



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Optimización de la señalización y aparcamiento del tramo
Santa Rosa carretera interoceánica en Tambopata, Madre de
Dios - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Morro Herquinio, Kike Walter (ORCID: 0000-0002-7061-0520)

ASESOR

Dr. Alex Arquímedes, Herrera Viloche (ORCID: 000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi familia con todo el cariño del mundo

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo y a la Facultad de Ingeniería Civil mi eterno agradecimiento por darme la oportunidad de alcanzar esta meta.

A mi Asesor el Dr. Ing, Alex Arquímedes, Herrera Viloche, por todo su apoyo, muchas gracias.

Kike Wálter

Índice de contenidos

Pag

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. El problema	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.3. Objetivo	4
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes a nivel internacional.....	5
2.2. Antecedentes a nivel nacional.....	10
2.3. Bases Teóricas	12
2.3.1. Clasificación y Jerarquización de las Vías	12
2.3.1.1. Según demanda	13
2.3.1.2. Según orografía los terrenos se clasifican en:	14
2.3.1.3. Según jerarquía vial se clasifican en las tres redes siguientes	16
2.3.2. Las Curvas y su clasificación.....	16
2.3.2.1. Curvas Circulares.....	17
2.3.2.2. Curvas De Transición	18
2.3.2.3. Curvas Compuestas	19
2.3.3. Seguridad en las Vías.....	21
2.3.4. Pavimentos	22
2.3.4.1. Estructura de un pavimento.....	22
2.3.4.2. Categorización de los pavimentos.....	23
2.3.5. Señalización	25
2.3.5.1. Beneficios de la señalización	25
2.3.5.2. Señalización Vertical.....	26
2.3.5.3. Señalización Horizontal.....	40

2.3.6.	Dispositivos para señalización vertical.....	52
2.3.6.1.	Elementos Sensoriales.....	52
2.3.6.2.	Pantalla electrónica de luces LED.....	57
2.3.6.3.	Estación de proceso de datos – DPS	57
2.3.7.	Productos empleados en la señalización horizontal.....	57
2.3.8.	Accidentes de Tránsito	58
2.3.8.1.	Categorización de un Accidente de Tránsito	58
2.3.8.2.	Algunas consecuencias en Accidentes de Tránsito	59
2.3.8.3.	Reflexiones sobre estos Accidentes	59
2.3.9.	Aparcamiento	60
2.3.9.1.	Índice de valoración de guías locales	60
2.3.9.2.	Recomendaciones para un aparcamiento:	61
2.3.10.	Definiendo Términos Básicos.....	64
III.	METODOLOGÍA.....	66
3.1.	Tipo y diseño de investigación.....	66
3.1.1.	Nivel de investigación	66
3.1.2.	Diseño de la investigación.....	66
3.1.3.	Métodos Investigativos	67
3.2.	Variables y operacionalización de variables	67
3.2.1.	Variables de la investigación	67
3.2.2.	Operacionalización de variables	67
3.3.	Población y muestra.....	68
3.4.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.	68
3.4.1.	Técnica.....	68
3.4.2.	Instrumentos de recopilación de datos	68
3.5.	Procedimientos.....	68
3.6.	Método de sondeo de datos.....	69
3.7.	Aspectos éticos	69
IV.	PRESENTACION DE LA INFORMACIÓN ENCONTRADA.....	70
4.1.	Estudio de la señalización vial existente en el tramo Santa Rosa que cuenta con 13 km, entre los kilómetros 276+000 y 289+000	70

4.1.1. Señales Verticales.....	70
4.1.2. Señalización Horizontal	71
4.1.3. Aparcamiento	71
4.2. Estudio Técnico del Tránsito	71
4.2.1. Volumen de Tránsito en el Tramo 3.....	72
4.2.2. Índice Medio Diario (IMD).....	75
4.2.3. Resumen Estadístico Indicadores Anuales	76
4.3. Datos de Accidentabilidad	77
4.3.1. Por Tipo de consecuencia.....	77
4.3.2. Por Daños Personales causados.....	78
4.3.3. Accidentes en el Sector.....	78
4.3.4. Costos sociales unitarios asociados a lesionados	79
v. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL.....	80
5.1. Implementación de Señalización Vial.....	80
5.1.1. Señalización Vertical.....	80
5.1.1.1. Señales Preventivas de Suceso no predecibles como accidentes	80
5.1.1.2. Componentes del sistema de señalización vertical propuesto	81
5.1.2. Señalización Horizontal	86
5.1.2.1. Uso de pintura fluorescente	86
5.1.2.2. Los guardavías con cilindros giratorios.....	87
5.2. Implementación del Sistema de aparcamiento y señalización.....	90
5.2.1. Terreno donde se podría construir el aparcamiento.....	102
5.2.2. Servicios básicos del Sistema de aparcamiento	105
5.3. Contrastación de la Hipótesis	106
VI. DISCUSIÓN.....	107
VII. CONCLUSIONES	109
VIII. RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS.....	111
ANEXOS	115

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1</i> Simbología de la curva circular.....	18
<i>Ilustración 2</i> Curva circular con curva de transición	19
<i>Ilustración 3</i> Curva de inflexión.....	20
<i>Ilustración 4</i> Ovoide	20
<i>Ilustración 5</i> Ovoide doble	20
<i>Ilustración 6</i> Curva de vuelta.....	21
<i>Ilustración 7</i> Sección transversal típica de una carretera.	23
<i>Ilustración 8</i> Esquema de componentes de un pavimento rígido.	24
<i>Ilustración 9</i> Esquema de componentes de un pavimento flexible.	24
<i>Ilustración 10</i> Señales de obligación	29
<i>Ilustración 11</i> Señales de prevención.....	30
<i>Ilustración 12</i> Restricciones físicas de la vía.....	31
<i>Ilustración 13</i> Señales preventivas de intersecciones con otras vías.....	32
<i>Ilustración 14</i> Señales preventivas por características operativas de la vía	33
<i>Ilustración 15</i> Señales preventivas para emergencias y situaciones especiales	34
<i>Ilustración 16</i> Ejemplo de conjunto de indicadores de ruta	35
<i>Ilustración 17</i> Ejemplo de conjunto de indicadores de ruta	36
<i>Ilustración 18</i> Ejemplos de señales de dirección.....	37
<i>Ilustración 19</i> Balizas de Acercamiento.....	37
<i>Ilustración 20</i> Señales de salida inmediata	37
<i>Ilustración 21</i> Señales de confirmación	38
<i>Ilustración 22</i> Señales de identificación vial	38
<i>Ilustración 23</i> Señales de localización	38
<i>Ilustración 24</i> Señales de servicios generales	39
<i>Ilustración 25</i> Señales de interés turístico	39
<i>Ilustración 26</i> Ejemplo de configuración de señalización para rampas de emergencia	40
<i>Ilustración 27</i> Líneas de borde de calzada blanca.....	41
<i>Ilustración 28</i> Líneas de borde de calzada amarilla	42
<i>Ilustración 29</i> Línea de carril segmentada	42
<i>Ilustración 30</i> Línea de carril continua	42
<i>Ilustración 31</i> Líneas canalizadoras de tránsito	43
<i>Ilustración 32</i> Líneas de transición por reducción	43
<i>Ilustración 33</i> Línea de pare	44
<i>Ilustración 34</i> Líneas de cruce peatonal.....	44
<i>Ilustración 35</i> Líneas para cruce peatones.....	44
<i>Ilustración 36</i> Demarcación con dimensiones en espacios para estacionamiento de vehículos	45
<i>Ilustración 37</i> Ejemplo de demarcación de no bloquear intersecciones, en metros.....	45
<i>Ilustración 38</i> Demarcación en cruces prototipo Rotonda o Glorieta	46
<i>Ilustración 39</i> Tachas retrorreflectivas.....	47

<i>Ilustración 40</i> Tipos adicionales de delineadores de piso	47
<i>Ilustración 41</i> Postes con delineadores.....	48
<i>Ilustración 42</i> Ejemplo de alto y áreas mínima de material retrorreflectivo en postes delineadores.....	48
<i>Ilustración 43</i> Esquema de ubicación postes delineadores en curva horizontal	49
<i>Ilustración 44</i> Delineadores en curva horizontal	49
<i>Ilustración 45</i> Delineador placa “CAPTAFAROS”	49
<i>Ilustración 46</i> Delineadores “MARCADORES DE OBSTÁCULOS”	50
<i>Ilustración 47</i> Tachas.....	51
<i>Ilustración 48</i> Tachones.....	51
<i>Ilustración 49</i> Sensores diversos: acelerómetro, ultrasonidos, radar de infrarrojos, magnetómetro	56
<i>Ilustración 50</i> Detectores de presión, ubicación transversal	56
<i>Ilustración 51</i> Distancias y distribución de pasajes en aparcaderos.....	63
<i>Ilustración 52</i> Vista de la curva en estudio.....	70
<i>Ilustración 53</i> Circulación de vehículos, años 2012 – 2020.....	72
<i>Ilustración 54</i> Evolución de tráfico mensual, años 2019 – 2020.....	72
<i>Ilustración 55</i> Configuración del tráfico por estación de peaje y tipo de vehículo, año 2020 (en porcentajes)	73
<i>Ilustración 56</i> Intensidad Media Diaria, periodo 2019 – 2020.....	75
<i>Ilustración 57</i> Accidentes por tipo de consecuencia año 2020.....	77
<i>Ilustración 58</i> Daños Personales por accidentes, periodo 2014 – 2020	78
<i>Ilustración 59</i> Señal luminosa con iluminación led y texto, con panel solar.....	82
<i>Ilustración 60</i> Señal luminosa con iluminación led y texto	83
<i>Ilustración 61</i> Estación de proceso de datos – DPS (Sensefields).	83
<i>Ilustración 62</i> Foco Led Basic 102 de la señal diseñada (cotas en mm).	83
<i>Ilustración 63</i> Sensor “Sensefields Sensor Mote” instalado en el pavimento de la vía	84
<i>Ilustración 64</i> Diseño de señal luminosa con iluminación led y texto, con dimensiones	84
<i>Ilustración 65</i> Pintura con efecto fluorescente por la absorción de rayos ultravioleta solares y emisión de un verde neón en la noche	86
<i>Ilustración 66</i> Pintura amarilla en la pista.....	87
<i>Ilustración 67</i> Se absorbe la energía del impacto y la convierte en energía de rotación	87
<i>Ilustración 68</i> Los cilindros giratorios A	88
<i>Ilustración 69</i> Los cilindros giratorios B.....	88
<i>Ilustración 70</i> Los cilindros giratorios con lámina reflectante	89
<i>Ilustración 71</i> Los rieles de los cilindros giratorios.....	89
<i>Ilustración 72</i> Vista frontal de los guardavías con cilindros giratorios.....	90
<i>Ilustración 73</i> Aparcamiento Plano General	92
<i>Ilustración 74</i> Aparcamiento servicios ofertados.....	93
<i>Ilustración 75</i> Aparcamiento en tramo Santa Rosa, Interoceánica Sur, en Madre de Dios.....	94
<i>Ilustración 76</i> Servicio de expendio automático de café, gaseosas, bocaditos, etc.	95
<i>Ilustración 77</i> Servicio de cargadores de celulares y otros con panel solar	96
<i>Ilustración 78</i> Servicio de agua pulverizada para refrescar	97
<i>Ilustración 79</i> Servicios Higiénicos	98

<i>Ilustración 80</i>	Postes de iluminación externa y cámaras de seguridad con panel solar.....	99
<i>Ilustración 81</i>	Tranquera de ingreso con funcionamiento con sensores.....	99
<i>Ilustración 82</i>	Señalización vertical abastecida de energía por un panel solar	99
<i>Ilustración 83</i>	Señalización vertical de estacionamiento	100
<i>Ilustración 84</i>	Batería	100
<i>Ilustración 85</i>	Inversor.....	100
<i>Ilustración 86</i>	Panel Solar	101
<i>Ilustración 87</i>	Focos led.....	101
<i>Ilustración 88</i>	Capilla del Sr. De la Cumbre vista frontal.....	102
<i>Ilustración 89</i>	Capilla del Sr. De la Cumbre vista lateral	102
<i>Ilustración 90</i>	Mostrando una posible ubicación previa la eliminación del pequeño cerro que se señala	103
<i>Ilustración 91</i>	Señalización para ingresar al aparcamiento.....	103
<i>Ilustración 92</i>	Sugerencia de una zona de aparcamiento de vehículos pesados	104
<i>Ilustración 93</i>	Servicio de Grúa de Grúas Ovalle	104
<i>Ilustración 94</i>	Ejemplo de señales de estaciones de seguridad y auxilio (SOS)	105
<i>Ilustración 95</i>	Señales Reguladoras.....	117
<i>Ilustración 96</i>	Señales de Prevención.....	121
<i>Ilustración 97</i>	Señales de Información	126
<i>Ilustración 98</i>	Fotos de Señalización Horizontal	126
<i>Ilustración 99</i>	Frontis Capilla del Sr. De la Cumbre	131
<i>Ilustración 100</i>	Frontis Capilla del Sr. De la Cumbre	131
<i>Ilustración 101</i>	Frontis Capilla del Sr. De la Cumbre	132
<i>Ilustración 102</i>	Vista de la posible ubicación	132
<i>Ilustración 103</i>	Otra vista de la posible ubicación.....	133
<i>Ilustración 104</i>	Señalización para ingresar al aparcamiento.....	133
<i>Ilustración 105</i>	Techo con paneles solares.....	134
<i>Ilustración 106</i>	Sugerencia de una zona de aparcamiento de vehículos pesados	134

Índice de Tablas

Tabla 1 Clasificación de carreteras por demanda	14
Tabla 2 Clasificación de carreteras por orografía.....	15
Tabla 3 Rangos de velocidad de diseño según la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	15
Tabla 4 Distancias mínimas en plazas de aparcaderos.....	61
Tabla 5 Parámetros medios según tipología de estacionamiento	62
Tabla 6 Reguladoras	70
Tabla 7 Señales Preventivas	71
Tabla 8 De Información	71
Tabla 9 Señalización Horizontal	71
Tabla 10 Diversificación del tráfico por estación de peaje, años 2019 y 2020	73
Tabla 11 Información sobre Tráfico Vehicular	74
Tabla 12 Información sobre Tráfico Vehicular	75
Tabla 13 Índice Medio Diario (IMD) en Peaje Unión Progreso años del 2012 a julio 2021	76
Tabla 14 Resumen Estadístico Indicadores Anuales IIRSA SUR Tramo 3 Carretera Inambari-Iñapari Periodo 2012 – 2020	76
Tabla 15 Accidentes por tipo de consecuencia	77
Tabla 16 Accidentes en el Sector en estudio	78
Tabla 17 Costos sociales unitarios asociados a lesionados	79
Tabla 18 Características del sensor magnético	85

Resumen

El estudio analiza la situación de señalización y aparcamiento del tramo Santa Rosa de la carretera interoceánica en Tambopata, Región de Madre de Dios, con el objeto de implementar un sistema que optimice dicho estado actual.

Para este efecto se tomaron en cuenta las estadísticas del volumen de tránsito, el Índice Medio Diario, la accidentabilidad y los daños personales, luego se establecieron las particularidades de la señalización existente tanto vertical como horizontal así como de aparcamiento a lo largo de los 13 kilómetros de dicho tramo.

Como propuesta de optimización se planteó, en cuanto a señalización vertical el uso de señales dinámicas en pantallas asistidas por sensores, todo abastecido por paneles solares y en cuanto a señalización horizontal emplear, primero, conceptos de 'smart roads', es decir, carreteras inteligentes que tienen como objetivo principal aumentar la seguridad vial, para tal efecto utilizan una pintura fluorescente que absorbe los rayos ultravioleta del sol durante el día y emite un verde neón durante un máximo de ocho horas al anochecer, habilitando la disminución o incluso la supresión del alumbrado público, incrementando la visibilidad de las líneas de referencia que delimita la trayectoria de la carretera, e intensificando la destreza al volante de los conductores. Segundo, contemplar el uso de guardavías con cilindros giratorios de espuma que absorben la energía del impacto y la convierten en energía de rotación para impulsar el vehículo hacia adelante en lugar de romper una barrera inamovible.

De otra parte, subsanando la ausencia de un aparcamiento se diseñó un escenario que provea un lugar para reparar vehículos, solicitar el apoyo de una grúa o permitir el descanso del conductor y sus ocupantes pudiendo abastecerse automáticamente de bebidas y de bocadillos, así como usar las duchas, servicios higiénicos e internet. Todo este proyecto es abastecido por paneles solares. El uso de esta señalización y aparcamiento planteados es fundamental para el funcionamiento eficiente y seguro del sistema vial, aumentando notablemente el confort y la seguridad del tránsito, sobre todo en la noche.

Palabras Clave: Señalización, aparcamiento, carreteras inteligentes.

Abstract

The study analyzes the signaling and parking situation of the Santa Rosa section of the interoceanic highway in Tambopata, Madre de Dios Region, in order to implement a system that optimizes said current state.

For this purpose, the statistics of the traffic volume, the Average Daily Index, the accident rate and personal injuries were taken into account, then the particularities of the existing vertical and horizontal signage were established, as well as the parking lot along the 13 kilometers of said section.

As an optimization proposal, in terms of vertical signage, the use of dynamic signals on sensor-assisted screens was proposed, all supplied by solar panels, and in terms of horizontal signage, the use, first, of 'smart roads' concepts, that is, smart roads. whose main objective is to increase road safety, for this purpose they use a fluorescent paint that absorbs the ultraviolet rays of the sun during the day and emits a neon green for a maximum of eight hours at dusk, enabling the reduction or even the suppression of lighting public, increasing the visibility of the reference lines that delimits the path of the road, and intensifying the driving skills of drivers. Second, consider the use of guardrails with rotating foam cylinders that absorb impact energy and convert it into rotational energy to propel the vehicle forward instead of breaking an immovable barrier.

On the other hand, correcting the absence of a car park, a scenario was designed to provide a place to repair vehicles, request the support of a crane or allow the driver and its occupants to rest, being able to automatically stock up on drinks and snacks, as well as using the showers, toilets and internet. This entire project is supplied by solar panels. The use of this proposed signage and parking is essential for the efficient and safe operation of the road system, notably increasing comfort and traffic safety, especially at night.

Keywords: Signage, parking, smart roads

I. INTRODUCCIÓN

El progreso de los territorios se desarrolla conforme se vayan implementando de apropiadas vías de comunicación, sin embargo surgen accidentes en éstos, ya sea por defecto en su diseño, intensificación del tránsito o mal desempeño de los conductores.

Incide en esta problemática la señalización del tránsito vial que permite un sistematización tanto de vehículos como de transeúntes, previniendo congestión, accidentes y cautelando lesiones y víctimas humanas (Solano, 2018)

El BID (2019) precisa: Que en las carreteras del mundo, Todos los años fallecen más de un millón de personas y cerca de 60 millones reciben lesiones en accidentes de tránsito. Que cada día fallecen más de tres mil personas, de los cuales 500 son jovencitos. Que las incidencias de tránsito son el principal motivo de muerte en jóvenes de 15 a 30 años de edad, siendo el 90 % de los fallecimientos, en países en vías de desarrollo. Que cada año este tipo de accidentes en las carreteras del mundo cuestan más de US\$ 500 mil millones, correspondiendo al 1% del PIB en países de escasos recursos, al 1.5% del PIB en naciones en vías de desarrollo, y 2% del PIB en los de mayor desarrollo. Que todo tipo de acción que tenga impacto inmediato en estas cifras se traduce en un beneficio. Que los sistemas que pueden actuar sobre el manejo de la seguridad vial son la vigilancia de la velocidad, los sistemas de señalización al usuario, los sistemas de iluminación LED, entre otros.

Por otro lado y para poner en contexto la presente investigación, se menciona que la carretera Interoceánica Sur Brasil - Perú, principal acceso a la localidad de Puerto Maldonado, conformante de la Red Vial a nivel nacional y que está concesionada a la Asociación Inter Sur con responsabilidad de custodiar por su correcto mantenimiento, cuidado y explotación, cuenta con un tramo denominado Sierra Santa Rosa, con una longitud de 13 km, en donde se aprecia se producen accidentes, en ese entender se requiere conocer su estado y seguridad vial a efecto de tomar medidas correctivas.

Según Bravo (2013), el proyecto del Ramal 3 involucró el tendido de más de 40 km en plena selva (perteneciente a cordillera) y más de 300 kilómetros en selva llana. La vía cruza territorios en Selva Alta, como el lugar de Santa Rosa con aproximadamente 340 msnm, y temperatura en el ambiente en promedio de más de 20°C ($T_{\text{máx}} = 30^{\circ}\text{C}$ y $T_{\text{mín}} = 15^{\circ}\text{C}$); y de Selva Baja, zona donde se encuentra la ciudad de Maldonado con 250 msnm e Ñapari con aproximadamente 220 msnm temperatura en el ambiente en promedio de 24°C ($T_{\text{máx}} = 35^{\circ}\text{C}$ y $T_{\text{mín}} = 11^{\circ}\text{C}$). La vía pasa zonas agrestes, onduladas y llanas. Asimismo, expone áreas de exposición con caída de materiales, especialmente entre los km 303, 305, 306, 309, 331, 333 y 335 también se aprecia un área inundada situada en el km 358+185. Por esto, este trecho involucró el tendido de más de 1.500 m de flamantes puentes (no incluye el Billinghamurst ni el Internacional).

Indica asimismo que en cuanto a lluvias, la Selva Alta muestra un promedio anual superior a los 4.100 mm, la Selva Baja, con 2.400 mm y el área de Ñapari de más de 2.000 mm. De otro lado, se indica que en el Tramo 3 se hallan 28 comunidades, de las cuales el 70% viven en la zona rural, siendo el 90% pobre y extremadamente pobre, subsistiendo más del 50% con menos de USD 200 al mes, padeciendo el 48% de ella, de desnutrición endémica.

Los Sectores 2 y 3 cedidos al Consorcio Concesionario Interoceánico Sur (Concesionaria IIRSA Sur) configurado por Norberto Odebrecht S. A., Graña y Montero S. A., JJC Contratistas Generales S. A. Estas firmaron un Contrato de Concesión que implicara el tendido, desempeño y mantenimiento de casi 650 km de vías, de éstas aproximadamente 240 km están en Cusco, a partir de Urcos e incluso Puente Inambari (Tricho 2); y 400 kilómetros incumben a la región de Madre de Dios, a partir del Puente Inambari incluyendo Ñapari (Tricho 3), correspondiente al Proyecto Corredor Carretero Interoceánico Sur, de Perú y Brasil (OSITRAN, 2020)

El tema se contempla dentro de la línea de investigación Diseño de Infraestructura Vial, en tal sentido la presente investigación posee como objetivo, primero realizar una revisión conceptual acerca de lo que son la señalización utilizada, vertical y horizontal, sus tipos y adelantos al respecto.

Se toma en cuenta lo expresado por Alejos y Cribillero (2017) cuando precisan que la gestión de la señalización y aparcamiento configura una de los desempeños más importantes en organismos operadores de carreteras, así como que la intención primordial de todo proceso de evaluación de un sistema vial, es facultar al ingeniero presumir, con un criterio enteramente racional, las tareas de conservación habituales y de mejoramiento esenciales para reducir o eliminar inconvenientes alcanzando así un nivel de transitabilidad seguro y en un período holgadamente extendido que fundamente el gasto estimado (Montejo, 2002) citado por Chávez y Peñarreta (2019).

1.1. El problema

A lo largo de esta vía se ha visto la necesidad de una mejor señalización y un lugar de aparcamiento por lo que formulamos la siguiente pregunta:

¿Cuál es el estado de señalización y aparcamiento en el sector “Santa Rosa” de la vía interoceánica en Tambopata, Madre de Dios?

En cuanto a los **problemas específicos**, en el tramo en estudio, se tendrían los siguientes:

- a) ¿Cuál es el estado de señalización vial?
- b) ¿Cuál es el sistema de aparcamiento?
- c) ¿Cómo se puede optimizar el sistema de señalización?
- d) ¿Cómo se puede optimizar el sistema de aparcamiento?

Se **justifica** la investigación considerando que una vía con óptimas condiciones de diseño y conservación de su señalización y aparcamiento garantiza su funcionalidad beneficiando a la colectividad al posibilitar un viaje cómodo, placentero y seguro, previniendo accidentes.

1.2. Hipótesis

La aplicación de modernos sistemas de señalización así como de aparcamiento optimizará la seguridad en el tramo “Santa Rosa” carretera interoceánica en Tambopata, Madre de Dios, previniendo accidentes.

Y como **hipótesis específicas** se tiene que en el tramo en estudio:

- a) La actual señalización vial requiere cambios
- b) No se cuenta con un sistema de aparcamiento.
- c) Un moderno diseño con base al uso de sensores, pintura de vanguardia y uso de guardavías con cilindros giratorios optimizará el actual sistema de señalización vial.
- d) Es necesario un aparcamiento con una ubicación y diseño adecuados.

1.3. Objetivo

El objetivo de esta investigación es:

Aplicar modernos sistemas de señalización así como de aparcamiento en el tramo "Santa Rosa" carretera interoceánica en Tambopata, Madre de Dios, a efecto de optimizar la seguridad previniendo accidentes

Se consideran en el tramo en estudio los **objetivos específicos** siguientes:

- a) Establecer la conveniencia de la actual señalización vial
- b) Verificar la existencia de un sistema de aparcamiento.
- c) Diseñar un moderno sistema de señalización vial con base al uso de sensores, pintura de vanguardia y uso de guardavías con cilindros giratorios.
- d) Ubicar y diseñar un adecuado sistema de aparcamiento.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación se muestran los antecedentes del tema en investigación, a nivel internacional y nacional.

2.1. Antecedentes a nivel internacional

Sobre seguridad vial

Gómez (2020) en su tesis de maestría, precisa ser su objetivo evaluar la **seguridad vial** de un tramo de la carretera CV-310 al notar el incremento de accidentes en ciclistas usuarios de esta vía para lo que utiliza el programa International Road Assessment Programme (iRAP) que involucra a ocupantes de vehículo, motoristas, ciclistas y peatones que transitan la misma, así como el software ViDA – iRAP, herramienta de mejora de la seguridad vial, en accidentes con poco detalle de datos y en una carretera convencional. Dicho estudio tiene un alcance descriptivo y permitió identificar como inseguros diferentes tramos de la carretera que tenían deficiencias e inseguridad, pese a tener un flujo vehicular con nivel de servicio estable y porcentaje bajo de vehículos pesados.

Es de importancia para la presente investigación el que la verificación de la condición de una vía se puede analizar en función de la velocidad y flujo de vehículos; en ese sentido tomando las consiguientes medidas correctivas se consigue disminuir la proporción de accidentes en la misma.

Abarca, Dorado, Gómez, & Mendoza (2017) en su investigación tuvieron como objetivo proponer sugerencias para acrecentar la seguridad vial en espacios conflictivos transcendentales mediante microsimulación de las circunstancias existentes de operación, estableciendo la cuantía de conflictos presentes en los sitios estudiados y analizando con base en la indicada herramienta el resultado de las acciones de mejoramiento sobre la operación de los sitios estudiados, con miras a fijar la correspondencia presente entre la cuantía de inconvenientes y los detalles de accidentalidad y mortalidad en cada lugar. Como resultados muestran una problemática caracterizada por la existencia de una inadecuada extensión de la zona de entrecruzamiento, la aparición de objetos que constituyen un riesgo en las zonas laterales, la carencia o mal montaje y mantenimiento de las defensas de

contención, así como el insuficiente mantenimiento o la ausencia del señalamiento tanto vertical como horizontal. En cuanto a medidas correctivas propuestas se tiene que con una combinación de métodos atenuantes (como el análisis de puntos negros) con adicionales procedimientos preventivos (como los reconocimientos de seguridad vial (ISV) y los exámenes sustitutos de la accidentalidad) aunadas a mejoras en la infraestructura se puede optimizar la seguridad vial de los sitios en estudio. Esta exposición configura un precedente para conseguir indicadores que faculten instituir una conexión directa entre la disminución de conflictos con el descenso de accidentes, lo que despliega una línea de investigación con la cual se consiguieran lograr indicadores para distintas clases de intersecciones.

Es de importancia para la presente investigación el que con una microsimulación de las situaciones vigentes de operación, se pueda determinar el número de conflictos viales actuales.

