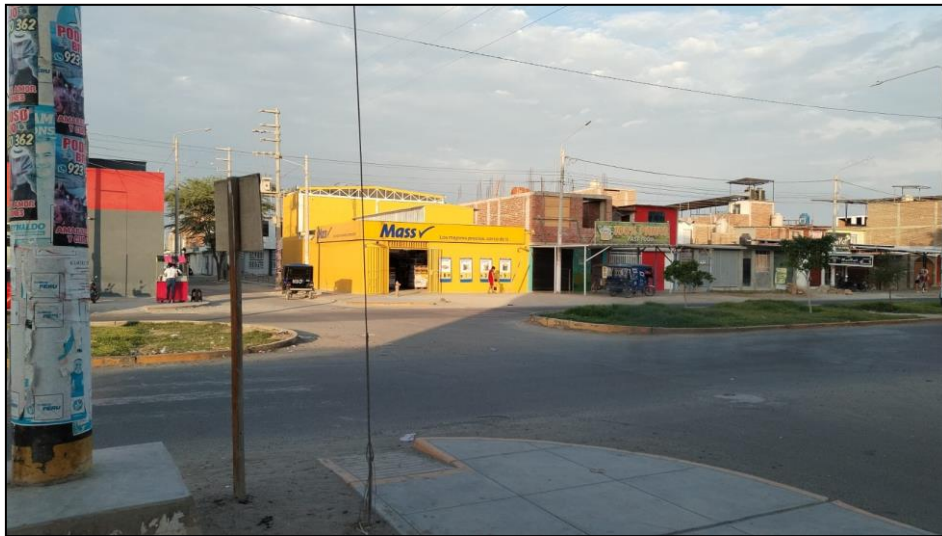
*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 7 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización de Calle 7 con Av. Principal.

**Figura 16.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 12 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Calle 12 con Av. Principal.

**Figura 17.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. Dos con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Av. Dos con Av. Principal.

**Figura 18.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle E3 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Calle E3 con Av. Principal.

**Figura 19.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. A con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Av. A con Av. Principal.



En la **tabla 15** se presentan las señalizaciones horizontales existentes en avenida principal en Santa Margarita - Piura, pertenecientes al carril derecho.

**Tabla 14.**

*Señalización horizontal existente carril derecho.*

Ítem	Carril Derecho	Señalización existente Horizontal	Coordenadas de georreferencia
1	Calle 1	No se encontró señalización existente	
2	Pasaje C2	No se encontró señalización existente	
3	Calle 2	Línea cruce peatonal descuidada	5°10'08.5"S 80°39'34.7"W
4	Pasaje F1	No se encontró señalización existente	
5	Calle 3	Línea cruce peatonal descuidada	5°10'06.1"S 80°39'37.4"W
6	Calle 4	No se encontró señalización existente	
7	Av. Amapolas	Paso peatonal	5°10'02.7"S 80°39'41.6"W
8	Calle 7	Línea cruce peatonal descuidada	5°09'59.9"S 80°39'44.7"W
9	Pasaje P2	No se encontró señalización existente	
10	Pasaje P5	No se encontró señalización existente	
11	Calle 12	Línea cruce peatonal descuidada	5°09'55.8"S 80°39'49.6"W
12	Av. Dos	Línea cruce peatonal descuidada	5°09'54.8"S 80°39'50.8"W
13	Calle C4	No se encontró señalización existente	
14	Calle C1	Línea cruce peatonal descuidada	5°09'51.6"S 80°39'54.6"W
15	Calle B4	No se encontró señalización existente	
16	Calle B2	No se encontró señalización existente	
17	Av. A	Línea cruce peatonal descuidada	5°09'48.0"S 80°39'58.9"W

**Nota.** Presentación de señalización existente en el carril derecho de la Av. Principal Santa Margarita – Piura.

**Figura 20.**

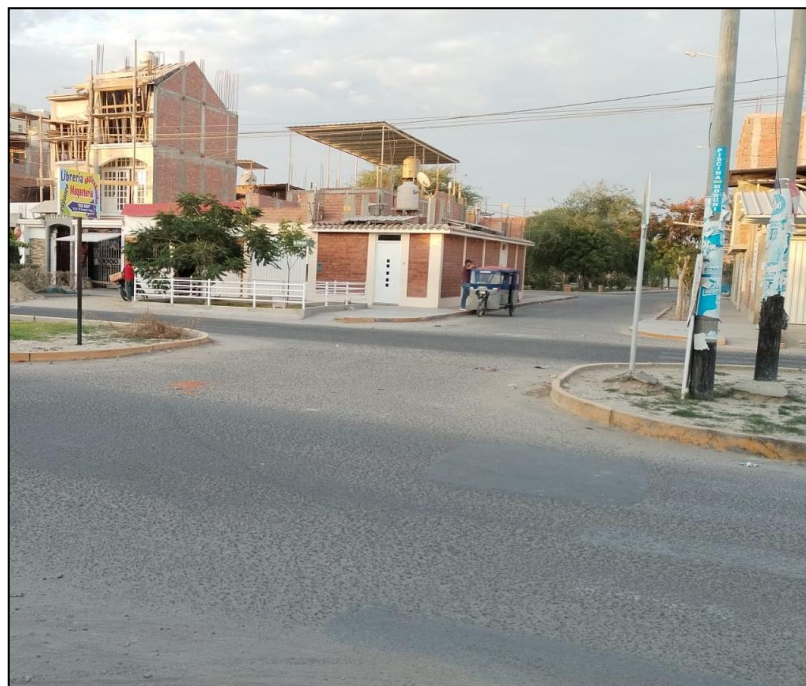
*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 2 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente de Calle 2 con Av. Principal.

**Figura 21.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 3 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Calle3 con Av. Principal.

**Figura 22.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. Amapolas con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Av. Amapolas con Av. Principal.

**Figura 23.**

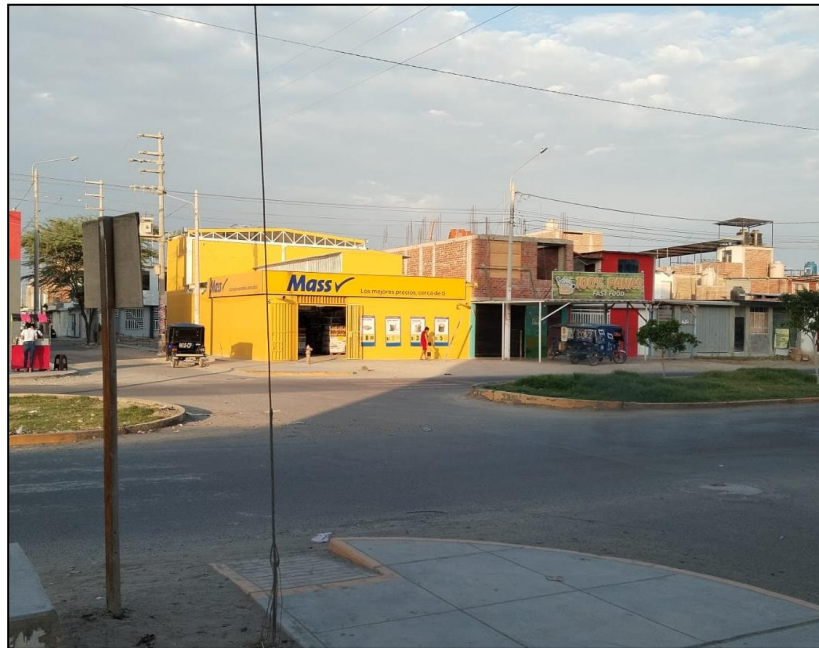
*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 7 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente de Calle7 con Av. Principal.

**Figura 24.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Calle 12 con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente en Calle12 con Av. Principal.

**Figura 25.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. Dos con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización existente de Av. Dos con Av. Principal.

**Figura 26.**

*Señalización de paso de Cebra en intersección de Av. A con Av. Principal.*



**Nota.** Señalización de Av. A con Av. Principal.

#### 4.1.2. Presentación de resultados obtenidos del Conteo Vehicular.

##### A). Volumen Vehicular de Este a Oeste (Carril derecho)

En la **Tabla 16** se aprecia el volumen que representa al cada día del conteo vehicular en un lapso de 24 horas con la dirección este a oeste, en la cual se aprecia el día con mayor volumen es el miércoles.

**Tabla 15.**

*Volumen vehicular carril derecho*

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
00:00 - 01:00	653	653	982	461	349	284	276
01:00 - 02:00	414	425	512	355	293	218	206
02:00 - 03:00	301	578	367	181	145	105	122
03:00 - 04:00	298	458	347	161	128	107	112
04:00 - 05:00	195	524	209	211	164	133	157
05:00 - 06:00	180	670	214	293	240	209	232
06:00 - 07:00	478	753	528	300	226	170	192
07:00 - 08:00	1069	1124	1288	695	699	589	314
08:00 - 09:00	1077	1003	1285	861	785	693	400
09:00 - 10:00	992	827	1100	886	749	741	475
10:00 - 11:00	696	845	1170	902	743	783	536
11:00 - 12:00	766	1022	1673	979	921	793	484
12:00 - 13:00	813	856	1587	1117	884	800	593
13:00 - 14:00	946	807	2050	904	927	922	698
14:00 - 15:00	896	707	1630	844	892	749	662
15:00 - 16:00	829	699	1543	857	940	701	622
16:00 - 17:00	674	916	1040	1228	811	318	690
17:00 - 18:00	830	977	1234	1313	910	234	694
18:00 - 19:00	1113	977	1118	1081	935	314	999
19:00 - 20:00	677	655	1225	646	614	492	437
20:00 - 21:00	690	741	1115	749	678	498	469
21:00 - 22:00	523	656	1001	647	647	508	456
22:00 - 23:00	1012	741	1567	713	674	532	485
23:00 - 24:00	1298	593	1634	606	587	452	397
<b>TOTAL</b>	<b>17,420</b>	<b>18,207</b>	<b>26,419</b>	<b>16,990</b>	<b>14,941</b>	<b>11,345</b>	<b>10,708</b>

**Nota.** Presentación de volumen vehicular del carril derecho de la Av. Principal de Santa Margarita - Piura

En la **tabla 17** se presenta la proporción de vehículos por día, en el cual se observa el día miércoles presentando el mayor porcentaje **de 22.77%**.

**Tabla 16.**

*Porcentaje de volumen vehicular por día.*

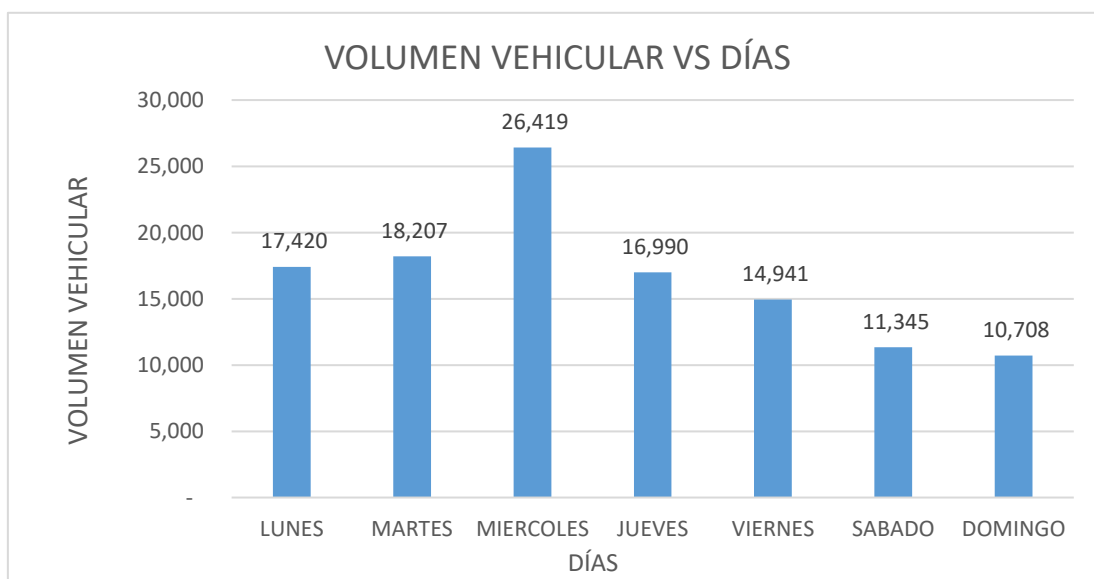
<b>ESTE A OESTE</b>		
<b>Día</b>	<b>Vehículos</b>	<b>PORC.%</b>
Lunes	17420	15.01
Martes	18207	15.69
Miércoles	26419	22.77
Jueves	16990	14.64
Viernes	14941	12.88
Sábado	11345	9.78
Domingo	10708	9.23
TOTAL	116030	100.00

**Nota.** Presentación de porcentaje vehicular por día del carril derecho.

En la **figura 27** se presenta el diagrama de barras correspondiente a la **tabla 16**, donde se percibe a mayor magnitud los días de máxima demanda.

**Figura 27.**

*Diagrama de barras de Volumen Vehicular vs Días*

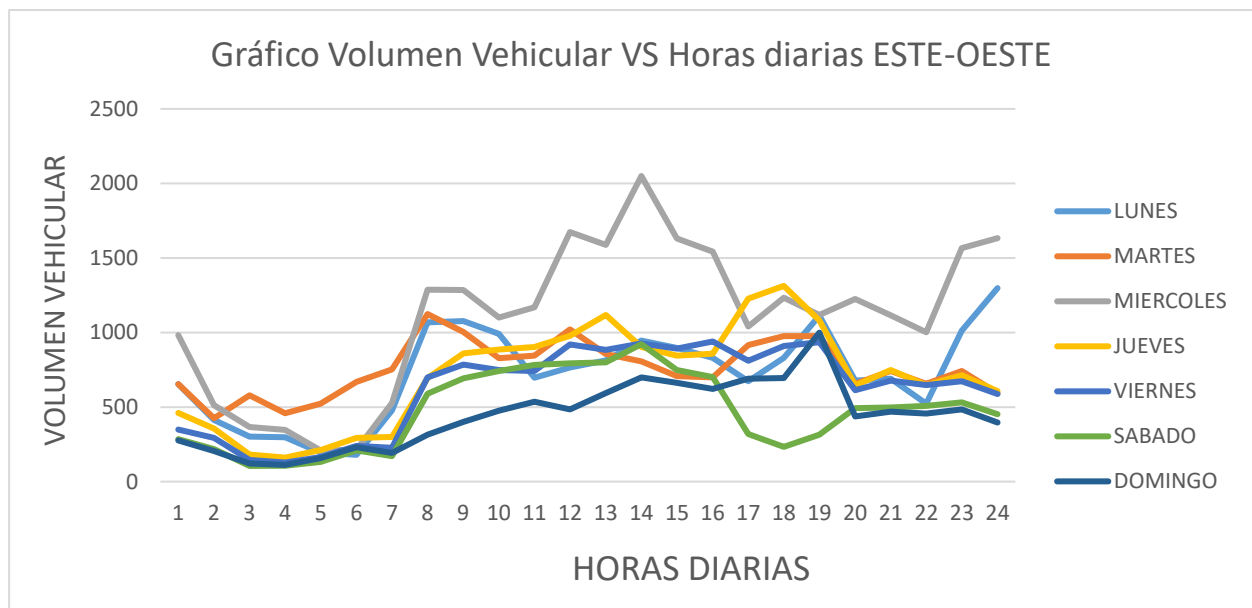


**Nota.** Diagrama de barras volumen vehicular vs días

En la **figura 28** se visualiza los periodos de una hora a lo largo de las 24 horas cada día, en esta imagen se perciben los puntos clave donde se observa más tráfico de lo habitual, los intervalos de horas 07:00 a 10:00, y 13:00 a 18:00 considerados de máxima demanda.

**Figura 28.**

*Gráfica de Volumen vehicular vs Horas diarias (Este)*



**Nota.** Presentación de gráfico de volumen vehicular vs horas diarias.

En relación a las características obtenidas de la **tabla 18** se puede observar el volumen de vehículos por cada tipo en la dirección de Oeste a Este donde se consideran los porcentajes respectivos.

En la **Figura 29** se presenta un gráfico circular donde se aprecia directamente como vehículo predominante los menores como son las motos y mototaxis.



**Tabla 17.**

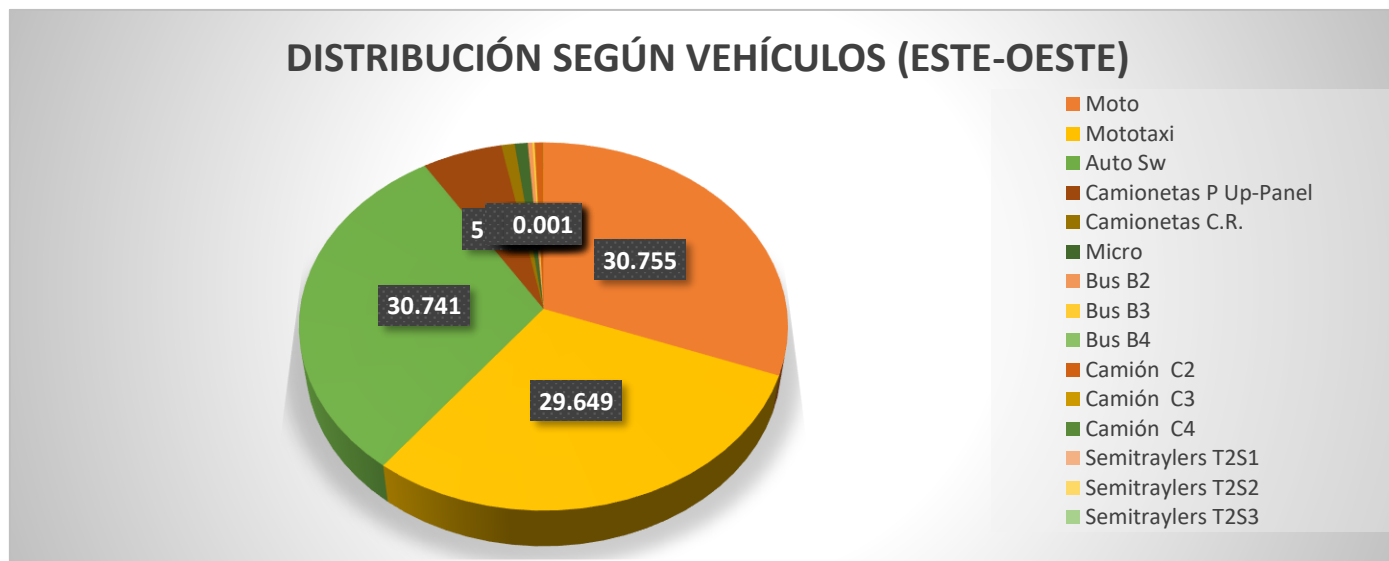
*Distribución de vehículos Este – Oeste.*

DISTRIBUCIÓN SEGÚN VEHÍCULOS (ESTE-OESTE)																		
Moto	Mototaxi	Auto Sw	Camionetas		Micro	Bus			Camión			Semitraylers					TOTAL	
			P Up-Panel	C.R.		B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2		>=T3S3
35685	34402	35669	6734	1130	1095	388	173	16	698	34	5			1				116030
TOTAL %	30.755	29.649	30.741	5.804	0.974	0.944	0.334	0.149	0.014	0.602	0.029	0.004			0.001			100

Nota. Presentación de distribución vehicular (este – oeste)

**Figura 29.**

*Distribución según tipo de vehículos Este- Oeste.*



**Nota.** Gráfica de distribución según tipo de vehículos (este - oeste)

## B). Volumen Vehicular de Oeste a Este (Carril izquierdo)

En la **Tabla 19** se aprecia el volumen que representa al cada día del conteo vehicular en un lapso de 24 horas con la dirección este a oeste, en la cual se aprecia el día con mayor volumen de tránsito es el miércoles.

**Tabla 18.**

*Volumen vehicular Oeste a Este*

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
00:00 - 01:00	640	695	982	773	696	661	359
01:00 - 02:00	404	410	512	429	388	356	186
02:00 - 03:00	299	316	367	335	311	265	143
03:00 - 04:00	300	325	357	331	301	268	130
04:00 - 05:00	193	199	209	185	182	155	86
05:00 - 06:00	194	234	214	465	214	159	91
06:00 - 07:00	480	452	528	896	439	380	206
07:00 - 08:00	1069	1003	1287	1123	1,211	675	470
08:00 - 09:00	1077	1002	122	1292	1236	636	597
09:00 - 10:00	989	934	1086	1071	1008	762	602
10:00 - 11:00	696	781	1167	1188	1046	1797	340
11:00 - 12:00	770	794	1075	1209	1146	1166	320
12:00 - 13:00	817	815	1077	109	1197	1195	462
13:00 - 14:00	946	1007	1088	1576	1235	1071	470
14:00 - 15:00	896	927	1346	1479	1021	980	597
15:00 - 16:00	829	928	1301	984	953	779	603
16:00 - 17:00	674	1047	1109	847	973	797	346
17:00 - 18:00	830	1219	935	872	857	668	357
18:00 - 19:00	1103	1346	928	1005	982	461	418
19:00 - 20:00	680	850	1034	946	886	777	383
20:00 - 21:00	670	919	1022	1041	975	848	414
21:00 - 22:00	528	690	909	777	751	639	335
22:00 - 23:00	1018	1124	1088	1285	1239	1085	583
23:00 - 24:00	1298	1211	1026	1272	1183	1165	637
<b>TOTAL</b>	<b>17,400</b>	<b>19,228</b>	<b>20,769</b>	<b>21,490</b>	<b>20,430</b>	<b>17,745</b>	<b>9,135</b>

**Nota.** Volumen vehicular de Oeste a Este.

En la **tabla 20** se presenta la proporción de vehículos por día, en el cual se observa el día miércoles presentando el mayor porcentaje de 17.03%.

**Tabla 19.**

*Porcentaje de volumen vehicular por día.*

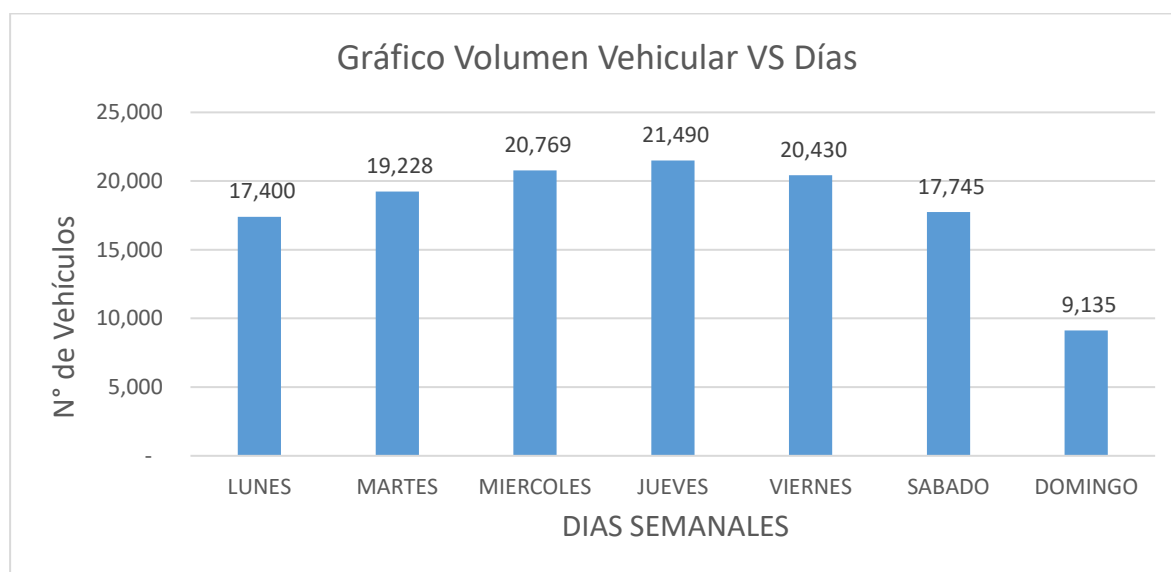
<b>OESTE A ESTE</b>		
<b>Día</b>	<b>Vehículos</b>	<b>PORC.%</b>
Lunes	17400	13.79
Martes	19228	15.24
Miércoles	20769	16.46
Jueves	21490	17.03
Viernes	20430	16.19
Sábado	17745	14.06
Domingo	9135	7.24
<b>TOTAL</b>	<b>126197</b>	<b>100.00</b>

**Nota.** Presentación de volúmenes vehiculares por día de Oeste a Este.

En la **figura 30** se presenta el diagrama de barras correspondiente a la **tabla 19**, donde se percibe a mayor magnitud los días de máxima demanda.

**Figura 30.**

*Diagrama de barras de Volumen Vehicular vs Días*

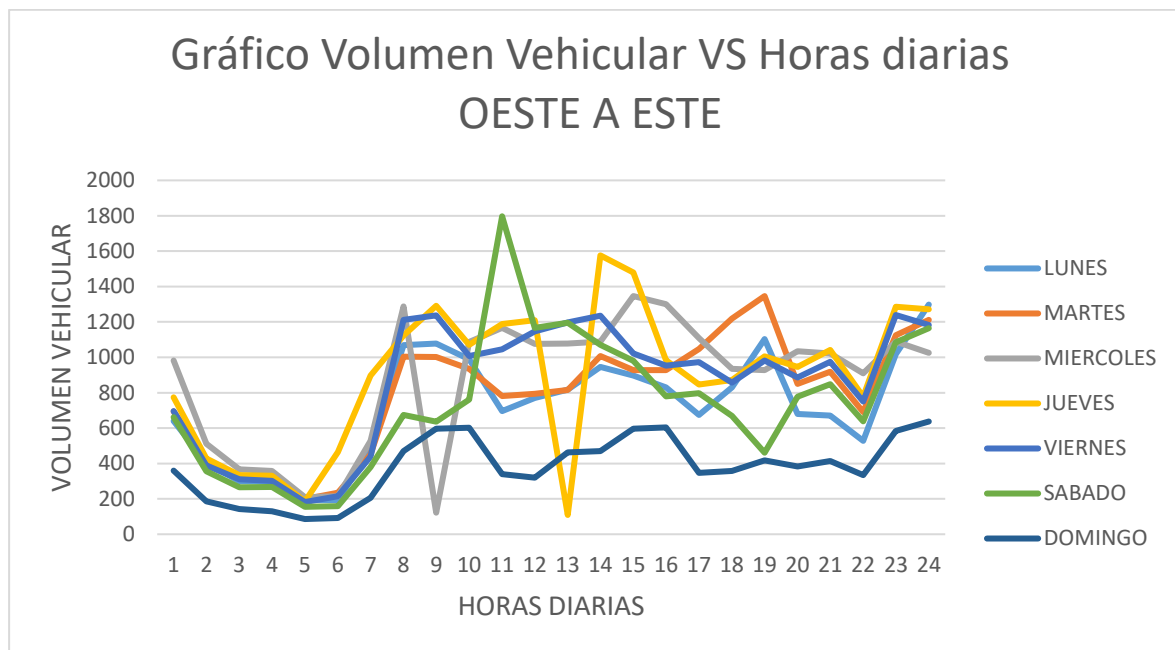


**Nota.** Diagrama de barras de Volumen Vehicular vs Días de Este a Oeste en la Av. Principal de Santa Margarita

En la **figura 31** se visualiza los periodos de una hora a lo largo de las 24 horas cada día, en esta imagen se perciben los puntos clave donde se observa más tráfico de lo habitual, los intervalos de horas 06:00 a 11:00, y 14:00 a 18:00 considerados de máxima demanda.

**Figura 31.**

*Gráfico volumen vehicular vs Horas diarias (Oeste)*



**Nota.** Gráfico de volúmenes vehiculares vs Horas diarias de Oeste a Este en la Av. Principal de Santa Margarita.

En relación a las características obtenidas de la **tabla 21** se puede observar el volumen de vehículos por cada tipo en la dirección de Oeste a Este donde se consideran los porcentajes respectivos.

En la **Figura 32** se presenta un gráfico circular donde se aprecia directamente como vehículo predominante los menores como son las motos y mototaxis.

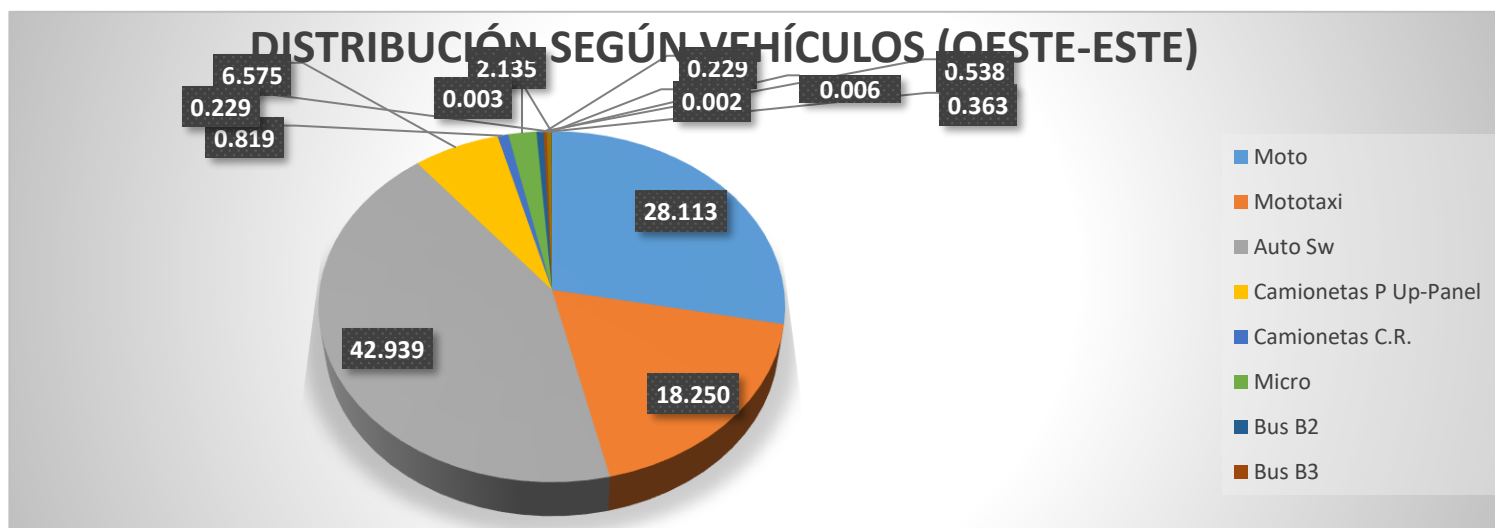
**Tabla 20.**

*Distribución de vehículos Oeste – Este*

DISTRIBUCIÓN SEGÚN VEHÍCULOS (OESTE-ESTE)																		
Moto	Mototaxi	Auto Sw	Camionetas		Micro	Bus			Camión			Semitrayers					TOTAL	
			P Up-Panel	C.R.		B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2		>=T3S3
35478	23031	54188	8298	1034	2695	680	290	8	459	29	4			3			126197	
TOTAL %	28.11	18.25	42.93	6.57	0.81	2.13	0.53	0.22	0.01	0.36	0.02	0.01	0.002					100

**Nota.** Tabla de distribución vehicular del sentido Oeste a Este.

**Figura 32.** Distribución según tipo de vehículos Oeste- Este



**Nota.** Gráfica de distribución vehicular del sentido Oeste a Este.

### C). Volumen Vehicular en ambos sentidos

En la **Tabla 22** se aprecia el volumen que representa al cada día del conteo vehicular en un lapso de 24 horas con respecto a ambos carriles de la Avenida Principal Santa Margarita.

**Tabla 21.**

*Volumen vehicular ambos carriles*

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
00:00 - 01:00	1293	1348	1964	1234	1045	945	635
01:00 - 02:00	818	835	1024	784	681	574	392
02:00 - 03:00	600	894	734	516	456	370	265
03:00 - 04:00	598	783	704	492	429	375	242
04:00 - 05:00	388	723	418	396	346	288	243
05:00 - 06:00	374	904	428	758	454	368	323
06:00 - 07:00	958	1205	1056	1196	665	550	398
07:00 - 08:00	2138	2127	2575	1818	1910	1264	784
08:00 - 09:00	2154	2005	1407	2153	2021	1329	997
09:00 - 10:00	1981	1761	2186	1957	1757	1503	1077
10:00 - 11:00	1392	1626	2337	2090	1789	2580	876
11:00 - 12:00	1536	1816	2748	2188	2067	1959	804
12:00 - 13:00	1630	1671	2664	1226	2081	1995	1055
13:00 - 14:00	1892	1814	3138	2480	2162	1993	1168
14:00 - 15:00	1792	1634	2976	2323	1913	1729	1259
15:00 - 16:00	1658	1627	2844	1841	1893	1480	1225
16:00 - 17:00	1348	1963	2149	2075	1784	1115	1036
17:00 - 18:00	1660	2196	2169	2185	1767	902	1051
18:00 - 19:00	2216	2323	2046	2086	1917	775	1417
19:00 - 20:00	1357	1505	2259	1592	1500	1269	820
20:00 - 21:00	1360	1660	2137	1790	1653	1346	883
21:00 - 22:00	1051	1346	1910	1424	1398	1147	791
22:00 - 23:00	2030	1865	2655	1998	1913	1617	1068
23:00 - 24:00	2596	1804	2660	1878	1770	1617	1034
<b>TOTAL</b>	<b>34,820</b>	<b>37,435</b>	<b>47,188</b>	<b>38,480</b>	<b>35,371</b>	<b>29,090</b>	<b>19,843</b>

**Nota.** Tabla de volumen vehicular en ambos carriles de la Av. Principal de Santa Margarita – Piura.

En la **tabla 23.** se presenta la proporción de vehículos por día, en el cual se observa el día miércoles presentando el mayor porcentaje de 19.48%.

**Tabla 22.**

*Porcentaje de volumen vehicular por día.*

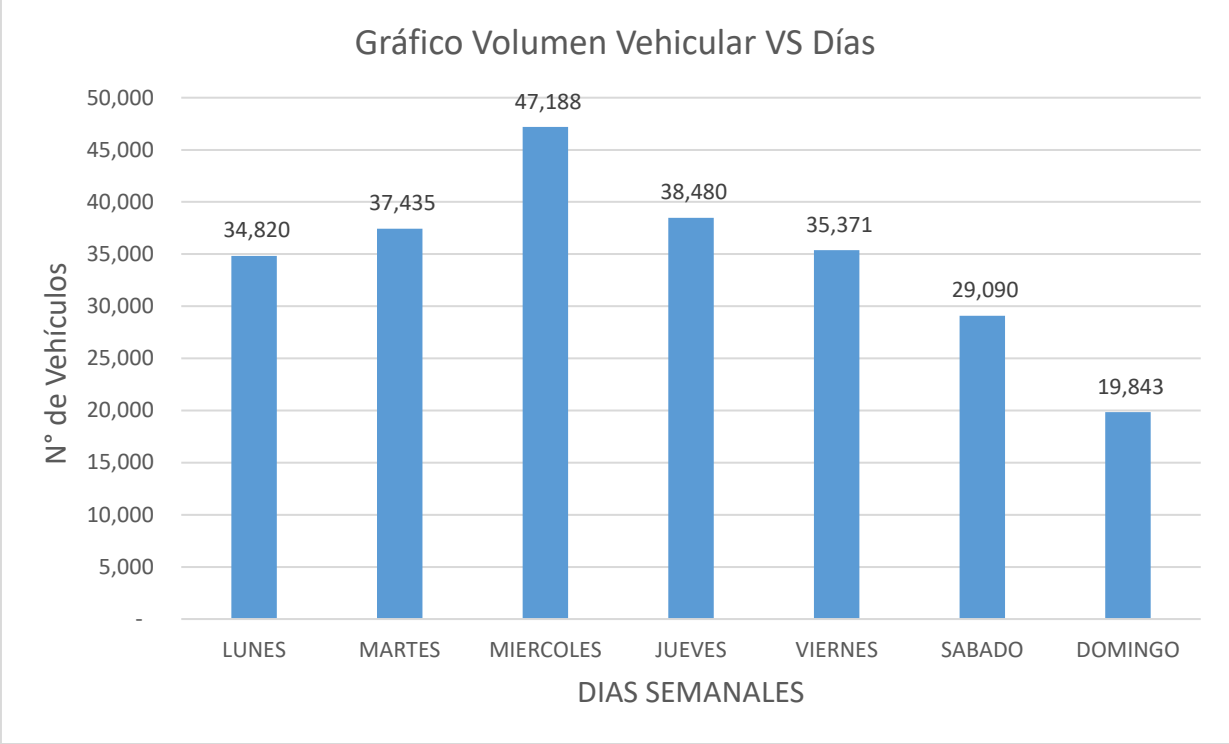
<b>AMBOS LADOS</b>		
<b>Día</b>	<b>Vehículos</b>	<b>PORC.%</b>
Lunes	34820	14.37
Martes	37435	15.45
Miércoles	47188	19.48
Jueves	38480	15.89
Viernes	35371	14.60
Sábado	29090	12.01
Domingo	19843	8.19
TOTAL	242227	100.00

**Nota.** Tabla de porcentajes vehiculares de ambos sentidos en la Av. Principal de Santa Margarita – Piura.

En la **figura 33** se presenta el diagrama de barras correspondiente a la **tabla 22**, donde se percibe a mayor magnitud los días de máxima demanda.

**Figura 33.**

*Diagrama de barras de Volumen Vehicular vs Días*



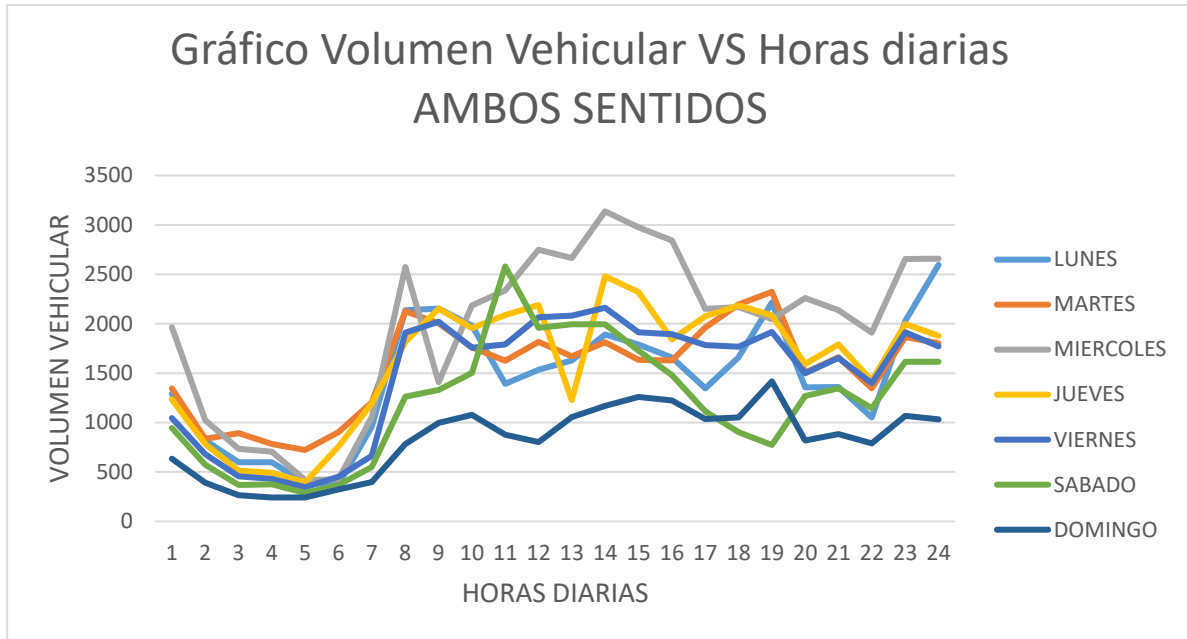
**Nota.** Diagrama de volúmenes vehiculares que transitan en ambos sentidos.

En la **figura 34** se visualiza los periodos de una hora a lo largo de las 24 horas cada día, en esta imagen se perciben los puntos clave donde se observa más tráfico de lo habitual, los intervalos de horas 06:00 a 10:00, y 14:00 a 18:00 considerados de máxima demanda.



**Figura 34.**

*Gráfico volumen vehicular vs Horas diarias (Oeste)*



**Nota.** Presentación de gráfico vehicular vs Horas diarias de volúmenes que transitan en ambos sentidos en la Av. Principal de Santa Margarita -Piura.

En relación a las características obtenidas de la **tabla 24** se puede observar el volumen de vehículos por cada tipo en la dirección de Oeste a Este donde se consideran los porcentajes respectivos.

En la **Figura 35** se presenta un gráfico circular donde se aprecia directamente como vehículo predominante los menores como son las motos y mototaxis.

**Tabla 23.**

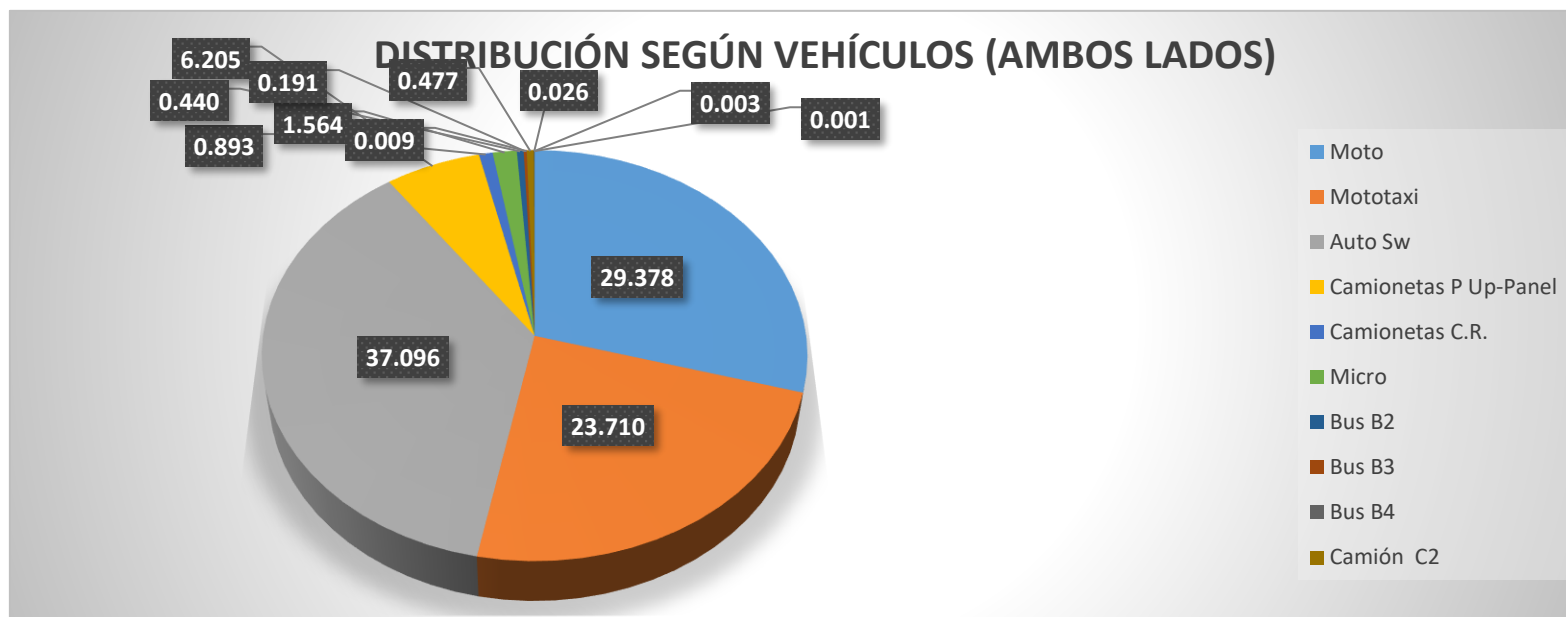
*Distribución de vehículos Ambos Lados*

DISTRIBUCIÓN SEGÚN VEHÍCULOS (AMBOS LADOS)																	
Moto	Mototaxi	Auto Sw	Camionetas		Micro	Bus			Camión			Semitrayers				TOTAL	
			P Up-Panel	C.R.		B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1		T3S2
71163	57433	89857	15032	2164	3790	1068	463	24	1157	63	9			4			242227
TOTAL %	29.37	23.71	37.09	6.20	0.89	1.56	0.44	0.19	0.01	0.47	0.02	0.004	0.001				100

**Nota.** Se puede observar la tabla de distribución vehicular que transitan en ambos sentidos en la Av. Principal de Santa Margarita- Piura.