Señalización

Gómez. (2019) en su tesis de grado tuvo como objetivo diseñar la arquitectura IoT (internet de las cosas) a emplear en la operación de una red de semaforización inteligente en Bogotá, aplicando para tal efecto el sistema Agile donde detallada la situación actual, escogidos los componentes a modernizar, esbozada la solución que resuelva el problema y ejecutada la simulación de la gestión de la herramienta se consigue el efecto deseado de acuerdo a los parámetros primigenios. Como resultado de su investigación plantea un sistema de control de tráfico que habilita el apoyo a accidentes, el monitoreo de CCTV, la vigilancia de patrullas, la comprobación de los paneles de mensajería cambiante y las estadísticas del tránsito de la malla vial, por medio de sensores de tráfico. En la simulación identificó que los períodos de espera en los cruces disminuyen con la evolución del flujo vial habilitando a los individuos que se trasladan en cualquier modalidad de vehículo lograr su destino sin significativos contratiempos.

Se resalta para nuestro estudio, la adecuada gestión del flujo vial a través de la operación de una red de semaforización inteligente.

Gómez y Pabón (2018) en su trabajo de investigación señalan que el beneficio de construir un sistema vial con sensores posibilitará el mejoramiento de la seguridad con disminución de los accidentes de tráfico. Resaltan en el estudio: la importancia del peatón sobre cualquier otro actor que intervenga en la seguridad vial, así como el uso de capas mecano-luminiscente, transductores para sensores de vibraciones activas, e inalámbricos con dispositivos de adquisición de datos de alta eficacia, sensores de presión y fotodetectores en dispositivos como pasos de cebra inteligentes. De igual forma son de importancia, el empleo de Inteligencia Artificial, el Aprendizaje Automático y Sistemas Expertos.

Resulta importante para la presente investigación el que con el uso de sensores se posibilite la optimización de la seguridad con disminución de los accidentes de tránsito.

Izquierdo (2018) *en* su artículo, menciona que existen muchos sensores en oferta, que facultan la adquisición de datos en abundancia que adecuadamente gestionados proporcionan la información concreta y necesaria para una apropiada toma de decisiones. La combinación adecuada de estos sensores y el contexto necesario (carretera, señalización vertical, balizamiento, pórticos, banderolas, etc.) para lograr situarlos, permiten obtener productos fiables con información en tiempo real. Entre los usos que contemplan el empleo de sensores, detectores o medios de detección para el incremento en la seguridad en las vías se tiene: vigorizar la seguridad en áreas de adelantamiento con notable siniestralidad, cruces inteligentes, anunciadores de velocidad, nuevo sistema para verificación de puntos negros, nuevas pautas para el establecimiento y manejo de radares, puesta en marcha de las cámaras de observación de cinturones de seguridad, trayectos con anunciadores de velocidad indicando matrículas de vehículos, montaje de puntos de verificación de velocidad y de cinturones de seguridad en trechos de peligrosidad, específica, señalización de nuevos y seguros itinerarios ciclistas, hitos sonoros longitudinales.

Igual que con el autor anterior, resulta importante para el presente estudio el que con el uso de sensores se posibilite el mejoramiento de la seguridad.

Bizarro, Herrera & Villanueva (2018) en su estudio de investigación, proponen una modalidad de detección de circulación vehicular con base a un radar elaborado con un sensor de microondas VEGA pulse 67 que no es afectado por los cambios de temperatura, luminosidad, viento o polvo. La traza del sensor fue enviada a un microcontrolador que, a su vez, la envió hacia una PC. El registro de las mediciones fue en tiempo real mediante comunicación serial. Concluyen señalando que es posible escanear varios carriles y mostrar el estado del flujo vehicular, utilizando componentes de bajo costo.

Se rescata el uso de un radar con un sensor de microondas para evidenciar el estado del flujo vehicular.

Lamego (2017) en su tesis de Maestría propone un sistema que detecta a través de cámaras de video a vehículos y viandantes que se trasladan por las vías vehiculares y aceras que confluyen en un cruce a efecto de determinar el estándar de variación de luces de los semáforos de manera que logre una combinación de períodos de espera reducidos, disminuyendo el tránsito causado por cambios de luces ineficientes en momentos de alto aforo vehicular y mostrando una zona de paso eficaz para los peatones.

Resulta interesante como con un software se puede optimizar el estándar de variación de luces de los semáforos.

Samaniego (2019) en su artículo precisa que el empleo del IoT en sistemas móviles conlleva múltiples ventajas, mostrando la posibilidad de salvar vidas y perfeccionar la circulación, de tal manera que la Dirección General de Tráfico ya está empleando su propio programa de aplicación del IoT, el DGT 3.0. Este radica en la implementación de una plataforma que posibilita el intercambio de datos anónimos en tiempo real del conjunto de actores comprendidos en la movilidad favoreciendo la toma de decisiones que faculten circular en un medio más seguro preparando el terreno a efecto de que los vehículos circulen solos en el porvenir. Un valioso indicador del nivel de aceptación del IoT en movilidad se aprecia en los vínculos M2M (Máquina a Máquina) móviles y según Cisco VNI Mobile, en España, la cantidad de componentes y conexiones IoT móviles, rebasarán en 2022 los 100 millones (2,2 por persona).

Es significativo este artículo para el presente estudio pues con la aplicación del IoT en la movilidad se salvarán vidas y mejorará el tráfico.

El lugar web: https://www.interpresas.net/smart_cities/articulos/135628-smart-roads-las-carreteras-interactivas-del-futuro/ consultado el 10/06/21, menciona que las vías inteligentes, presentan como objetivo acrecentar la seguridad vial y optimizar la eficiencia energética. Para el efecto de optimizar la señalización horizontal, se aprovecha las propiedades de nuevos materiales como la pintura con fluorescencia que utiliza los rayos ultravioleta solares e irradia un color verdoso neón al anochecer por un lapso máximo de aproximadamente ocho horas. Esta modalidad proporciona una disminución o incluso la supresión del alumbrado público, asimismo perfecciona la visibilidad de las figuras de referencia que especifican el trayecto de la vía, mejorando la habilidad al volante de los pilotos. Otro de los beneficios que subrayan sus autores es el incremento en seguridad optimizando la visibilidad con la eliminación de faros y el riesgo de chocar contra ellas. Para este efecto se habla del uso de notables proporciones de cristal necesarios para combinarse con la pintura y determinados aditivos como el europio, que multiplica la fosforescencia de los cristales y predispone el tener en cuenta carreteras solares.

El mismo sitio web en lo que respecta a optimizar la señalización vertical, menciona el empleo de sensores Infrarrojos (IR,) componentes de detección no intrusiva que no emiten energía, al contrario, focalizan la emitida o proyectada desde los carros, superficies en la vía y otros cuerpos, logrando estimar en vehículos, su velocidad, su longitud, su conteo y ocupación. Se tienen también los sensores ultrasónicos que se desempeñan en similar forma a los sensores de microondas por intermedio de la propagación eficiente de ondas de presión, con periodicidades mayores al nivel auditivo de las personas, estos sensores pueden estimar magnitud, actividad, rapidez, y categorización de vehicular.

Adicionalmente se indican los detectores acústicos basados en la obtención de energía acústica o sonido perceptible que se originan desde una diversidad de orígenes en el vehículo así como en la fricción entre las ruedas y la vía. Utilizando un patrón con micrófonos, se proyectan sensores acústicos que absorben estas resonancias desde una zona determinada en una ruta. Al pasar

un vehículo por la zona de observación, un algoritmo que tramita señales aprecia un aumento en la potencia del sonido y se determina la aparición de cualquier transporte. De igual forma al alejarse un vehículo, esta energía acústica deja de ser detectada y la advertencia de manifestación vehicular se disipa. Los sensores sonoros se emplean para estimar la aceleración, el trájín, el empleo y presencia en la pista. La prerrogativa de los sensores sonoros es poder desenvolverse en diferentes niveles de iluminación y climas.

Son de importancia para el presente estudio, el uso de estas innovaciones en la señalización tanto vertical como horizontal que permitirán modernizar las vías resguardando la seguridad de las personas.

2.2. Antecedentes a nivel nacional

Sobre seguridad vial

Terrones (2020) en su tesis de grado tiene como propósito analizar la seguridad vial de dicha carretera, teniendo como resultados evidenciar la validez de su hipótesis, es decir que la carretera en estudio incumple los indicadores de diseño, no señala de acuerdo a la norma en uso y se aprecia una notable cantidad anual de accidentes de tráfico; en conclusión, no ofrece una integra protección vial.

Es de importancia para la presente investigación el resaltar que la falta de señalización vertical y horizontal muestra como resultado no poder regular la velocidad tope de tráfico y por lo tanto se cause accidentes por, volcadura, atropello o colisión.

Jaimes (2019) en su tesis, tuvo como objetivo determinar los puntos críticos en las vías de dicho distrito así como caracterizar su índice de accidentes y señalización a efecto de fortalecer la seguridad vial. Entre sus resultados se tiene que el lugar y detalle de las señales de tránsito en la ciudad no se encuentran reglamentadas y carecen de mantenimiento, en cuanto a los carteles de anuncios se encuentran ubicados en soportes inadecuados no facilitando su visualización por parte del conductor y peatones. Finalmente pudo desarrollar un mapa de riesgo en accidentabilidad.

Resulta importante para la presente investigación el conocer los puntos críticos de una carretera en vista de que permite precisar cómo fortalecer la seguridad vial.

Huamán y Huamán (2019) en su tesis de grado tuvieron como intención examinar la seguridad en los cruces viales con significativo percance vehicular en las principales rutas de dicha localidad por medio del procedimiento de Reconocimiento de Seguridad Vial, recomendando la utilización de dicho método de inspección aún en las fases anteriores a la inversión para evitar problemas en la realización del proyecto al poder analizar componentes como particularidades geométricas, estados de circulación, señalización, sistemas de verificación vial, que tienen que ver con el acontecimiento de un accidente. De igual forma recomiendan proceder con las comprobaciones de seguridad vial en las horas de máxima demanda. Resaltan la cualidad de las listas de chequeo del método en mención, de contener todos los elementos necesarios para una evaluación integral o completa.

Es de trascendencia para el presente estudio, el análisis efectuado sobre la seguridad vial en las más importantes vías de la localidad así como sus sugerencias para superar inconvenientes hallados.

Guillermo (2018) en su tesis de grado tuvo como objetivo plantear disposiciones ingenieriles de bajo costo en dos puntos negros en la ciudad de Lima, para tal efecto efectuó una revisión de la literatura sobre accidentes de tráfico, puntos negros y providencias de bajo costo, posteriormente identificó estos puntos negros en dicha localidad y las causas de sus orígenes, procediendo a continuación al levantamiento de la sección a analizar, realizando consultas y aplicando las listas de chequeo, todo esto con miras a plantear las medidas de bajo costo a emplearse en dichos lugares y mejorar la seguridad vial.

Es de importancia para la presente investigación el conocer las medidas de bajo costo a emplearse en puntos negros y que puedan optimizar el fomento de la protección y garantía en los caminos.

Señalización

Solano (2018) en su tesis de grado tuvo como fin investigar y proyectar la señalización de las vías, sugiriendo que permita afinar la regulación vehicular y propiciar evitar los accidentes, dicha propuesta consistía en la instalación de diversos tipos de señales, así propuso: preventivas (158), reglamentarias (59), de información (25) y de igual forma consideró la conservación de la horizontal en una magnitud de 2 267 m².

Se resalta el hecho de que el estudio anterior concluye que con la implementación de una señalización vertical y horizontal se van a prevenir los accidentes.

Del Águila (2017) en su tesis de grado, tuvo como finalidad proponer una tecnología inteligente para el transporte que pueda utilizarse para mejorar la transitabilidad de los usuarios en el ramal en estudio. A resultados del estudio propuso el uso de dispositivo de video CCTV, espiras electromagnéticas, paneles de anuncio variable, postes SOS, un polo de control, todo esto transmitido de forma física con protocolos TCP/IP.

Se evidencia el adecuado uso de dichos accesorios para mejorar unas condiciones viales.

2.3. Bases Teóricas

La presente investigación se desarrolla sobre un tramo de una vía por lo que para ubicarnos debemos conocer que tipos de vías existen para lo cual se utilizará una clasificación propuesta por el MTC.

2.3.1. Clasificación y Jerarquización de las Vías

- Según demanda
- Según orografía
- Según jerarquía vial

Dicha clasificación según el Manual de Carreteras Diseño Geométrico, DG-2018 del MTC se aprecia en detalle a continuación:

2.3.1.1. Según demanda

a. Autopistas de 1ra clase.

Vías con Índice Medio Diario anual superior a 6,000 veh/día; con calzadas con un separador interno de 6.00 m mínimo, cada calzada cuenta con dos o más vías de 3.60 m de anchura como mínimo, debe ofrecer inspección integral de llegadas que faciliten continuas circulaciones vehiculares, sin intersecciones o accesos a nivel y con puentes en áreas urbanas para transeúntes. Con pavimento será el plano de rodadura de estas vías.

b. Autopistas de 2da clase.

Vías con un IMDA entre 6,000 y 4,001 veh/día, con calzadas con un separador interno de 6.00 m a 1.00 m, y un método de limitación vehicular; con dos o más vías de 3.60 m como mínimo, debe ofrecer inspección parcial de llegadas que faciliten continuas circulaciones vehiculares, sin intersecciones o accesos a nivel y con puentes en áreas urbanas para transeúntes. Con pavimento será el plano de rodadura de estas vías.

c. Carreteras de primera clase.

Vías con un IMDA que manejan de 4,000 a 2,001 veh/día, con dos vías de 3.60 m de ancho mínimo. Podría tener intersecciones o accesos a nivel y con puentes en áreas urbanas para transeúntes o de lo contrario con elementos de protección en las vías, que faculten con significativa seguridad velocidades de maniobra. Con pavimento será el plano de rodadura de estas vías.

d. Carreteras de segunda clase.

Vías con un IMDA que manejan de 2,000 y 400 veh/día, con dos vías de 3.30 m de ancho mínimo. Podría tener intersecciones o accesos a nivel y con puentes en áreas urbanas para transeúntes o de lo contrario con elementos de protección en las vías, que faculten con significativa seguridad velocidades de maniobra. Con pavimento será el plano de rodadura de estas vías

e. Carreteras de tercera clase.

Son vías con un IMDA menores a 400 veh/día, con dos vías de 3.00 m de ancho mínimo. De manera excepcional hasta de 2.50 m, con el fundamento técnico respectivo. Podrían trabajar de manera básica o económica, utilizando en la superficie de rodadura, micro pavimentos, disoluciones de asfalto estabilizadores de superficies, o en afirmado.

f. Trochas Carrozables.

Son tramos transitables, sin las características geométricas de una carretera, con un IMDA por debajo de los 200 veh/día. Con calzadas de 4.00 m, mínimo, con plazoletas de cruce, cada 500 m. Será afirmada o sin afirmar la superficie de rodadura.

Tabla 1 Clasificación de carreteras por demanda

TIPO	IMDA	Numero Carriles	Espacio entre calzada	Ancho de carril
Autopista 1ra	> 6000 Veh./día	Min 2	Min. 6 m	Mín. 3.6 m
Autopista 2da	6000 ≥IMDA≤ 4001	Min 2	Min. 1 m Máx. 6 m	Mín. 3.6 m
Carret. 1ra	4000 ≥IMDA≤ 2001	2	-	Mín. 3.6 m
Carret. 2da	2001 ≥IMDA≤ 401	2	-	Mín. 3.3 m
Carret. 3ra	<400 Veh./día	2	-	Mín. 3.0 m Hasta 2.5 m
Trocha Carroz.	<200 Veh./día	1	-	4.00 m

Fuente: (Terrones, 2020)

2.3.1.2. Según orografía los terrenos se clasifican en:

- Planos
- Ondulados
- Accidentados
- Escarpados

Dicha clasificación se aprecia en detalle a continuación, Terrones (2020):

a. Plano (tipo 1).

Transversalmente muestra una pendiente al eje de la carretera, menor o similar al 10% y longitudinalmente, pendiente inferior al 3%, presenta poco movimiento de suelos.

b. Ondulado (tipo 2).

Transversalmente muestra una pendiente al eje de la carretera, de 11% al 50%. Longitudinalmente, pendiente desde 3% al 6%, presenta un moderado movimiento de suelos

c. Accidentado (tipo 3).

Transversalmente muestra una pendiente al eje de la carretera, de 51% al 100%. Longitudinalmente, pendiente desde 6% al 8%, presenta un importante movimiento de suelos.

d. Escarpado (tipo 4).

Transversalmente muestra una pendiente al eje de la carretera, encima del 100%. Longitudinalmente, pendiente excepcional encima de 8%, presenta un máximo movimiento de suelos.

Tabla 2 Clasificación de carreteras por orografía

TIPOS DE TERRENO	PENDIENTE	
	TRANSVERSAL	LONGITUDINAL
Planos	10% > i	3% > i
Ondulados	50% > i > 10%	6% > i > 3%
Accidentados	100% > i > 51%	8% > i > 6%
Escarpados	100% > i	8% > i

Fuente: (Terrones, 2020)

Tabla 3 Rangos de velocidad de diseño según la clasificación de la carretera por demanda y orografía

Clasificación Por demanda	Por orografía	Velocidad de diseño para trecho homogéneo Km/h											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista 1ra	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista 2da	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera.	Plano												

1ra	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera. 2da	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera. 3ra	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: (Ortiz, 2018)

2.3.1.3. Según jerarquía vial se clasifican en las tres redes siguientes

- Nacional
- Departamental o regional
- Vecinal o rural

Dicha clasificación se aprecia en detalle a continuación, (Terrones, 2020):

a. Red nacional de vías.

Son de interés nacional, está configurada por los ejes longitudinales y transversales constituyentes del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Acogen vías regionales y vecinales.

b. Red regional de vías.

Son vías del ámbito de gobiernos regionales. Se articulan básicamente con la red nacional y la red rural.

c. Red rural de vías.

Son las del ámbito local, unen las redes nacional y regional así como con las capitales de provincia, con las distritales, entre ellas, y con poblaciones o áreas de proyección municipal.

2.3.2. Las Curvas y su clasificación

Tomando en consideración que el tramo en estudio contempla una curva, que es donde se producen los accidentes vehiculares, procedemos a definir la

curva como el tramo no rectilíneo de un camino y se clasifica según Breña (2015) en: curvas del tipo circulares, de transición, compuestas y de vuelta, así se tiene:

2.3.2.1. Curvas Circulares

Se aprecian arcos de circunferencia con un radio en las curvas horizontales circulares simples, mostrando éstas pares de tangentes adyacentes, configurando la imagen horizontal de curvas espaciales o reales.

Elementos en una curva circular

Los integrantes y la nomenclatura de estas curvas se emplearán sin modificación alguna:

P.C. = Punto inicial de la curva.

P. I. = Punto de Intersección con dos formaciones contiguas.

P.T. = Punto tangencial.

E = Medida a externa (m).

M = Medida de la ordenada media (m).

R = Dimensión del radio de la curva (m).

T = Dimensión de la sub tangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m).

L = Dimensión de la curva (m).

L.C = Dimensión de la cuerda (m).

Δ = Ángulo de deflexión ($^{\circ}$).

P = Peralte; de máximo valor inclinación transversal en calzada, se asocia al diseño en la curva (%)

Sa = Sobreancho requerido en curvas compensan el aumento de distancia lateral experimentado por vehículos al delinear la curva (m)

Las dimensiones angulares se dan en grados sexagesimales

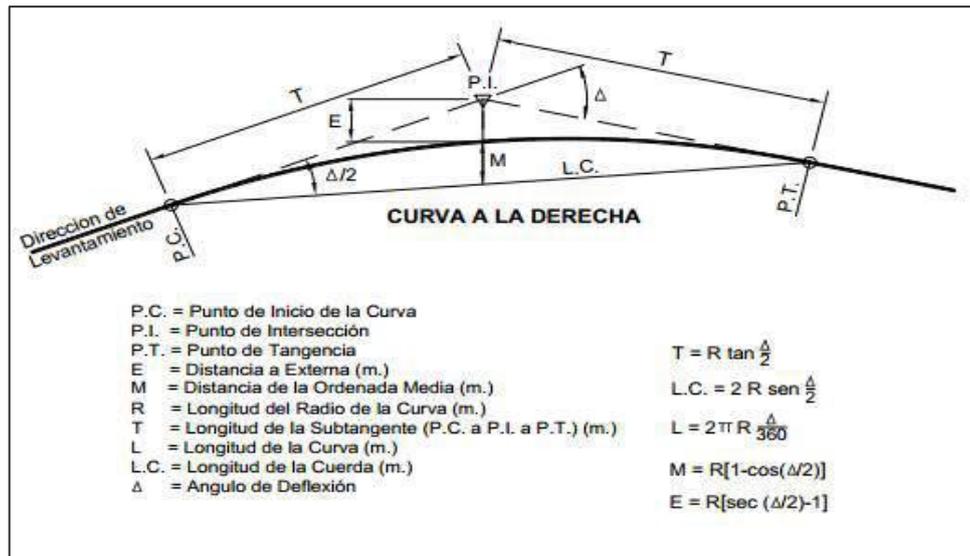


Ilustración 1 Simbología de la curva circular

2.3.2.2. Curvas De Transición

Son espiraladas y eluden interrupciones en la curva del trazo, en ese sentido, su delineación planteará condiciones similares de protección, agrado y estética que otros puntos en el bosquejo.

La ec. de la clotoide está dada por:

$$R \cdot L = A^2$$

Dónde:

R es el radio de curvatura en cualquier punto

L es la entr el punto de inflexión y el punto de radio R

A es el parámetro característico de la clotoide

En un punto origen cuando $L = 0$, $R = \infty$ cuando $L = \infty$, $R = 0$

En radianes: $L^2/2 A^2 = 0.5 l / R$

En grados centesimales $g = 31.831 L / R$

1 rad = 63.662 g

El parámetro de la Clotoide está dado por:

$$A_{min} = \sqrt[3]{VR/46656} (V^2/R - 1.27p)$$

Donde:

V es la velocidad de diseño en km/h

R es el radio de curvatura en m.

J es la variación de la aceleración uniforme en m/s^2

P es el peralte correspondiente a V y R en %

2.3.2.3. Curvas Compuestas

Son curvas simples, caracterizadas por tener la misma dirección, radio distinto, y una tras otra. A continuación se muestra como se sub dividen este tipo de curvas:

Curva circular con curva de transición.

Se aprecia una relación directa entre la recta asociada, la anchura de la calzada y el parámetro, permaneciendo invariable $A < t_1 + t_2$, no dándose una solución de transición entre el radio circular y las clotoides. En este caso no sobrepasan la categoría convenida, presentando parámetros A_1 y A_2 muy similares. En este tema se tiene una atenuada deflexión asociada tanto a un extenso radio y a la aceleración de planteo no siendo vital una curva de transición. Aumentando el radio y sosteniendo la deflexión se logra una solución.

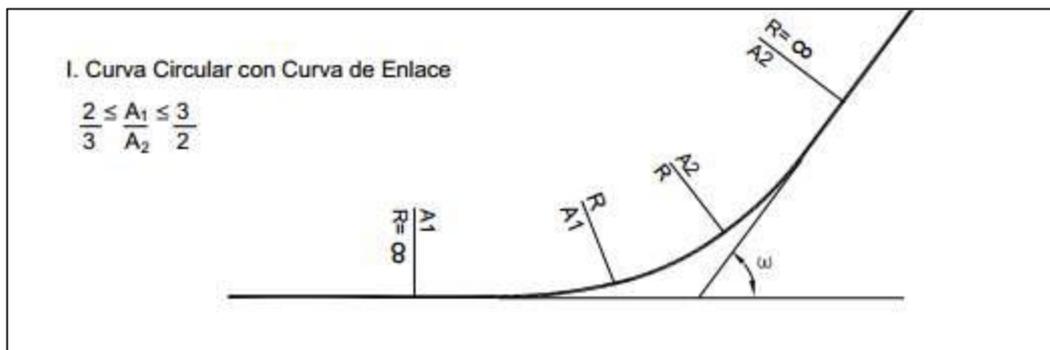


Ilustración 2 Curva circular con curva de transición

Curva de inflexión o curva en “S”

En clotoides con parámetros A_1 , A_2 se puede dar un sector en tangente obedeciendo siempre la normativa vigente que vincula el radio articulado y la aceleración de planteo. Si no hay, en la localización de radio infinito, una debida tangencia o no se cuenta con la distancia suficiente, se superponen las clotoides o se propone un sector de acoplamiento en tangente.

La longitud de traslape o ajuste no deberá superar:

$$\Delta L_{(m)} = 0.05 (A_1 + A_2)/2$$

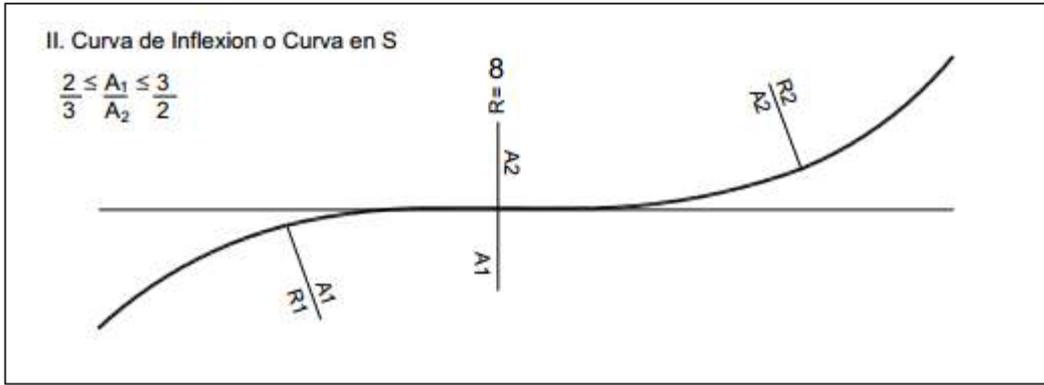


Ilustración 3 Curva de inflexión

Ovoide

Si se tienen dos curvas circulares muy contiguas entre sí, no concéntricas, con la misma orientación, y uno de los círculos interior al otro se obtiene un resultado apropiado. Se tomarán en cuenta las correspondencias entre radio y parámetros. En la transición de peralte se mostrará la clotoide de transición.

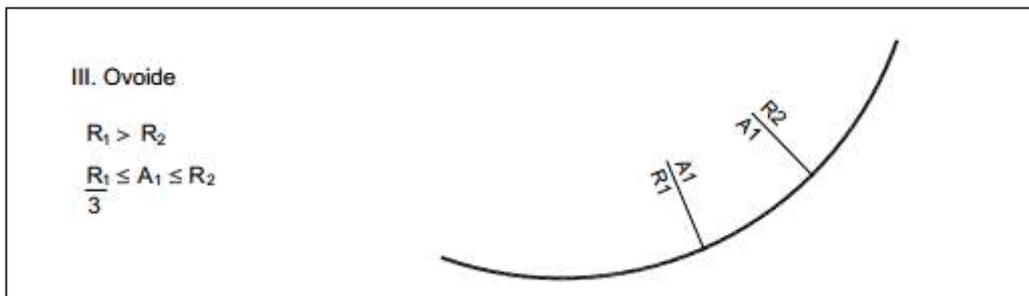


Ilustración 4 Ovoide

Ovoide Doble

Se presenta al tratar de obtener una determinada solución cuando curvas circulares de la misma trayectoria son exteriores o se atraviesan, para esto se usará un círculo accesorio "R3".