**Figura 35.**

*Distribución según tipo de vehículos Ambos Lados*



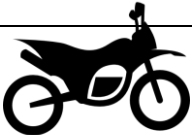





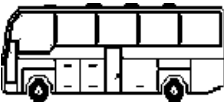

**Nota.** Presentación del gráfico de distribución vehicular que recorren los ambos sentidos en la Av. Principal de Santa Margarita -Piura



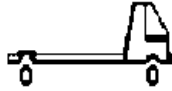
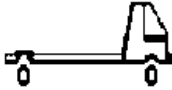
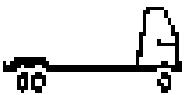
### D). Presentación de Cálculo de IMD

Para el cálculo del IMD correspondiente a la Avenida Principal en Santa Margarita se realizó la clasificación de vehículos que transitan por el pavimento en ambos carriles para poder hacer cálculos con las fórmulas necesarias.

**Tabla 24.**

*Clasificación y conteo de vehículos ligeros en Avenida Principal Santa Margarita*


		Descripción	Diagrama Vehicular	Und. Vehiculares
VEHÍCULOS LIGEROS	Motos			71163
	Mototaxis			57433
	Autos			89857
	Camionetas	Pick up/Panel	 	15032
		Rural (Combi)		2164
	Microbús			3790
	Bus	2 Ejes		1068

		3 Ejes		463
		4 Ejes		24
	Camión	2 Ejes		1157
		3 Ejes		63
		4 Ejes		9

**Nota.** Se puede observar en esta tabla la clasificación vehicular ligera que recorre la Av, Principal en Santa Margarita – Piura.

**Tabla 25.**

*Clasificación y conteo de vehículos pesados en Avenida Principal Santa Margarita.*

VEHÍCULOS PESADOS	Descripción		Diagrama Vehicular	Und. Vehiculares
	Semi Tráiler	2S3		4

**Nota.** Se puede observar la clasificación de vehículos pesados que transcurren la Av. Principal de Santa Margarita - Piura

Con fines prácticos y para ajustarnos al formato de la normativa, optamos por reagrupar los vehículos

**Tabla 26.**

*Reagrupación de la clasificación y conteo de vehículos livianos y pesados en Avenida Principal Santa Margarita*

Clasificación	Descripción	Und. Vehiculares
Livianos	Motos y Mototaxis	128596
	Autos y camionetas	107053

	Camión 2 ejes - 4 ruedas	2225
	Bus 3 ejes	463
	Camión 2 ejes -6 ruedas	63
	Camión 2 ejes-10 ruedas	9
Pesados	Semitrailer 3s2 (5 ejes)	4

**Nota.** Se puede observar en este cuadro la distribución de todos los vehículos que transitan la Av. Principal de Santa Margarita – Piura.

✓ **Periodo de contabilización de Unidades e Índice medio diario**

**Factor de tiempo**

$$ft = \frac{24 \text{ horas.}}{\text{Hras. Evaluadas.}}$$

**IMD**

$$IMD = ft * \text{Und. vehiculares}$$

Hras Ev.	1 Hras
f t	24 Hras

**Tabla 27.**

*Contabilización de Vehículos livianos y pesados en la Avenida Principal Santa Margarita.*

Tipo	Descripción	Und. Vehiculares	IMD
Livianos	Motos y Mototaxis	128596	3086304
	Autos y camionetas	107053	2569272
	Camión 2 ejes - 4 ruedas	2225	53400
	Bus 3 ejes	463	11112
	Camión 2 ejes -6 ruedas	63	1512
	Camión 2 ejes-10 ruedas	9	216
Pesados	Semitrailer 3s2 (5 ejes)	4	96

**Nota.** Se puede apreciar la contabilización de vehículos livianos y pesados de la Av. Santa Margarita – Piura.

✓ **Índice medio anual**

**IMDA**

$$IMDA = IMD * 365$$

**Tabla 28.**

*Índice medio anual de Vehículos livianos y pesados en la Avenida Principal Santa Margarita*

Tipo	Descripción	Und.Veh.	IMD	IMDA
Livianos	Motos y Mototaxis	128596	3086304	1126500960
	Autos y camionetas	107053	2569272	937784280
	Camión 2 ejes - 4 ruedas	2225	53400	19491000
	Bus 3 ejes	463	11112	4055880
	Camión 2 ejes -6 ruedas	63	1512	551880
	Camión 2 ejes-10 ruedas	9	216	78840
Pesados	Semitrailer 3s2 (5 ejes)	4	96	35040

**Nota.** Presentación del IMDA de los vehículos livianos y pesados en la Av, Principal de Santa Margarita - Piura.

✓ **Factor camión de los vehículos**

**Tabla 29.**

*Factor camión de los Vehículos livianos y pesados en la Avenida Principal Santa Margarita.*

Tipo	Descripción	fc
Livianos	Motos y Mototaxis	
	Autos y camionetas	0.0002
	Camion 2 ejes - 4 ruedas	0.05
	Bus 3 ejes	0.45
	Camion 2 ejes -6 ruedas	0.21
	Camion 2 ejes-10 ruedas	0.73
Pesados	Semitrailer 3s2 (5 ejes)	0.95

**Nota.** Se puede observar en esta tabla el f'c de los vehículos livianos y pesados en la Av., Principal Santa Margarita.

✓ **Factor de crecimiento (frec.)**

**Factor de crecimiento**

$$F_{\text{rec.}} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Tasa de crecimiento anual	r	3%
Periodo de diseño	n	20 años
Factor crecimiento	F <sub>crec.</sub>	26.87

✓ **Carga Vehicular de Diseño (ESAL)**

***Carga vehicular de diseño***

$$ESAL = IMDA * fc * F. \text{ crec}$$

F <sub>crec.</sub>	26.87
--------------------	-------

**Tabla 30.**

*Carga de Diseño vehicular de Vehículos livianos y pesados en la Avenida Principal Santa Margarita*

Tipo	Descripción	IMDA	fc	ESAL
Livianos	Autos y camionetas	9.38E+08	0.0002	5039723
	Camión 2 ejes - 4 ruedas	19491000	0.05	26186523
	Bus 3 ejes	4055880	0.45	49042357
	Camión 2 ejes -6 ruedas	551880	0.21	3114137
	Camión 2 ejes-10 ruedas	78840	0.73	1546476
Pesados	Semitrailer 3s2 (5 ejes)	35040	0.95	894461

TOTAL CARGA VEHICULAR DE DISEÑO	ESAL total	85823676.67
---------------------------------	------------	-------------

2 carriles	TP7	42911838.34
------------	-----	-------------

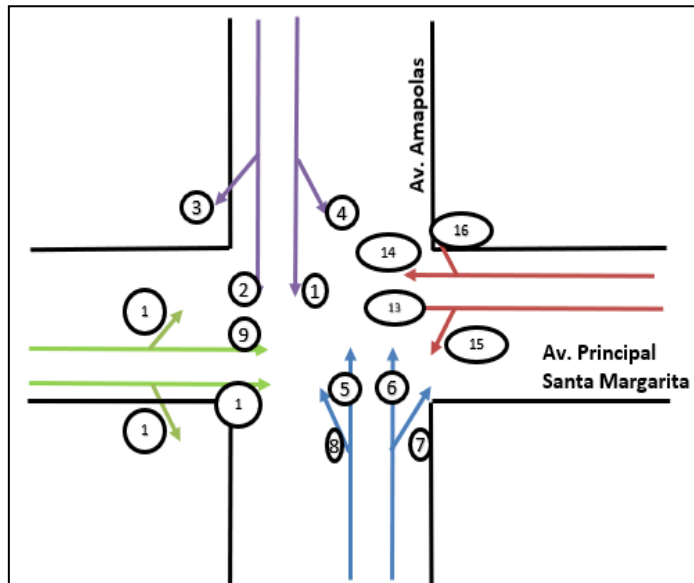
**Nota.** Elaboración de cálculo de carga Vehicular de diseño de dos carriles.

#### 4.1.2. Cálculo de implementación para semaforización aplicando el Método Webster

##### A). Semaforización para av. Principal Santa Margarita con intersección av. Amapolas

Figura 36.

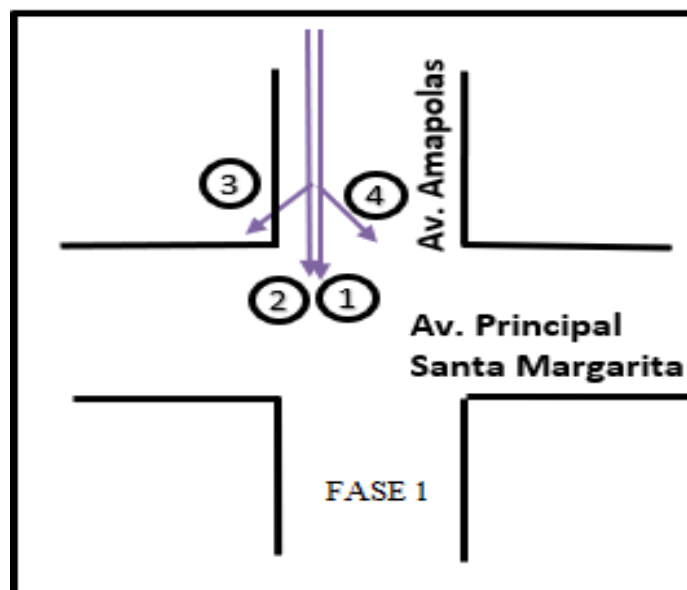
Diagrama de flujos de Transito de la Av. Principal con Intersección Av. Amapolas



Nota. Diagrama de flujos de tránsito de la Av. Principal de Santa Margarita y Av. Amapolas.

Figura 37.

Diagrama de Fase 1 de la Av. Principal con Intersección Av. Amapolas.

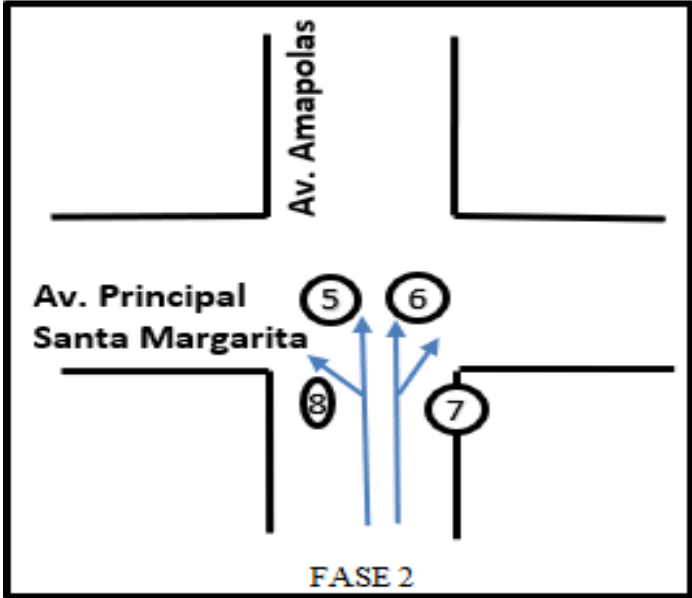


Nota. Diagrama de 1ra fase en semaforización de Av. Principal con Av. Amapolas



**Figura 38.**

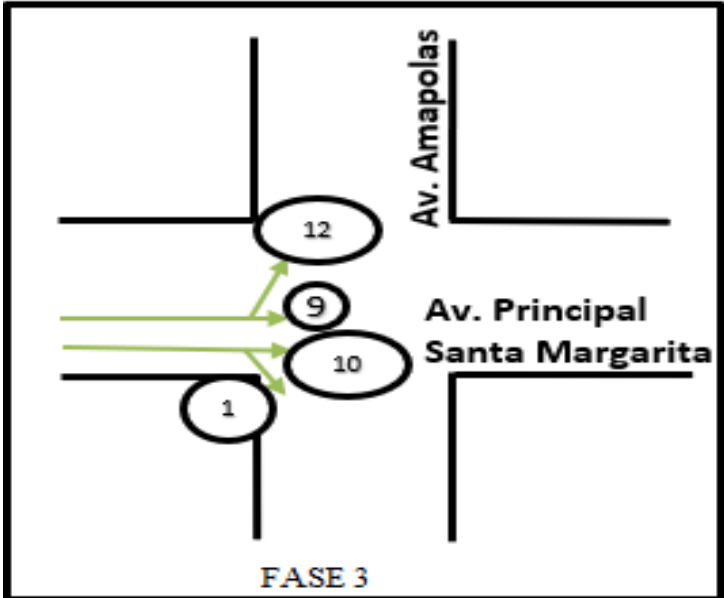
*Diagrama de Fase 2 de la Av. Principal con Intersección Av. Amapolas.*



**Nota.** Diagrama de 2da fase para semaforización en Av. Principal con Av. Amapolas.

**Figura 39.**

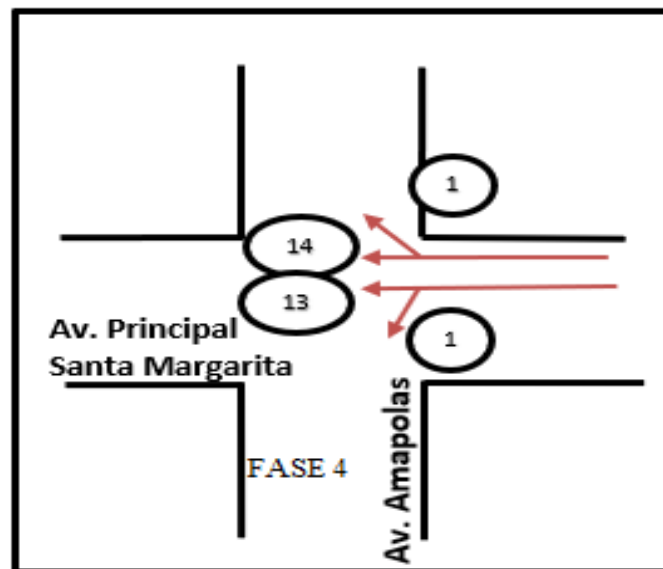
*Diagrama de Fase 3 de la Av. Principal con Intersección Av. Amapolas*



**Nota.** Diagrama de la 3ra fase de semaforización de Av. Principal con Av. Amapolas.

**Figura 40.**

Diagrama de Fase 4 de la Av. Principal Santa Margarita con Intersección Av. Amapolas.



**Nota.** Presentación de la 4ta fase de semaforización de Av. Principal Santa Margarita con Av. Amapolas.

**Tabla 31.**

Método Webster con respecto a las cuatro fases de la Av. Principal en Santa Margarita con Intersección Av. Amapolas.

FASE	MOVIMIEN TO	I (Intensidad)	n (Carriles)	feq (factor de equivalencia)	$q=(I \times feq)/n$	Yi (Flujo saturación)	
1	1	112	2	1	56	0.031	0.10
	2	97	2	1	48.5	0.027	
	3	64	1	1.2	76.8	0.043	0.07
	4	99	1	1.2	118.8	0.066	
2	5	172	2	1	86	0.048	0.12
	6	105	2	1	52.5	0.029	
	7	87	1	1.2	104.4	0.058	0.09
	8	109	1	1.2	130.8	0.073	
3	9	191	2	1	95.5	0.053	0.13
	10	145	2	1	72.5	0.040	0.09
	11	73	1	1.2	87.6	0.049	
	12	122	1	1.2	146.4	0.081	
4	13	134	2	1	67	0.037	0.11
	14	102	2	1	51	0.028	0.09
	15	98	1	1.2	117.6	0.065	
	16	110	1	1.2	132	0.073	

$$Y= 0.46$$

**Nota.** Presentación de tabla de cálculo mediante el método Webster para Intersección Av. Principal con Av. Amapolas.

q=flujo de automóviles directos, que no dan vuelta, equivalentes por hora

$$T_{co} = \frac{1.5P+5}{1-Y}$$

$$P = N^{\circ} \text{ Fases} \times 4\text{seg} = 16$$



$$T_{co} = 54$$

Tiempo Amarillo (Ámbar)

**Donde:**

Tco= Tiempo de ciclo óptimo

P= Tiempo total perdido por ciclo

Y= Flujo de saturación

Si el flujo de saturación es mayor a 1 ( $Y < 1$ ), se coloca intercambio (BY PASS)

**Tiempo efectivo de verde**

$$G_t = T_{co} - P = 37.95$$

$$G_i = \frac{Y_i}{Y}$$

G1=	7.97
-----	------

G2=	9.88
-----	------

G3=	11.03
-----	-------

G4=	9.07
-----	------

**Tabla 32.**

*Cálculo de tiempo para semáforo de la Av. Principal con Intersección Av. Amapolas.*

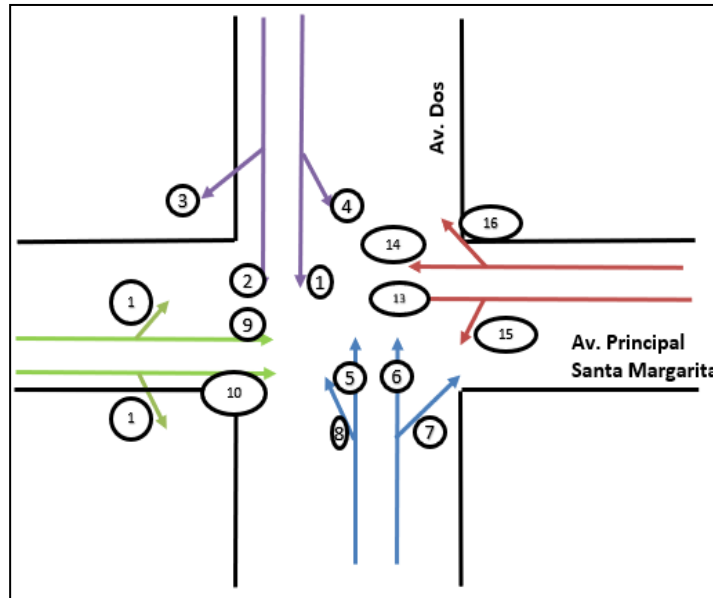
	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
ROJO	42	40	39	41
AMBAR	4	4	4	4
VERDE	8	10	11	9

$$TC = 54$$

**Nota.** Tabla de tiempos calculados para intersección de Av. Principal de Santa Margarita con Av. Amapolas.

**B). Semaforización para av. Principal santa margarita con intersección Av. Dos**  
**Figura 41.**

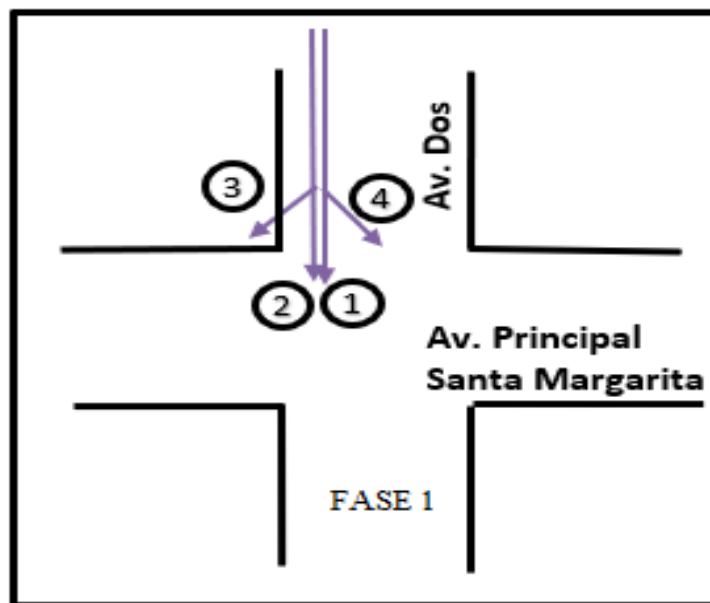
*Diagrama de flujos de Transito de la Av. Principal con Intersección Av. Dos.*



**Nota.** Se puede apreciar el diagrama de flujos de lo que vendrían a ser las cuatro fases de semaforización en la Av. Principal con Av.Dos.

**Figura 42.**

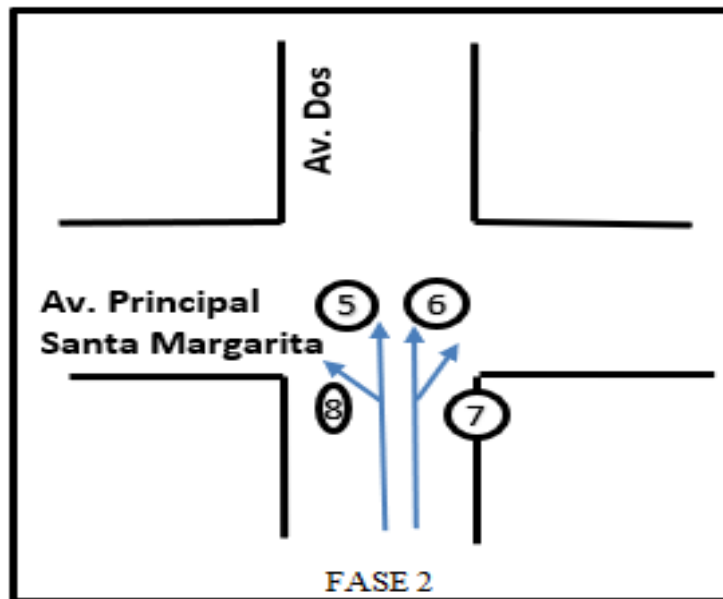
*Diagrama de Fase 1 de la Av. Principal con Intersección Av. Dos.*



**Nota.** Presentación de 1ra en semaforización de Av. Principal con Av. Dos.

**Figura 43.**

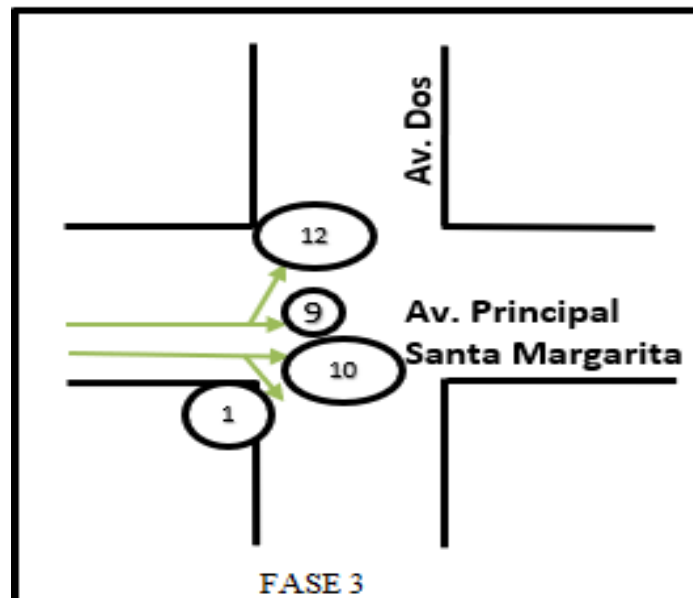
*Diagrama de Fase 2 de la Av. Principal con Intersección Av. Dos.*



**Nota.** Se presenta diagrama de 2da fase de semaforización en Av. Principal con Av. Dos.

**Figura 44.**

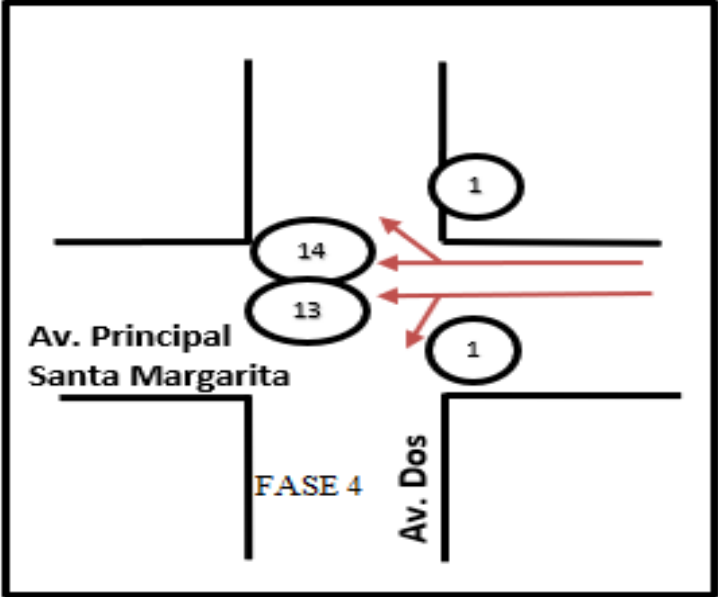
*Diagrama de Fase 3 de la Av. Principal con Intersección Av. Dos*



**Nota.** Se presenta la 3ra fase de semaforización en Av. Principal con Av.Dos.

**Figura 45.**

*Diagrama de Fase 4 de la Av. Principal con Intersección Av. Dos.*



**Nota.** Presentación de la 4ta fase de semaforización en la Av. Principal con Dos.

**Tabla 33.**

*Método Webster con respeto a las cuatro fases de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. Dos.*

FASE	MOVIMIENTO	I (Intensidad)	n (Carriles)	feq (factor de equivalencia)	q=(I x feq)/n	Yi (Flujo saturación)	
1	1	103	2	1	51.5	0.029	0.09
	2	98	2	1	49	0.027	
	3	24	1	1.2	28.8	0.016	0.04
	4	95	1	1.2	114	0.063	
2	5	123	2	1	61.5	0.034	0.10
	6	78	2	1	39	0.022	
	7	65	1	1.2	78	0.043	0.07
	8	104	1	1.2	124.8	0.069	
3	9	102	2	1	51	0.028	0.10
	10	99	2	1	49.5	0.028	0.08
	11	73	1	1.2	87.6	0.049	
	12	110	1	1.2	132	0.073	
4	13	99	2	1	49.5	0.028	0.10
	14	67	2	1	33.5	0.019	0.05
	15	45	1	1.2	54	0.030	
	16	110	1	1.2	132	0.073	
1395						Y=	0.40

**Nota.** Presentación de tabla de cálculos mediante el método Webster para la semaforización de la Av. Principal con Av. Dos.

q=flujo de automóviles directos, que no dan vuelta, equivalentes por hora

$$T_{co} = \frac{1.5P + 5}{1 - Y}$$

P = N° Fases x 4seg = 16

↓  
Tiempo Amarillo (Ámbar)

$$T_{co} = 48$$

**Donde:**

Tco= Tiempo de ciclo óptimo

P= Tiempo total perdido por ciclo

Y= Flujo de saturación

Si el flujo de saturación es mayor a 1 (Y<1) , se coloca intercambio (BY PASS)

**Tiempo efectivo de verde**

$$G_t = T_{co} - P = 32.17$$

$$G_i = \frac{Y_i}{Y}$$

G1=	7.43
-----	------

G2=	8.37
-----	------

G3=	8.22
-----	------

G4=	8.15
-----	------

**Tabla 34.**

*Cálculo de tiempo para semáforo de la Av. Principal Santa Margarita con Intersección Av. Dos.*

	FASE 1	FASE 2	FASE 3	FASE 4
<b>ROJO</b>	37	36	36	36
<b>AMBAR</b>	4	4	4	4
<b>VERDE</b>	7	8	8	8

TC

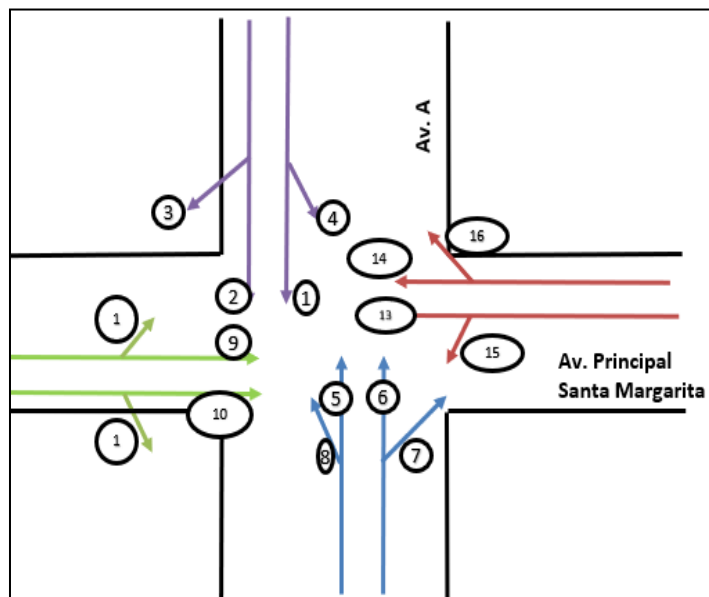
48

**Nota.** Se presenta la tabla de cálculo para semaforización de Av. Principal con Av. Dos.

**C). Semaforización para Av. Principal Santa margarita con intersección Av. A**

**Figura 46.**

*Diagrama de flujos de Transito de la Av. Principal con Intersección Av. A.*

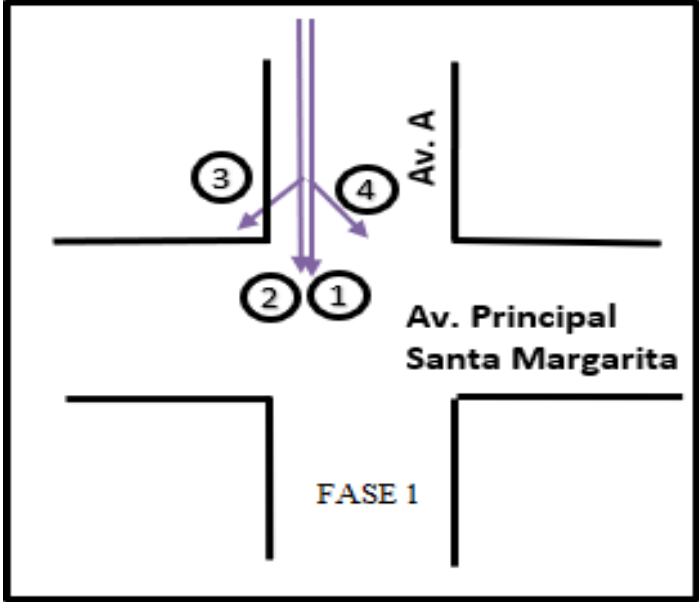


**Nota.** Presentación de fases para la semaforización en la Av. Principal con Av. A.



**Figura 47.**

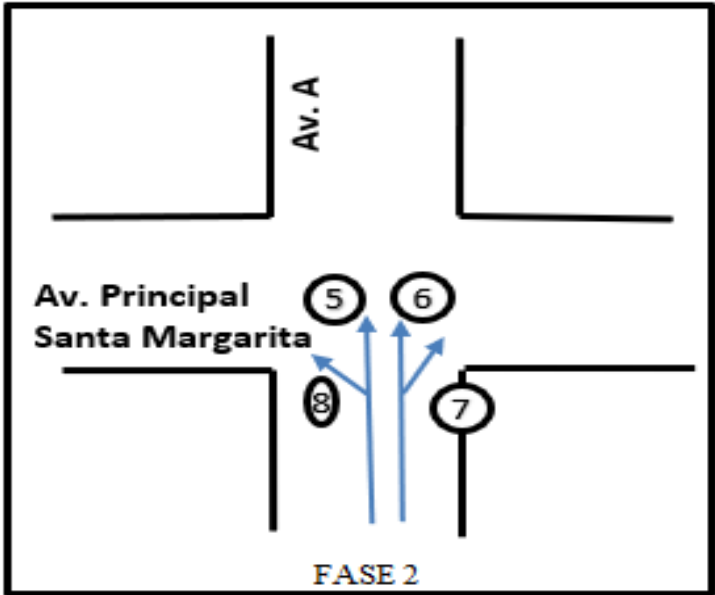
*Diagrama de Fase 1 de la Av. Principal Santa Margarita con Intersección Av. A.*



**Nota.** Presentación de la 1ra fase de semaforización de Av. Principal con Av. A.

**Figura 48.**

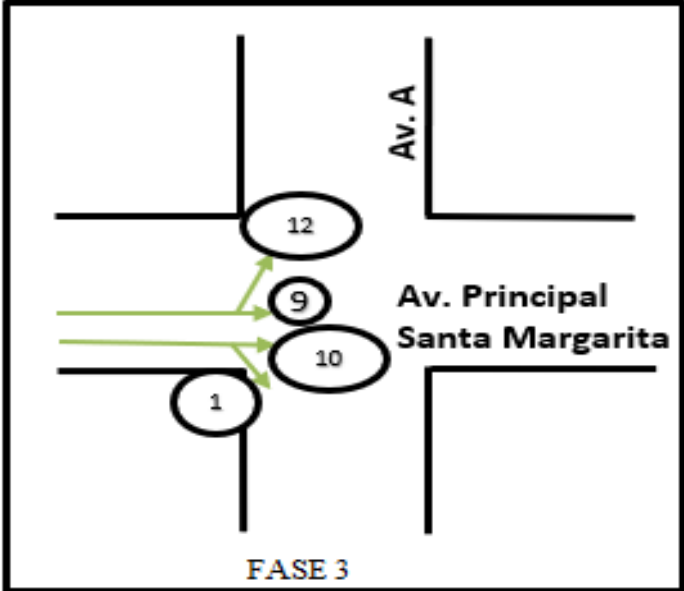
*Diagrama de Fase 2 de la Av. Principal Santa Margarita con Intersección Av. A.*



**Nota.** Presentación de 2da fase de Av. Principal con Av. A.

**Figura 49.**

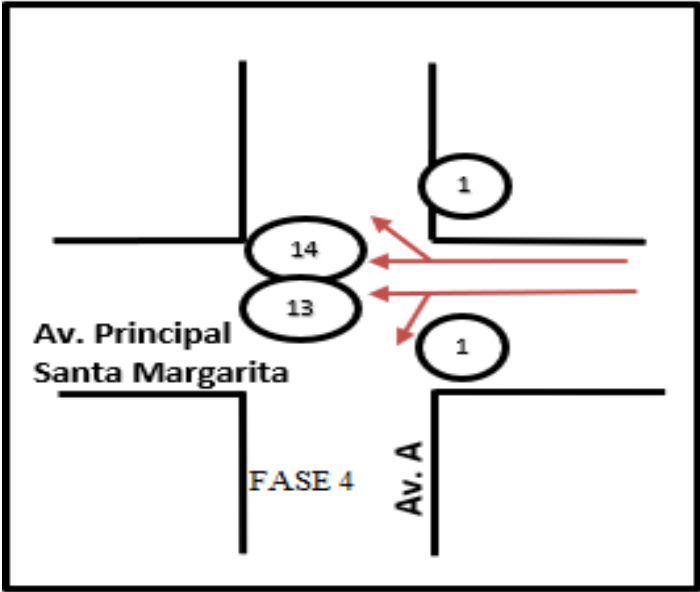
*Diagrama de Fase 3 de la Av. Principal Santa Margarita con Intersección Av. A*



**Nota.** Presentación de 3ra fase de semaforización en Av. Principal con Av. A.

**Figura 50.**

*Diagrama de Fase 4 de la Av. Santa Margarita con Intersección Av. A.*



**Nota.** Presentación de la 4ta fase de semaforización en Av. Principal con Av. A.

**Tabla 35.**

*Método Webster con respecto a las cuatro fases de la Av. Principal con Intersección Av. A.*


FASE	MOVIMIEN TO	I (Intensidad)	n (Carriles)	feq (factor de equivalencia)	q=(I x feq)/n	Yi (Flujo saturación)	
1	1	112	2	1	56	0.031	0.08
	2	93	2	1	46.5	0.026	
	3	66	1	1.2	79.2	0.044	0.07
	4	73	1	1.2	87.6	0.049	
2	5	72	2	1	36	0.020	0.11
	6	55	2	1	27.5	0.015	
	7	87	1	1.2	104.4	0.058	0.07
	8	134	1	1.2	160.8	0.089	
3	9	131	2	1	65.5	0.036	0.10
	10	78	2	1	39	0.022	0.07
	11	73	1	1.2	87.6	0.049	
	12	102	1	1.2	122.4	0.068	
4	13	94	2	1	47	0.026	0.09
	14	49	2	1	24.5	0.014	0.06
	15	68	1	1.2	81.6	0.045	
	16	99	1	1.2	118.8	0.066	

$$Y = 0.39$$

**Nota.** Presentación de cálculo mediante el método Webster para la semaforización en la Av. Principal con Av. A.

q=flujo de automóviles directos, que no dan vuelta, equivalentes por hora

$$T_{co} = \frac{1.5P + 5}{1 - Y}$$

$P = N^{\circ} \text{ Fases} \times 4\text{seg} = 16$   
  
 Tiempo Amarillo (Ámbar)

**Donde:**

- Tco= Tiempo de ciclo óptimo
- P= Tiempo total perdido por ciclo
- Y= Flujo de saturación

Si el flujo de saturación es mayor a 1 ( $Y < 1$ ) , se coloca intercambio (BY PASS)

**Tiempo efectivo de verde**

$$G_t = T_{co} - P = 31.20$$

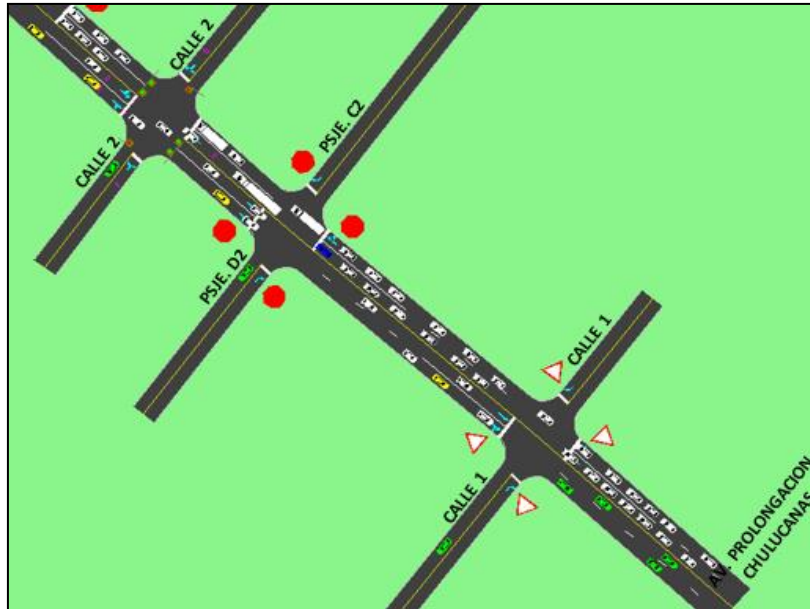
$$G_i = \frac{Y_i}{Y}$$



#### 4.1.3. Modelo de Trafico usando el Programa Synchro

**Figura 51.**

*Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Prolongación Chulucanas hasta la Calle 2*



**Nota.** Imagen de modelamiento con el programa Synchro desde Prolong. Chulucanas hasta Calle 2

**Figura 52.**

*Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde la Calle 2 hasta el Pasaje H4.*



**Nota.** Imagen de modelamiento con el programa Synchro desde Calle 2 hasta Pasaje H4.

**Figura 53.**

*Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Amapolas hasta Pasaje 4.*



**Nota.** Imagen de modelamiento con el programa Synchro desde Av. Amapolas hasta Pasaje 4

**Figura 54.**

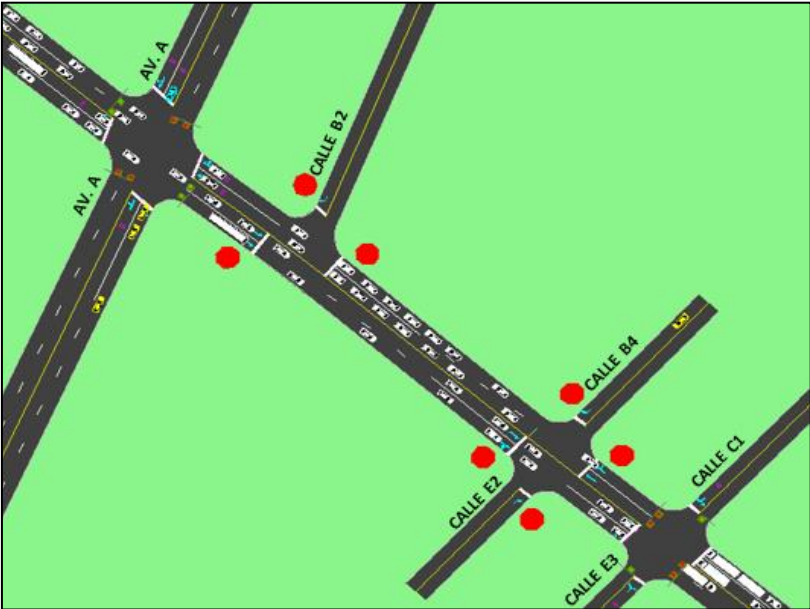
*Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Pasaje 5 hasta Calle 4.*



**Nota.** Imagen de modelamiento con el programa Synchro desde Pasaje 5 hasta Calle 4.

**Figura 55.**

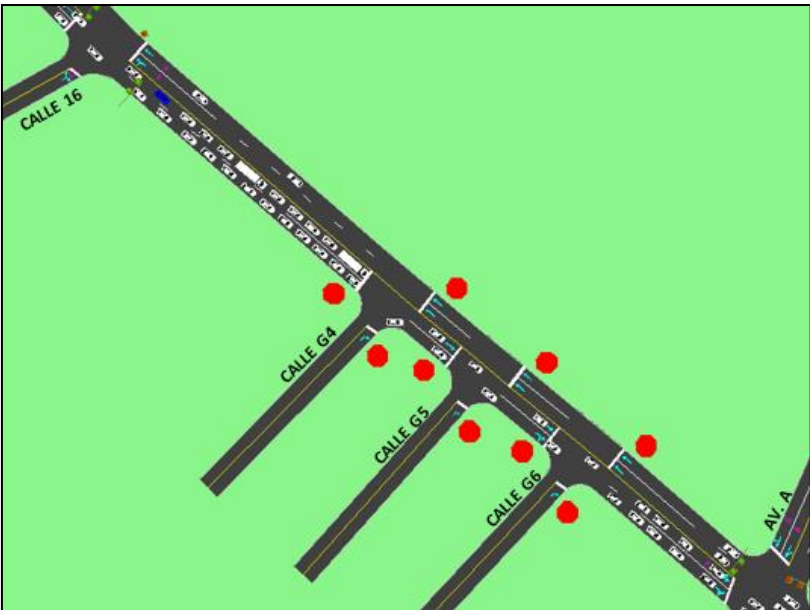
*Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Calle 1 hasta la Avenida A.*



**Nota.** Imagen de modelamiento con el programa Synchro de Calle 1 hasta Av. A.

**Figura 56.**

*Modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. A hasta Calle 16.*



**Nota.** Imagen de modelamiento con el programa Synchro de Av. A hasta Calle 16.

#### 4.1.3.1. Gráficas obtenidas en Synchro 8.0

##### Gráfica de vehículos y retrasos

En esta gráfica se observa el tiempo de retraso en cada tramo, siendo un retraso promedio de 10 y 30 segundos en la avenida principal, mientras que el retraso promedio en las entradas de intersecciones el promedio viene a ser un retraso de 80 segundos.