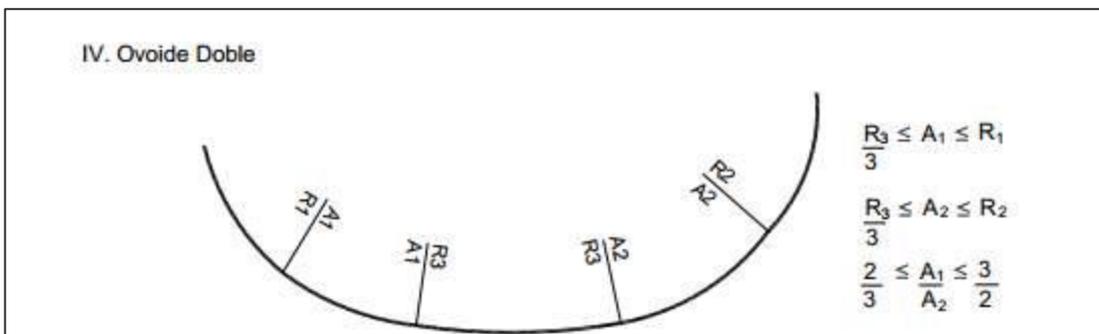


Ilustración 5 Ovoide doble

2.3.2.4. Curvas de Vuelta

Permiten, en pendientes o territorios escabrosos, una cota mayor, sin exceder pendientes topes. No se obtienen con otros diseños. No especificarse en autopistas, pero sí en determinadas situaciones, técnica y económicamente justificadas, de rutas de Primera Clase. Para este efecto el radio interior debe ser 20 m mínimo.

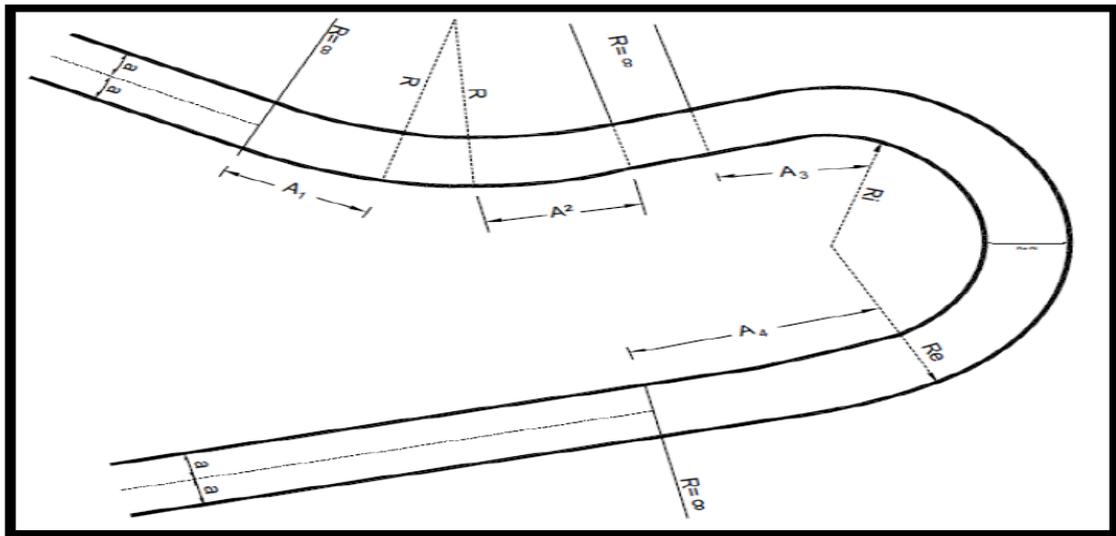


Ilustración 6 Curva de vuelta

2.3.3. Seguridad en las Vías

Son situaciones que eximen de destrucciones o riesgos producidos durante el movimiento de los vehículos. Esta seguridad está fundamentada en cánones y reglas que menguan las probabilidades de deterioros, choques y otras secuelas; su fin es resguardar a la gente y bienes, por medio de la exclusión o vigilancia de los componentes de riesgo facultando reducir la cuantía y crudeza de los incidentes de tránsito. Cualquier sujeto al recorrer una vía se somete a la seguridad vial, que atañendo a la colectividad, tiene que ver con movilización, libre traslado y sin daños. (Terrones, 2020).

Un factor que considera la seguridad vial es una infraestructura vial fiable, con debidas acciones de mantenimiento y mejora a cargo de los concesionarios de viabilidad, tiene como puntal el disminuir desde el inicio y enérgicamente la

osibilidad de producirse accidentes, efectuando para tal efecto disposiciones de seguridad vial que descarten o disminuyan los problemas detectados.

La seguridad vial toma en cuenta especialmente argumentos como la gestión de del pavimento, la señalización vertical y horizontal, tránsito, en ese sentido se han de dilucidar con detalle estas materias así como sobre aparcamiento.

2.3.4. Pavimentos

Un pavimento constituye la mayor contribución estructural en una vía. Personaliza aproximadamente el 50% de los egresos en construcción y mantenimiento que tienen lugar en las calles y vías. Tomando en cuenta esta considerable inversión toda mejora en su gestión, permite una economía importante y un aumento de ventajas para los usuarios.” (Quispe y Rioja 2021).

El pavimento se diseña para sobrellevar y compartir esfuerzos vehiculares, acrecentando los niveles de seguridad y bienestar en el tránsito.

2.3.4.1. Estructura de un pavimento

Está configurado por los estratos: de rodadura, subbase y base. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013) citado por Quispe y Rioja (2021), las mismas que se aprecian a continuación:

Capa de rodadura: Es el primer segmento de un pavimento, soporta realmente el tránsito, pudiendo ser flexible (bituminoso), rígido (cemento) o de adoquines.

Subbase: Manto de material específico, de grosor especificado ($CBR \geq 40\%$ o aplicada con asfalto, cal o cemento) sustenta la carpeta y base. Adicionalmente, sirve de cubierta de evacuación y control de la capilaridad de las aguas. Según el diseño del pavimento, esta capa puede obviarse.

Base: Es el último segmento de la capa de rodadura, sustenta, distribuye y transmite las cargas causadas por el tráfico. Es de sustancia granular drenante ($CBR \geq 80\%$) o aplicada con cemento, cal o asfalto.

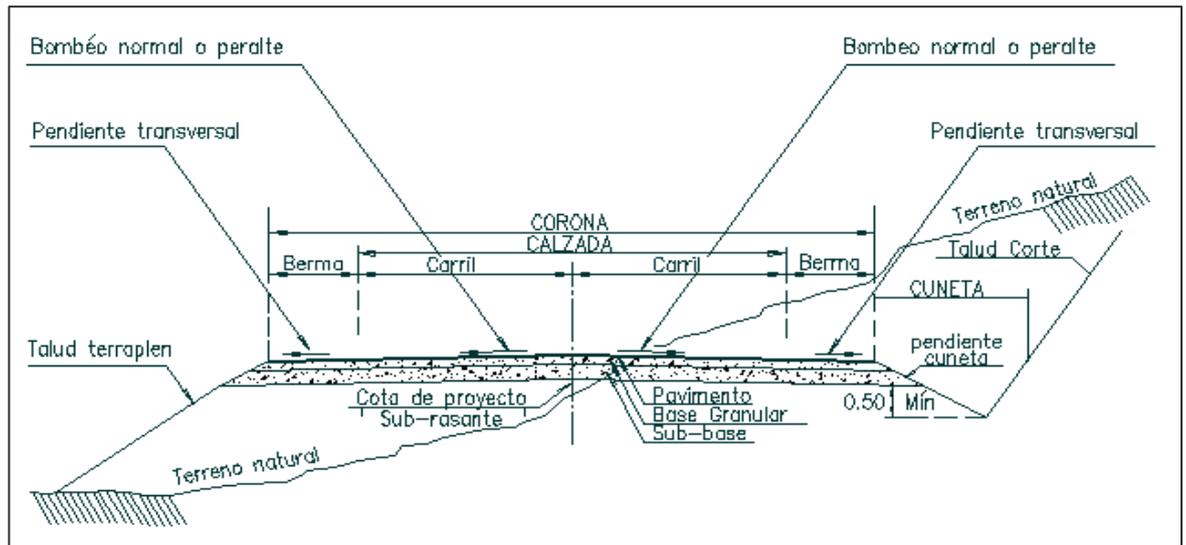


Ilustración 7 Sección transversal típica de una carretera.

Fuente: (Terrones, 2020)

2.3.4.2. Categorización de los pavimentos.

Se tienen 3 tipos de pavimentos (Quispe y Rioja, 2021): rígidos, mixtos y flexibles, así se tiene:

a.- Rígido.-

Se halla soportado por una capa de material (aglomerante, arena y/o todo material granular, consta de una losa de concreto, asentada en suelo tupido, (subrasante). Señalada por su gran solidez e inflexibilidad, tolera esfuerzos por tracción, corte y flexión, Es bastante módico.



Ilustración 8 Esquema de componentes de un pavimento rígido.
Adaptado de "Paquete estructural de un pavimento flexible", por Rodríguez, 2009

b.- Mixto

Posee esencialmente igual estructura que uno flexible, una capa suya se endurece en forma artificial con cemento, asfalto, emulsión, cal y químicos, reemplazando o alterando las cualidades del material del lugar que no soportaría las capas del pavimento..

c.- Flexible

Constituido por un manto superior de betún, resiste al corte, soporta fuerzas horizontales y verticales, que se transfieren a estratos subyacentes. Es maleable y muy utilizado en tramos con mucho tráfico, es inapropiado en cambios climáticos y de saturación.

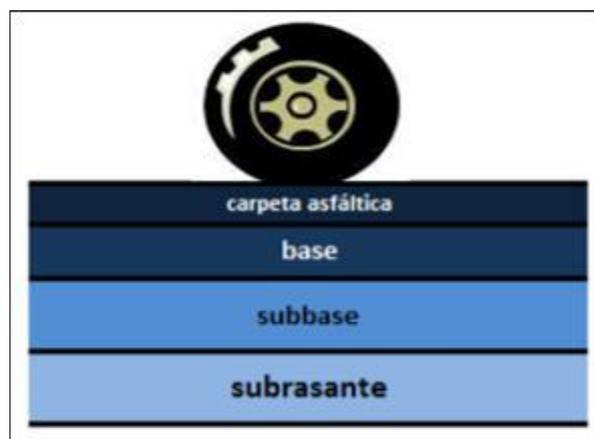


Ilustración 9 Esquema de componentes de un pavimento flexible.
Adaptado de "Paquete estructural de un pavimento flexible", por Rodríguez, 2009

2.3.5. Señalización

Para Solano (2018) Una **señalización** adecuada es esencial para un excelente manejo del sistema de vías. Advierte a vehículos, de, alteraciones en el proyecto vial y su acercamiento a áreas riesgosas (curvas de reducido radio y obstaculizada visibilidad).

Buenas señales verticales responden a concepciones fundamentales tales como Fitzpatrick (2000):.

- ✓ Visualizar estas señales verticales con anticipación al punto de toma de decisión
- ✓ Dotar de un período de reacción
- ✓ Abastecer de nutrida advertencia, e impedir áreas de distracción al conductor.

Odgen (1996), indica un descenso en periodicidad de accidentes de 20 a 60 %, debido a una **señalización** vertical adecuada. En relación a accidentes graves, se obtienen disminuciones de cerca del 30% del índice de fenecidos y aproximadamente 15% en la de lacerados. De forma similar, las marcas colocadas en la superficie de pavimentos son útiles y convenientes para gestionar el transporte, intensificando señaladamente la comodidad y la seguridad en las vías, principalmente en horario nocturno (Manual de seguridad vial, 2017)

De otro lado, la señalización vertical y horizontal, debe cumplir las disposiciones implantadas por el MTC (2016), en ese sentido a continuación se han de mencionar las conceptualizaciones del Compendio de Vigilancia de Tránsito vehicular en avenidas y vías en relación a Reglamentos Técnicos Generales para la señalización y control de tránsito en Obras Viales.

2.3.5.1. Beneficios de la señalización

Para el contratista u operador

- *Seguridad vial*: perfección y mantenimiento de acentuados estándares en la seguridad vial, impidiendo en un máximo accidentes penosos o con infortunios.
- *Manejo de incidentes*: máximo utilización de la infraestructura vial y recobro rápido en caso de acontecimientos.

- *Planificación*: posibilidad de desarrollo rápido de operaciones de mitigación en caso de contingencias y recobro rápida de la operatividad en caso de acontecimientos.

Para el Estado

- *Seguridad vial*: mejora y preservación de altos patrones en la seguridad vial, impidiendo en un máximo accidentes penosos o con infortunios.

Para el usuario

- *Seguridad vial*: mejora y preservación de altos estándares en la seguridad vial, evitando en un máximo accidentes penosos o con infortunios
- *Información al usuario*: disponibilidad de informe válido y destacado sobre las estados de viabilidad.
- *Experiencia de movilidad*: facilidad en viajes sin embotellamientos y con una velocidad adecuada y segura.

2.3.5.2. Señalización Vertical

El MTC (2016) hace referencia a la señalización vertical como elementos colocados a un lado del camino, siendo utilizados esencialmente en localidades en las que existen regulaciones específicas, fijas o provisionales y en aquellas en los que las amenazas casi nunca son evidentes.

Esta señalización vertical tiene determinados: diseño, mensaje, forma, color, tamaño, símbolos, orla, visibilidad, retroreflexión, ubicación, orientación, sistema de soporte y adecuado plan de mantenimiento, que responden a observaciones de carácter rigurosamente técnico (ingeniería vial).

Las señales verticales reglamentan el tránsito, previniendo e informando con frases o alegorías que constan en el Texto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), que a continuación se detallan

Señales reguladoras o de reglamentación

Notifican a los usuarios, las limitaciones, restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones existentes en el uso de una vía. Se clasifican en señales de:

- a. **Prioridad**.- Son aquellas que regulan el derecho de preferencia de paso y son las dos siguientes: Señal de Pare, Señal de Ceda El Paso



(R-1)



(R-2)

Ilustración 11 Señales de prioridad

b. Prohibición.- Prohíben o limitan el tránsito de ciertos tipos de vehículos o determinadas maniobras y son las dos siguientes: De maniobras y giros, De paso por clase de vehículo, Otras



R-4

R-6

R-7

R-8

R-9

R-12

Ilustración 12 De Señales de prohibición de maniobras y giros



R-17

R-19

R-23

R-22

R-24

R-25

R-25^a

Ilustración 13 Señales de prohibición de paso por clase de vehículo



R-26

R-27

R-28

R-29

R-44

R-52

R-53

Ilustración 14 Otras prohibiciones

c. Restricción.- Restringen o limitan el tránsito vehicular debido a características particulares de la vía y son las dos siguientes: Señal de circulación en ambos sentidos, en tres carriles, uno en contraflujo, en tres carriles, dos en contraflujo, velocidad máxima permitida 40 km/h, 100 km/h, Mínima permitida 60 km/h

máxima permitida de salida 50 km/h, máxima permitida para camión 80 km/h, máxima permitida para bus 90 km/h, máxima permitida en curva 40 km/, máxima según tipo de vehículo, peso máximo permitido por eje, peso máximo bruto permitido por vehículo, largo máximo permitido, altura máxima, permitida, ancho máximo permitido



Ilustración 15 Señales de restricciones

- d. Obligación.- Indican las obligaciones que deben cumplir todos los conductores: Señal de dirección obligada, de giro solamente a la izquierda, carril exclusivo para volteo obligado a la izquierda, carril permitido para volteo y para seguir de frente, carril exclusivo para volteo obligado y carril de volteo con seguir de frente, volteo a la izquierda en ambos sentidos, de giro solamente a la derecha, de giro solamente en “u” de circulación obligatoria, de tránsito en un sentido, de tránsito en ambos sentidos de vehículos pesados a la derecha, peatones deben circular por la izquierda, control, circulación con luces bajas, paradero, zona de carga y descarga, mantener distancia de seguridad, preferencia al sentido contrario, ciclovía, ciclovía “conserva la derecha”, ciclovía “obligatorio descender de la bicicleta”, ciclovía “circulación no compartida, bicicleta – peatón”, uso obligatorio de cadenas, circulación solo de buses, solo motocicletas, solos circulación de vehículos motorizados de tres ruedas mototaxis, solo circulación de vehículos motorizados de tres ruedas motocarga, vía segregada para buses, solo transporte público, vía segregada motorizados-bicicletas, vía segregada motorizados-bicicletas

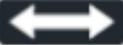
					
R-3	R-5	R-5-1	R-5-2	R-5-3	R-5-4
					
R-7	R-9	R-14	R-14A	R-14B	R-18
					
R-20	R-37	R-40	R-47	R-48	R-49
					
R-50	R-42	R-42A	R-42B	R-42C	R-43
					
R-34	R-54	R-54A	R-54B	R-55A	R-55B
					
R-56	R-58A	R-58A			

Ilustración 10 Señales de obligación

e. Autorización.- Están compuestas por un círculo de fondo blanco y orla verde en el que se inscribe el símbolo que representa la autorización: Señal estacionamiento solo taxis, permitido girar con luz roja, permitido girar con luz roja



Ilustración 17 Señales de autorización

Señales preventivas por características geométricas verticales de la vía:

Figura 2.18 Señales preventivas - curvatura horizontal

P-1A	P-1B	P-2A	P-2B	P-3A	P-3B
P-4A	P-4B	P-5-1	P-5-1A	P-5-2A	P-5-2B
P-61					

Ilustración 11 Señales de prevención

Pendiente longitudinal.- Proximidad de pendientes longitudinales por condiciones geométricas adversas de la vía, afectan la velocidad de operación y capacidad de frenado: Señal fuerte pendiente en descenso, fuerte pendiente en ascenso



Ilustración 19 Señales de pendiente longitudinal

Por características de la superficie de rodadura.- proximidad de irregularidades sucesivas en la superficie de rodadura de la vía, las cuales pueden causar daños o desplazamientos que afecten el control de los vehículos: Señal final de vía pavimentada, final de vía, proximidad reductor de velocidad tipo resalto, ubicación de reductor de velocidad tipo resalto, proximidad de badén ubicación de badén



Ilustración 20 Características de la superficie de rodadura

Señales preventiva por restricciones físicas de la vía.- Proximidad de restricciones de la vía, que afectan la operación de los vehículos: Señal reducción de calzada a ambos lados, reducciones de calzada lado derecho, de calzada a lado izquierdo, del carril externo al lado derecho, del carril externo al lado izquierdo, ensanchamientos de la calzada en ambos lados, de la calzada a la derecha, de la calzada a la izquierda, carril adicional, peso bruto máximo permitido, altura máxima permitida, ancho máximo permitido, prohibido adelantar



Ilustración 12 Restricciones físicas de la vía

Señales preventivas de intersecciones con otras vías.- Previene a los conductores de una intersección a nivel y la presencia de vehículos ingresando o haciendo maniobras de giro: Señal cruce de vías a nivel, intersección escalonada primera derecha, Intersección escalonada primera izquierda, en “t”, bifurcación en “y”, Empalme en ángulo recto con vía lateral a la derecha, en ángulo recto con vía lateral a la izquierda, en ángulo agudo a la derecha, en ángulo agudo a la izquierda, intersección rotatoria, incorporación de tránsito a la derecha, de tránsito a la izquierda, cruce ferroviario a nivel sin barreras, con barreras, a nivel “cruz de san andrés”, a nivel “cruce oblicuo”, a nivel “no tocar pito”

					
P-6	P-6A	P-6B	P-7	P-8	P-9A
					
P-9B	P-10A	P-10B	P-15	P-16A	P-16B
					
P-42	P-43	P-44	P-44A	P-44B	

Ilustración 13 Señales preventivas de intersecciones con otras vías

Señales preventivas por características operativas de la vía.- Previene de peculiaridades de la vía, en sus características operativas, que pueden condicionar y afectar la normal circulación de vehículos: Señal dos sentidos de tránsito, tres carriles (dos en contraflujo), Tres carriles (uno en contraflujo), inicio de vía de doble sentido con separador central, de vía de un sentido con separador central, final de vía de doble sentido con separador central, de vía de un sentido con separador central, en ciclovías” señal ciclistas en la vía, “cruce de ciclovía”, “ubicación cruce de ciclistas” “vehículos en la ciclovía”, “tramo en descenso”, “tramo en ascenso”, zona de presencia de peatones, Señal proximidad de cruce peatonal, cruce peatonal, zona escolar, proximidad a

cruce escolar, ubicación de cruce escolar, niños jugando, maquinaria agrícola en la vía, animales en la vía, proximidad de semáforo, zona urbana, proximidad de pare, proximidad de ceda el paso

P-25	P-25A	P-25B	P-28	P-28A	P-29
P-29A	P-46	P-46A	P-46B	P-46C	P-46D
P-46E	P-48	P-48A	P-48B	P-49	P-49A
P-49B	P-50	P-51	P-53	P-55	P-56
P-58	P-59				

Ilustración 14 Señales preventivas por características operativas de la vía

Señales preventivas para emergencias y situaciones especiales.- Previene sobre la existencia o posibilidad de emergencias viales o situaciones especiales, que afectan la normal operación vehicular: Señales de superficie deslizante, túnel, vuelo de aviones a baja altura, salida de vehículos de bomberos, ráfagas de viento lateral, zona de arenamiento en la vía



Ilustración 15 Señales preventivas para emergencias y situaciones especiales

SEÑALES DE INFORMACIÓN.- Informan a los usuarios, sobre puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos en la vía y orientarlos y/o guiarlos para llegar a sus destinos y a los principales servicios generales:

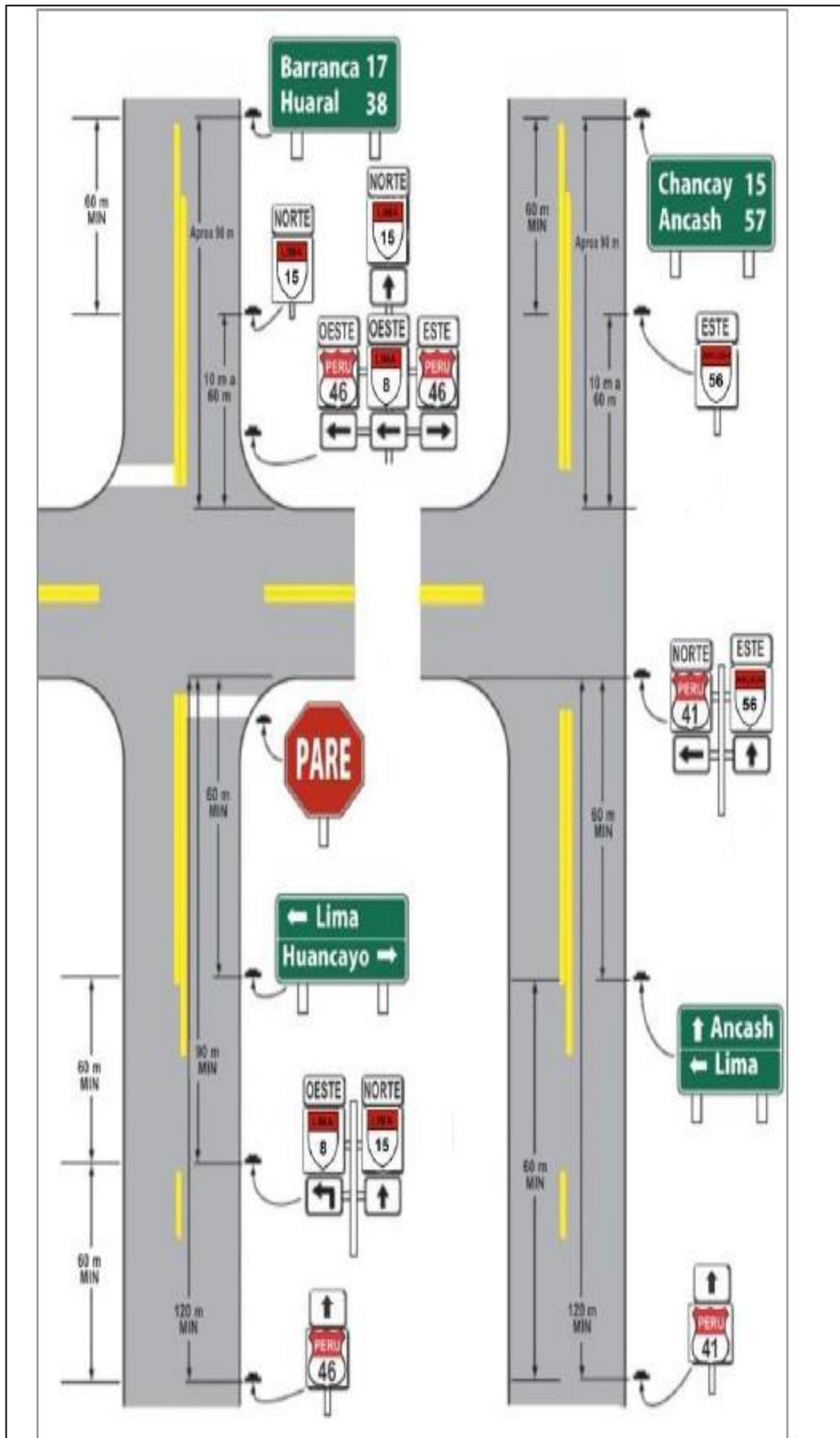


Ilustración 16 Ejemplo de conjunto de indicadores de ruta

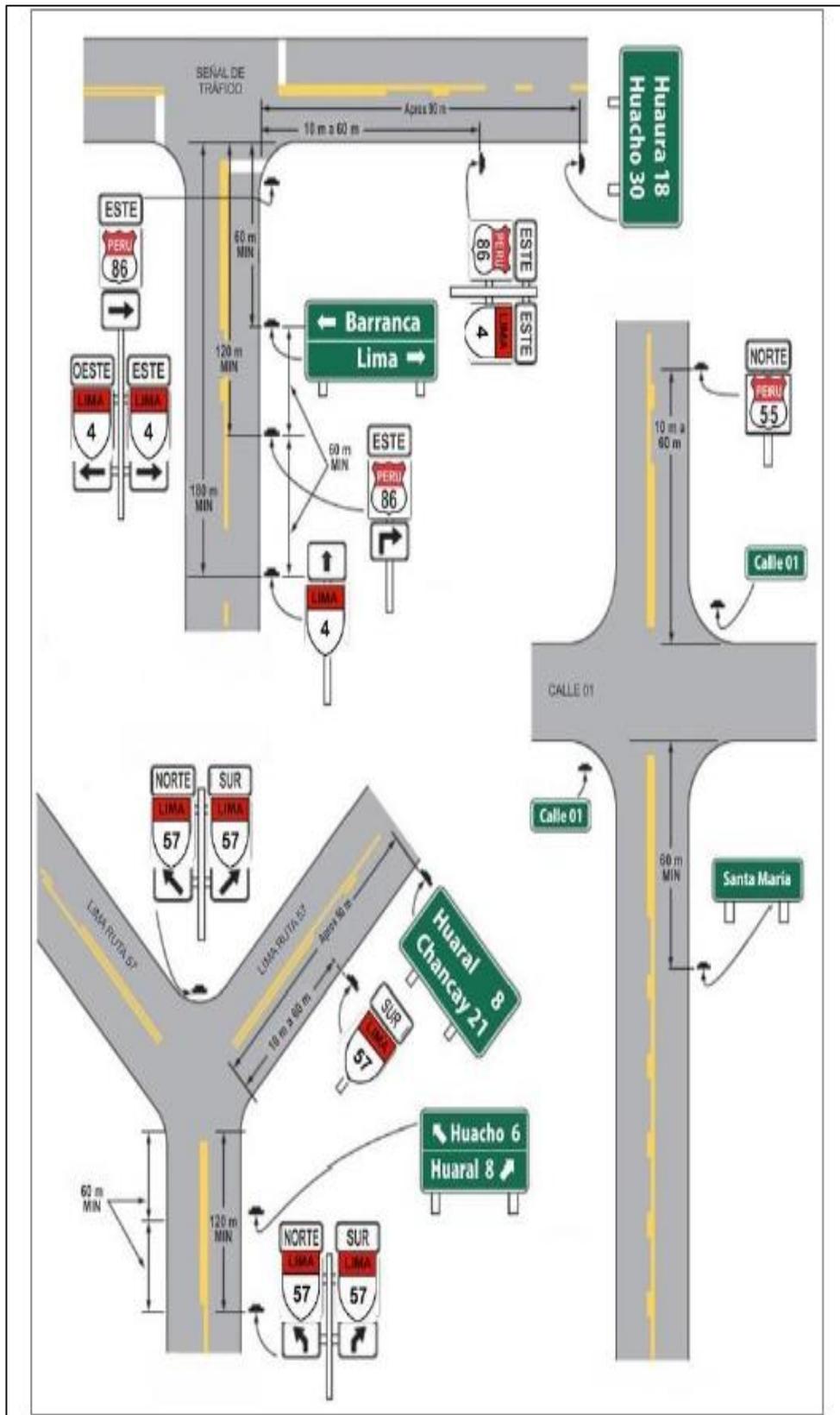


Ilustración 17 Ejemplo de conjunto de indicadores de ruta

- Señales de dirección



Ilustración 18 Ejemplos de señales de dirección

- Balizas de acercamiento

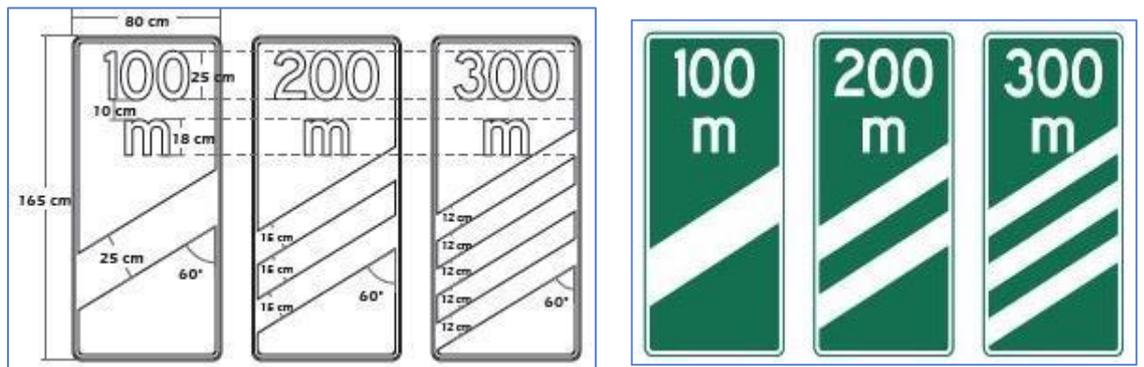


Ilustración 19 Balizas de Acercamiento

- Señales de salida inmediata

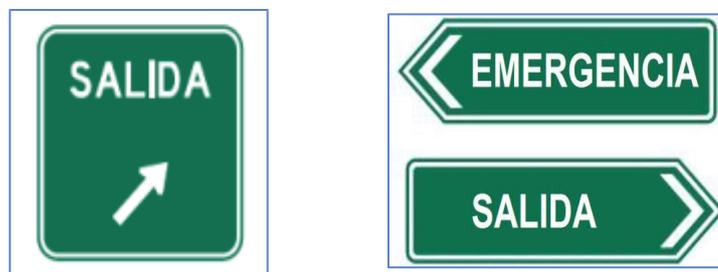


Ilustración 20 Señales de salida inmediata

- Señales de confirmación



Ilustración 21 Señales de confirmación

- Señales de identificación vial

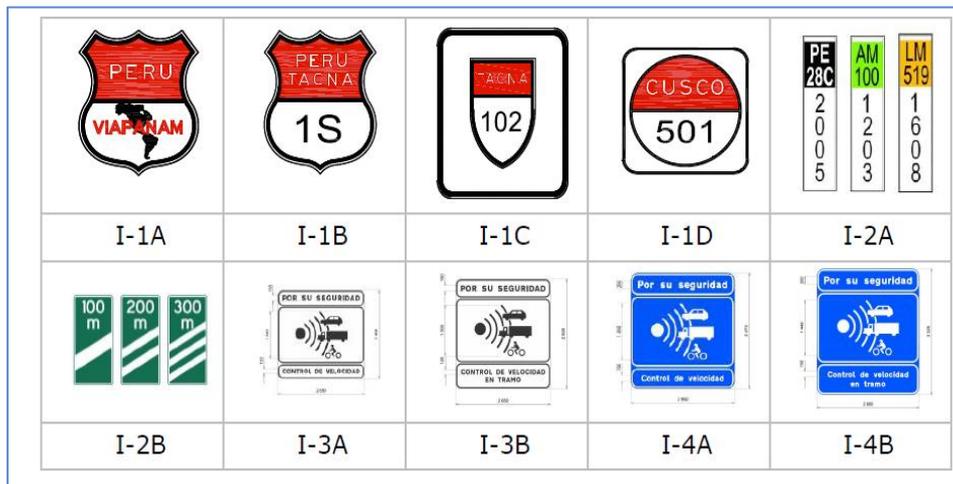


Ilustración 22 Señales de identificación vial

- Señales de localización



Ilustración 23 Señales de localización

- Señales de servicios generales



Ilustración 24 Señales de servicios generales

- Señales de interés turístico



Ilustración 25 Señales de interés turístico

- Señalización para Estaciones de Peaje y Pesaje

Deben tener los dispositivos de control del tránsito necesario para su adecuada operación, acorde a la presente norma, tales como señalización vertical estática y/o dinámica, horizontal o marcas en el pavimento para identificar los carriles y cabinas de pago manual, carriles exclusivos y otros.

Las rampas de emergencia conocidas como lechos de frenado cuentan con preseñalización, señalización de ingreso y de delineación de la rampa.

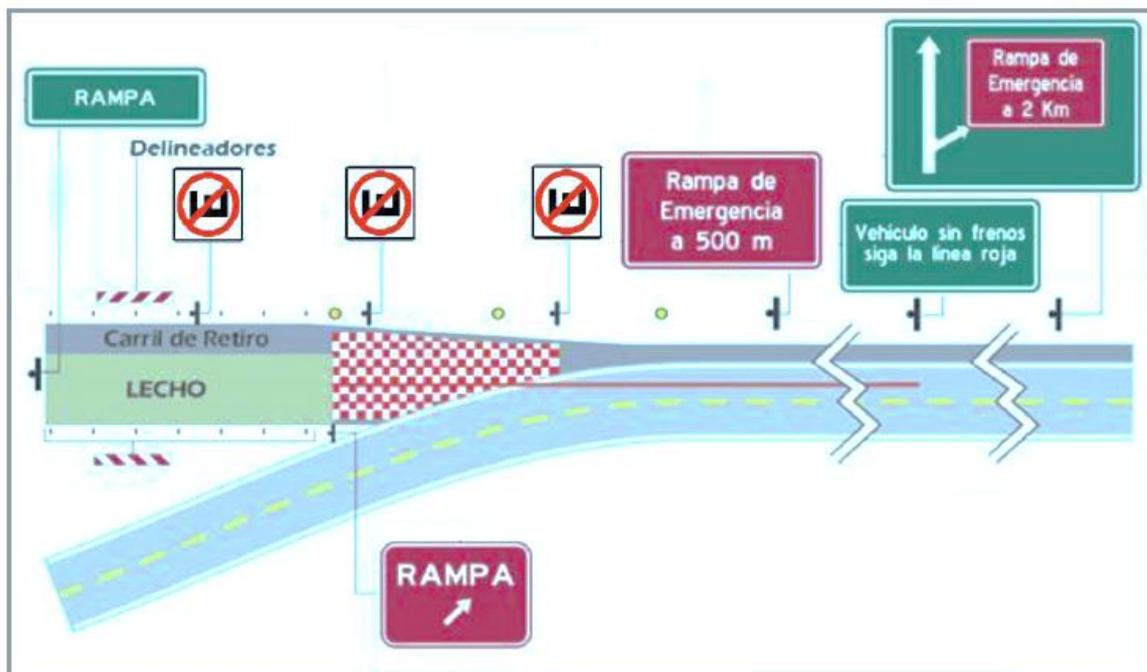


Ilustración 26 Ejemplo de configuración de señalización para rampas de emergencia

2.3.5.3. Señalización Horizontal

El MTC (2016) precisa que está configurada por señales planas sobre pavimentos, entre las que se tienen: rayas horizontales y transversales, saetas, simbología y caracteres, que se incorporan al pavimento, escalones, u otras texturas de la vía y áreas contiguas. También se consideran a los componentes (marcas elevadas) que se instalan en superficies de rodadura, con el fin de organizar o restringir el tránsito.

Marcas en Pavimento, mejoran la función de las señales verticales, semáforos y otros optimizando el control del tránsito, difundiendo normas y comunicaciones que similares elementos no puede hacerlo convenientemente.

Para que estas marcas, funcionen convenientemente demandan similitud en cuanto a magnitudes, detalle, periodicidad de uso, contextos de uso y clase de enseres utilizados.

No estará en servicio una senda sin sus debidas marcas horizontales sin embargo se podría colocar una temporal retrorreflectiva que cumpla con las especificaciones técnicas mínimas de los procedimientos de Recomendación de Infraestructura de Vías al respecto.

Todo detalle de una marca en el piso cumplirá con las regulaciones Técnicas de Pinturas para Obras en Vías, así como con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción del Manual de Carreteras: (EG -vigente). Se clasifican según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) (2016) en:

Pavimentos y Marcas planas:

- Líneas de borde de calzada o superficie de rodadura

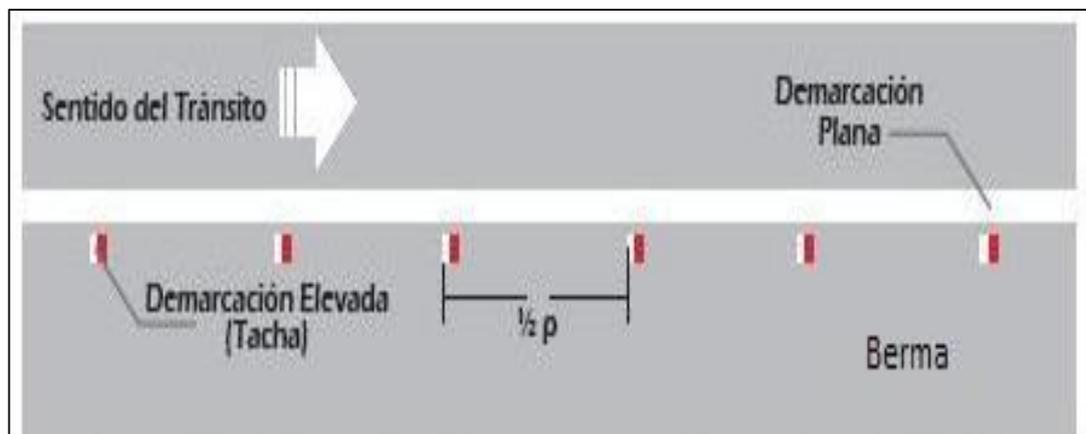


Ilustración 27 Líneas de borde de calzada blanca

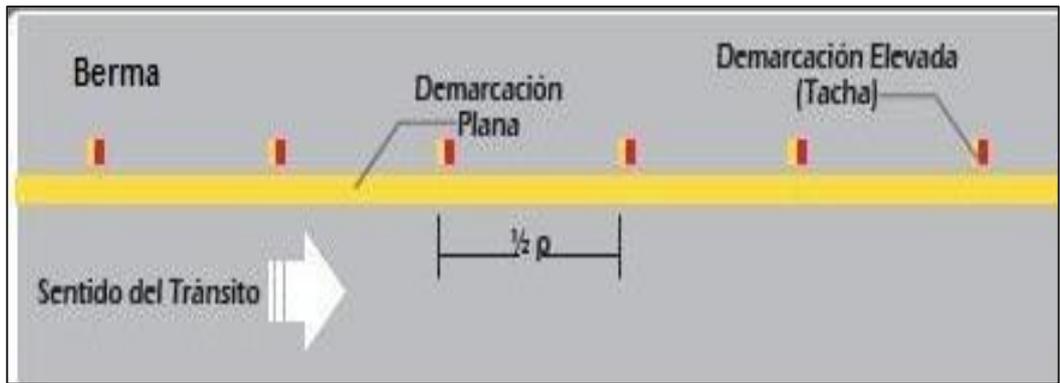


Ilustración 28 Líneas de borde de calzada amarilla

- Línea en carriles

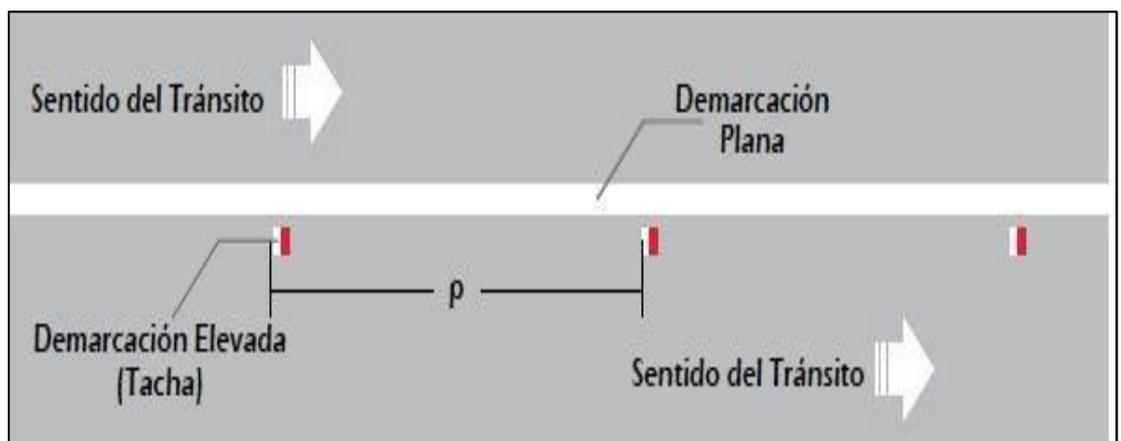
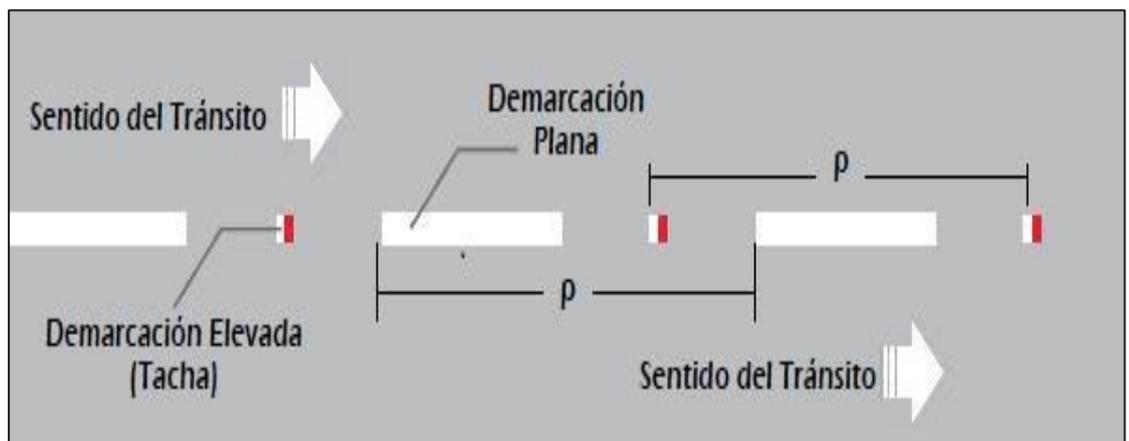


Ilustración 30 Línea de carril continua

- Líneas que canalizan el tránsito

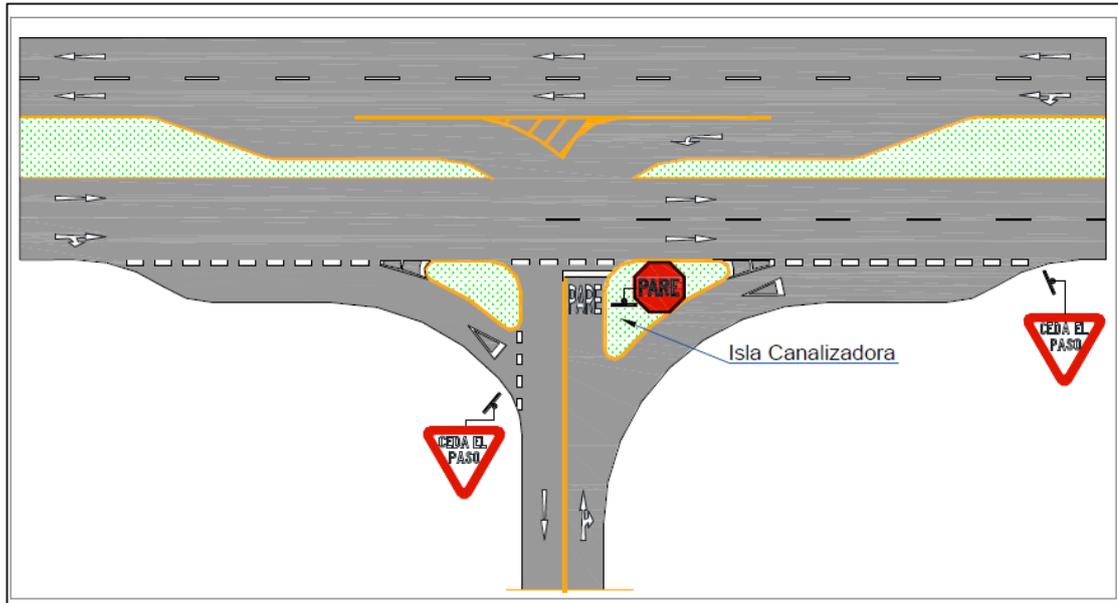


Ilustración 31 Líneas canalizadoras de tránsito

- Líneas de transición en reducción de carriles

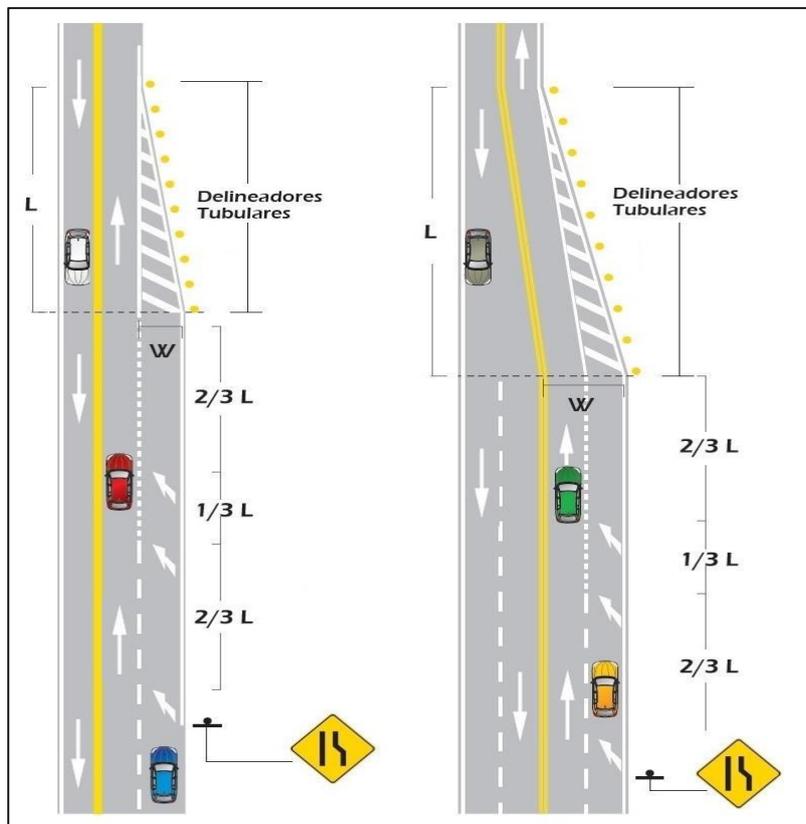


Ilustración 32 Líneas de transición por reducción

- Línea “pare”

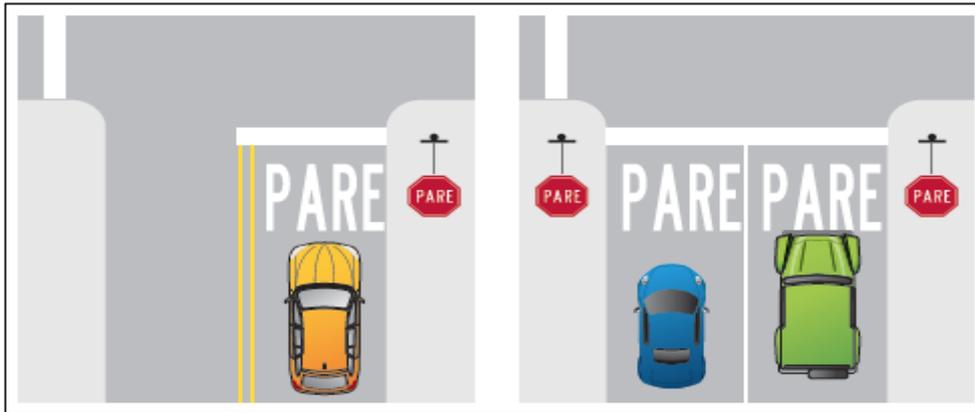


Ilustración 33 Línea de pare

- Líneas para cruce de peatones

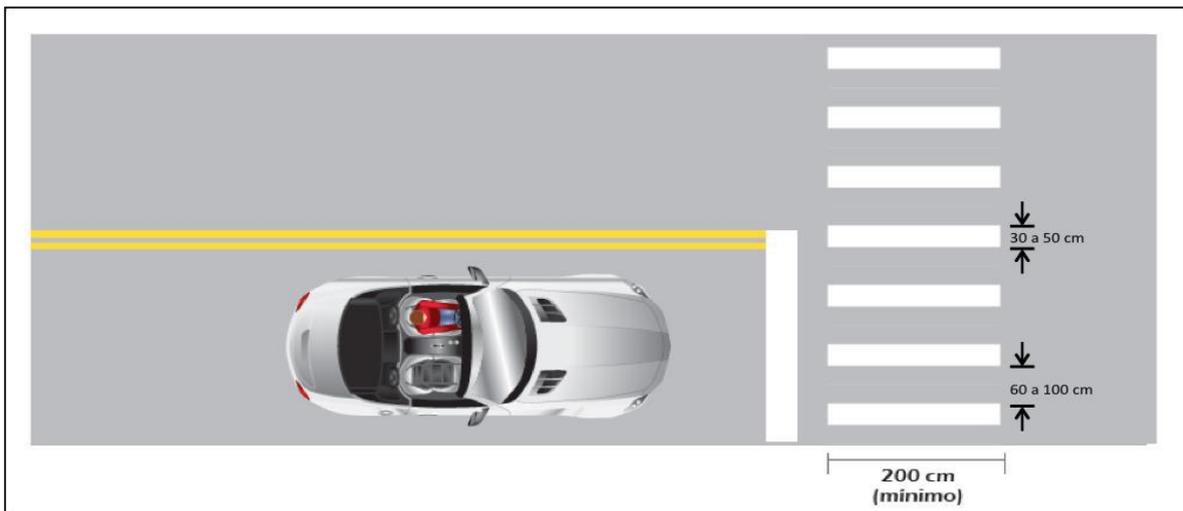


Ilustración 34 Líneas de cruce peatonal

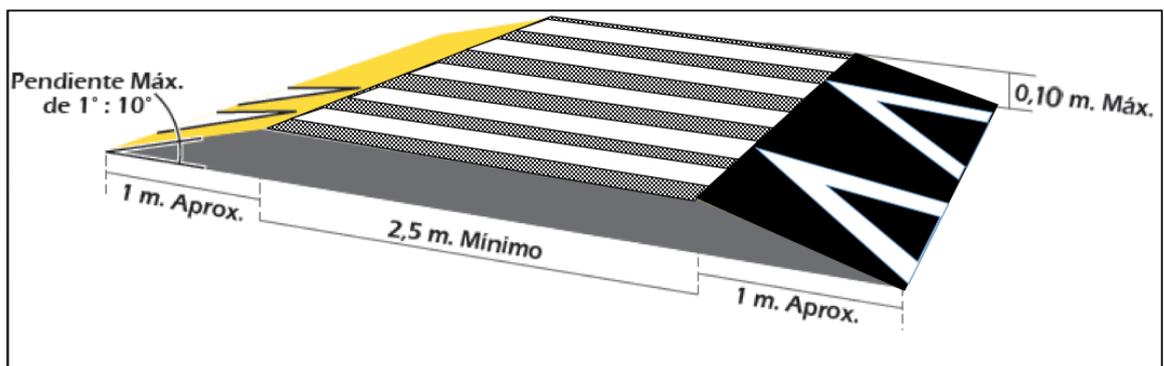


Ilustración 35 Líneas para cruce peatones

- Demarcación espacios para estacionamiento



Ilustración 36 Demarcación con dimensiones en espacios para estacionamiento de vehículos

- Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones

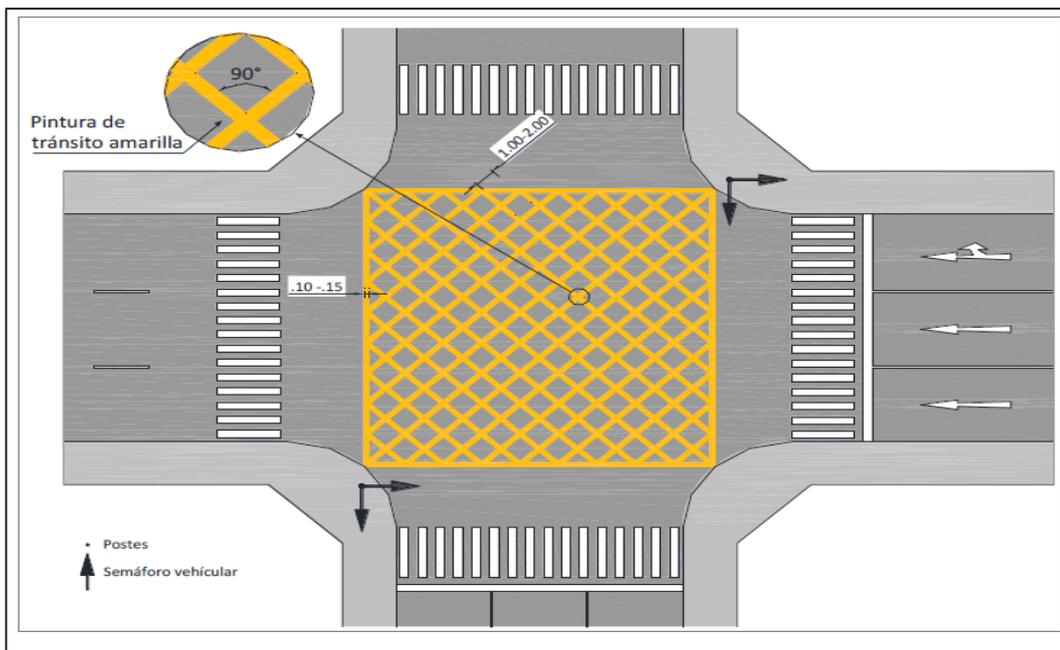


Ilustración 37 Ejemplo de demarcación de no bloquear intersecciones, en metros

- Demarcación en cruces prototipo Rotonda o Glorieta

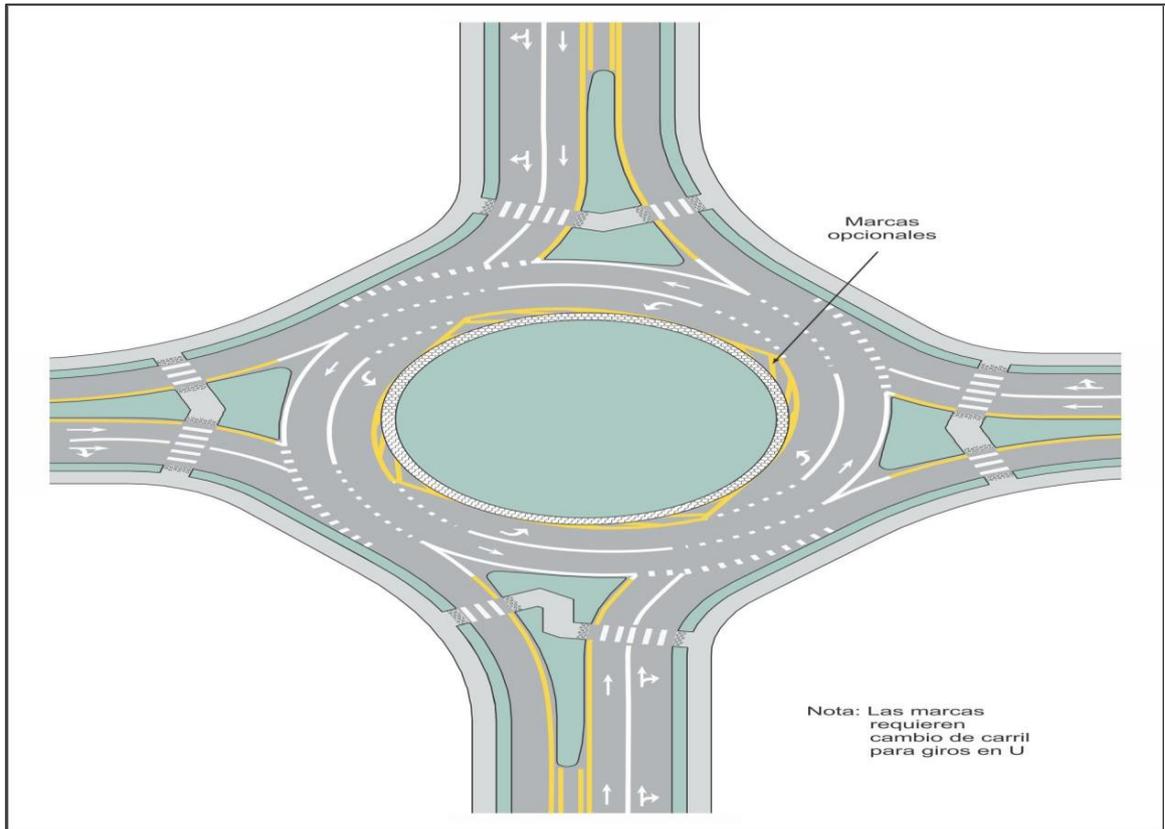


Ilustración 38 Demarcación en cruces prototipo Rotonda o Glorieta

Marcas elevadas sobre pavimentos:

- Delineadores en piso

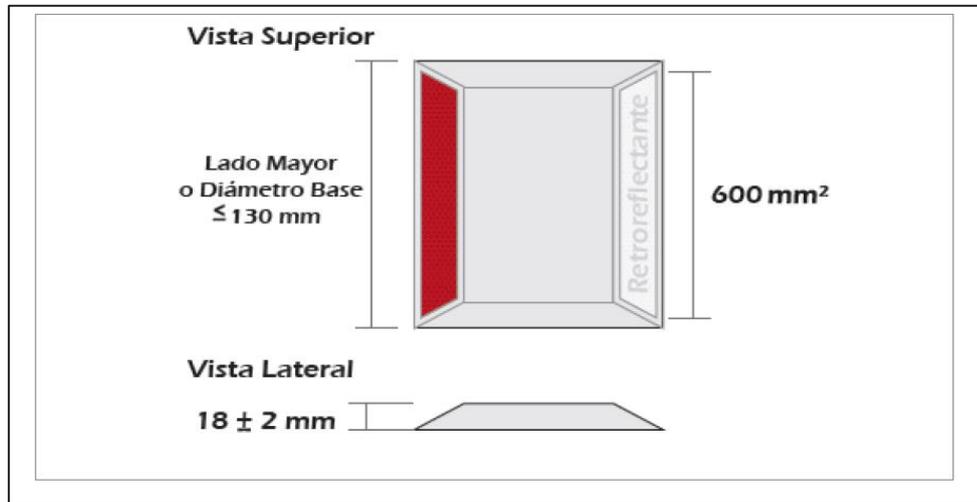


Ilustración 39 Tachas retroreflectivas

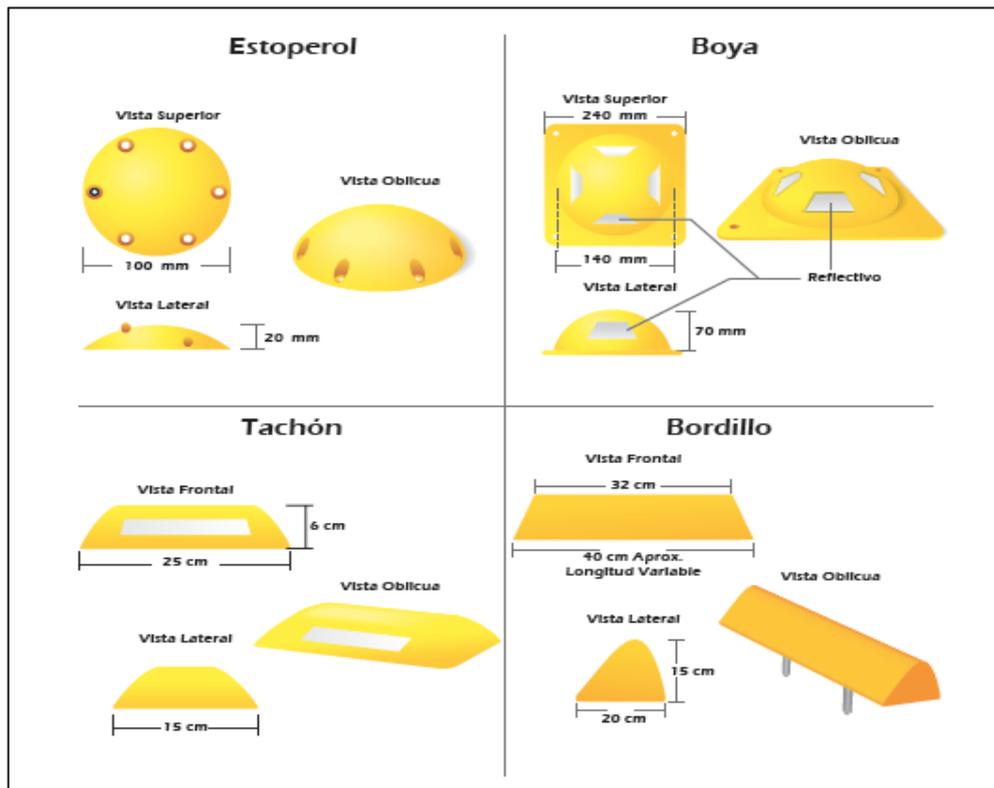


Ilustración 40 Tipos adicionales de delineadores de piso

- Señal de delineador de curva horizontal (P-61) - "CHEVRON"

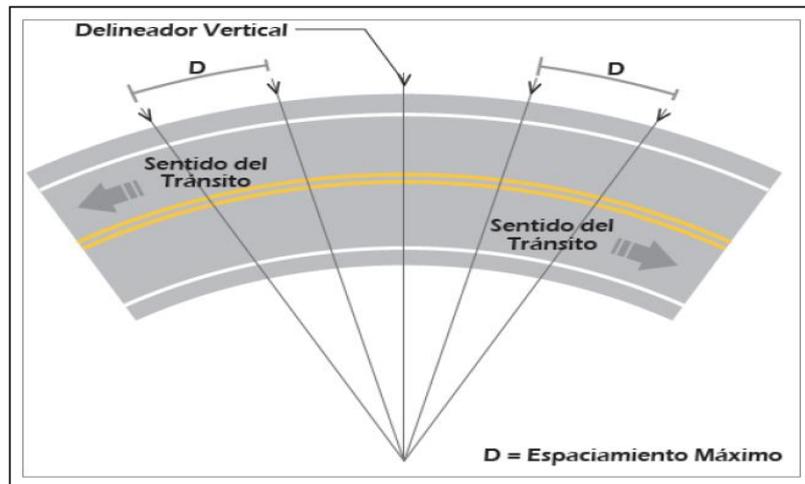


Ilustración 43 Esquema de ubicación postes delineadores en curva horizontal

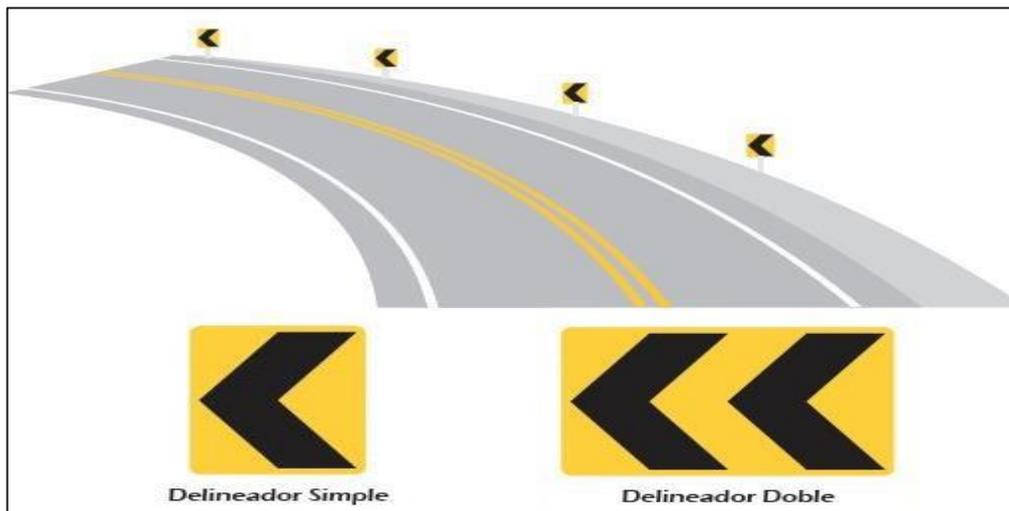


Ilustración 44 Delineadores en curva horizontal

- Delineador de placa "CAPTAFAROS"

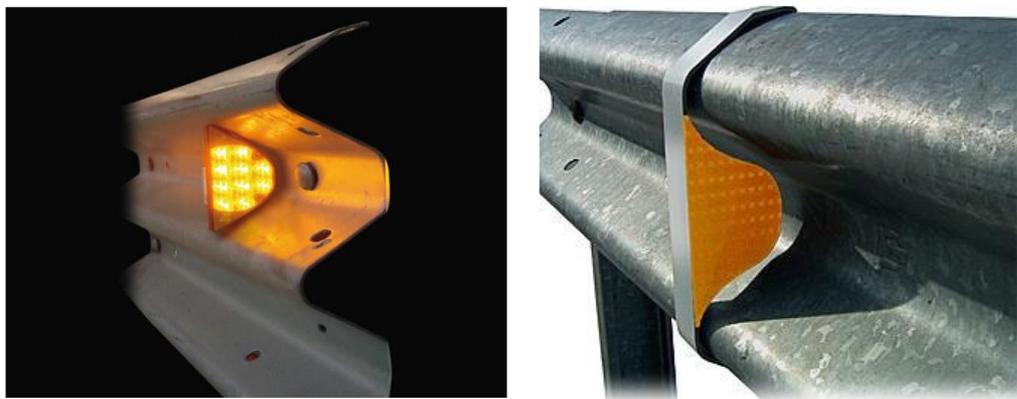


Ilustración 45 Delineador placa "CAPTAFAROS"

- Delineadores “MARCADORES OBSTÁCULOS”

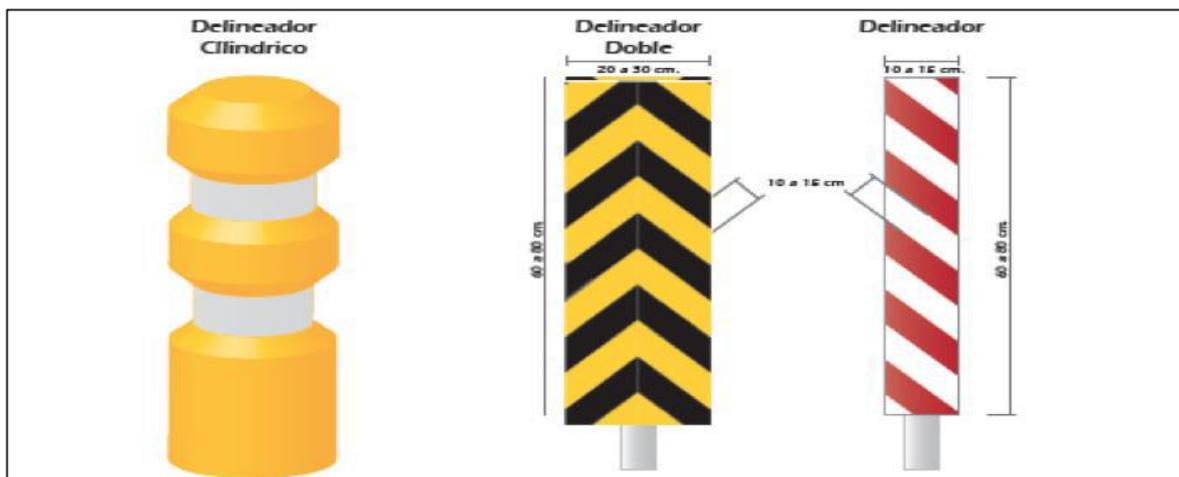


Ilustración 46 Delineadores “MARCADORES DE OBSTÁCULOS”

El MTC (2016) indica que la demarcación y delineadores de las vías, son medidas de bajo costo y permiten el descenso en el número y gravedad de los accidentes, siendo consideradas para lo siguiente:

- Moderar el flujo vehicular según prioridades, prohibiciones o maniobras.
- Regular el tránsito en el interior de la vía
- Ofrecer una guía visual en los lados
- Influir en el flujo y velocidad vehicular

Podrán tomar formas tradicionales de líneas demarcadas en el pavimento, tachas o delineadores

Asegurar que las *demarcaciones* y símbolos sean efectivamente seguros y efectuar lo siguiente (Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) (2016):

- Permanecer visibles en cualquier circunstancia sea de día o noche, disponiendo de buen color, textura de contraste y propiedades retroreflectivas
- Ser durables evitando un mantenimiento frecuente.
- Resistentes al deslizamiento en calzadas con agua.

Diseñadas y aplicadas donde el mensaje sea claro para el usuario y con suficiente anticipación para reaccionar.

Dos actividades ejecutan las *tachas*: dirigir y advertir al chófer. Las *tachas* demarcan la vía por si solas debido a su retrorreflectancia, es así que la visibilidad se incrementa al llover o al anochecer, además permiten controlar físicamente algunos movimientos de los vehículos, advirtiendo de una salida de la vía. Son características de estos:

- ✓ Ser visibles en cualquier contexto.
- ✓ Garantizar su durabilidad.



Ilustración 47 Tachas

Fuente signovial.pe/blog/senalizacion-horizantal



Ilustración 48 Tachones

<https://www.signovial.pe/blog/senalizacion-horizantal-introduccion/>

Por su parte los delineadores resaltan la seguridad, demarcando mejor algunas áreas por ejemplo en curvas o en carreteras con climas poco favorables

Estos elementos poseen algunas características como (Manual de seguridad vial, 2017):

- ✓ Ser fabricadas con elementos que no dañen a los vehículos o sus viajeros al chocar.

- ✓ No requerir un mayor mantenimiento.
- ✓ Ser resistente al mal uso y deficiencias en el tiempo.

2.3.6. Dispositivos para señalización vertical

2.3.6.1. Elementos Sensoriales

Un sensor es un componente que muestra variables de instrumentación (en forma de magnitudes físicas o químicas) y las convierte en eléctricas.

Los sensores suministran datos y categoría de servicio de vías, como el conteo y la agrupación vehicular, la velocidad, estacionamientos y barreras, etc,

Los sensores se catalogar en función de los detalles de salida en:

- Digital
- Analógico

Se las catalogar en Intrusivas o no intrusivas según se los instale bajo o sobre el pavimento. Según el MTC (2014) entre las *Tecnologías intrusivas* se tiene:

Lazo inductivo

- Es intrusiva.
- Descubre el paso del vehículo por variación de la masa magnética sobre el lazo.
- Es económico.
- Tecnologías antiguas en el ámbito de la detección del flujo en vía.
- Descubre la presencia del vehículo, diferencia tipos, puede medir su longitud, etc. Conteo y clasificación de vehículos, pero sin precisar el número de ejes. También se implementa para gestión y control de estacionamientos y barreras, automatización de señalización, etc.

Entre los sensores se tiene:

Piezoeléctrico

- Es intrusiva

- Detecta ejes y el paso del vehículo en base a la carga eléctrica que se genera en el material piezoeléctrico cuando es pisado por una rueda.
- Conteo, clasificación, velocidad del vehículo y clasificación con precisión.
- Campo de aplicación de 1 a 180km/h aproximadamente.
- Se utiliza configurado con un lazo inductivo situado entre los sensores piezoeléctricos para poder separar los vehículos.
- Es la más utilizada pero también presenta algunas deficiencias como: sensibilidad al tránsito de carriles adyacentes, baja sensibilidad al tránsito lento, susceptibilidad a la corrosión y ruido eléctrico y sensibilidad a las tormentas eléctricas.

Magnético

- Es intrusiva.
- Es un elemento pasivo que detecta las perturbaciones del campo magnético terrestre producidas por el paso del vehículo (objeto metálico).
- Permite determinar variables como la posición, dirección del movimiento y velocidad del vehículo y la intensidad del tránsito. No detecta vehículos parados. También identifica vehículos autorizados frente a los no autorizados ya que admite detección de códigos
- Presenta consumo pequeño, no se altera con la dilatación del pavimento, se deteriora en menor medida que una solución neumática con el paso de vehículos, es fácil de instalar
- Requiere mantenimiento simple.

De fibra óptica

- Es intrusiva.
- Es un sensor de ejes y detecta el paso del vehículo por la variación de conductividad óptica de un cable de fibra óptica cuando es pisado por una rueda.

- Funciona de forma equivalente al sensor piezoeléctrico con la diferencia que puede detectar desde 0km/h por lo que puede clasificar en situación de arranque, tránsitos con paradas frecuentes, tránsito a paso de rueda.
- Proporciona variables de conteo y clasificación de vehículos.
- Permite la detección a cualquier velocidad, cuenta con insensibilidad al tránsito en carriles adyacentes, larga vida útil y vulnerabilidad a tormentas eléctricas.

Entre sistemas de *Tecnologías no intrusivas* se tiene a:

De video-detección (visión artificial)

- Es no intrusiva.
- Se basa en la captura y posterior procesamiento de imágenes de video captadas por cámaras
- Las imágenes, estas se gestionan y procesan a través de una aplicación software, a partir de la cual se obtienen los datos de interés de los vehículos. Esta aplicación se basa en la configuración de “espiras o lazos inductivos virtuales” sobre la vía, que se definen y dimensionan de acuerdo a las necesidades en cada momento.
- Su ventaja es su precio ; sin embargo, son soluciones de menor precisión y que están condicionadas por las condiciones atmosféricas y de iluminación.
- Regulan el tránsito, control de accesos (puertas, barreras, etc.), control de aforo vehicular, detección de carril-bus, detección de giro a la izquierda

Sensores o radar microondas

- Es no intrusiva.
- Funcionan en la banda K (24,125 GHz), utilizando el efecto Doppler.
- Miden el volumen y la clasificación del tránsito, la velocidad media, la velocidad de vehículo individual, la ocupación del carril y la presencia.

- Sirven para aplicar sanciones por exceso de velocidad. En medidas de velocidad se habla de precisiones de ± 1 km/h.
- No se ven afectados por las condiciones meteorológicas. Sin embargo, dependiendo de la variable a medir, su precisión no es tan buena como la de otros dispositivos más antiguos.

Sensores ultrasonido

- Tecnología no intrusiva.
- Es similar al de un radar de microondas, de forma que se emite un pulso de sonido (25-50kHz) y se analizan las características de los pulsos reflejados cuando impactan con algún objeto.
- Detectan la velocidad del vehículo.
- Trabajan en condiciones de polvo, humedad, suciedad y objetos brillantes.
- Su rango de detección desde milímetros hasta 5m.

Sensores Infrarrojos (IR)

- Es no intrusiva y puede presentarse como equipos activos o pasivos.
Los sensores IR activos:
- Obtienen presencia, longitud, ancho, alto del vehículo, velocidad y clasificación de acuerdo a las dimensiones. (mediante el barrido láser se obtiene la imagen del vehículo).
- Las precisiones para las dimensiones pueden ser del orden de ± 8 cm, y para la variable de velocidad de ± 10 %.
- Emplea barreras de sensores láser para determinar las dimensiones de vehículos de carga en circulación.

Los sensores IR pasivos:

- Detectan el paso de vehículos y su ubicación para control de tránsito (control de semáforos, apertura de accesos, etc).
- La resolución es de ± 5 %, a distancias entre 0,5 a 7,5m.



Ilustración 49 Sensores diversos: acelerómetro, ultrasonidos, radar de infrarrojos, magnetómetro
Fuente: Asociación Española de la Carretera

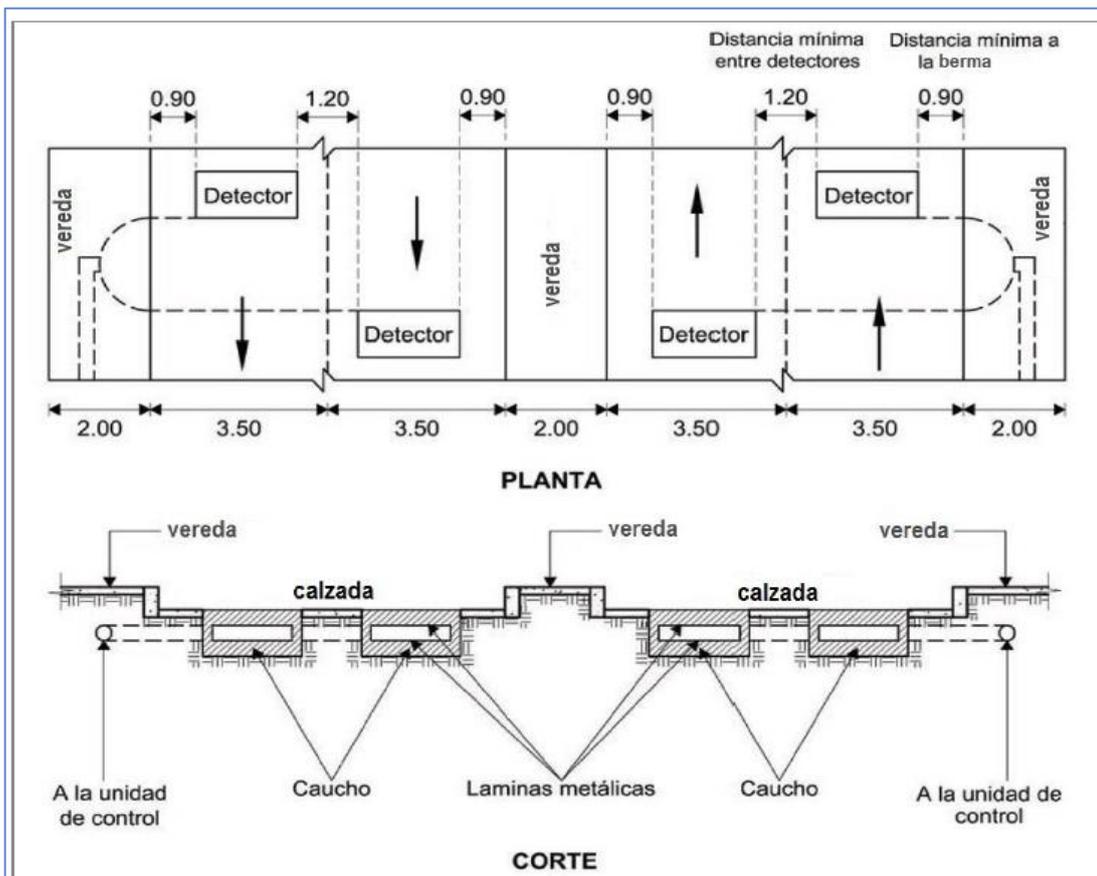


Ilustración 50 Detectores de presión, ubicación transversal

2.3.6.2. Pantalla electrónica de luces LED

Es un dispositivo diseñado para dar a conocer a un conductor, determinado mensaje o señal. Puede ser alimentada por corriente eléctrica o energía solar, posee focos leds. Tiene un sistema que permite cambiar el mensaje a voluntad. Con capacidad de manejar imágenes y texto. El tamaño es adecuado y se sujeta en lo posible a lo dispuesto en las normas vigentes respectivas. Está ubicada en el rango de visibilidad del conductor. El mensaje que muestra es entendible. Para el presente estudio se plantea una pantalla de 1.20 x 0.90 m

2.3.6.3. Estación de proceso de datos – DPS

Es una pequeña computadora utilizada para automatizar un proceso con entradas y salidas digitales. Con facilidad para programarla e interacción idónea con el hombre. Protege equipos como variadores y arrancadores electrónicos .sin verse afectada la distorsión armónica total (malformación de la corriente eléctrica utilizada)

2.3.7. Productos empleados en la señalización horizontal

La pintura de tráfico.- El MTC (2016) precisa que es un producto técnico aplicado al pavimento por su resistencia ante la abrasión (deterioro por la fricción producida) y el tráfico de los vehículos. Se tiene diversas pinturas para demarcación como: El termoplástico compuesto de alta eficiencia, señala avenidas y pistas, es una mezcla de sustancias sólidas que se convierten en un líquido homogéneo al calentarse y agitarse convenientemente. La pintura acrílica para demarcación horizontal, posee extraordinaria visibilidad diurna y nocturna, es resistente a la abrasión intensa y a gran diversidad de contaminantes, es durable y de rápido secamiento. La resina epoxi es una sustancia de señalización de asfalto con dos ingredientes, una base de resina pigmentada y un endurecedor. En cambio la resina de poliéster está compuesta por tres componentes. Antes de la aplicación se agrega el catalizador que inicia la reacción. Luego se aplica el material en la carretera. Se perfecciona la performance de estas pinturas aumentándoles microesferas de vidrio reflectantes a efecto de tener mayor retroreflectividad en la noche (300 a 400 gramos de microesferas/metro cuadrado

aplicado). Estas microesferas poseen más de 80% de esfericidad y, le proveen a la pintura altos índices de retroreflectividad con un índice de refracción superior a 1.9. Regularmente estas microesferas se administran a presión para alcanzar una integración apropiada con la pintura, antes de que se produzca una capa en la superficie por su peculiaridad de secado rápido (Pintuco 02/05/20).

La cinta de señalización de vías, son pigmentos, resinas y material reflectante como microesferas de vidrio y viene lista para su uso. Los pigmentos se usan para producir color y las resinas se utilizan para lograr las características anti desgaste necesarias. Este material es utilizado para las líneas de los carriles, leyendas, símbolos y señalización transversal. Se puede emplear adhesivo suplementario permanente en el asfalto para aumentar la unión (Signovial, 2018)

2.3.8. Accidentes de Tránsito

Para Narva y Ponce (2014) un Accidente de Tránsito sería un acontecimiento con producción de alguna dolencia personal o material, donde pueden interactuar autos, viandantes, motos, buses; o cualquier otro usuario de las vías; no es previsible y tiene consecuencias nefastas.

Las procedencias de un accidente según Irureta son las siguientes:

- ✓ Retraso desmedido en su apreciación.
- ✓ Estimación errónea del peligro.
- ✓ Escogimiento y realización desacertados de la estratagema de escape.
- ✓ Anomalía al responder un elemento mecánico.
- ✓ Velocidad superior a la recomendada.

2.3.8.1. Categorización de un Accidente de Tránsito

Para este efecto se toman en cuenta las peculiaridades de la infraestructura, zona, clase y volumen de tránsito (Solano, 2018). De otro lado según el número de vehículos o individuos que concurren en el incidente, los accidentes se catalogan como simple (un individuo o un vehículo) y múltiple (más de 2 coches o un carro más un peatón), para mayor información se detalla a continuación:

Accidentes Simples

Despiste.- Se producen por: Ancho de carril inadecuado, Pavimentos resbaladizos, Ancho del separador central inadecuado, Mantenimiento inadecuado, Bermas inadecuadas, Canalización inadecuada, Poca visibilidad, Velocidad excesiva

Volcadura.- Se producen por: Mal diseño de la vía y sus bermas Ancho inadecuado de la berma. Velocidad excesiva Mal diseño del pavimento

Choque.- Se producen por: Geometría de la vía inadecuada, Bermas inadecuadas, Velocidad excesiva, Marcas en el pavimento inadecuadas, Señalización vertical inadecuada

Accidentes Múltiples

Con peatones y vehículos donde sus posibles factores contribuyentes son:

Distancia de visibilidad limitada, Segregación inadecuada entre peatones y vehículos, Dispositivos de control de tránsito inadecuados, Fases semafóricas inadecuadas, Marcas en el pavimento inadecuadas, Iluminación inadecuada, Cruce a media calzada sin advertencia adecuada para los conductores, Falta de alternativas para cruzar, Velocidad excesiva, Peatones en la vía, Distancia excesiva al cruce peatonal más cercano, Vereda demasiado cerca de la carretera, Cruce escolar sin la señalización adecuada

2.3.8.2. Algunas consecuencias en Accidentes de Tránsito

Según sus consecuencias, estas se pueden clasificar (Solano, 2018) en:

Daños.- Muestran perjuicios materiales, se aprecian en vehículos e infraestructura implicados.