##### Figura 57.

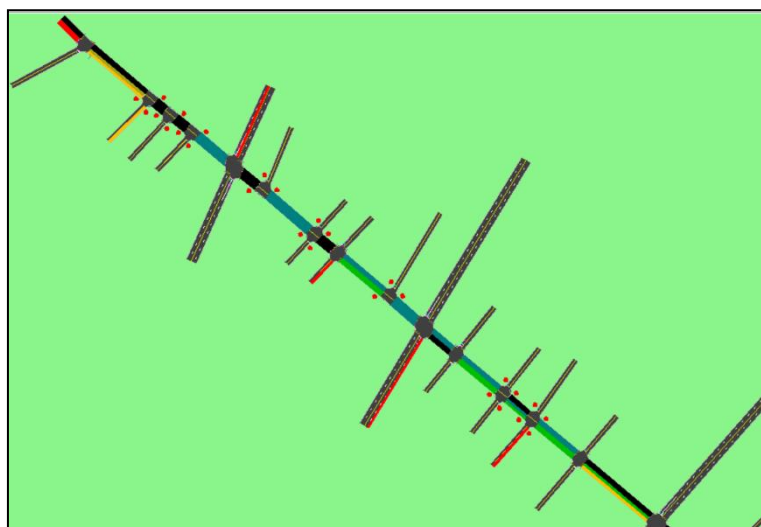
*Rangos de intervalos para la gráfica de Vehículos y retrasos obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal.*

Delays / Vehicle	
All Intervals	
Color	seconds
■	<= 10
■	10 to 20
■	20 to 35
■	35 to 55
■	55 to 80
■	> 80

**Nota.** Imagen de rangos obtenidos del modelamiento de Synchro.

##### Figura 58.

*Gráfica de Vehículos y retrasos obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Calle 16 hasta Calle 7.*

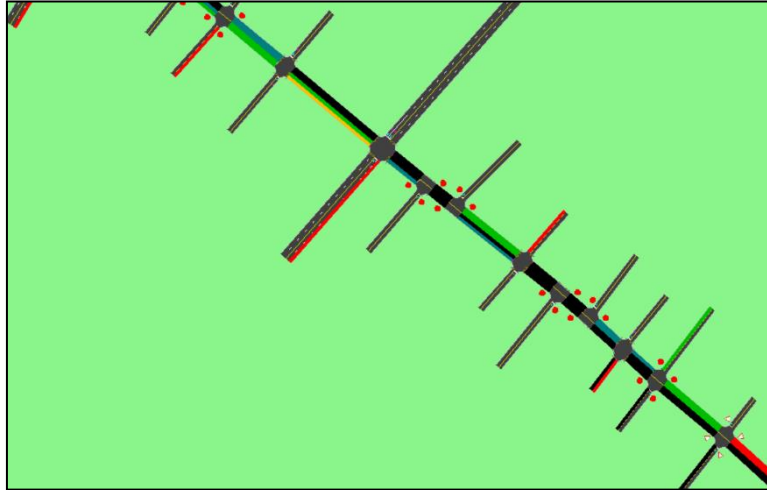


**Nota.** Imagen de modelamiento de Calle 16 hasta Calle 7.



**Figura 59.**

Gráfica de vehículos y retrasos obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 7 hasta Calle 1.



**Nota.** Imagen de modelamiento mediante el programa Synchro de Av. Calle 7 hasta Calle1.

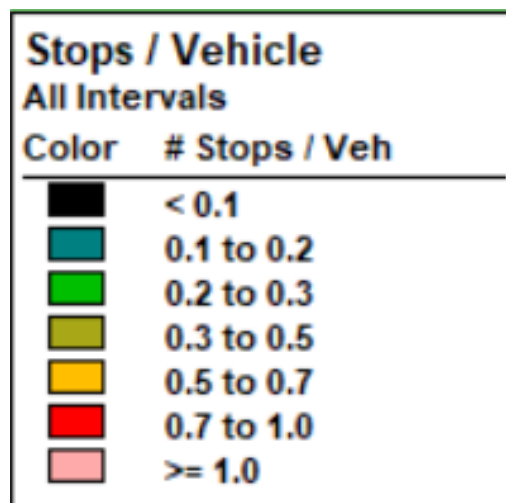
**Gráfica del porcentaje vehicular en stop por congestión**

Para la siguiente gráfica, se puede interpretar el porcentaje de vehículos que no se encuentran en movimiento debido a la congestión de tráfico vehicular.

Se puede observar que en varios tramos a lo largo de la avenida principal de la urbanización Santa Margarita - Piura hay porcentajes de 0.7 a 1 % de vehículos sin movimiento.

**Figura 60.**

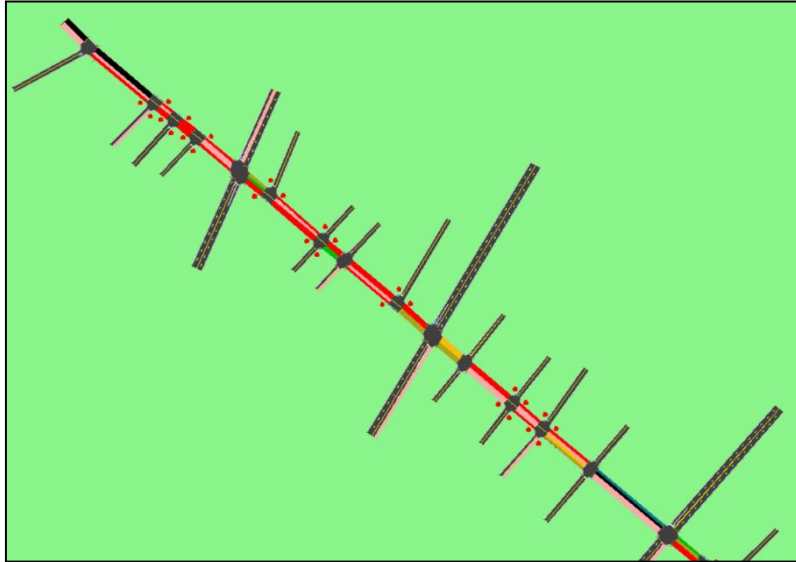
Rangos de intervalos para la gráfica de Vehículos en stop por congestión obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal.



**Nota.** Gráfica obtenida del modelamiento de tráfico vehicular con el programa Synchro.

### Figura 61.

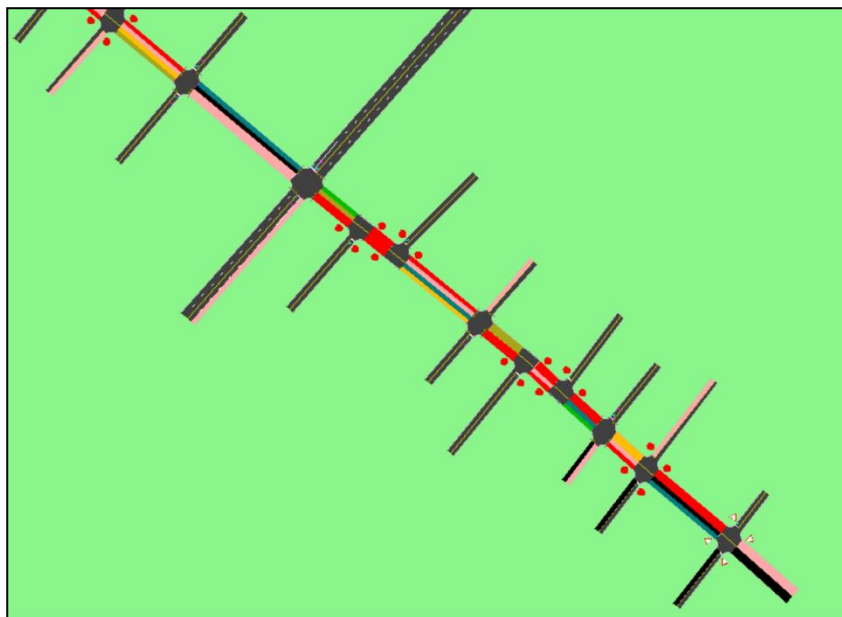
Gráfica de porcentaje vehicular en stop obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 16 hasta Calle 7.



**Nota.** Gráfica obtenida del modelado de tráfico vehicular con el programa Synchro desde Calle 16 hasta Calle7.

### Figura 62.

Gráfica de porcentaje vehicular en stop obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 7 hasta Calle 1.



**Nota.** Gráfica obtenida del modelado de tráfico vehicular con el programa Synchro desde Calle 7 hasta Calle1.

### Gráfica de la velocidad de flujo

Para esta gráfica se puede distinguir a grandes rasgos que la velocidad de flujo promedio que se mantiene en el trayecto de la avenida principal es de 10 a 20 kph, siendo un flujo un poco lento, favoreciendo esto a la congestión vehicular.

#### Figura 63.

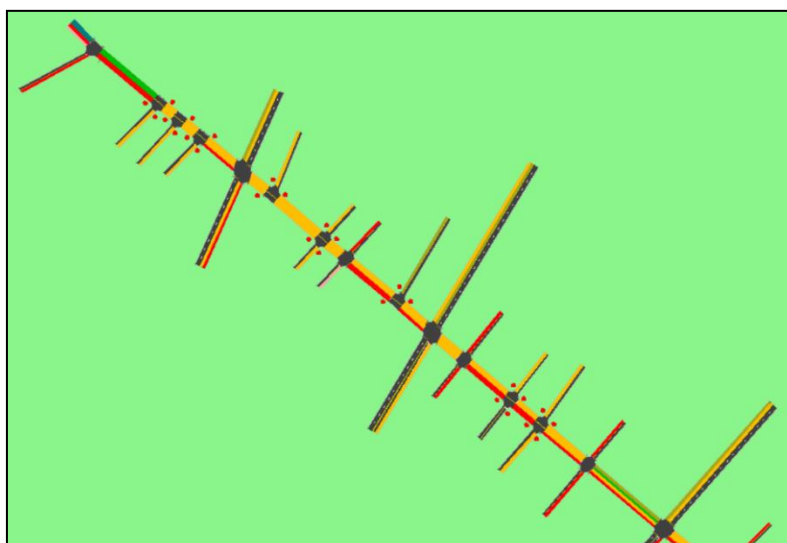
*Rangos de intervalos para la gráfica de velocidad de flujo obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal.*

Speed	
All Intervals	
Color	kph
Black	$\geq 60$
Teal	45 to 60
Green	30 to 45
Olive	20 to 30
Yellow	10 to 20
Red	5 to 10
Pink	$< 5$

**Nota.** Rangos obtenidos en gráfica de velocidad de flujo mediante el modelado vehicular con el programa Synchro.

#### Figura 64.

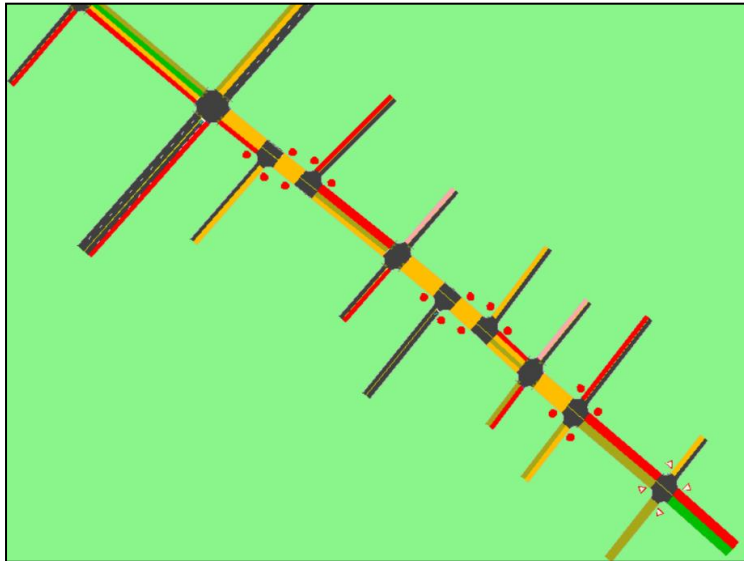
*Gráfica de velocidad de flujo vehicular obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 16 hasta Calle 7.*



**Nota.** Gráfica obtenida mediante el modelado vehicular con el programa Synchro desde Calle 16 hasta Calle 7.

**Figura 65.**

Gráfica de velocidad de flujo vehicular obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 7 hasta Calle 1.



**Nota.** Gráfica obtenida mediante el modelamiento vehicular con el programa Synchro desde Calle7 hasta Calle1.

### Gráfica de consumo de litros por kilómetros

Para esta representación gráfica se toma en cuenta que los tiempos largos de espera ocasionan un consumo de combustible alto, perjudicando la economía de los conductores en la ciudad.

Se tiene por promedio que se gastaría 2 litros por cada kilómetro de recorrido en la avenida principal de la urbanización Santa Margarita -Piura.

**Figura 66.**

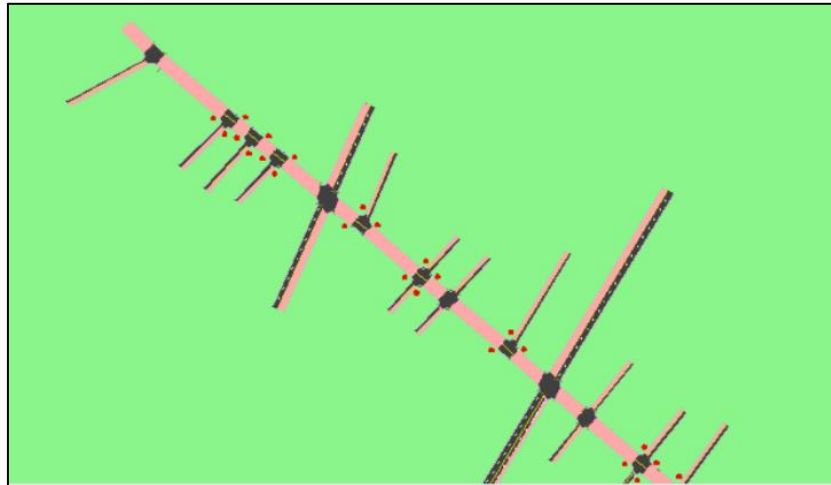
Rangos de intervalos para la gráfica de consumo de combustible por kilómetros obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal.

Fuel Efficiency	
All Intervals	
Color	km/l
Black	$\geq 15$
Teal	10 to 15
Green	8 to 10
Olive	6 to 8
Yellow	4 to 6
Red	2 to 4
Pink	$< 2$

**Nota.** Rangos de consumo de combustible por kilómetros obtenidos con el modelado vehicular mediante el software Synchro.

**Figura 67.**

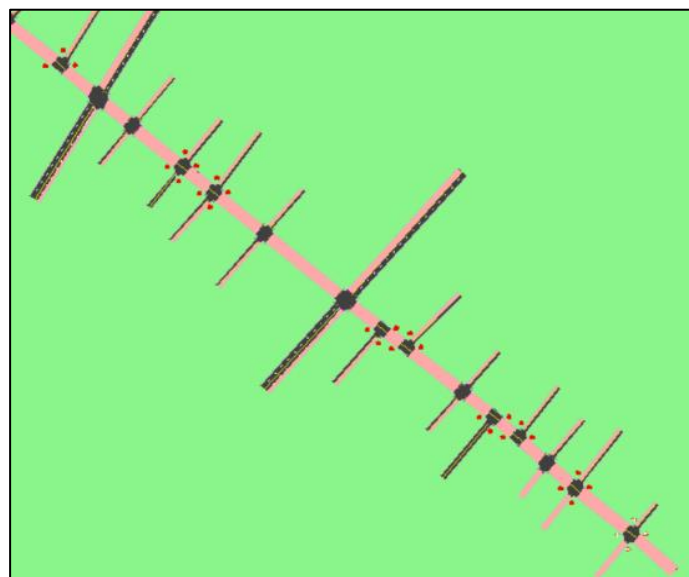
*Gráfica de consumo de combustible por kilómetros obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 16 hasta Calle 12.*



**Nota.** Se observa gráfica de consumo de combustible generada mediante el modelado vehicular con el programa Synchro desde Calle 16 hasta Calle 12.

**Figura 68.**

*Gráfica de consumo de combustible por kilómetros obtenida del modelamiento del programa Synchro en la Avenida Principal desde Av. Calle 12 hasta Calle 1.*



**Nota.** Se puede ver parte de la gráfica de consumo de combustible vehicular obtenido mediante el modelado vehicular con el programa Synchro.

#### 4.1.4. Propuestas de medidas correctoras para la Avenida Principal de la Urbanización Santa Margarita en la Ciudad de Piura

##### 4.1.4.1. Propuesta de señalización vertical en ambos carriles.

A continuación, se presenta la propuesta de señalización vertical para ambos carriles de la Avenida Principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.

Para esta propuesta se ha utilizado el manual de dispositivos de control como guía para identificar una señalización adecuada para la zona de estudio. Se tomó en cuenta la propuesta de semaforización establecida anteriormente y el estudio de densidad hecho en la Avenida.

Presentación de la propuesta de señalización vertical para el carril derecho de la Avenida Principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.

**Tabla 37.**

*Propuesta de señalización vertical para el carril derecho en la Av. Santa Margarita -Piura.*

<b>Señalización vertical - Propuesta</b>		
Item	Carril Derecho	Coordenadas de georeferencia
<b>1</b>	<b>Av. Principal entre Av. Prolongación Chulucanas Calle 1</b>	
	Pare	5°10'11.1"S 80°39'31.5"W
<b>2</b>	<b>Av. Principal entre Calle 1 y Pasaje C2</b>	
	Pare	5°10'09.4"S 80°39'33.6"W
<b>3</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje C2 y Calle 2</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°10'08.6"S 80°39'34.6"W
	Señal giro en U	5°10'08.8"S 80°39'34.2"W
	Señal de cruce peatonal	5°10'08.6"S 80°39'34.5"W
<b>4</b>	<b>Av. Principal entre Calle 2 y Pasaje F1</b>	
	Pare	5°10'07.7"S 80°39'35.6"W
<b>5</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje F1 y Calle 3</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°10'06.1"S 80°39'37.5"W
	Señal giro en U	5°10'06.7"S 80°39'36.5"W
	Señal de cruce peatonal	5°10'06.1"S 80°39'37.4"W
<b>6</b>	<b>Av. Principal entre Calle 3 y Calle 4</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°10'04.5"S 80°39'39.2"W
	Paradero	5°10'04.7"S 80°39'39.1"W
	Señal informativa para Calle 4	5°10'04.5"S 80°39'39.4"W
<b>7</b>	<b>Av. Principal entre Calle 4 y Av. Amapolas</b>	
	Señal para semaforo	5°10'03.7"S 80°39'40.2"W
	Señal de cruce peatonal	5°10'02.7"S 80°39'41.5"W
<b>8</b>	<b>Av. Principal entre Av. Amapolas y Calle 7</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'60.0"S 80°39'44.7"W
	Señal giro en U	5°10'00.5"S 80°39'44.0"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'59.9"S 80°39'44.7"W
<b>9</b>	<b>Av. Principal entre Calle 7 y Pasaje P2</b>	

	Pare	5°09'58.2"S 80°39'46.8"W
<b>10</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje P2 y Pasaje P5</b>	
	Pare	5°09'57.4"S 80°39'47.8"W
<b>11</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje P5 y Calle 12</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'56.0"S 80°39'49.5"W
	Señal para semaforo	5°09'56.3"S 80°39'48.8"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'55.8"S 80°39'49.6"W
	Señal giro en U	5°09'56.1"S 80°39'49.2"W
	Paradero	5°09'56.0"S 80°39'49.5"W
	Señal informativa para Calle 12	5°09'55.8"S 80°39'49.6"W
<b>12</b>	<b>Av. Principal entre Calle 12 y Av. Dos</b>	
	Señal de cruce peatonal	5°09'54.8"S 80°39'50.8"W
<b>13</b>	<b>Av. Principal entre Av. Dos y Calle C4</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'53.5"S 80°39'52.4"W
	Señal informativa para Av. Dos	5°09'54.4"S 80°39'51.4"W
<b>14</b>	<b>Av. Principal entre C4 y Calle C1</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'51.6"S 80°39'54.5"W
	Señal giro en U	5°09'51.8"S 80°39'54.4"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'51.7"S 80°39'54.5"W
<b>15</b>	<b>Av. Principal entre Calle C1 y Calle B4</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'50.8"S 80°39'55.5"W
<b>16</b>	<b>Av. Principal entre Calle B4 y Calle B2</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'48.9"S 80°39'57.8"W
	Señal para semaforo	5°09'49.4"S 80°39'57.2"W
	Paradero	5°09'49.1"S 80°39'57.6"W
	Señal informativa para Calle B2	5°09'48.9"S 80°39'57.8"W
<b>17</b>	<b>Av. Principal entre Calle B2 y Av. A</b>	
	Señal informativa para Av. A	5°09'48.0"S 80°39'58.9"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'48.0"S 80°39'58.9"W

**Nota.** Presentación de medidas correctoras a nivel vertical en el carril derecho de la Av. Principal de Santa Margarita-Piura.

A continuación, se presenta la propuesta de señalización vertical para el carril izquierdo de la Avenida Principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.