Lesiones.- Revelan percances en la gente, por las contusiones originadas en el incidente de tráfico. Hay, culposas, no revelan intención de causarlas.

Homicidio.- Hay fallecimientos en el accidente, es irremediable.

2.3.8.3. Reflexiones sobre estos Accidentes

Están relacionados con dos indicadores: la periodicidad y el indicador de accidentabilidad, así se detalla a continuación:

Estimación de la Periodicidad de los Accidentes.- La Periodicidad de los accidentes, es la cantidad de accidentes en un área y tiempo concretos. Si esta es similar o supera un determinado número, se supone un lugar inseguro. De otro lado el empleo de chinchas de diversos tamaños y colores simbolizando accidentes en mapas es una técnica de determinación de lugares peligrosos. Este procedimiento se optimiza con el empleo de un Software de Exploración Geográfica.

Estimación del Indicador de Accidentes.- Este indicador presenta una razón entre el número de accidentes advertidos (N), la apreciación de sufrir un accidente, en un sector de longitud (L), en un periodo de análisis (t), con un volumen de tráfico diario promedio anual (IMDA). El *Indicador* de accidentes se calcula como indica Rojas (s.f.):

$$\text{Secciones: } I.A = \frac{N \cdot 10^6}{L \cdot \text{IMDA} \cdot t \cdot 365}$$

2.3.9. Aparcamiento

Es el lugar cercano a una pista que ofrece determinada seguridad ante problemas mecánicos, de accidente de tránsito o de descanso de los ocupantes de un vehículo.

2.3.9.1. Índice de valoración de guías locales

La Guía para el establecimiento de aparcaderos disuasorios en Andalucía, España, indica los siguientes criterios para valorar un aparcamiento

Criterios funcionales:

- Dimensiones interiores de plazas y viales, capacidad (plazas de aparcamiento)
- Disponibilidad de territorio, coste de superficie disponible
- Demanda prevista de vehículos captados (unidades/día)
- Congestión del tráfico en el corredor de entrada: (tiempo empleado/km recorrido)
- Oferta de la red de transporte público: plazas disponibles/hora
- Acceso a información en tiempo real:
- Disponibilidad de zonas de espera: sí/no
- Proximidad a las principales rutas radiales de acceso: distancia (m)
- Ubicación fuera del alcance de las colas de congestión: sí/no

- Accesibilidad de los vehículos al aparcamiento desde las vías principales del entorno: distancia (m)
- Nivel de delincuencia o vandalismo del área: (bajo/medio/elevado)
- Proximidad entre el corredor principal y el transporte colectivo: tiempo (minutos)
- Disponibilidad del transporte público en el aparcamiento disuasorio: tiempo de espera (minutos)
- Crecimiento previsto: vehículos (unidades)
- Duración media de los desplazamientos diarios (tiempo empleado/km)

Criterios económicos:

- Costes de ejecución
- Costes de mantenimiento
- Costes de seguridad

Criterios sociales:

Seguridad vial: variación número de accidentes de tráfico/ año

2.3.9.2. Recomendaciones para un aparcamiento:

Según las Indicaciones de Diseño de Viario y Aparcamiento del Plan Nacional de C.T.M. (MTC-79) se recomienda:

- Colocación directa junto a vías de la red fundamental
- Agrupación con la suficiente distancia al principio de la autopista, posibilitando determinar la capacidad debida de albergue de vehículos y rutas interiores peatonales

A continuación se aprecia las distancias mínimas entre vehículos en un aparcamiento según el tipo de movilidad.

Tabla 4 Distancias mínimas en plazas de aparcaderos.

Clase de vehículo	Extensión (m)	Ancho (m)
Vehículo de 2 llantas	2.50	1.50
Automóvil chico	4.00	2.25
Automóvil mediano	4.50	2.25

Automóvil espacioso	5.00	2.40
Automóvil de incapacitados	5.00	3.00
Vehículos fabriles livianos	5.70	2.50
Vehículo fabriles macizos	9.00	3.00

(Fuente: Guía de Diseño de Aparcamientos - Ayuntamiento de Madrid)

De otra parte, la simplicidad en los movimientos al ingresar y salir de un aparcamiento en ángulo de 45°, faculta ampliar la seguridad interna.

Tabla 5 Parámetros medios según tipología de estacionamiento

INCLINACIÓN PLAZA (º)	0 (Línea)	30	45	60	90 (Batería)
ANCHURA PASILLO (m)	5	5	6	7	7
ÁREA PLAZA (m ²)	27	27	30.7	27	21.5
Nº PLAZAS / 100 m	34	38	54	66	80

(Fuente: Ayuntamiento de Madrid)

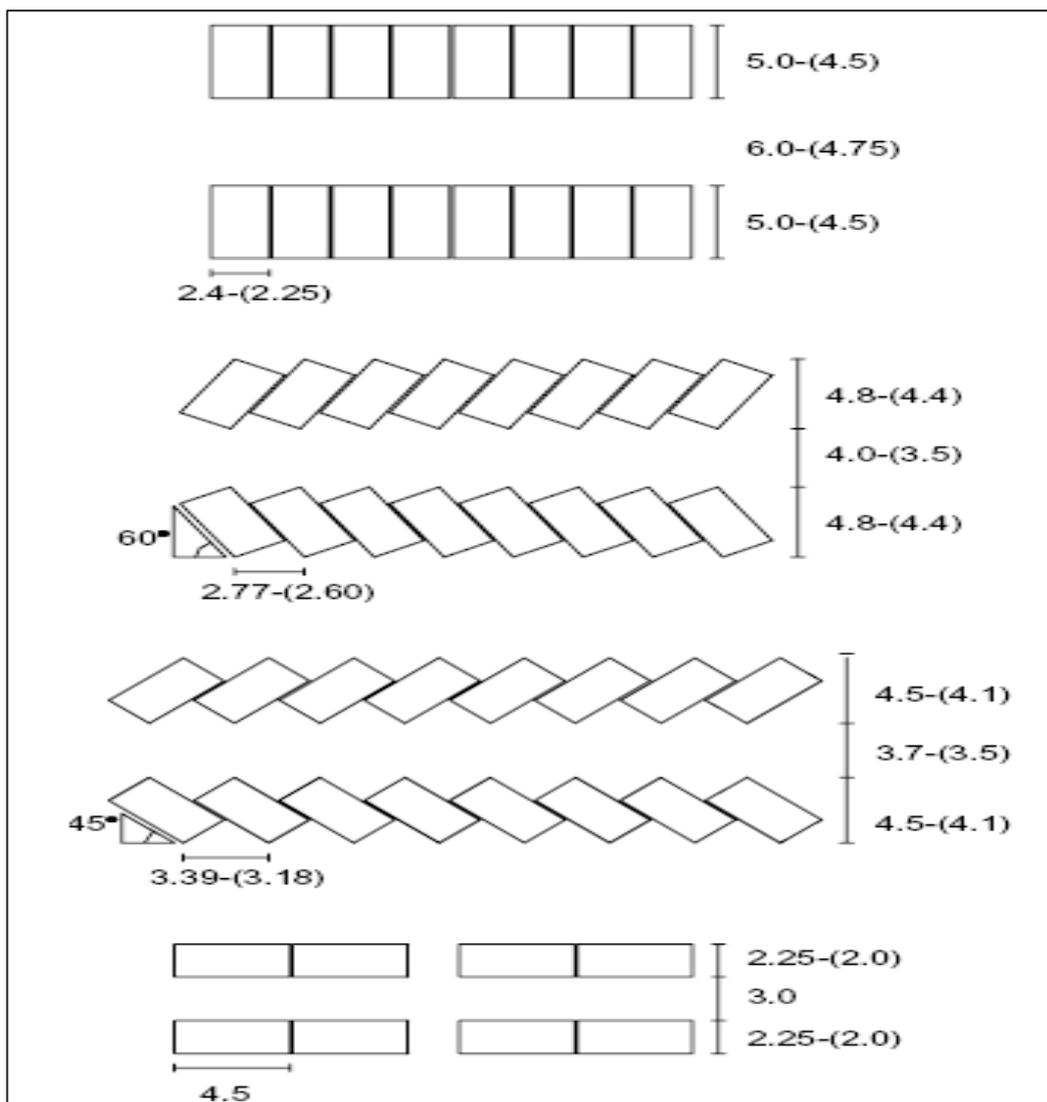


Ilustración 51 Distancias y distribución de pasajes en aparcaderos.

(Fuente: Estudio de Vía Pública, Ayuntamiento en Madrid, 2000). Sistema de iluminación con paneles solares

2.3.10. Definiendo Términos Básicos

Sistema de Gestión Vial, razonado como el conjunto de instrumentos o procedimientos que facilita encontrar tácticas costo-eficiencia que valoren y den mantenimiento a los pavimentos teniéndolos en condiciones de serviciabilidad en un determinado periodo.

La carretera, establecida como una obra cuyo propósito es facultar el tráfico de vehículos en situaciones de continuidad, en tiempo y espacio, bajo ciertos grados de seguridad y comodidad. Ostenta una o varias calzadas, uno o varios canales por sentido y uno o varias orientaciones de circulación (Urdaneta, 2002 citado por Desa y Obeso, 2017),

Análisis de tránsito. Se refiere al medio que proporciona una estadística del volumen y características de vehículos (ligeros y pesados) que recorren por el tramo en investigación (Gómez, 2019).

Estudio de velocidades. Establece la velocidad promedio que muestran los carros. Para emplear con éxito la aplicación Roadroid se debe implantar la de los automóviles, pues debe variar de 30 - 60 km/h con el objeto de que las conclusiones se aproximen a la autenticidad (Gómez, 2019).

Velocidad de maniobra.- Es la aceleración tope con la que los carros transitan un determinado trecho, considerando la aceleración de diseño, en circunstancias adecuadas de tránsito, pavimento, meteorológicas y relación de éstas con otras terrenos contiguos (Gómez, 2017)

IoT.- Internet de cosas, es un concepción que alude al ensamble digital cosas cotidianas - Internet. Es la conexión de Internet con mayor cantidad de cosas u objetos que de personas (Gómez, 2019).

Semáforos inteligentes.- Son componentes de señalización que se emplazan en cruces viales y otros sitios regularizando el tránsito y la circulación peatonal posee varias funcionalidades avanzadas para perfeccionar la seguridad y ayudar en la ordenación del tráfico por medio de sensores y conectividad (Gómez, 2019).

Puntos negros.- Es el sitio de una carretera en que ocurren accidentes en cantidades infrecuentemente altas en relación con otras localidades de la trama vial, en ese

entender, permite reconocer lugares y momentos de intervención (Huamán y Huamán, 2019)

Sensores.- Son dispositivos que detectan magnitudes físicas, químicas, luminosas, acústicas y mecánicas y las convierten en un sistema de medida o control usando señal analógica o digital (Hispanica Saber, 2014, citado por Gómez y Pabón, 2018).

Carreteras inteligentes.- Son estructuras viales que integran las funciones específicas de sensores que facultan descubrir y prevenir defectos en éstas, optimizando la seguridad y disminuyendo los accidentes de tráfico (Gómez y Pabón, 2018)

Señalización Vertical.- Son artefactos ubicados en la vía o sobre ésta, y están habilitados a regular el tráfico, o plantear sugerencias viales a peatones por diferentes medios (Solano y Quiroz, 2018)

Señalización Horizontal.- Son señales en la calzada o en obstáculos y se emplean a efecto de normalizar la circulación de carros y acrecentar la confianza de su operación (Solano y Quiroz, 2018)

Seguridad vial: Sistema de mejoramiento y sostenimiento de altos estándares en la seguridad vial, impidiendo en un extremo accidentes graves o con fatalidades.

Manejo de incidentes: Es la máxima utilización de la infraestructura vial y rehabilitación acelerada en caso de incidentes.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es **Aplicada** porque está orientada a resolver un problema (Ñaupas et.al, 2013). Tiene un enfoque **cuantitativo**, al emplear métodos y técnicas cuantitativas como la medición, el uso de dimensiones, la observación y la medida de las unidades de investigación, el muestreo, el procedimiento estadístico. Con estos datos se contestarán las preguntas y probarán las hipótesis formuladas previamente.

3.1.1. Nivel de investigación

Es inicialmente **descriptivo** en vista de que el problema en cuestión se va a describir con el mayor detalle posible y luego es **correlacional** considerando que luego de ponderar las variables se va a determinar cómo se relacionan o vinculan éstas, siendo su diagrama:

X_1 X_2

Donde X_1 , X_2 son las variables cuyas modificaciones se trata de contrastar a través de sus correlaciones.

3.1.2. Diseño de la investigación

El esquema de un estudio es la táctica o planificación concebidos por el examinador para alcanzar los objetivos, responder las interrogantes de investigación y verificar las hipótesis de investigación, en ese sentido se precisa que la investigación es **No Experimental** al no haberse manipulado las variables, provocado ni creado condición alguna intencionalmente, solo se observa la situación existente.

3.1.3. Métodos Investigativos

El procedimiento a utilizarse es el Hipotético–Deductivo, puesto que consistirá en desplazarse de la hipótesis a la inferencia para establecer la verdad o falsedad del planteamiento (Ñaupas et al. 2013)

3.2. Variables y operacionalización de variables

Se definen y correlacionan las variables con el objeto de mostrar un mejor conocimiento del tema

3.2.1. Variables de la investigación

Variable Independiente:

La señalización vial y el aparcamiento

Definición conceptual

La señalización del tránsito vial y el aparcamiento facultan una sistematización vehicular y viandante, precaviendo congestión, choques e impidiendo traumatismos y fallecimientos (Solano, 2018)

Variable Dependiente:

La seguridad vial del tramo en estudio

Definición conceptual

Según Perez & Lastre (2014) citado por Huamán y Huamán (2019) se nota seguridad en vías cuando las vías se muestran exentas de perjuicios o contingencias originados al trasladarse los vehículos. Entre éstos se tienen al tipo de señalización y aparcamiento considerados en el diseño.

3.2.2. Operacionalización de variables

Este aspecto se aprecia en el Anexo 1 con detalle

3.3. Población y muestra

Se considera tanto población como muestra a la superficie de la carpeta de rodadura del tramo Santa Rosa que cuenta con 13 km, entre los Km 276+000 al 289+000, perteneciente a la vía Interoceánica Sur Brasil – Perú, en Tambopata, Departamento de Madre de Dios.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnica

Para la estimación de estadísticas de tránsito

- Se determinarán la clasificación y el conteo de vehículos con especificación del IMD y accidentabilidad del sitio

Para estimar las estadísticas de velocidades de operación

- Se precisarán dos puntos distantes 40 metros el uno del otro. El cronómetro empezará en la posición 1 y finalizará en la posición 2

3.4.2. Instrumentos de recopilación de datos

Para estimar estadísticas de tránsito

- Utilizar las fichas técnicas de tráfico que permitirán determinar la clasificación y el conteo de vehículos

Y para estimar estadísticas de velocidades de manejo

- Se precisarán de un cronómetro y una libreta de anotaciones

3.5. Procedimientos

Para la estimación de estadísticas de tránsito

La clasificación y el recuento de vehículos se efectuarán en intervalos horarios, diarios y trayectoria vial, tomando en consideración a los tipos vehículos. Estos serán procesados mediante formatos de Excel.

3.6. Método de sondeo de datos

Se verificará con el uso del Excel para la obtención de los estadísticos.

3.7. Aspectos éticos

El desenvolvimiento del presente trabajo, será efectuado por el autor de manera honesta y responsable, garantizándose la autenticidad de los datos obtenidos en campo.

IV. PRESENTACION DE LA INFORMACIÓN ENCONTRADA

A continuación se muestra la señalización vial existente, tanto vertical como horizontal, asimismo información sobre un aparcadero en el tramo Santa Rosa objeto del estudio.



Ilustración 52 Vista de la curva en estudio

4.1. Estudio de la señalización vial existente en el tramo Santa Rosa que cuenta con 13 km, entre los kilómetros 276+000 y 289+000

El tramo en estudio muestra señalización tanto vertical como horizontal, así se detalla a continuación:

4.1.1. Señales Verticales

REGULADORAS

Tabla 6 Reguladoras

REGULADORAS	CANTIDAD
VELOCIDAD TOPE CONSENTIDA 30 KM (R-30)	04
NO ADELANTAR	02
TOQUE CLAXON	03

Fotos en Anexo 2

DE PREVENCIÓN

Tabla 7 Señales Preventivas

PREVENCIÓN	CANTIDAD
CURVA EN “U” HACIA LA IZQUIERDA (P-5-2B)	01
CURVA EN “U” HACIA LA DERECHA (P-5-2A)	01
CURVA HACIA LA IZQUIERDA (P-2B)	02
CURVA - CONTRA-CURVA PRONUNCIADA HACIA LA IZQUIERDA (P-3B)	01
REDUCTOR DE VELOCIDAD	01

Fotos en Anexo 2

DE INFORMACIÓN

Tabla 8 De Información

DE INFORMACIÓN	CANTIDAD
SEÑAL POSTES CON KILOMETRAJE (I-2A)	01

Fotos en Anexo 2

4.1.2. Señalización Horizontal

En cuanto a señalización horizontal en la Tabla siguiente se muestra la señalización existente en el tramo en estudio y que representan la situación actual de la misma. Una secuencia de fotografías al respecto se pueden apreciar en el Anexo 3

Tabla 9 Señalización Horizontal

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	ESTADO
LÍNEA DOBLE CONTINUA	CONSERVADO
LÍNEA CONTINUA	CONSERVADO
LÍNEA SEGMENTADA	CONSERVADO
LÍNEA BORDE DE CALZADA	CONSERVADO
LINEA DE PARE	CONSERVADO
DELINEADORES CAPTAFAROS	CONSERVADO
POSTES DELIENADORES	CONSERVADO

Fotos en Anexo 2

4.1.3. Aparcamiento

En cuanto a aparcamiento, se precisa que la vía en estudio no cuenta con el mismo.

4.2. Estudio Técnico del Tránsito

A continuación se presenta estadística sobre el Volumen de Tránsito, Evolución de tráfico mensual, años 2019 – 2020, Configuración del tráfico por

estación de peaje y tipo de vehículo, año 2020, Diversificación del tráfico según estación de peaje, años 2019 y 2020, Información sobre Tráfico Vehicular correspondiente a Junio 2021, Información sobre Tráfico Vehicular al 08 de Julio 2021, Intensidad Media Diaria, periodo 2019 – 2020, Índice Medio Diario (IMD) en el Peaje Unión Progreso correspondiente a los años del 2012 a julio 2021, Resumen Estadístico de Indicadores Anuales Tramo 3 correspondiente a los años del 2012 a 2020

4.2.1. Volumen de Tránsito en el Tramo 3

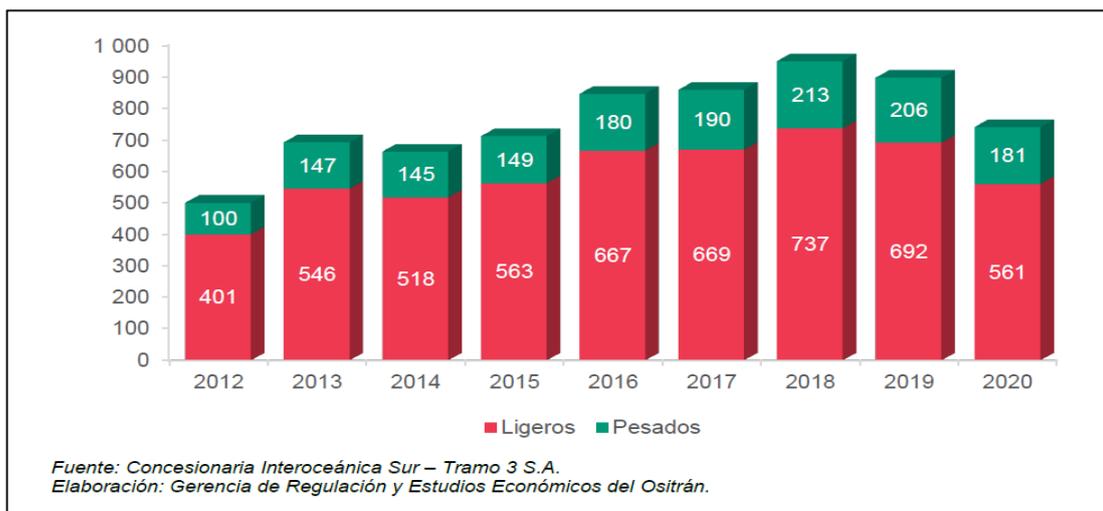


Ilustración 53 Circulación de vehículos, años 2012 – 2020
(en miles de unidades vehiculares)

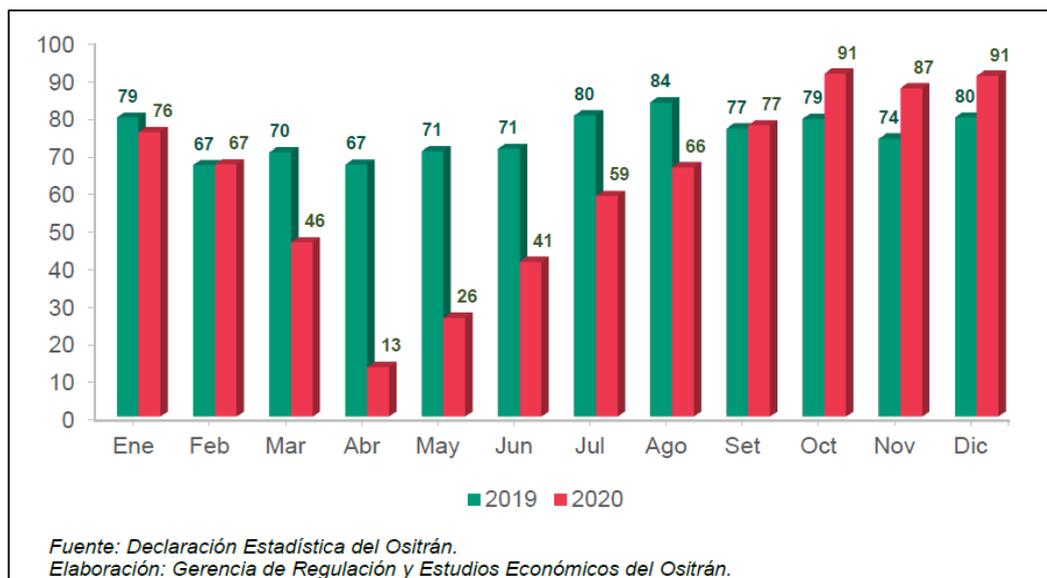


Ilustración 54 Evolución de tráfico mensual, años 2019 – 2020
(en miles de unidades vehiculares)

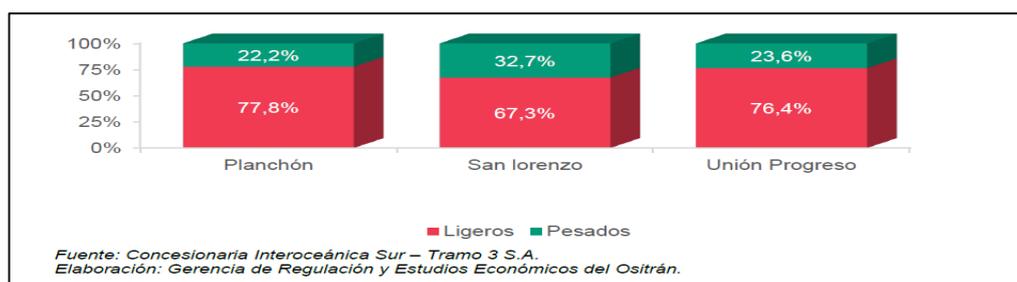


Ilustración 55 Configuración del tráfico por estación de peaje y tipo de vehículo, año 2020 (en porcentajes)

**Tabla 10 Diversificación del tráfico por estación de peaje, años 2019 y 2020
(en unidades vehiculares)**

Estación de peaje	2019	2020	Variación anual
Vehículos ligeros	691 846	560 672	-19,0%
Planchón	255 038	187 542	-26,5%
San Lorenzo	90 117	66 492	-26,2%
Unión Progreso	346 691	306 638	-11,6%
Vehículos Pesados	206 311	180 803	-12,4%
Planchón	62 728	53 530	-14,7%
San Lorenzo	36 562	32 299	-11,7%
Unión Progreso	107 021	94 974	-11,3%

Fuente: Concesionaria Interoceánica Sur – Tramo 3 S.A.
Elaboración: Gerencia de Regulación y Estudios Económicos del Ositrán.

Tabla 11 Información sobre Tráfico Vehicular
(Junio 2021)

PEAJE: UNION PROGRESO

TRAFICO VEHICULAR				
FECHA	Ligero	Pesado	Exonerados	TOTAL
1/06/2021	1,270	388	28	1,686
2/06/2021	1,222	448	25	1,695
3/06/2021	1,239	388	0	1,627
4/06/2021	1,315	391	24	1,730
5/06/2021	1,373	347	18	1,738
6/06/2021	1,113	198	21	1,332
7/06/2021	1,342	340	14	1,696
8/06/2021	1,290	391	25	1,706
9/06/2021	1,186	387	15	1,588
10/06/2021	1,157	405	30	1,592
11/06/2021	1,050	398	17	1,465
12/06/2021	1,229	404	21	1,654
13/06/2021	582	243	8	833
14/06/2021	1,455	291	39	1,785
15/06/2021	1,297	379	11	1,687
16/06/2021	1,285	452	21	1,758
17/06/2021	1,193	393	10	1,596
18/06/2021	1,245	412	19	1,676
19/06/2021	1,416	427	6	1,849
20/06/2021	468	192	21	681
21/06/2021	1,387	292	15	1,694
22/06/2021	1,257	375	22	1,654
23/06/2021	1,231	374	9	1,614
24/06/2021	1,174	422	16	1,612
25/06/2021	1,257	365	4	1,626
26/06/2021	1,334	439	15	1,788
27/06/2021	555	272	8	835
28/06/2021	1,180	273	23	1,476
29/06/2021	1,183	377	11	1,571
30/06/2021	1,289	387	28	1,704
Total	35,574	10,850	524	46,948
INC %	76%	23%	1%	100%
Promedio Dia	1,186	362	18	1,565

Fuente: Concesionaria Interoceánica Sur – Tramo 3

Tabla 12 Información sobre Tráfico Vehicular
(Al 08 de Julio 2021)

FECHA	Ligero	Pesado	TOTAL
1/07/2021	1,254	435	1,689
2/07/2021	1,298	395	1,693
3/07/2021	1,338	393	1,731
4/07/2021	657	270	927
5/07/2021	1,383	276	1,659
6/07/2021	1,309	406	1,715
7/07/2021	1,308	373	1,681
8/07/2021	1,212	441	1,653
Total	9,759	2,989	12,748
%	77%	23%	100%
Promedio Diario	1,220	374	1,594

Fuente; Elaboración propia

4.2.2. Índice Medio Diario (IMD)

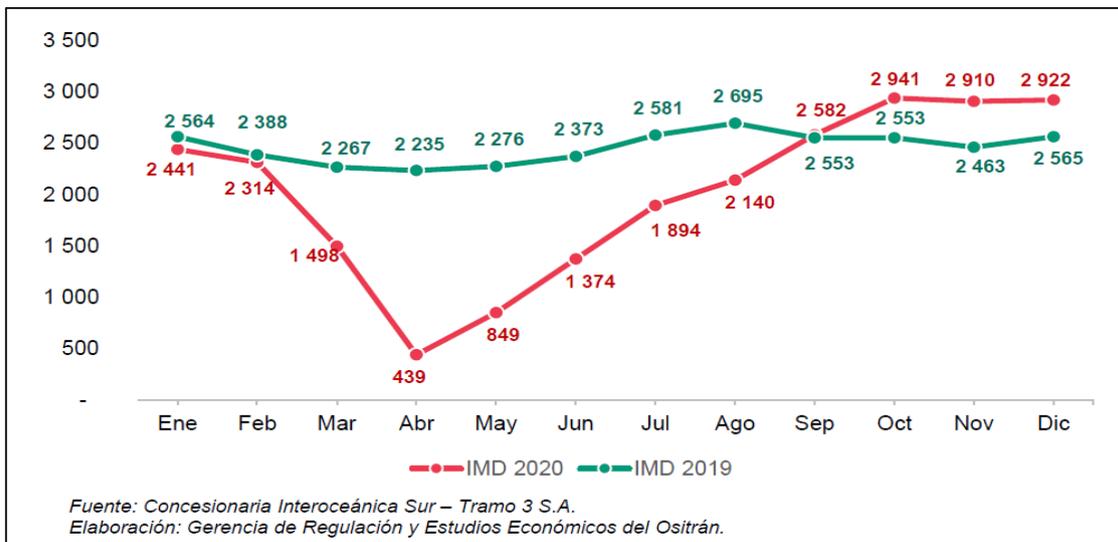


Ilustración 56 Intensidad Media Diaria, periodo 2019 – 2020

Tabla 13 Índice Medio Diario (IMD) en Peaje Unión Progreso años del 2012 a julio 2021
Peaje Unión Progreso: Km. 354+365.04 Carretera IIRSA SUR – Tramo 3

MES/AÑO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ENE	0	1,020	894	901	1,012	1,200	1,354	1,416	1,271	1,459
FEB	0	1,014	847	938	1,078	1,211	1,266	1,313	1,295	1,451
MAR	764	975	845	946	1,134	1,185	1,369	1,143	818	1,494
ABR	881	1,000	766	1,007	1,225	1,205	1,358	1,140	233	1,386
MAY	771	1,005	937	1,028	1,214	1,181	1,433	1,156	457	1,525
JUN	846	1,012	846	1,068	1,197	1,210	1,471	1,190	761	1,565
JUL	946	1,007	900	1,099	1,291	1,274	1,524	1,247	1,067	1594*
AGO	980	1,112	929	1,113	1,293	1,269	1,522	1,308	1,205	0
SET	1,019	1,024	938	1,046	1,249	1,296	1,423	1,272	1,430	0
OCT	992	850	876	1,011	1,227	1,274	1,405	1,292	1,636	0
NOV	1,034	1,016	908	781	1,197	1,269	1,254	1,283	1,634	0
DIC	1,031	1,022	951	991	1,232	1,316	1,460	1,321	1,583	0

*Al 09/07/2021 Fuente: Concesionaria Interoceánica Sur – Tramo 3

4.2.3. Resumen Estadístico Indicadores Anuales

Tabla 14 Resumen Estadístico Indicadores Anuales IIRSA SUR Tramo 3 Carretera Inambari- Iñapari
Periodo 2012 – 2020

a) Tráfico										
	UNIDAD	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Número de Vehículos										
Total Ligeros	Vehículos	401 090	545 782	518 338	563 317	666 926	669 378	737 463	691 846	560 672
Total Pesados	Vehículos	100 139	147 379	145 405	149 201	179 995	190 185	213 024	206 311	180 803
Número de Ejes Cobrables										
Total Ligeros	Ejes	401 090	545 782	518 338	563 317	666 926	669 378	737 463	691 846	560 672
Total Pesados	Ejes	360 400	552 028	573 056	582 675	695 562	747 426	824 490	841 715	726 658
Número de Vehículos por Unidad de Peaje										
Planchón	Vehículos	176 880	236 307	251 001	263 938	305 677	301 564	320 760	317 766	241 072
Ligeros	Vehículos	141 720	193 119	203 355	215 079	248 203	242 226	256 782	255 038	187 542
Pesados	Vehículos	35 160	43 188	47 646	48 859	57 474	59 338	63 978	62 728	53 530
San Lorenzo	Vehículos	65 458	93 129	90 361	89 236	106 463	108 904	120 443	126 679	98 791
Ligeros	Vehículos	51 520	69 575	66 604	69 896	81 389	80 694	89 029	90 117	66 492
Pesados	Vehículos	13 938	23 554	23 757	19 340	25 074	28 210	31 414	36 562	32 299
Unión Progreso	Vehículos	258 891	363 725	322 381	359 344	434 781	449 095	509 284	453 712	401 612
Ligeros	Vehículos	207 850	283 088	248 379	278 342	337 334	346 458	391 652	346 691	306 638
Pesados	Vehículos	51 041	80 637	74 002	81 002	97 447	102 637	117 632	107 021	94 974
Número de Ejes por Unidad de Peaje										
Planchón	Ejes	265 216	350 296	385 337	401 808	469 776	476 310	508 977	513 011	399 210
Ligeros	Ejes	141 720	193 119	203 355	215 079	248 203	242 226	256 782	255 038	187 542
Pesados	Ejes	123 496	157 177	181 982	186 729	221 573	234 084	252 195	257 973	211 668
San Lorenzo	Ejes	101 151	150 172	163 852	148 056	179 889	194 533	219 041	242 626	193 898
Ligeros	Ejes	51 520	69 575	66 604	69 896	81 389	80 694	89 029	90 117	66 492
Pesados	Ejes	49 631	80 597	97 248	78 160	98 500	113 839	130 012	152 509	127 406
Unión Progreso	Ejes	395 123	597 342	542 205	596 128	712 823	745 961	833 935	777 924	694 222
Ligeros	Ejes	207 850	283 088	248 379	278 342	337 334	346 458	391 652	346 691	306 638
Pesados	Ejes	187 273	314 254	293 826	317 786	375 489	399 503	442 283	431 233	387 584
b) Recaudación por Cobro de Peaje										
	UNIDAD	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total	Soles	3 807 450	5 596 534	5 887 001	6 412 817	8 432 060	9 062 009	9 843 350	10 111 084	7 537 905
Ligeros	Soles	2 005 450	2 782 147	2 794 897	3 151 804	4 125 960	4 280 651	4 647 783	4 560 313	3 404 830
Pesados	Soles	1 802 000	2 814 387	3 092 104	3 261 014	4 306 099	4 781 358	5 195 567	5 550 771	4 133 075
c) Accidentes										
Accidentes	Personas	-	60	145	138	143	119	166	137	107
Heridos	Personas	-	32	97	88	68	75	74	56	50
Fallecidos	Personas	-	6	25	15	16	11	3	8	12

Fuente: Concesionaria Interoceánica Sur – Tramo 3

4.3. Datos de Accidentabilidad

A continuación se presenta estadística sobre: Accidentes por tipo de consecuencia correspondiente a los años 2015 a 2020, Accidentes por tipo de consecuencia año 2020, Daños Personales por accidentes, periodo 2014 – 2020, Accidentes en el Tramo en evaluación Feb 2020 - junio 2021, Costos sociales unitarios asociados a lesionados:

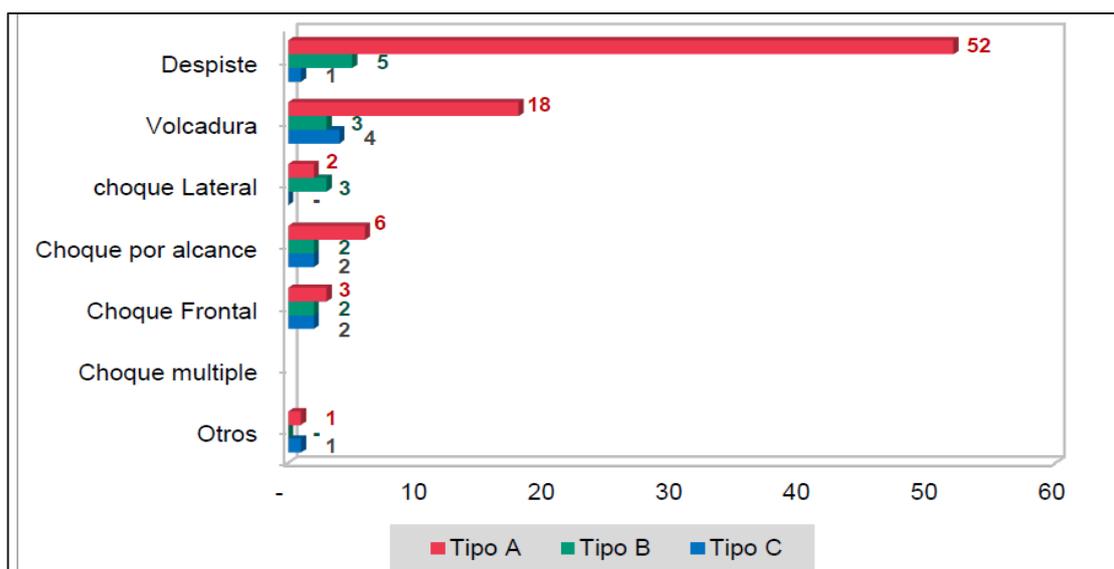
4.3.1. Por Tipo de consecuencia

Tabla 15 Accidentes por tipo de consecuencia

Año	Tipo de accidente			Consecuencias del Accidente		
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Ilesos	Heridos	Fallecidos
2015	87	36	15	171	88	15
2016	93	40	10	228	68	16
2017	76	36	7	225	75	11
2018	124	39	3	212	74	3
2019	99	31	7	240	56	8
2020	82	15	10	109	50	12

* Los accidentes tipo A sólo producen daños materiales (no muertos ni heridos), los accidentes tipo B producen daños materiales y heridos y los accidentes tipo C producen daños materiales, personales y fallecidos (son los más severos).
Fuente: Concesionaria Interoceánica Sur – Tramo 3 S.A.
Elaboración: Gerencia de Regulación y Estudios Económicos del Ositrán.

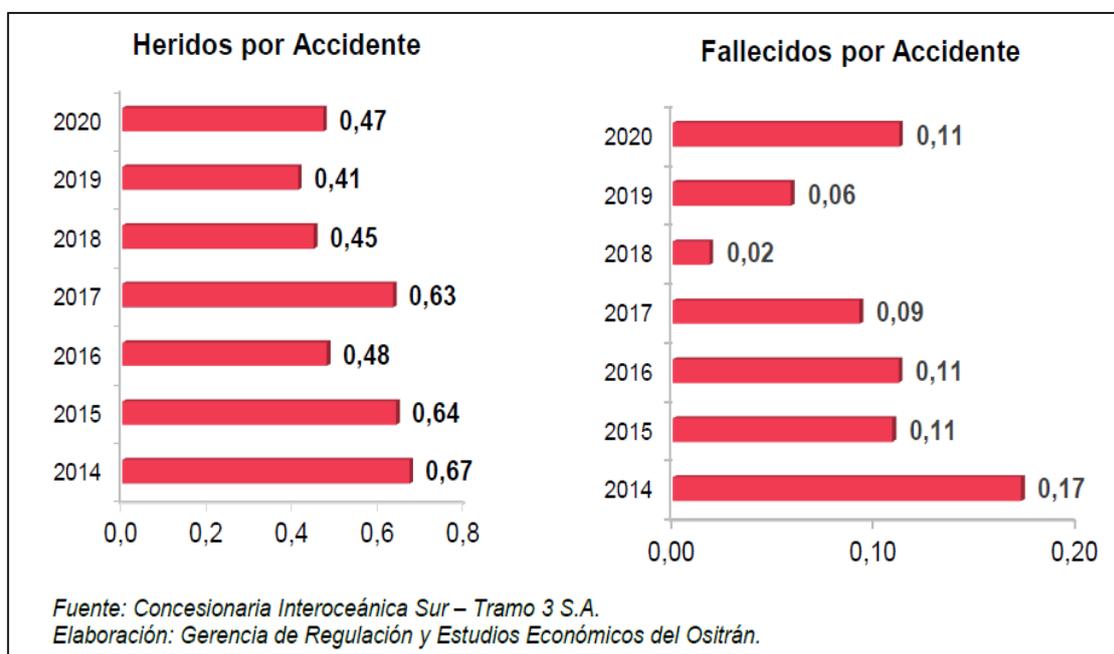
Fuente: Concesionaria Interoceánica Sur – Tramo 3



Fuente: Concesionaria Interoceánica Sur – Tramo 3

Ilustración 57 Accidentes por tipo de consecuencia año 2020

4.3.2. Por Daños Personales causados



Fuente: Concesionaria Interoceánica Sur – Tramo 3

Ilustración 58 Daños Personales por accidentes, periodo 2014 – 2020

4.3.3. Accidentes en el Sector

Tabla 16 Accidentes en el Sector en estudio
(Periodo Feb 2020 a junio 2021)

Tipo de evento	Causa probable	Sentido vial	Lugar afectado	Herido leve	Herido Grave	Muertos	Ilesos	Vehículo
Despiste	Presencia de lluvias	Descendente	Der. Vía	0	0	0	1	Automóvil
Despiste	Invasión carril	Ascendente	Berma	0	0	0	1	Camión
Despiste	Falla mecánica	Ascendente	Berma	0	0	0	1	Automóvil
Despiste	Invasión carril	Descendente	Media Vía	1	0	0	0	Camión
Volcadura	Invasión carril	Descendente	Media Vía	0	0	0	1	Automóvil
Despiste	Invasión carril	Descendente	Media Vía	0	0	0	1	Camioneta
Despiste	Presencia de lluvias	Descendente	Media Vía	0	0	0	1	Camión
Despiste	Exceso de velocidad	Descendente	Media Vía	0	0	0	1	Camioneta
Despiste	Presencia de lluvias	Descendente	Berma	1	0	0	0	Automóvil

Despiste	Presencia de lluvias	Descendente	Media Vía	0	0	0	2	Camioneta
Volcadura	Invasión carril contrario	Ascendente	Berma	0	0	0	1	Camión
Choque frontal	Invasión carril contrario	Ascendente	Media Vía	0	0	0	1	Semitrailer
Volcadura	Invasión carril	Descendente	Media Vía	0	0	0	2	Motocicleta, Automóvil
Despiste	Presencia de lluvias	Ascendente	Media Vía	0	0	0	2	Semitrailer
Choque lateral	Invasión carril contrario	Descendente	Berma	0	0	0	1	Automóvil
Choque lateral	Presencia de lluvias	Descendente	Media Vía	0	0	0	1	Camión
Despiste	Falla mecánica	Ascendente	Media Vía	0	0	0	1	Camioneta
Volcadura	Conductor exhausto	Ascendente	Der. Vía	1	0	0	0	Camión, Automóvil
Choque lateral	Conductor ebrio o drogado	Ascendente	Der. Vía	0	0	0	1	Camión
Choque lateral	Maniobra evasiva o temeraria	Ascendente	Media Vía	0	0	0	1	Camión, Station Wagon

Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Costos sociales unitarios asociados a lesionados

Tabla 17 Costos sociales unitarios asociados a lesionados

Nivel de Gravedad	Costo Social	
	(US\$/Acc)	\$/Acc
Ileso	599.93	2,009.76
Leve	373.45	1,251.06
Menos grave	489.83	1,640.93
Grave	1859.73	6,230.10
Fatal	54.073.73	181,153.70

Fuente: PROINVERSIÓN 2014 citado por Del Aguila (2017)

V. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE SEÑALIZACIÓN VIAL

5.1. Implementación de Señalización Vial

En principio, la señalización vial en el tramo en estudio si bien es eficaz para cumplir la demanda vehicular que circula a diario se puede optimizar modernizándola con un sistema de sensores que operen pantallas.

Si bien estos accidentes no pueden preverse, por la irreflexión de los choferes, debido al clima o por defectos en los mecanismos, una fracción considerable de los mismos ocurren por una señalización defectuosa o no ser apropiadas, aumentando el desorden, la lentitud en el desplazamiento vehicular y el riesgo de accidentes de tránsito con las consiguientes lesiones e incluso pérdidas de vidas.

Paralelo a la implementación de una señalización vial adecuada se debe fomentar una educación vial que instituya una conciencia de respeto a las disposiciones de tránsito.

Tomando en consideración lo expuesto, se plantea modificaciones en relación a la señalización tanto vertical como horizontal incluyéndose una propuesta de un aparcamiento de la siguiente manera:

5.1.1. Señalización Vertical

5.1.1.1. Señales Preventivas de Suceso no predecibles como accidentes

Se comparte la idea propuesta en la Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera No 220, donde proponen una señal luminosa vertical, ubicada de tal forma que los usuarios de la vía posean el tiempo necesario para percibir la señal, enmendar y obedecerla. Esta señalización de mensaje variable proporciona los mensajes que necesarios para puntualizar o informar la situación presentada. Este tipo de señalización permite proteger a la gente implicada, posibilitar los cometidos conformantes del incidente y facultar la circulación de personas ajenas, que demandan servirse de las rutas dañadas. Se resalta la importancia de considerar la difusión de este tipo de señal, con la intención de

proporcionar una percepción anticipada en los usuarios de los caminos y pobladores del lugar.

Indican que, de implantarse esta clase de señalización vertical con base al uso de señales dinámicas en pantallas asistidas por sensores y abastecida de energía por paneles solares, permite dar información visual de aspectos claves para la seguridad vial en curvas peligrosas. Así se aprecia que cuando el sistema detecta un vehículo, con un sensor con tecnología “Doppler” o detectores acústicos, ubicados en bandas sonoras transversales al carril, se activa un panel luminoso, con focos LED’s que destellan alertando al conductor que viene en sentido inverso llamando su atención y obligándolo a moderar su velocidad y tomar la curva con mayor precaución.

Mencionan asimismo que, este tipo de sensor “Doppler” incorpora un microprocesador que detecta un vehículo y empleando una interfaz de comunicación que puede ser de tecnología con hilos (Ethernet o RS485), o sin hilos (RF, WiFi, 3G, 4G), enviará la información al panel luminoso.

Con la sensorización de estas señales se ha conseguido que la información que transmiten pase de ser algo estático a una información dinámica y puntual que permite conocer en tiempo real la situaciones de la seguridad en las vías en el medio más o menos próximo de la señal, recibiendo información sólo en el caso de la presencia de vehículo en cruce.

La autonomía que proporcionan los equipos de alimentación fotovoltaicos y sus cada vez más reducidas dimensiones y mayor eficiencia, hace que se pueda disponer de un punto de información en cualquier lugar en donde exista un elemento de señalización vertical.

5.1.1.2. Componentes del sistema de señalización vertical propuesto

Se contará con un equipo por carril y contará con:

Un sensor

Una pantalla electrónica de luces LED

Estación de proceso de datos – DPS

Como experiencia se menciona que TECNIVIAL junto con Sensefields han desarrollado un sistema de señalización dinámica capaz de avisar de la aparición de vehículos en curvas. Al detectarse un automóvil en uno de los carriles de acceso a la curva se acciona un indicador luminoso, avisando al conductor que conduce en sentido opuesto de la vía, de la presencia de un vehículo en la curva, reclamando su atención y facilitando que modere la velocidad en la aproximación a la curva (Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera). A continuación se muestran ilustraciones tomadas como fuente de la Revista en mención.

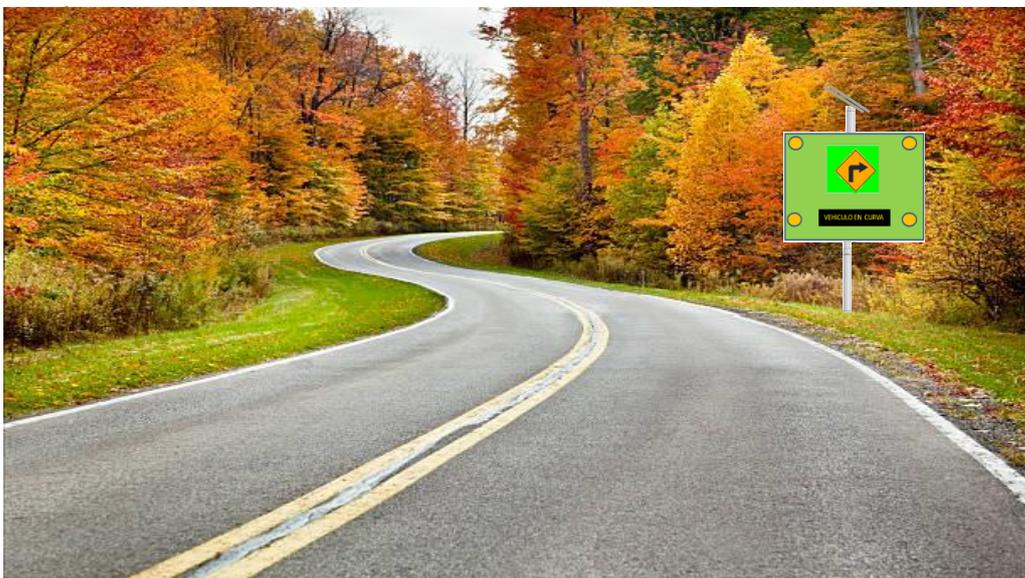


Ilustración 59 Señal luminosa con iluminación led y texto, con panel solar

Precisan los autores que, los datos recogidos por el sensor, son interpretados por el DPS y encenderá:

- Los cuatros focos led (focos basic 102, ver Ilustración 71, con una intensidad luminosa de más de 600 cd y una vida útil mayor de 50.000 horas, con una superficie de emisión de luz de 81,60 cm²),
- El pictograma de la señal y
- El panel led luminoso con el texto de vehículo en curva



Ilustración 60 Señal luminosa con iluminación led y texto



Ilustración 61 Estación de proceso de datos – DPS (Sensefields).

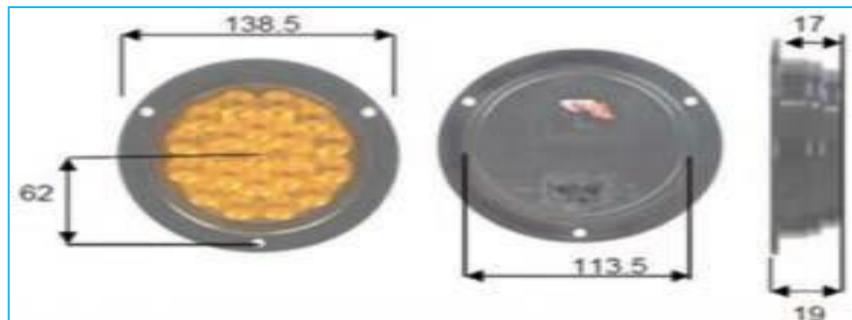


Ilustración 62 Foco Led Basic 102 de la señal diseñada (cotas en mm).



Ilustración 63 Sensor “Sensefields Sensor Mote” instalado en el pavimento de la vía



Ilustración 64 Diseño de señal luminosa con iluminación led y texto, con dimensiones

El sistema de señalización dinámica consiste en la instalación, mediante una perforación en el pavimento de sensores “Sensefields Sensor Mote”, magnetómetro de tres ejes, inteligente y de baja potencia que mide las fluctuaciones en el campo magnético terrestre causados por el paso de vehículos (Ilustrac. 72).

Las principales características del sensor magnético son las detalladas en la tabla siguiente (Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera):

:

Tabla 18 Características del sensor magnético

Ratios de muestras	64/93/128 Hz
Alimentación	Batería de litio reemplazable
Vida útil de batería	Más de 10 años
Medidas	110*110 mm
Carcasa	Fibra de vidrio
Protección	IP67 e IK10
Estándar de transferencia de datos	IEEE 802 15.4, 868/915 MHz PHY
Velocidad de transferencia de datos	100 Kbps
Área de actuación	30 m
Sensor interno	Magnetómetro de 3 ejes. Sonda de temperatura. Indicador de carga de batería
Mantenimiento	Fácil y mínima. Puesta en marcha sencilla.
Temperatura de funcionamiento	desde -40°C a +85°C

Ubicación del sensor y la pantalla

El sensor se ubicará a menos de 100 m de la curva en estudio y la pantalla a 80 m de la misma, delante del sensor. El DPS se ubicará debajo de la pantalla.

5.1.2. Señalización Horizontal

Para esta clase de señalización se proponen dos sistemas: el uso de pintura fluorescente y los guardavías con cilindros giratorios.

5.1.2.1. Uso de pintura fluorescente

Para el primer caso se utilizan en las 'smart roads', (vías inteligentes) y tienen como fin principal acrecentar la seguridad vial. Para tal efecto se emplean pinturas con detalles fluorescentes, absorbentes de rayos ultravioleta solares los mismos que son devueltos como una emisión verde neón por la noche. De esta manera se habilita la disminución o eliminación de instalaciones de luz pública, mejorando la luminosidad en las líneas de advertencia en la carretera, optimizando la pericia al volante de los conductores. Al excluirse los postes de luz, se elimina también el riesgo de chocar contra ellos. La innovación trata del uso de abundancia de cristales que mezcladas con la pintura y un aditivo, puede ser el europio, doble o triplica la fosforescencia de los cristales (Manual de Seguridad Vial, 2017). En la misma línea de pensamiento se menciona a Starpath, enlucido pulverizante de efecto similar con los rayos ultravioleta, está hecha por Pro-Teq, su peculiaridad es que, aparte de optimizar la visibilidad y poco consumo de energía, es antideslizante y duradera al agua, propiedad que asimismo mejora la seguridad.



Ilustración 65 Pintura con efecto fluorescente por la absorción de rayos ultravioleta solares y emisión de un verde neón en la noche



Ilustración 66 Pintura amarilla en la pista

5.1.2.2. Los guardavías con cilindros giratorios

Según TECNOVIAL para el segundo caso se utilizan los guardavías con cilindros giratorios que absorben la energía del impacto y la convierten en energía de rotación para impulsar el vehículo hacia adelante en lugar de romper una barrera inamovible

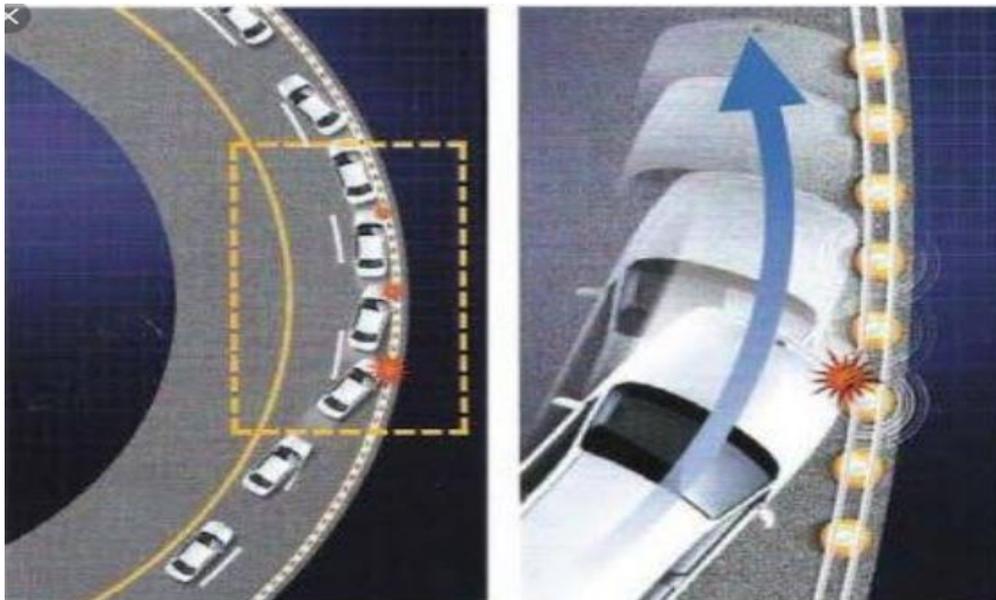


Ilustración 67 Se absorbe la energía del impacto y la convierte en energía de rotación

El sistema consta de cilindros giratorios hecho de EVA, espuma de polímero termoplástico conformado por unidades de etileno y acetato de vinilo, con excelente poder de absorción de impactos, marcos de amortiguación tridimensionales y apoyos densos que sostienen los marcos.



Ilustración 68 Los cilindros giratorios A



Ilustración 69 Los cilindros giratorios B

Los cilindros giratorios vienen con una lámina reflectante adjunta para una buena visibilidad.



Ilustración 70 Los cilindros giratorios con lámina reflectante

Indican los autores que los rieles del carril y los apoyos líquidos absorben los golpes de los vehículos accidentados y los bastidores con la superficie lisa ajustan los neumáticos de los vehículos y los guían en la dirección de movimiento para evitar segundas colisiones traseras. La estructura tridimensional del marco en forma de D y el soporte amortiguador distribuyen y absorben el segundo impacto.