### **Tabla 38.**

*Propuesta de señalización vertical para el carril izquierdo en la Av. Santa Margarita -Piura.*

<b>Señalización vertical - Propuesta</b>		
Item	Carril Izquierdo	Coordenadas de georeferencia
<b>1</b>	<b>Av. Principal entre Av. Prolongacion Chulucanasy Calle 1</b>	
	Señal de cruce peatonal	5°10'11.7"S 80°39'31.9"W
<b>2</b>	<b>Av. Principal entre Calle 1 y Pasaje D2</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°10'11.5"S 80°39'32.1"W
<b>3</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje D2 y Calle 2</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°10'09.8"S 80°39'34.1"W
	Señal informativa para Pasaje D2	5°10'09.1"S 80°39'34.9"W

	Señal de cruce peatonal	5°10'09.1"S 80°39'34.9"W
<b>4</b>	<b>Av. Principal entre Calle 2 y Pasaje E4</b>	
	Pare	5°10'08.9"S 80°39'35.1"W
	Señal giro en U	5°10'08.2"S 80°39'35.9"W
	Señal de cruce peatonal	5°10'08.9"S 80°39'35.1"W
<b>5</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje E4 y Calle 3</b>	
	Pare	5°10'07.3"S 80°39'37.1"W
	Señal informativa para Pasaje E4	5°10'07.3"S 80°39'37.1"W
<b>6</b>	<b>Av. Principal entre Calle 3 y Pasaje H4</b>	
	Señal giro en U	5°10'05.7"S 80°39'39.0"W
	Señal informativa para Calle 3	5°10'06.4"S 80°39'38.0"W
	Señal de cruce peatonal	5°10'06.4"S 80°39'38.0"W
<b>7</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje H4 y Av. Amapolas</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°10'04.0"S 80°39'41.0"W
<b>8</b>	<b>Av. Principal entre Av. Amapolas y Calle 7</b>	
	Señal informativa para Av. Amapolas	5°10'02.7"S 80°39'42.5"W
	Señal para semaforo	5°10'01.6"S 80°39'43.9"W
	Señal de cruce peatonal	5°10'00.4"S 80°39'45.1"W
<b>9</b>	<b>Av. Principal entre Calle 7 y Pasaje 04</b>	
	Señal informativa para Calle 7	5°10'00.2"S 80°39'45.3"W
	Curva pronunciada a la derecha	5°10'00.2"S 80°39'45.3"W
	Señal giro en U	5°09'59.5"S 80°39'46.2"W
	Paradero	5°10'00.2"S 80°39'45.3"W
	Señal de cruce peatonal	5°10'00.3"S 80°39'45.2"W
<b>10</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje 04 y Pasaje 05</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'58.7"S 80°39'47.1"W
<b>11</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje 05 y Calle 12</b>	
	Pare	5°09'57.9"S 80°39'48.1"W
	Señal informativa para Calle 12	5°09'56.4"S 80°39'50.0"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'56.4"S 80°39'50.0"W
<b>12</b>	<b>Av. Principal entre Calle 12 y Av. Dos</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'56.2"S 80°39'50.2"W
	Señal giro en U	5°09'55.6"S 80°39'50.9"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'55.5"S 80°39'51.1"W
<b>13</b>	<b>Av. Principal entre Av. Dos y Calle E3</b>	
	Señal Informativa para Av. Dos	5°09'55.0"S 80°39'51.7"W
	Señal para semaforo	5°09'53.6"S 80°39'53.3"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'55.0"S 80°39'51.7"W
<b>14</b>	<b>Av. Principal entre Calle E3 y Calle E2</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'52.0"S 80°39'55.2"W
	Señal giro en U	5°09'51.6"S 80°39'55.7"W
	Paradero	5°09'52.0"S 80°39'55.2"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'52.0"S 80°39'55.1"W
<b>15</b>	<b>Av. Principal entre Calle E2 y AV. A</b>	
	Curva pronunciada a la derecha	5°09'51.2"S 80°39'56.1"W
<b>16</b>	<b>Av. Principal entre Av. A y Calle G6</b>	
	Señal Informativa para Calle G6	5°09'48.2"S 80°39'59.7"W
	Señal de cruce peatonal	5°09'48.1"S 80°39'59.7"W
<b>17</b>	<b>Av. Principal entre Calle G6 y Calle G5</b>	
	Pare	5°09'46.9"S 80°40'01.2"W

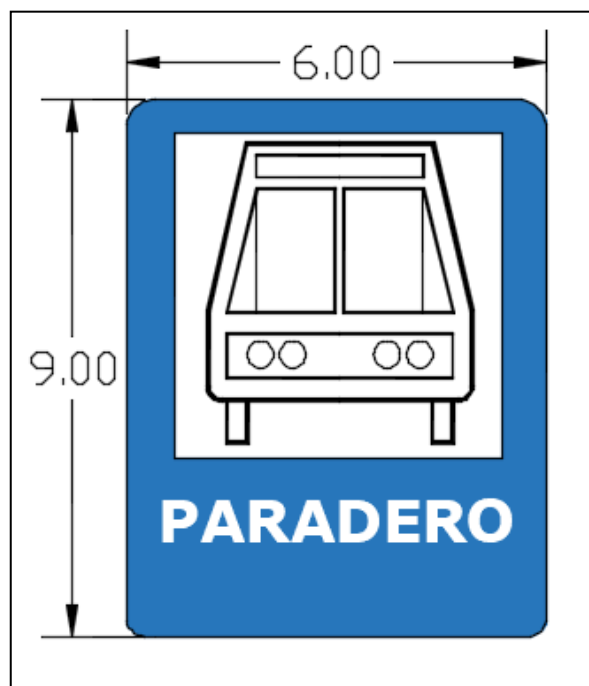


	Paradero	5°09'46.9"S 80°40'01.3"W
	Señal para semáforo	5°09'46.7"S 80°40'01.5"W
<b>18</b>	<b>Av. Principal entre Calle G5 y Calle G4</b>	
	Pare	5°09'46.1"S 80°40'02.2"W
	Señal informativa para Calle G5	5°09'46.2"S 80°40'02.2"W
<b>19</b>	<b>Av. Principal entre Calle G4 y Calle 16</b>	
	Pare	5°09'43.1"S 80°40'05.6"W
	Señal informativa para Calle 16	5°09'43.2"S 80°40'05.6"W

**Nota.** Presentación de medidas correctoras a nivel vertical en el carril izquierdo de la Av. Principal de Santa Margarita-Piura.

### Figura 69.

*Señal Vertical de Paradero*



**Nota.** Imagen de señalética para "PARADERO"

Se consideró esta señalización en tres puntos a lo largo de la avenida, tomando en cuenta la ubicación de los semáforos también mencionados en la propuesta, permitiendo un mejor orden para los buses que transcurren, ya que en esta avenida hay muchos markets, restaurant's y pequeños negocios que tienen puertas abiertas desde muy temprano hasta muy noche.

### Figura 70.

*Señal Vertical de Cruce de Peatones*



Nota. Imagen de señalética para "CRUCE DE PEATONES "

Esta señalización se planteó en los puntos definidos con cruces en intersecciones y en áreas que demanda de presencia de peatones con destino a otro carril.

### Figura 71.

*Señal Vertical de Curva pronunciada a la derecha*



Nota. Imagen de señalética propuesta para "CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA"

Esta señal se ubicó a unos metros antes de cada entrada a calle o avenidas cruzadas, dándole a conocer al conductor un próximo destino.

**Figura 72.**

*Letreros informativos*

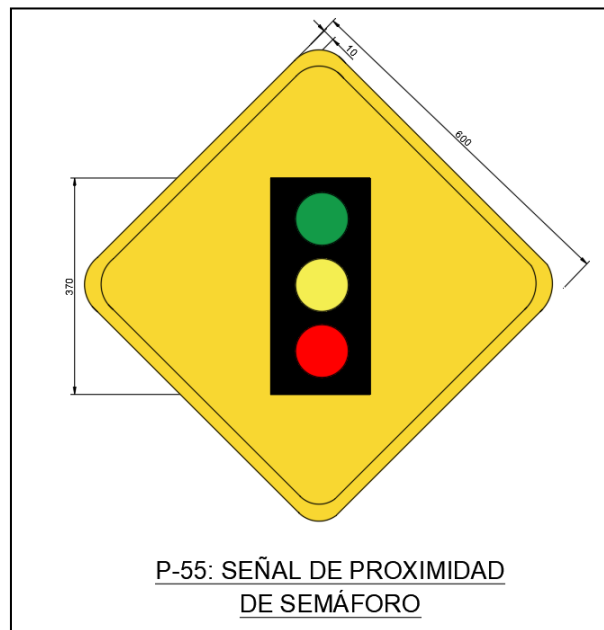


**Nota.** Imagen de señalética propuesta para “LETREROS INFORMATIVOS”

Se consideró esta señal para cada esquina de calle y avenida en intercepción con la Avenida Principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.

**Figura 73.**

*Señal de proximidad de semáforo.*



**Nota.** Imagen de señalética propuesta para “SEÑAL DE PROXIMIDAD DE SEMÁFORO”

Esta señal se consideró 300 – 400 metros antes de la presencia de un semáforo como se propone en este informe para mejorar el flujo de vehículos en la Avenida Principal de la Urbanización Santa Margarita – Piura.

**Figura 74.**

*Señal de Alto*



**Nota.** Imagen de señalética propuesta para “ALTO”

Esta señal se consideró en intersecciones de calles que tienen puertas de fierro antes de cada ingreso de los vehículos, dando a entender a los conductores que deben bajar velocidad para que se pueda abrir dicho portón y darles pase

**Figura 75.**

*Señal de Giro en U*



**Nota.** Imagen de señalética propuesta para "GIRO EN U "

Esta señal se propuso debido a que son tramos muy largos con separadores de pocos metros con posibilidades de entrar en estas intersecciones.

#### 4.1.4.2. Propuesta de señalización horizontal en ambos carriles

A continuación, se presenta la propuesta de señalización horizontal para ambos carriles de la Avenida Principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.

Para esta propuesta se ha utilizado el manual de dispositivos de control como guía para identificar una señalización adecuada para la zona de estudio. Se tomó en cuenta el estado actual de la existente señalización horizontal en la avenida.

Presentación de la propuesta de señalización horizontal para el carril derecho de la Avenida Principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.

**Tabla 39.**

*Propuesta de señalización horizontal para el carril derecho en la Av. Santa Margarita -Piura.*

<b>Señalización Horizontal - Propuesta</b>		
Item	Carril Derecho	Coordenadas de georeferencia
<b>1</b>	<b>Av. Principal entre Av. Prolongacion Chulucanasy Calle 1</b>	
	Linea Pare	5°10'11.1"S 80°39'31.6"W
<b>2</b>	<b>Av. Principal entre Calle 1 y Pasaje C2</b>	
	Linea Pare	5°10'09.5"S 80°39'33.5"W
<b>3</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje C2 y Calle 2</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°10'08.7"S 80°39'34.5"W
	Linea de cruce peatonal	5°10'08.6"S 80°39'34.6"W
<b>4</b>	<b>Av. Principal entre Calle 2 y Pasaje F1</b>	
	Linea de pare	5°10'07.8"S 80°39'35.6"W
<b>5</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje F1 y Calle 3</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°10'06.3"S 80°39'37.4"W
	Linea de cruce peatonal	5°10'06.1"S 80°39'37.5"W
<b>6</b>	<b>Av. Principal entre Calle 3 y Calle 4</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°10'04.6"S 80°39'39.3"W
<b>7</b>	<b>Av. Principal entre Calle 4 y Av. Amapolas</b>	
	Linea de cruce peatonal	5°10'02.9"S 80°39'41.5"W
<b>8</b>	<b>Av. Principal entre Av. Amapolas y Calle 7</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°10'00.1"S 80°39'44.6"W
	Linea de cruce peatonal	5°10'00.0"S 80°39'44.7"W
<b>9</b>	<b>Av. Principal entre Calle 7 y Pasaje P2</b>	
	Linea de pare	5°09'58.3"S 80°39'46.8"W
<b>10</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje P2 y Pasaje P5</b>	
	Linea de pare	5°09'57.5"S 80°39'47.8"W
<b>11</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje P5 y Calle 12</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'55.9"S 80°39'49.7"W
	Linea de cruce peatonal	5°09'55.9"S 80°39'49.7"W
<b>12</b>	<b>Av. Principal entre Calle 12 y Av. Dos</b>	
	Linea de cruce peatonal	5°09'55.0"S 80°39'50.7"W
<b>13</b>	<b>Av. Principal entre Av. Dos y Calle C4</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'53.6"S 80°39'52.4"W

<b>14</b>	<b>Av. Principal entre C4 y Calle C1</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'51.8"S 80°39'54.5"W
	Línea de cruce peatonal	5°09'51.7"S 80°39'54.6"W
<b>15</b>	<b>Av. Principal entre Calle C1 y Calle B4</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'51.0"S 80°39'55.5"W
<b>16</b>	<b>Av. Principal entre Calle B4 y Calle B2</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'49.1"S 80°39'57.8"W
<b>17</b>	<b>Av. Principal entre Calle B2 y Av. A</b>	
	Línea de cruce peatonal	5°09'48.1"S 80°39'59.0"W

**Nota.** Presentación de medidas correctoras a nivel horizontal en el carril derecho de la Av. Principal de Santa Margarita-Piura.

Presentación de la propuesta de señalización horizontal para el carril derecho de la Avenida Principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.

#### Tabla 40.

*Propuesta de señalización horizontal para el carril derecho en la Av. Santa Margarita -Piura.*

<b>Señalización horizontal - Propuesta</b>		
Item	Carril Izquierdo	Coordenadas de georeferencia
<b>1</b>	<b>Av. Principal entre Av. Prolongacion Chulucanasy Calle 1</b>	
	Línea de cruce peatonal	5°10'12.4"S 80°39'30.8"W
<b>2</b>	<b>Av. Principal entre Calle 1 y Pasaje D2</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°10'11.4"S 80°39'32.0"W
<b>3</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje D2 y Calle 2</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°10'09.7"S 80°39'34.0"W
	Línea de cruce peatonal	5°10'09.0"S 80°39'34.9"W
<b>4</b>	<b>Av. Principal entre Calle 2 y Pasaje E4</b>	
	Línea de pare	5°10'08.8"S 80°39'35.1"W
	Línea de cruce peatonal	5°10'08.9"S 80°39'35.0"W
<b>5</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje E4 y Calle 3</b>	
	Línea de pare	5°10'07.2"S 80°39'37.1"W
<b>6</b>	<b>Av. Principal entre Calle 3 y Pasaje H4</b>	
	Línea de cruce peatonal	5°10'06.3"S 80°39'38.0"W
<b>7</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje H4 y Av. Amapolas</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°10'03.8"S 80°39'41.0"W
<b>8</b>	<b>Av. Principal entre Av. Amapolas y Calle 7</b>	
	Línea de cruce peatonal	5°10'02.6"S 80°39'42.4"W
<b>9</b>	<b>Av. Principal entre Calle 7 y Pasaje 04</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°10'00.1"S 80°39'45.3"W
	Línea de cruce peatonal	5°10'00.2"S 80°39'45.2"W
<b>10</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje 04 y Pasaje 05</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'58.5"S 80°39'47.1"W
<b>11</b>	<b>Av. Principal entre Pasaje 05 y Calle 12</b>	

	Linea de pare	5°09'57.7"S 80°39'48.1"W
	Linea de cruce peatonal	5°09'56.3"S 80°39'49.9"W
<b>12</b>	<b>Av. Principal entre Calle 12 y Av. Dos</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'56.1"S 80°39'50.2"W
	Linea de cruce peatonal	5°09'56.2"S 80°39'50.1"W
<b>13</b>	<b>Av. Principal entre Av. Dos y Calle E3</b>	
	Linea de cruce peatonal	5°09'54.9"S 80°39'51.7"W
<b>14</b>	<b>Av. Principal entre Calle E3 y Calle E2</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'51.8"S 80°39'55.2"W
	Linea de cruce peatonal	5°09'52.0"S 80°39'55.0"W
<b>15</b>	<b>Av. Principal entre Calle E2 y AV. A</b>	
	Flecha recta y flecha de giro	5°09'51.1"S 80°39'56.1"W
<b>16</b>	<b>Av. Principal entre Av. A y Calle G6</b>	
	Linea de cruce peatonal	5°09'48.0"S 80°39'59.7"W
<b>17</b>	<b>Av. Principal entre Calle G6 y Calle G5</b>	
	Linea de pare	5°09'46.8"S 80°40'01.2"W
<b>18</b>	<b>Av. Principal entre Calle G5 y Calle G4</b>	
	Linea de pare	5°09'46.0"S 80°40'02.2"W
<b>19</b>	<b>Av. Principal entre Calle G4 y Calle 16</b>	
	Linea de pare	5°09'45.3"S 80°40'03.0"W

**Nota.** Presentación de medidas correctoras a nivel horizontal en el carril izquierdo de la Av. Principal de Santa Margarita-Piura.

Las líneas de cruces peatonales fueron colocadas en las intersecciones de avenida, teniendo en cuenta el manual de dispositivos de control para este tipo de situación, se considera un ancho de 2 metros para el desplazamiento de los peatones y personas con discapacidad, serán intercaladas cada 60 cm, y tendrán un espesor de 50 cm, estas serán tomadas en cuenta para mantener un orden entre el vehículo y el peatón.

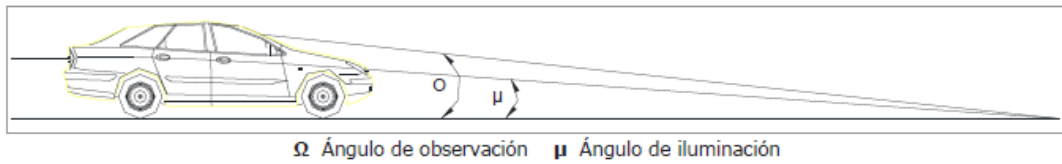
Las líneas de Pare, fueron colocadas a unos metros antes de llegar a la altura del letrero de Pare, dando a entender a los conductores que debían bajar la velocidad para poder ingresar a dicha curva o cruce.

La demarcación propuesta en el pavimento de la avenida, será considerado el uso de pintura retro reflectante, siendo esta una pintura con propiedades que le permiten aumentar la visibilidad a lo largo de la noche con las luces que emiten los vehículos, favoreciendo que los conductores las identifiquen de manera fácil y rápida.

Las marcaciones para Flechas rectas y de giro que se colocaron el todo el tramo de la avenida de acuerdo con las necesidades que fue presentando la vía, tales como las flechas rectas en tramos continuos manteniendo una dirección recta, flechas de giro colocados para indicar al conductor la disposición de giro a la derecha.



**Figura 76.** La retroreflectancia en el pavimento.



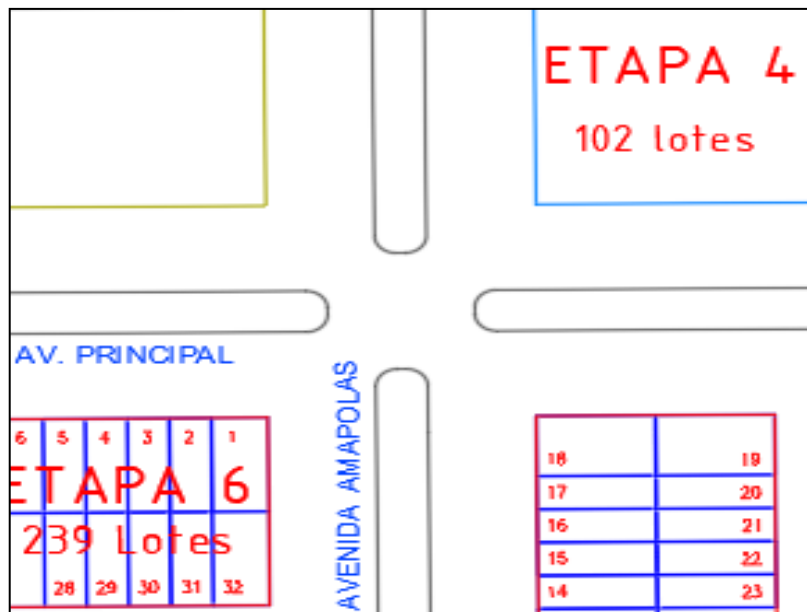
**Nota.** Imagen obtenida del Manual de dispositivos de control 2016 para explicación de la retroreflectancia.

#### 4.1.4.3. Propuesta de semaforización en puntos específicos

Se han considerado tres puntos específicos para la colocación de semáforos, tomando en cuenta los altos volúmenes vehiculares que transitan en las avenidas que tienen intersección con la Avenida Principal, como lo son la Av. Amapolas, Av. Dos y la Av. A en la Urbanización Santa Margarita -Piura.

**Figura 77.**

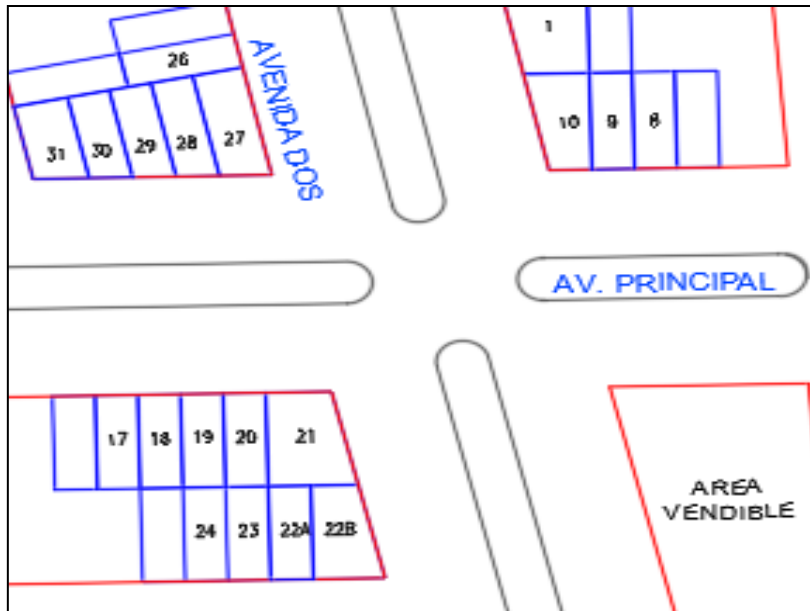
*Propuesta de semaforización en intersección en Avenida Principal con Av. Amapolas.*



**Nota.** Imagen de punto de intersección entre Av. Principal y Av. Amapolas para propuesta de semaforización.

**Figura 78.**

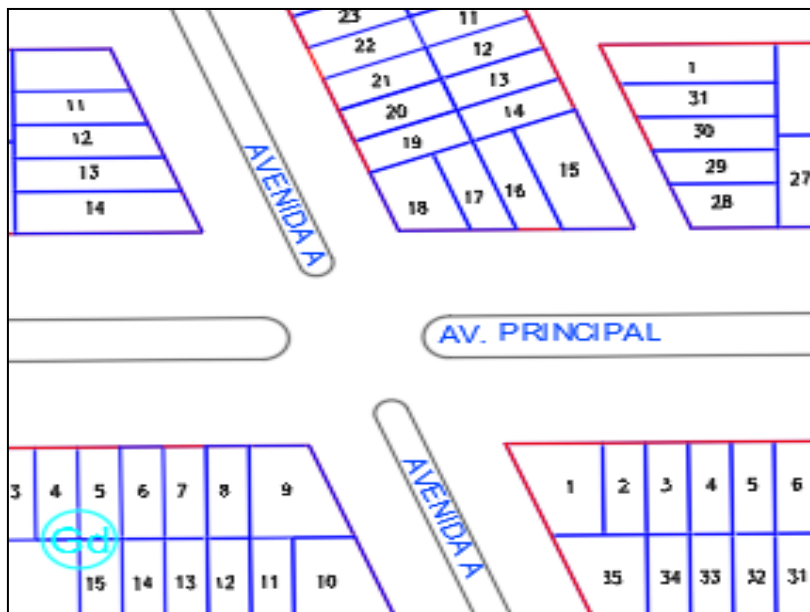
*Propuesta de semaforización en intersección en Avenida Principal con Av. Dos.*



**Nota.** Imagen de punto de intersección entre Av. Principal con Av. Dos para propuesta de semaforización.

**Figura 79.**

*Propuesta de semaforización en intersección en Avenida Principal con Av. A.*



**Nota.** Imagen de punto de intersección entre Av. Principal con Av. A para la propuesta de semaforización.

#### **4.2. Análisis e interpretación de resultados**

Con los cálculos realizados se llevó a cabo la realización de los planos de señalización y semaforización para una mejor apreciación de estos. Dando como resultado la optimización del tráfico vehicular que esta zona requiere debido a la alta transitabilidad en la vía.

#### **4.3. Prueba de hipótesis**

De acuerdo a la hipótesis planteada anteriormente se concluye que es afirmativa de acuerdo a la sustentación del presente informe de tesis, ya que se logró realizar un Modelo óptimo de Tráfico Vehicular gracias a la propuesta de semaforización y señalización vial necesaria para la Avenida Principal de la Urbanización Santa Margarita en la Ciudad de Piura

## 5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Para la recolección de datos en campo de acuerdo al conteo vehicular, se realizó un conteo diario en el transcurso de las 24 horas del día durante 7 días consecutivos, correspondientes a las fechas de 28/11/2022 al 04/12/2022 en la avenida principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.
- La señalización actual en la avenida tendría que regirse a las características especificadas en el manual de dispositivos de control, para que la seguridad vial mejore en la avenida principal de la urbanización Santa Margarita – Piura.
- Los volúmenes vehiculares obtenidos son una prueba de la situación actual de la cantidad de vehículos que circulan en esta avenida.
- El estudio de densidad vehicular dio a identificar los días miércoles y jueves como días con más flujo vehicular en horas pico como 6- 8 a.m, 1-2 p.m y 5-8 p.m mediante el conteo realizado por 24 horas durante 7 días consecutivos. Estas horas pico se ocasionan debido a que son tiempos puntuales para entradas o salidas de trabajo para la población en general, permitiendo que se aglomere más de una zona y se ocasione embotellamiento en esta vía.
- El manual de dispositivos de control nos informa de manera puntual las características que debe tener la señalización, también es importante tener un buen criterio para que los conductores puedan saber qué hacer en plena vía para mejorar la transitabilidad.
- El uso del Método Webster para la semaforización fue utilizado fundamentalmente para la optimización del tiempo en puntos estratégicos que ayudarán a un mejor flujo.
- La simulación de tránsito mediante el programa Synchro 8.0 nos ayuda a tener una idea clara de los recorridos en donde se presenta mayor congestión vehicular.
- Los datos obtenidos del conteo vehicular serán principalmente utilizados para este presente informe de tesis, ya que tienen una viabilidad de 1 año.

## CONCLUSIONES

- Según el estudio manual realizado, se identificaron 20 señalización verticales a lo largo de todo el trayecto en la zona de estudio, 07 en el carril izquierdo y 13 en el carril derecho; también se contabilizaron 16 señalizaciones horizontales, 8 en el carril derecho y 8 en el carril izquierdo, siendo muy pobres para la debida orientación que se necesita en la zona, en su mayoría fueron letreros informativos por nombres de calles a nivel de señaléticas verticales, y líneas de pases peatonales muy desgastadas y sin mantenimiento a nivel de señaléticas horizontales.
- En la clasificación de los vehículos con más flujo en la avenida se determinó que los vehículos con más incidencia en la avenida vienen a ser los vehículos livianos como los mototaxis, motos lineales.
- Se realizó el cálculo de tiempos óptimos mediante el método Webster para la semaforización en tres puntos estratégicos para un mejor flujo, siendo 54 sg para el semáforo ubicado en la intersección de la Av, Principal con Av. Amapolas, 48 sg para la intersección de la Av. Principal con la Av. Dos y 47 sg para la intersección de la Av. Principal con la Av. A. Este método se usó ya que permite la suministración de ciclos mucho más óptimos ocasionando demoras mínimas, por lo tanto mejora los niveles de servicio en el tránsito de esta zona a semaforizar.
- Mediante la simulación obtenida en el programa Synchro se puede interpretar que en algunos tramos de la avenida estudiada, el tiempo de congestión a puede legar a ser hasta de 1 minuto y medio ya que es muy concurrida la zona y se ocasiona una aglomeración en horas puntas o pico.
- Para la realización de planos con la señalización propuesta, se consideraron 130 señales, 83 señalizaciones verticales y 47 señalizaciones horizontales que permitirán un mejor orden en esta avenida, ya que es de las principales en esta urbanización de Piura, disminuyendo así las probabilidades de que ocurra algún tipo de accidente.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer uso de la señalización propuesta en este presente informe de tesis, ya que engloba las características expuestas en el manual de dispositivos de control.
- Se recomienda que las señales verticales hagan uso de luces activadas por paneles solares, tomando en cuenta que Piura es una ciudad con altos índices de luz, favoreciendo esto la visibilidad en todo horario del día.
- Se recomienda hacer control de vehículos menores como lo son las moto taxi y la moto lineal, debido a que estos son los vehículos que son de las más concurridos en esta zona y contribuyen a la congestión vehicular existente en la avenida.
- Se recomienda hacer más análisis de seguridad vial a distintas zonas de la ciudad, zonas que tienen problemas de concurrencia de tránsito generando cuellos de botella en horas pico, para así poder realizar un registro del nivel de servicio y señalización que se obtiene y poder plantear soluciones, esto beneficiaría a una optimización de tiempos haciendo uso en conjunto de software como Synchro, métodos como Webster para una semaforización puntual sin dejar de tomar en cuenta sugerencias que nos lancen programas como Synchro entre otros, y una debida señalética a lo largo y ancho de dicha zona de estudio.
- Se recomienda realizar controles de seguridad cada cierto tiempo para comprobar el funcionamiento correcto de las medidas tomadas en cada zona. Esto ayudaría a un ordenamiento optimizado, ya que, si estas medidas no están siendo lo suficientemente factibles, se hará un estudio actualizado para tomarse medidas mucho más específicas porque esta zona de estudio en particular está en constante crecimiento y los volúmenes vehiculares son posibles que varíen con el tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, A. y Lazo, G. (2021) *Análisis de la Congestión Vehicular en los Accesos al Puente Lima en la Ciudad de Sullana, Provincia de Sullana, Departamento de Piura 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura, Perú].
- Aguirre, M. (2021) *Propuesta de mejora en la red semafórica para el ordenamiento vehicular y peatonal de la Av. José de Lama – Sullana* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego, Piura, Perú].
- Avelino, L. y Farinango, A. (2018) *Plataforma tecnológica para contribuir a la planeación urbana en la ciudad de Guayaquil dirigido a la transportación, aplicando modelos para proyectar el comportamiento del tráfico vehicular basado en datos históricos* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Ecuador].
- Rojas, J.T. (2020). *Diseño de un sistema Semaforización con el software Synchro 8 en la congestión vehicular en el puente La Ensenada del Distrito de Puente Piedra, Lima-2020.* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo, Perú].
- Carvalho, M. (2015). *Discrete and continuous simulation.* <https://www.slideshare.net/chienq/discrete-and-continuous-simulation-presentation>
- Castillo, J. y Pérez, J. (2022) *Propuesta de mejora en los niveles para la intersección de la Av. La Marina con la Av. Antonio José de Sucre utilizando el software Vissim V. 0.9* [Tesis de pregrado Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú].
- De la Torre, B. y Henríquez, J. (2019) *Evaluación de medidas de gestión del tránsito a través de modelos de simulación vehicular: caso aplicado sobre el corredor urbano de la calle 72-Barranquilla* [Tesis de pregrado. Universidad De La Costa CUC, Colombia].
- Elefteriadou, L. (2013). *An introduction of to traffic flow theory.*
- Fernández, R. (2008). *Elementos de la teoría del tráfico vehicular.* Universidad de los Andes, Chile.
- [https://limacap.org/normatividad-2019/transportes/Manual%20VCHI%20\(2005\).pdf](https://limacap.org/normatividad-2019/transportes/Manual%20VCHI%20(2005).pdf)
- INRIX. (2019). *Global Traffic Scorecard.* Traffic Scorecard Infographic. Kirkland, Washington, Estados Unidos. Recuperado el 25 de abril de 2020. <http://inrix.com/scorecard/>

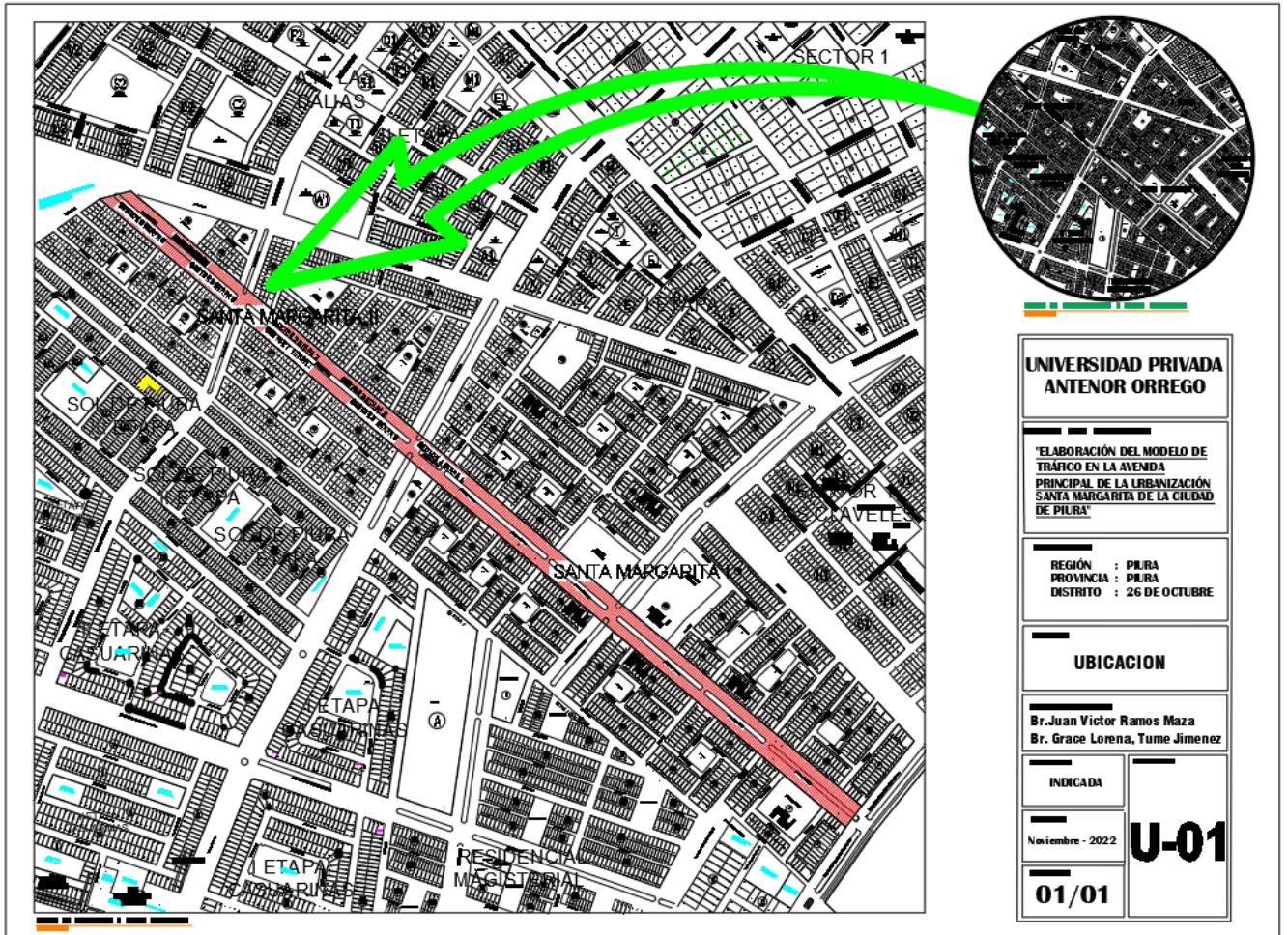
- Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005) ICG
- ONU (2019). *World Population Prospects 2019 – Volume II - Demographic Profiles*: 5
- Romero, M. (2018) *Análisis del nivel de servicio vehicular y modelamiento en el software Synchro Traffic 8.0. del Jr. Silva Santisteban de la ciudad de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú].
- Ruiz, A., Sánchez, K. y Arteaga, L. (2019). Modelos de ordenación del tráfico de la ciudad de Loja. *Ciencia*, 21(2), 31-43. <https://doi.org/10.24133/ciencia.v21i2.1515>
- Sojo, F. y Yarleque, E. (2021) *Propuesta de ordenamiento del tráfico vehicular de la intersección "Óvalo Las Capullanas" mediante simulación VISSIM, provincia de Sullana, Piura 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Perú].
- Suárez, L. (2007) *Análisis y evaluación operacional de intersecciones urbanas mediante microsimulación* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Colombia].
- Tapia, J. y Veizaga, R. (2006) Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia].
- Tejada, F. (2018) *Soluciones para mejorar el flujo vehicular en una ciudad inteligente: Modelo de flujo, métrica de sinuosidad y plataforma de ruteo vehicular* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile, Chile].



## ANEXOS

**Figura 80.**

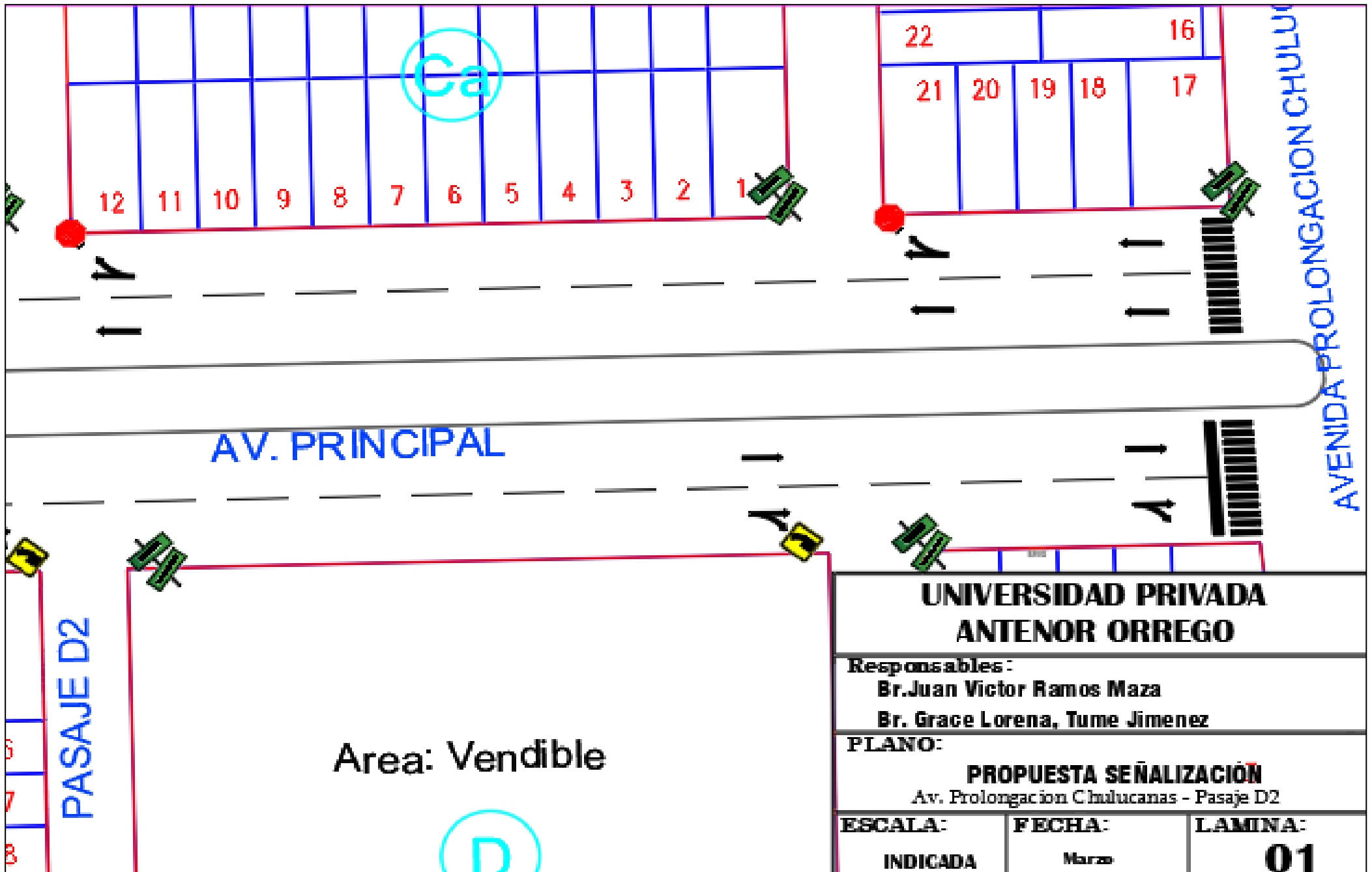
*Plano de Ubicación de la Av. Principal en la Urbanización Santa Margarita, en la ciudad de Piura.*



**Nota.** Elaboración de mapa de ubicación de la Av. Principal Santa Margarita- Piura.

**Figura 81.**

*Plano de Propuesta Señalización Vertical en la Av. Principal en la Urbanización Santa Margarita, en la ciudad de Piura.*

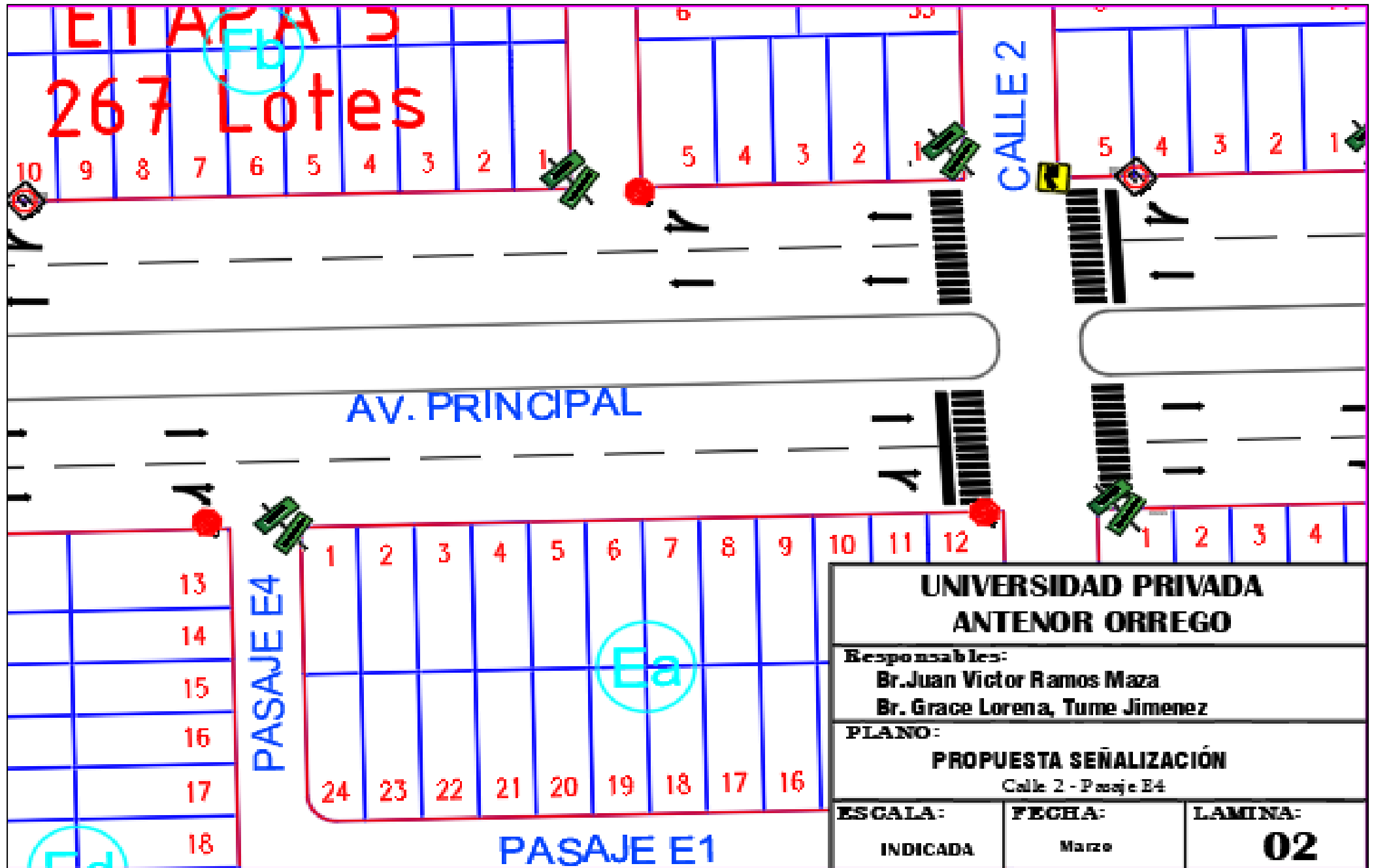


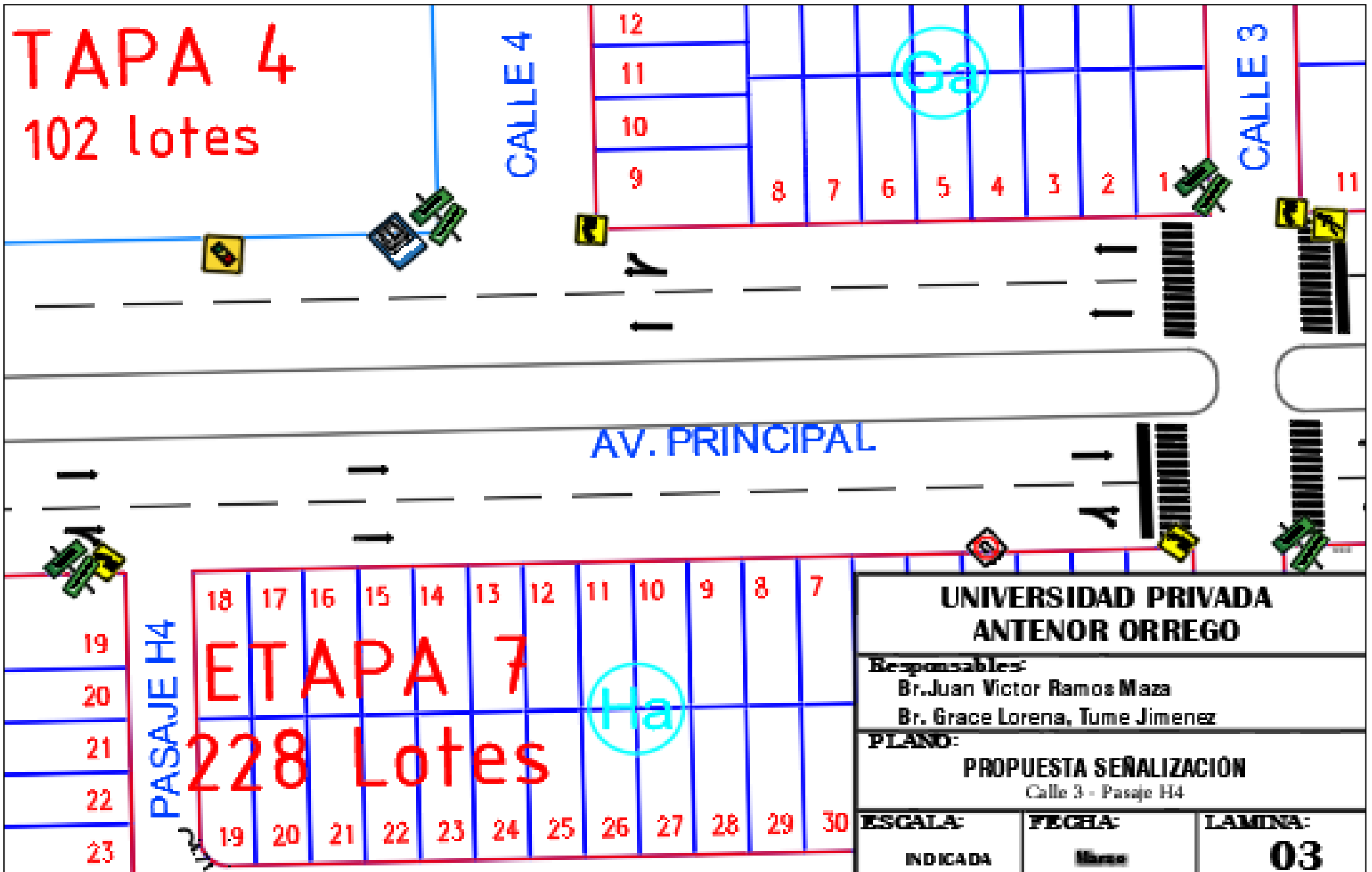
**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO**