Ilustración 71 Los rieles de los cilindros giratorios

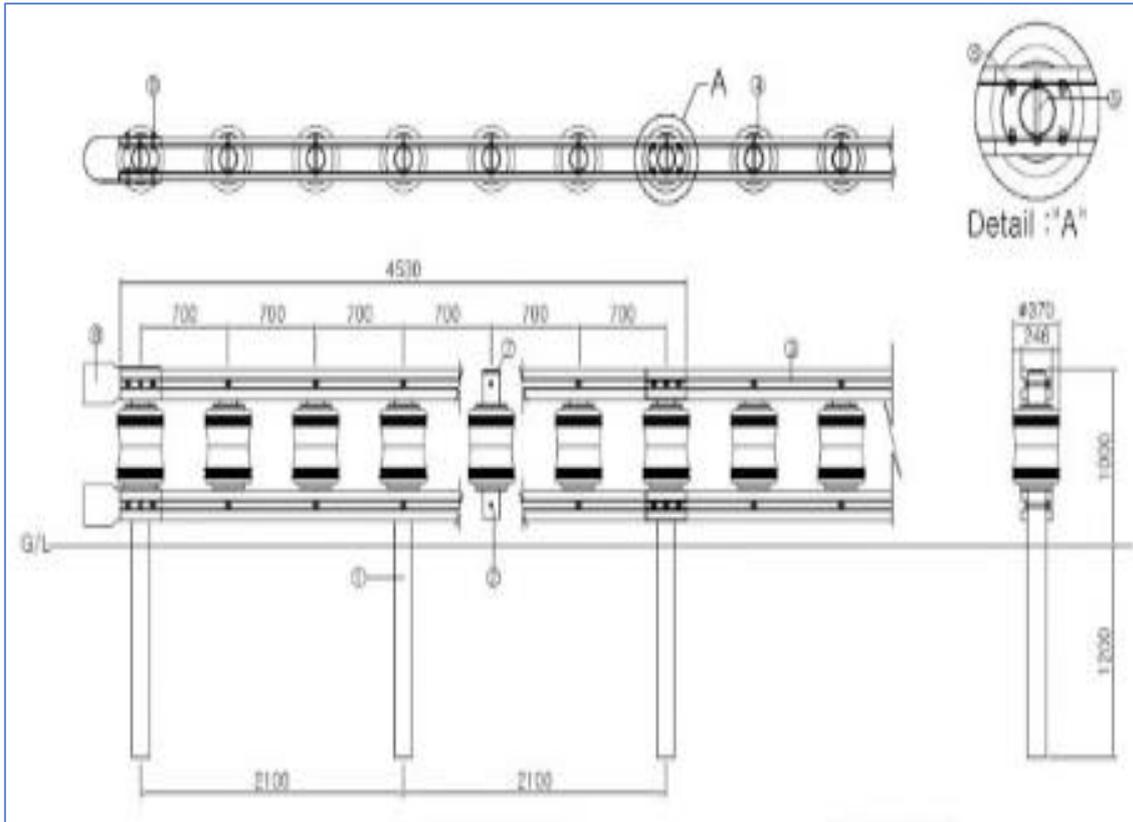


Ilustración 72 Vista frontal de los guardavías con cilindros giratorios

5.2. Implementación del Sistema de aparcamiento y señalización

Considerando el progresivo aumento en los incidentes protagonizados por vehículos en colisión, en su mayoría camiones, en la curva en estudio durante los últimos meses, se plantea habilitar una zona de aparcamiento próxima a la curva para estos vehículos averiados, con fallas mecánicas o para descanso de los conductores que les vence el sueño.

Se toma como referencia las recomendaciones efectuadas para habilitar apartaderos en Tratados de Seguridad Vial, Agenda para el diseño e implementación de aparcaderos disuasorios en España. El estacionamiento planteado deberá contar con los siguientes servicios: una estación de emergencia (teléfono, extintores y mangueras de agua), sistema de vigilancia por vídeo de circuito cerrado (CCTV), espacio para reparar su vehículo, solicitar el apoyo de una grúa o acceder a un descanso incluyendo a sus acompañantes pudiendo abastecerse automáticamente de bebidas y de bocadillos, así como usar las

duchas, servicios higiénicos e internet. Todo este proyecto es abastecido por paneles solares.

En las ilustraciones siguientes se muestran diferentes vistas del aparcamiento planteado así se tiene: un plano general, los servicios ofertados, la tranquera de acceso, todo gestionado por sensores y abastecido por energía de paneles solares.



Ilustración 73 Aparcamiento Plano General

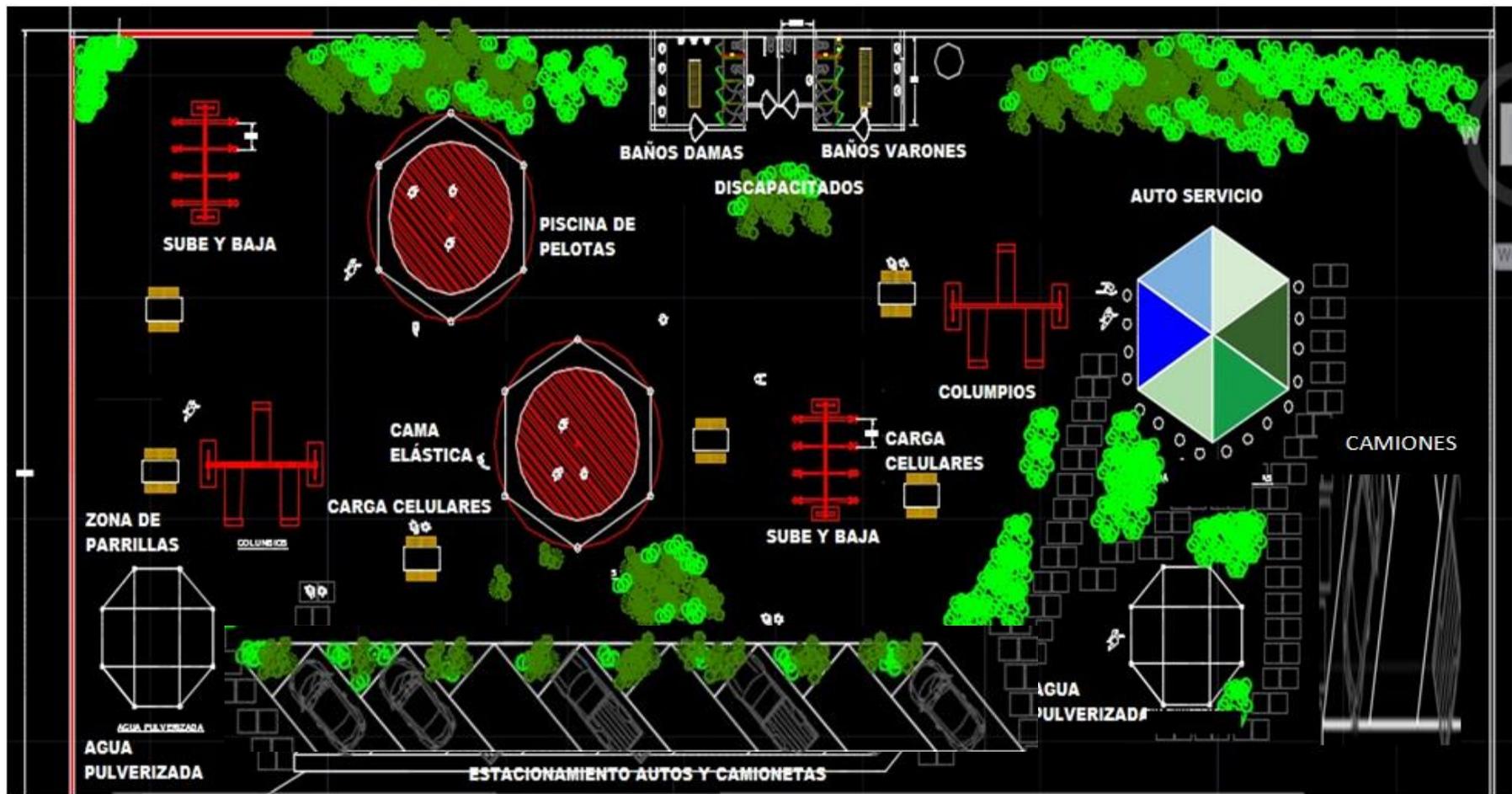


Ilustración 74 Aparcamiento servicios ofertados



Ilustración 75 Aparcamiento en tramo Santa Rosa, Interoceánica Sur, en Madre de Dios



Ilustración 76 Servicio de expendio automático de café, gaseosas, bocaditos, etc.



Ilustración 77 Servicio de cargadores de celulares y otros con panel solar



Ilustración 78 Servicio de agua pulverizada para refrescar

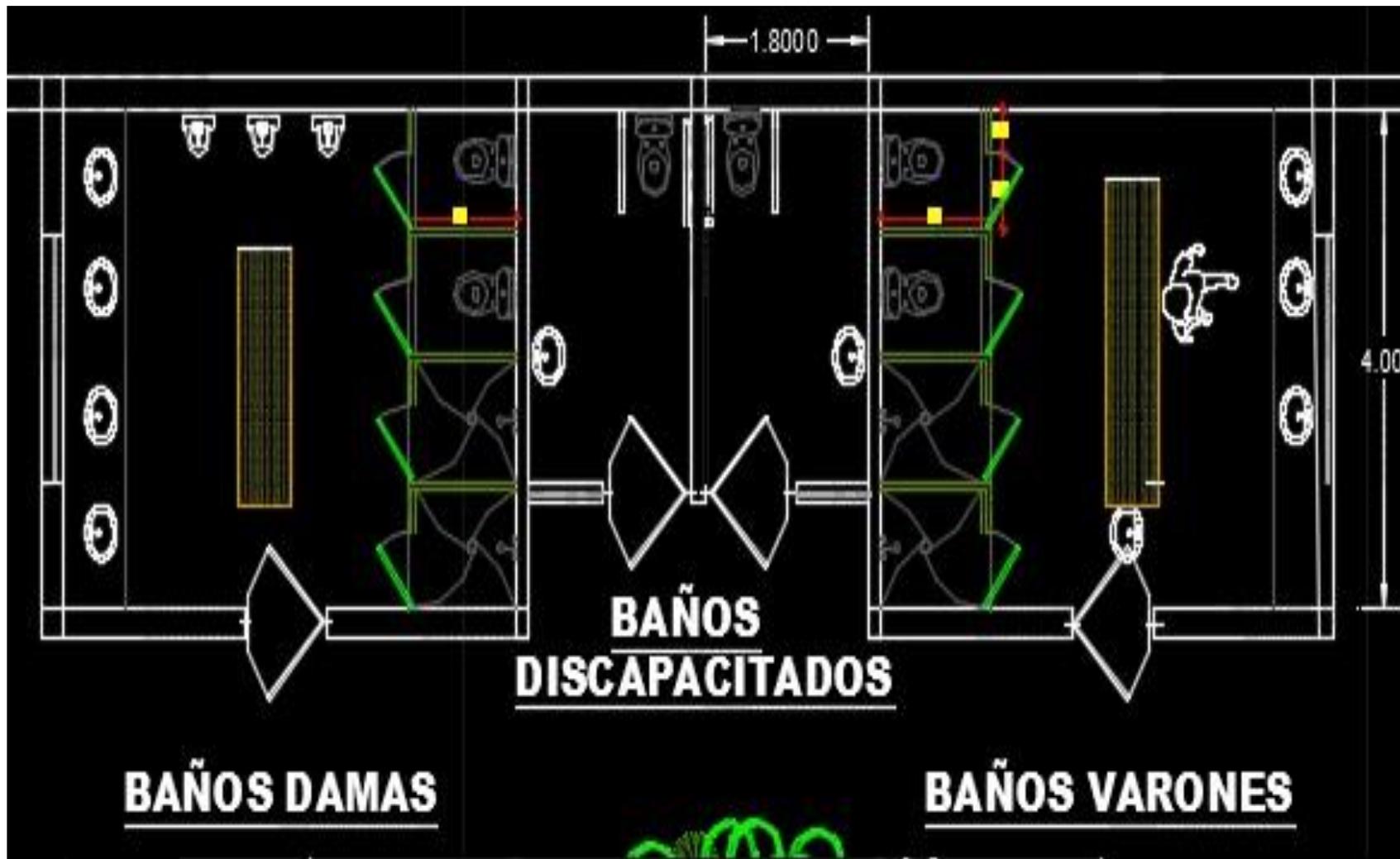


Ilustración 79 Servicios Higiénicos



Ilustración 80 Postes de iluminación externa y cámaras de seguridad con panel solar



Ilustración 81 Tranquera de ingreso con funcionamiento con sensores



Ilustración 82 Señalización vertical abastecida de energía por un panel solar



Ilustración 83 Señalización vertical de estacionamiento



Ilustración 84 Batería



Ilustración 85 Inversor



Ilustración 86 Panel Solar



Ilustración 87 Focos led

5.2.1. Terreno donde se podría construir el aparcamiento

A continuación se muestra el lugar donde se podría construir el aparcamiento y se ubica en las inmediaciones de la Capilla del Sr. De la Cumbre



Ilustración 88 Capilla del Sr. De la Cumbre vista frontal



Ilustración 89 Capilla del Sr. De la Cumbre vista lateral



Ilustración 90 Mostrando una posible ubicación previa la eliminación del pequeño cerro que se señala



Ilustración 91 Señalización para ingresar al aparcamiento



Ilustración 92 Sugerencia de una zona de aparcamiento de vehículos pesados



<p>ASISTENCIA EN RUTA. TRASLADOS: BUSES, CAMIONES, VEHÍCULOS LIVIANOS. SERVICIO MECÁNICO. APARCADERO PARTICULAR. SEGURO DE CARGA.</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: right;">JOSÉ TORREJÓN 9 4411 0095 gruasovalle@gmail.com</p>

Ilustración 93 Servicio de Grúa de Grúas Ovalle



Ilustración 94 Ejemplo de señales de estaciones de seguridad y auxilio (SOS)

5.2.2. Servicios básicos del Sistema de aparcamiento

Según Jordi Balsells en su Guía de diseño de aparcamientos, los servicios básicos de un sistema de aparcamiento son:

Alumbrado: Se precisa de energía eléctrica para el alumbrado, dispositivos de defensa y orientación, instrumentales, por lo que conveniente disponer de un sistema de energía con paneles solares. Una buena iluminación da impresión de excelente seguridad.

Ventilación: Considerando el peligro atribuido a los gases de escape de los vehículos en los aparcaderos es preciso una adecuada ventilación y en establecimientos con ventilación natural, es indispensable que ésta sea transversal a la edificación, con una sección mínima de 0,06 m² por punto de aparcadero..

Desagüe: Tiene el cometido de vaciar líquidos (agua, carburantes, lubricantes, etc.) que desprendan los coches así como agua de lluvia. En general, el terreno debe tener una suave pendiente tanto longitudinal como transversal de 1.0 a 1,5%.

Señalización: Se utilizan con esta finalidad rótulos, avisos de itinerarios, señales lumínicas y fluorescentes; así como parachoques y bordillos. Es necesario mostrar los puntos negros con luces intermitentes de amarillo

Protección anti incendios: Los dispositivos constructivos deben ser resistentes al fuego en toda instalación.

De igual forma se tiene que indicar la frecuencia y número que señale el procedimiento de los extintores de mano.

5.3. Contrastación de la Hipótesis

Efectuado el estudio sobre mejoras en el tránsito con énfasis en la señalización en el tramo en investigación, se complementa éstas con cursos educativos en seguridad en vías, se asume que se moderarán en forma significativa los indicadores de accidentabilidad, en ese sentido se corrobora la hipótesis planteada de que:

La aplicación de modernos sistemas de señalización así como de aparcamiento optimizará la seguridad en el tramo “Santa Rosa” carretera interoceánica en Tambopata, Madre de Dios, previniendo accidentes.

De igual forma y tomando en cuenta las hipótesis específicas se confirma que en el tramo en estudio

- a) La actual señalización vial requiere cambios
- b) No se cuenta con un sistema de aparcamiento.
- c) Un moderno diseño con base al uso de sensores, pintura de vanguardia y uso de guardavías con cilindros giratorios optimizará el actual sistema de señalización vial.
- d) Es necesario un aparcamiento con una ubicación y diseño adecuados.

VI. DISCUSIÓN

La discusión de resultados se efectúa tomando en cuenta los objetivos específicos, es así que:

1. En cuanto a establecer la conveniencia de la actual señalización vial se tiene que dicha señalización existe, está colocada según las disposiciones vigentes, está bien mantenida y corresponde en todo sentido a lo señalado en Manual vigentes de Control de Tránsito Automotor para Calles y Vías.
2. Referente a verificar la existencia de un sistema de aparcamiento, se precisa que el tramo Santa Rosa en estudio, no cuenta con un aparcamiento, debido posiblemente a no haberlo considerado el proyecto.
3. En relación a diseñar un moderno sistema de señalización vial se tiene que en cuanto a señalización vertical se ha tomado en consideración actuales sistemas de señalización implementados, como muestra la Revista Técnica de la Asociación Española de la Carretera en su No 220 correspondiente a jul-ago 2018 (pp 42 – 49), sistemas que se basan en el uso de señales dinámicas en pantallas asistidas por sensores, todo abastecido por paneles solares. En lo concerniente a señalización horizontal se plantea utilizar: primero y según la experiencia de la firma holandesa Heijmans en una autopista cercana a Ámsterdam (Revista Canales sectoriales de fecha 09/04/2015), una pintura con características fluorescentes que absorban los rayos ultravioleta del sol y emita una luz verde neón por la noche, posibilitando la disminución o incluso la eliminación del alumbrado público, de igual forma se incrementaría la visibilidad de las líneas de indicación que al delimitar el recorrido de la carretera, mejorarían la destreza al volante de los conductores. Segundo se sugiere la implementación de guardavías con cilindros giratorios que absorben la energía del impacto y la convierten en energía de rotación para impulsar el vehículo hacia adelante en lugar de romper una barrera inamovible.

4. En cuanto a ubicar y diseñar un adecuado sistema de aparcamiento, se tienen que lo formulado corresponde a un moderno lugar donde se provea de los servicios necesario de manera que el conductor pueda reparar su vehículo, solicitar el apoyo de una grúa o acceder a un descanso incluyendo a sus acompañantes pudiendo abastecerse automáticamente de bebidas y de bocadillos, así como de usar las duchas, servicios higiénicos e internet. Todo este proyecto es abastecido por paneles solares. Para este efecto se han utilizado algunas recomendaciones consideradas en la Guía para la implantación de aparcamientos disuasorios en Andalucía (2010), la Guía de diseño de aparcamientos de Balsells (s.f.) así como en el Manual de Seguridad Vial, 2017

En resumen:

El tramo Santa Rosa conformante de la carretera interoceánica en Tambopata, Madre de Dios, en estudio, cuenta con la señalización vertical y horizontal correspondiente, sin embargo éstas pueden ser modernizadas con el uso de sensores, pinturas fluorescente y guardavías con cilindros giratorios, posibilitando ofrecer optimas condiciones de seguridad vial y confort en el manejo. De igual manera el contar con un aparcadero innovador coadyuvaría con la imagen de una vía segura y confiable.

VII. CONCLUSIONES

A continuación se muestran las conclusiones a que se ha arribado tomando en consideración los objetivos planteados, en ese sentido se menciona:

- El tramo en estudio cuenta con una señalización vertical y horizontal, debidamente conservada y de acuerdo a normas.
- Dicho tramo no cuenta con un aparcadero.
- De implementarse las señalizaciones vertical y horizontal planteadas se modernizaría el sistema actual proporcionando mayor seguridad vial y confort en el manejo.
- De efectuarse la construcción del aparcadero propuesto, la vía en estudio, ofrecería mayor seguridad, comodidad y recreación a los usuarios de dicha ruta.

En cuanto a relacionar con las hipótesis específicas se corrobora que:

- La actual señalización vial requiere cambios
- No se cuenta con un sistema de aparcamiento.
- Un moderno diseño con base al uso de sensores, pintura de vanguardia y uso de guardavías con cilindros giratorios optimizará el actual sistema de señalización vial.
- Es necesario un aparcamiento con una ubicación y diseño adecuados

Y en cuanto a la hipótesis general se confirma que la aplicación de modernos sistemas de señalización así como de aparcamiento optimizará la seguridad en el tramo “Santa Rosa” carretera interoceánica en Tambopata, Madre de Dios, previniendo accidentes.

VIII. RECOMENDACIÓN

- ✓ Realizar estos estudios en otros tramos
- ✓ Complementar la señalización vial propuesta con la difusión de trípticos donde se dé a conocer la existencia de este aparcamiento, sus servicios y ventajas
- ✓ Dar cursos de seguridad vial educativa en centros escolares y para la ciudadanía en general en los centros poblados aledaños

REFERENCIAS

- Abarca, E., Dorado, M.L., Gómez, N. & Mendoza, A. (2017) *Recomendaciones para mejorar la seguridad vial en sitios de conflicto a partir de microsimulación de tránsito*. Publicación Técnica. Instituto Mexicano del Transporte. México.
- Balsells, J. (s.f.) *Guía de diseño de aparcamientos*
- Bizarro, A., Herrera, J. & Villanueva, J. (2018) *Sistema de detección de tránsito vehicular*. Tesis de Especialización en Sistemas Embebidos. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. México.
- Bravo, S. (2013) *Carretera Interoceánica Sur del Perú. Retos e innovación*. Corporación Andina de Fomento. Colombia. ISBN: 978-980-6810-89-1
- Breña (2015) *Evaluación de giros de vehículos utilizando el software Vehicle tracking sobre Autocad Civil 3d*. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú
- Chávez y Peñarreta (2019). *Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento*. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Universidad de Cuenca, Ecuador
- Del Águila, R.M. (2017) *Propuesta de implementación de un sistema inteligente de transporte para La mejora de las condiciones viales en el tramo de la Panamericana Norte entre la Av. Los alisos y la Av. Abancay*. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- Desa y Obeso, 2017 *Construcción de un perfilómetro de precisión digital para el cálculo del índice de rugosidad internacional de una carpeta asfáltica en la carretera panamericana norte, tramo vía de evitamiento Trujillo desde el km 557+000 al 558+000*. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú
- Giordani, C y Leoni, D. (s. f.) *Pavimentos* Texto Cátedra Ingeniería Civil 1/ Departamento de Ingeniería Civil U.T.N. p.2)
- Gómez, D.A. (2019) *Arquitectura IoT para la Prestación del Servicio de Semaforización Inteligente en Bogota*. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia.

- Gómez, F.P. y Pabón, A.G. (2018) *Señalización vial para peatones*. Tesis de Especialización en Tecnologías de Información, Facultad de Administración de Empresas. Universidad Externado de Colombia.
- Gómez, G.A. y Quispe, J.L. (2017) *Evaluación de la seguridad vial - nominal de la carretera Enaco - abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geométrico*. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Andina del Cusco, Perú.
- Gómez, G.R. (2020) *Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los ppkk 9+185 y 20+240 (tramo "Bétera – Serra"), utilizando la metodología iRAP* Tesis de maestría. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Guillermo, D.A. (2018) *Mejoras en la seguridad vial con medidas de bajo costo*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://hablemosdeempresas.com/grandes-empresas/internet-de-las-cosas-sector-automovilistico/>
- Huamán, A.A. y Huamán, E.A. (2019) *Análisis de la seguridad vial en las principales vías arteriales de la ciudad del Cusco, mediante el método de inspección de seguridad vial, del Manual de Seguridad Vial Peruano (MSV-2017), entorno urbano*. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Andina del Cusco, Perú.
- Izquierdo, J. (2018) Señalización sensorizada: soluciones para la gestión y uso seguro de la vía. *Carreteras* 2018 Jul-Ago (220)
- Jaimes, G.T. (2019) *Identificación de puntos críticos para fortalecer la seguridad vial en el distrito de Huacho - Huaura – Lima, en el año 2018*. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad José Faustino Sánchez Carrión. Huacho. Perú.
- Junta de Andalucía (2010) *Guía para la implantación de aparcamientos disuasorios en Andalucía*. Buchanan Consultores. España.
- Lamego, J.A. (2017) *Desarrollo de un sistema inteligente de control de tráfico con software de código abierto en sistemas embebidos*. Tesis de Maestría. Centro de Tecnología Avanzada CIATEQ. México.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016) *Manual de Dispositivos de Control de Tránsito automotor para calles y carreteras*. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Montejo, A. (2002), *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Segunda Reimpresión. Universidad Católica de Colombia
- Narva, A.J.M. y Ponce, E.A. (2014) *Evaluación de los riesgos potenciales en carreteras por carencia de señalizaciones y propuesta de solución para la carretera quinua – san francisco (km. 26 + 000 – km. 78 + 500)*. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E. & Villagómez, A. *Metodología de la Investigación Científica y Elaboración de tesis*. CEPREDIM Lima Perú.
- OSITRAN (2020) *Informe de desempeño 2020: Concesión del Corredor Vial Interoceánico Sur Perú Brasil Tramo N° 3: Inambari – Iñapari*. Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público – OSITRAN.
- Ortiz (2018) *Evaluación de la seguridad vial de la carretera Cajamarca – Otuzco en función a sus parámetros de diseño*. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú
- Quispe, J.A. y Rioja, L. (2021) *Propuesta de un sistema de gestión de pavimentos (sgo) en el distrito de Surquillo – Lima, por medio de metodologías de identificación de defectos para la optimización de las vías locales del distrito*. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería. Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima Perú.
- Samaniego, J.F. (2019) *Internet de las Cosas, la tecnología que está revolucionando el sector automovilístico*.
- Solano, J.C.J. (2018) *Implementación de señalización de tránsito para la prevención de accidentes en las avenidas Mesones Muro y Pakamuros de la ciudad de Jaén*. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.
- Signovial (2018) *Iluminación en carreteras*
<https://www.signovial.pe/blog/iluminación-en-carreteras-microesferas-señalización-vertical-y-cintas-reflectivas/>

Terrones (2020) *Análisis de la seguridad vial de la carretera Celendín – Balzas tramo C. P. Santa Rosa - caserío Gelig en función a sus características geométrica*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú

ANEXOS

Anexo 1 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Independiente: La señalización vial y el aparcamiento	La señalización del tránsito vial y el aparcamiento permiten un ordenamiento vehicular y peatonal, previniendo congestión, accidentes y evitando lesiones y pérdida de vidas humanas (Solano, 2018)	La señalización del tránsito vial y el aparcamiento tienen que ver con el uso de señales verticales y horizontales así como el uso de espacios para aparcar los vehículos en colisión	Señales verticales Señales horizontales Espacios para aparcar	Señales Regulatoras o de Reglamentación Señales de Prevención Señales de Información Marcas planas Marcas elevadas Guardavías Marcas para estacionar Señalización para rampas de emergencia	Excelente Buena Regular Mala Inexistente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable Dependiente: La seguridad vial del tramo en estudio	La seguridad vial son todas las condiciones que permiten que las vías estén libres de daños o riesgos causados por la movilidad de los vehículos. Entre éstos se tienen al tipo de señalización y aparcamiento considerados en el diseño.(Perez & Lastre, (2014) citado por Huamán y Huamán (2019)	Se relaciona con la condición del servicio de transitabilidad ofrecido y se aprecia en el confort, la eficiencia de manejo, velocidad de desplazamiento, conservación de los vehículos	Confort, Eficiencia de manejo, Velocidad de desplazamiento, Conservación de los vehículos	Calidad del servicio de transitabilidad ofrecido	Muy buena Buena Regular Mala Muy mala

Anexo 2: Panel Fotográfico de Señalización Existente

Ilustración 95 Señales Reguladoras











Ilustración 96 Señales de Prevención











Ilustración 97 Señales de Información



Ilustración 98 Fotos de Señalización Horizontal











Anexo 3: Panel Fotográfico de donde se podría construir el aparcamiento



Ilustración 99 Frontis Capilla del Sr. De la Cumbre



Ilustración 100 Frontis Capilla del Sr. De la Cumbre



Ilustración 101 Frontis Capilla del Sr. De la Cumbre



Ilustración 102 Vista de la posible ubicación



Ilustración 103 Otra vista de la posible ubicación



Ilustración 104 Señalización para ingresar al aparcamiento



Ilustración 105 Techo con paneles solares



Ilustración 106 Sugerencia de una zona de aparcamiento de vehículos pesados