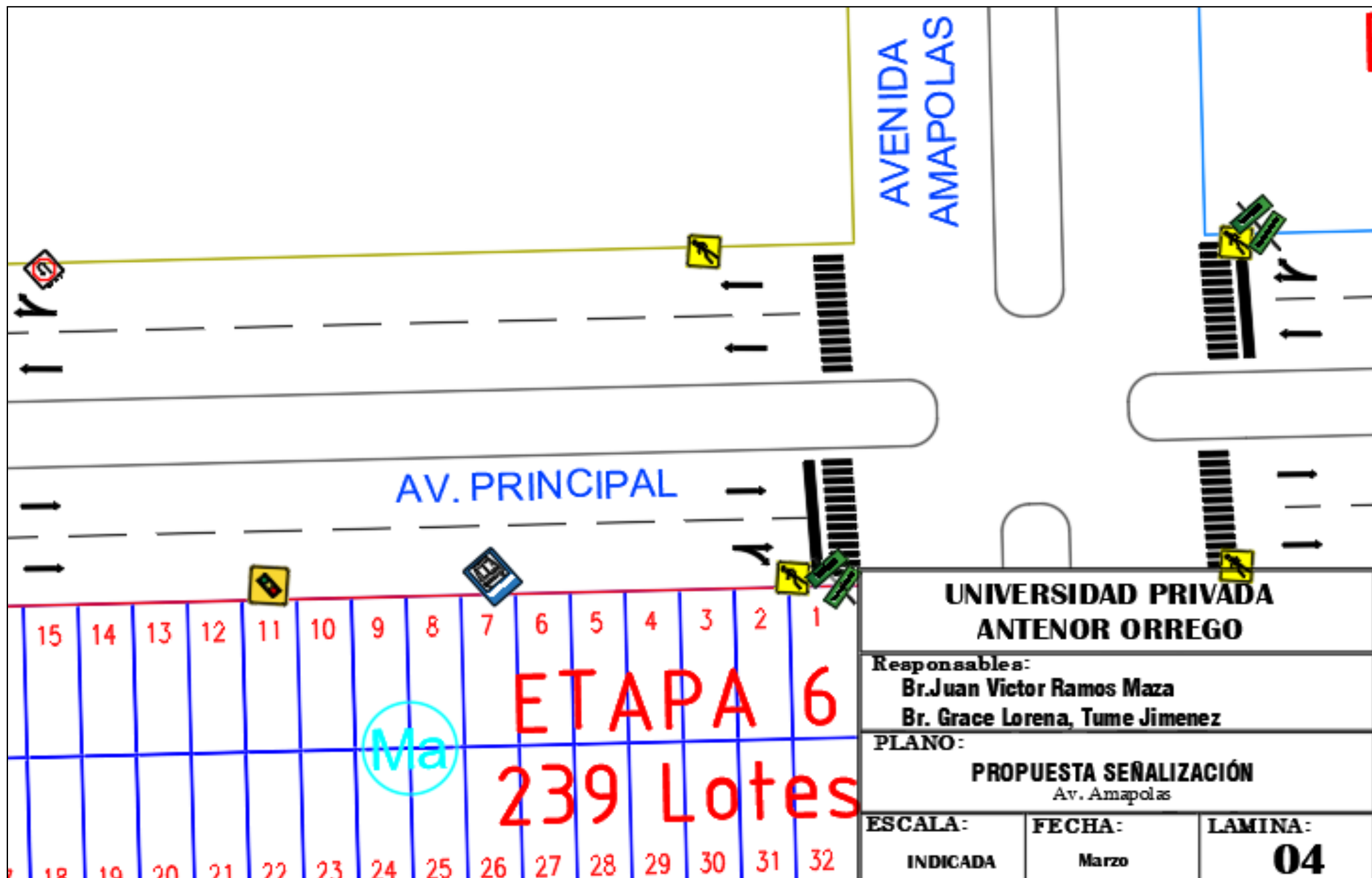
**Responsables:**  
 Br. Juan Victor Ramos Maza  
 Br. Grace Lorena, Tume Jimenez

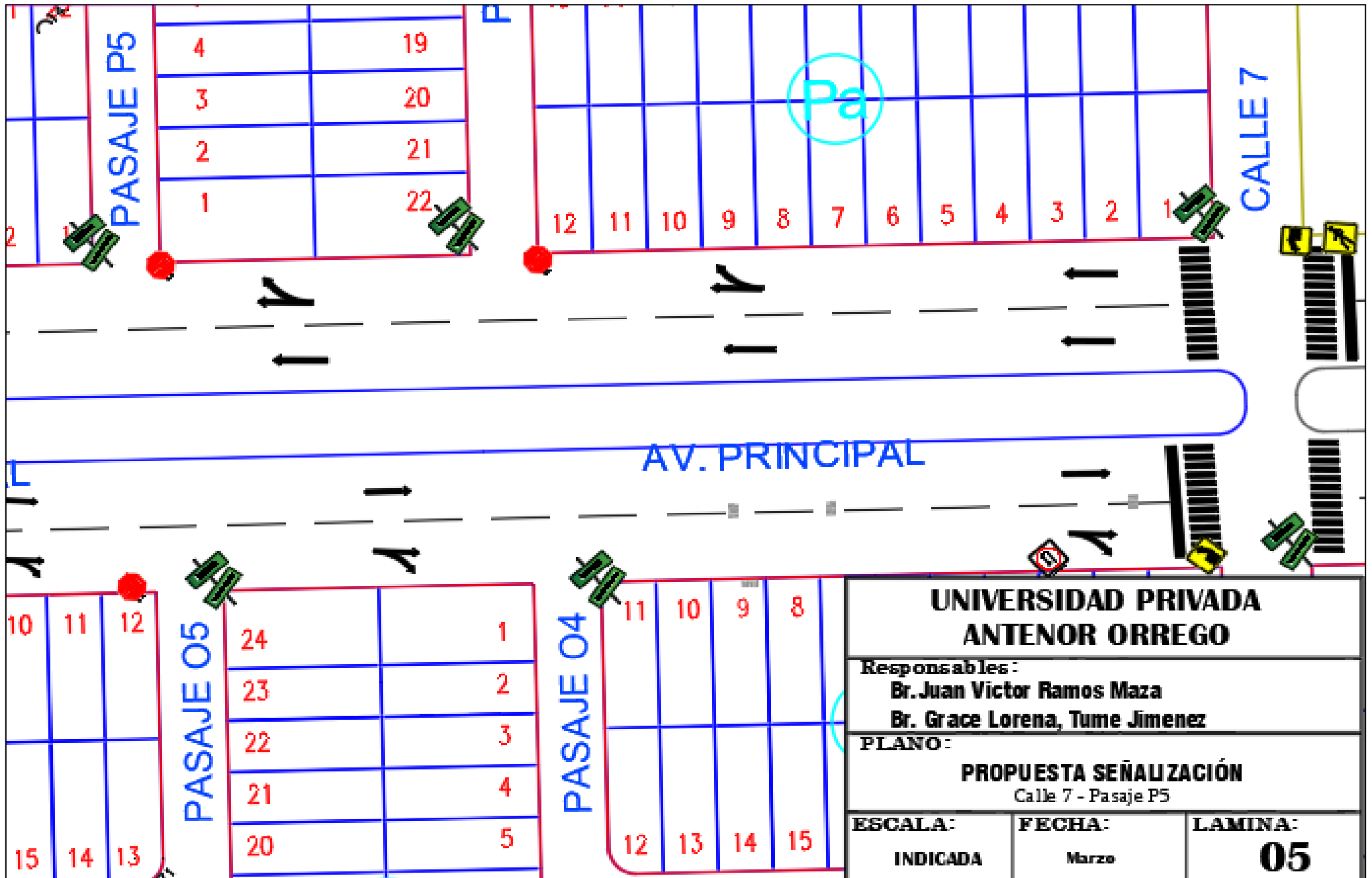
**PLANO:**  
**PROPUESTA SEÑALIZACIÓN**  
 Av. Prolongacion Chulucanas - Pasaje D2

<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> Marzo	<b>LAMINA:</b> <b>01</b>
----------------------------	------------------------	-----------------------------







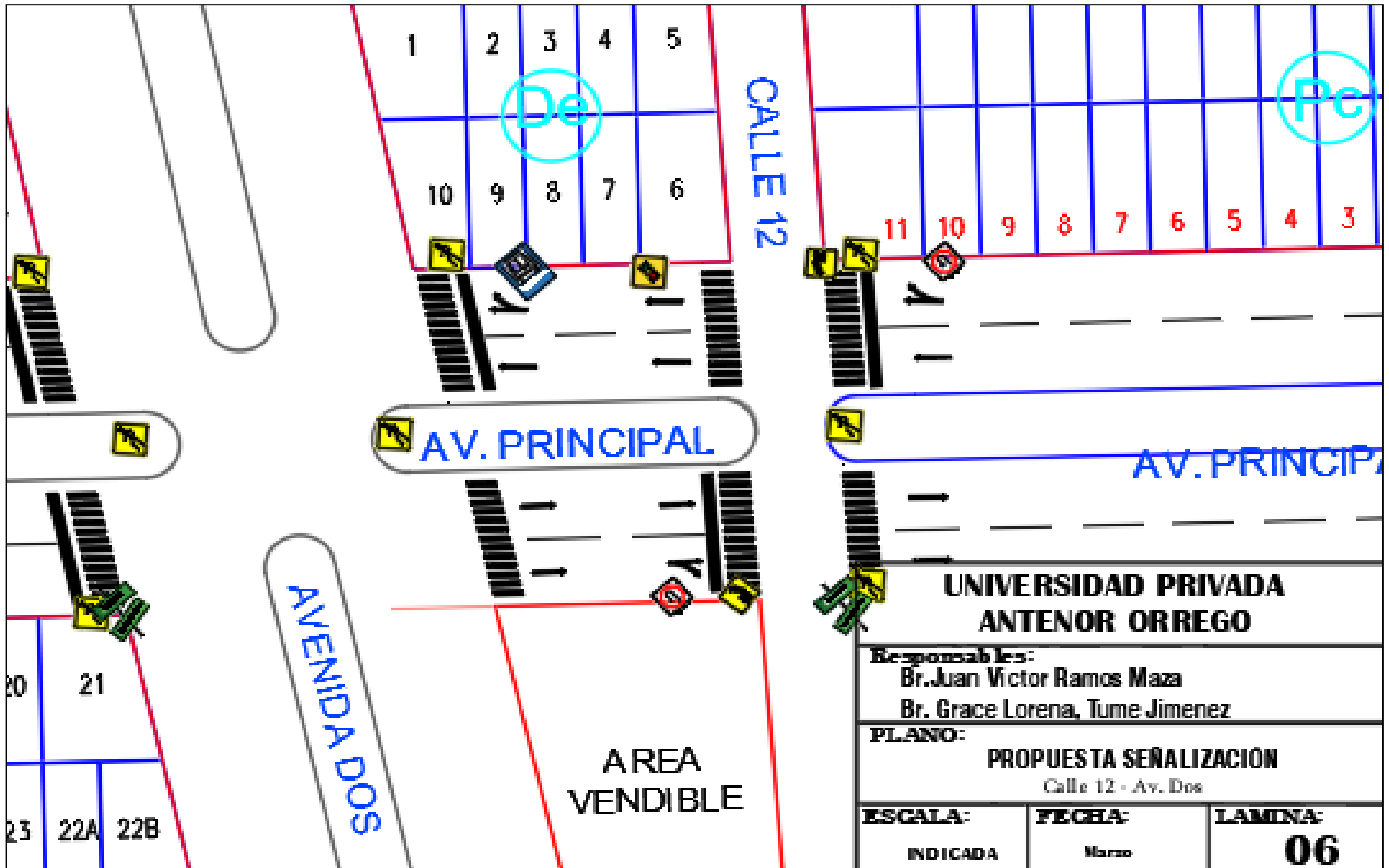


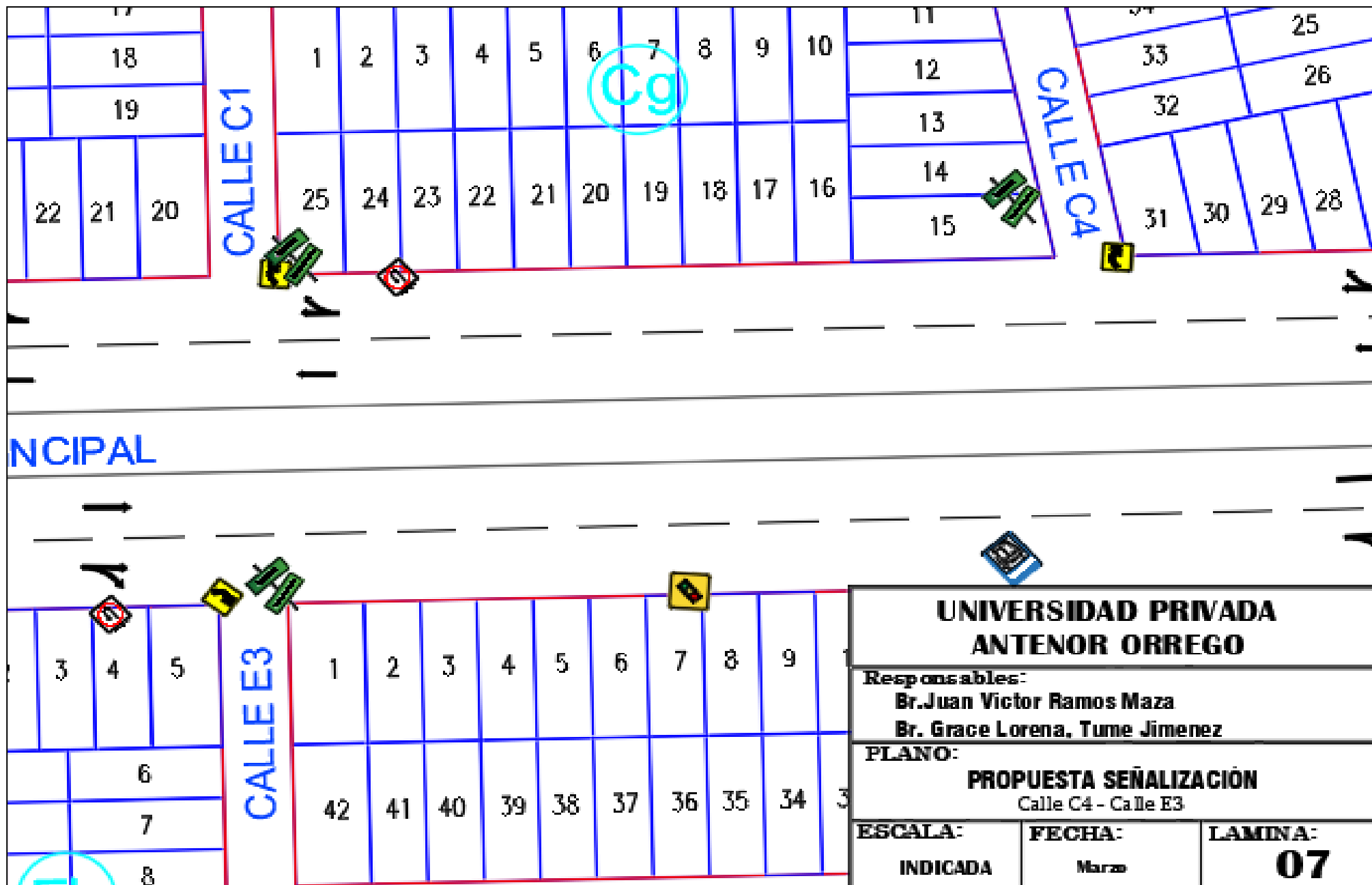
**UNIVERSIDAD PRIVADA  
ANTENOR ORREGO**

Responsables:  
**Br. Juan Victor Ramos Maza**  
**Br. Grace Lorena, Tume Jimenez**

PLANO:  
**PROPUESTA SEÑALIZACIÓN**  
 Calle 7 - Pasaje P5

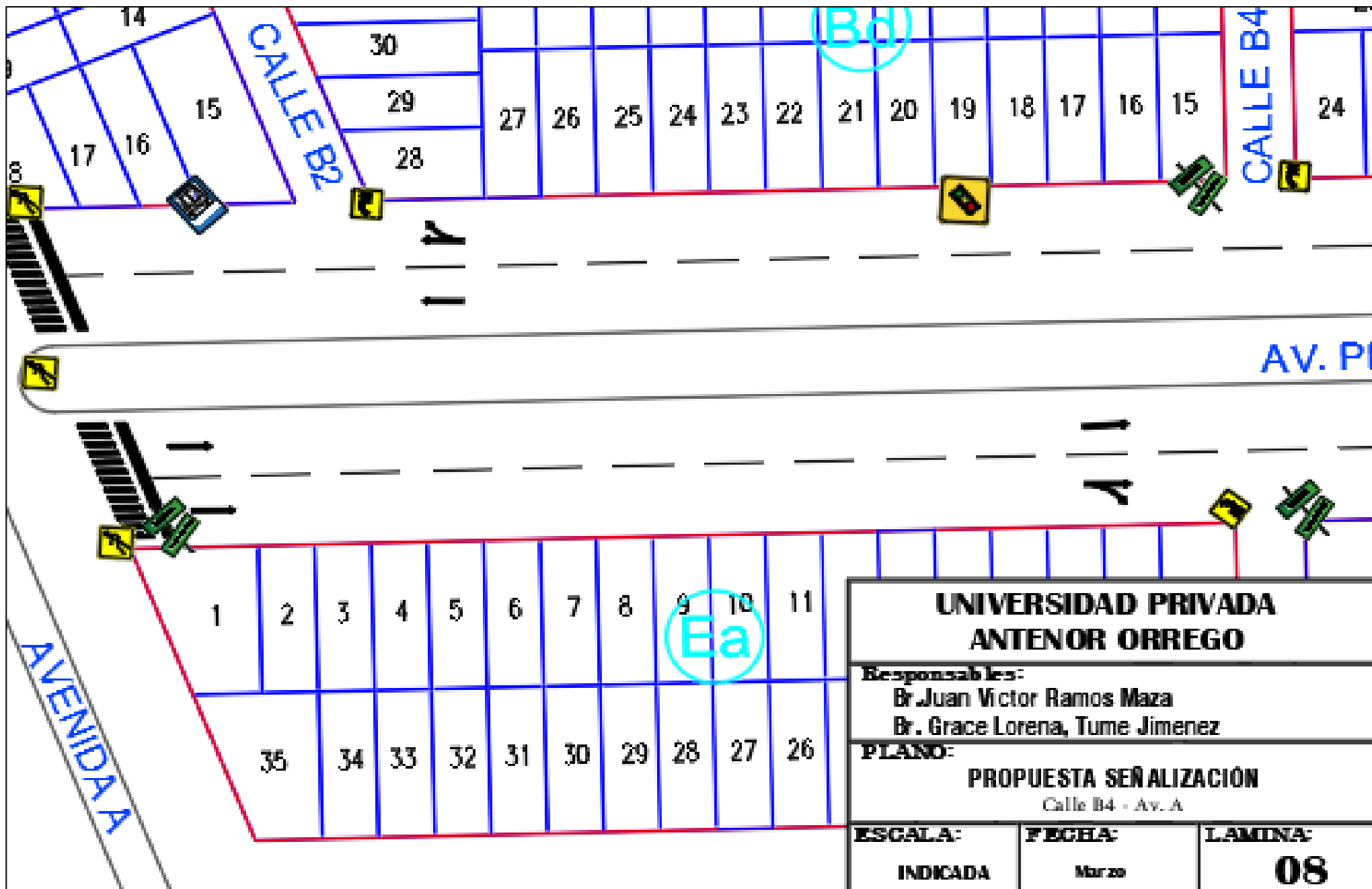
<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>FECHA:</b> Marzo	<b>LAMINA:</b> <b>05</b>
----------------------------	------------------------	-----------------------------





<b>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</b>		
Responsables: Br. Juan Victor Ramos Maza Br. Grace Lorena, Tume Jimenez		
PLANO: <b>PROPUESTA SEÑALIZACIÓN</b> Calle C4 - Calle E3		
ESCALA: INDICADA	FECHA: Marzo	LAMINA: <b>07</b>





<b>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</b>		
Responsables: Br. Juan Victor Ramos Maza Br. Grace Lorena, Tume Jimenez		
PLANO: <b>PROPUESTA SEÑALIZACIÓN</b> Calle B4 - Av. A		
ESCALA: INDICADA	FECHA: Marzo	LAMINA: <b>08</b>

