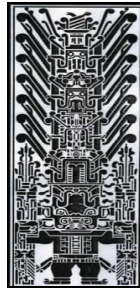


**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO  
VILLARREAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROPUESTA DE DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTENCION  
VEHICULAR TIPO BARRERAS DE SEGURIDAD PARA LA  
AUTOPISTA RAMIRO PRIALE**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ARTURO CESAR LOPEZ CARDENAS**

**LIMA – PERU**

**2016**

## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>v</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>vi</b>
<b>CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
1.1 FORMULACION NOMINAL DEL PROBLEMA .....	17
1.2 FORMULACION OPERACIONAL DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO .....	18
1.3 OBJETIVOS .....	18
1.3.1 GENERAL .....	18
1.3.2 ESPECIFICOS .....	19
1.4 JUSTIFICACION .....	19
1.4.1 JUSTIFICACION TEORICA.....	19
1.4.2 JUSTIFICACION PRÁCTICA .....	19
1.4.3 JUSTIFICACION ECONOMICA SOCIAL .....	20
1.5 IMPORTANCIA.....	20
<b>CAPITULO II MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1 ANTECEDENTES.....	22
2.1.1 INFORMACION EXISTENTE .....	22
2.2 SISTEMAS DE CONTENCION DE VEHICULOS .....	24
2.2.1 BARRERAS DE SEGURIDAD.....	26
2.2.1.1 CRITERIOS DE ENSAYO Y CERTIFICACION .....	30
2.2.2 TERMINALES.....	39
2.2.3 AMORTIGUADOR DE IMPACTO.....	40

2.2.3.1	PRINCIPIO DE DISEÑO DE LOS AMORTIGUADORES DE IMPACTO .....	40
2.3	NORMATIVA PERUANA .....	43
2.3.1	DIRECTIVA N° 007 – 2008 – MTC/02 SISTEMAS DE CONTENCION DE VEHICULOS TIPO BARRERAS DE SEGURIDAD .....	43
2.3.2	ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CARRETERAS (EG-2013).....	43
2.4	HIPOTESIS .....	44
2.4.1	HIPOTESIS GENERAL .....	44
2.4.2	HIPOTESIS ESPECÍFICO .....	45
2.5	IDENTIFICACION DE VARIABLES .....	45
2.5.1	VARIABLE INDEPENDIENTE (X) .....	45
2.5.2	VARIABLE DEPENDIENTE (Y).....	45
<b>CAPITULO III METODOLOGIA .....</b>		<b>46</b>
3.1	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION.....	46
3.2	DISEÑO DE INVESTIGACION.....	46
3.3	AREA DE INVESTIGACION.....	46
3.4	POBLACION.....	47
3.5	MUESTRA .....	47
3.6	TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS.....	48
3.7	TECNICA PARA EL PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS..	48
3.8	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE SCV TIPO BARRERAS DE SEGURIDAD.....	49
3.8.1	DETERMINACION DEL NIVEL DE CONTENCION DEL SCV TIPO BARRERA DE SEGURIDAD PARA LA AUTOPISTA RAMIRO PRIALE (De acuerdo a la Directiva N° 007-2008-MTC/02): .....	49

3.8.2	DETERMINACION DE LA NECESIDAD DE INSTALACION DE SCV TIPO BARRERAS DE SEGURIDAD.....	60
3.8.3	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS .....	82
3.8.4	ENSAYO A ESCALA REAL DE SISTEMA DE CONTENCION VEHICULAR TIPO BARRERA DE SEGURIDAD PROPUESTO .....	88
	<b>CAPITULO IV RESULTADOS.....</b>	<b>89</b>
4.1	PROPUESTA DE LOS SCV TIPO BARRERA DE SEGURIDAD A IMPLEMENTARSE EN LA AUTOPISTA RAMIRO PRIALE.....	89
4.2	ENSAYO A ESCALA REAL DE UN SCV TIPO BARRERA DE SEGURIDAD DE METAL H4 .....	91
4.3	CONTRASTACION DE HIPOTESIS.....	92
	<b>CAPITULO V DISCUSION, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES... 93</b>	
5.1	DISCUSION.....	93
5.2	CONCLUSIONES.....	94
5.3	RECOMENDACIONES.....	96
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>98</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>100</b>

## INDICE DE FOTOS

Foto 1 Berma lateral (Km 0+550 – 2+370). Postes a menos de 10 m de la calzada .....	61
Foto 2 Berma lateral. Ancho de trabajo (w) en Km 0+780 .....	62
Foto 3 Berma lateral (Km 2+670 – 4+550). Postes a menos de 10 m de la calzada .....	63
Foto 4 Berma lateral. Ancho de trabajo (w) en Km 4+020 .....	64
Foto 5 Berma lateral. Ausencia de puntos duros .....	65
Foto 6 Pórtico en separador central cerca de la calzada km 0+650 .....	66
Foto 7 Berma lateral (Km 5+500 – 7+750). Tramo sin puntos duros como postes .....	68
Foto 8 Pórtico en separador central cerca de la calzada km 6+750 .....	69
Foto 9 Berma lateral (Km 5+500 – 7+750). Tramo sin puntos duros .....	72
Foto 10 Postes de alta tensión (Km 7+750).....	74
Foto 11 Pórtico tipo pasavia (Km 8+200).....	75
Foto 12 Zona de terraplén Km 9+620 – 10+500 .....	77
Foto 13 Medición ancho de trabajo de barrera 9+620 – 10+500 .....	79
Foto 14 Objetos duros en separador central Km 9+620 – 10+500 .....	80
Foto 15 Transición inadecuada 4+000 (Puente Huaycoloro).....	83
Foto 16 Barreras de seguridad no certificados Tramo: Evitamiento – Tucanes .....	100
Foto 17 Inexistencia de SCV en zona de absoluta necesidad .....	100
Foto 18 Ancho de trabajo insuficiente Tramo: Evitamiento – Los Tucanes Km: 2+100.....	101
Foto 19 Terminales de barrera peligrosos Tramo: Los Laureles – Las Torres .....	101

Foto 20 Altura de barrera insuficiente Tramo: Los Laureles – Las Torres Km: 10+050.....	102
Foto 21 Barreras de seguridad deterioradas por impacto Tramo: Los Laureles – Las Torres Km: 9+200 .....	102
Foto 22 Vehículo liviano antes del impacto contra barrera H4.....	103
Foto 23 Vehículo liviano impactando contra barrera H4 .....	104
Foto 24 Barrera H4 conteniendo al vehículo liviano en el impacto .....	104
Foto 25 Barrera H4 redireccionando al vehículo liviano después del impacto .....	105
Foto 26 Barrera H4 redireccionado a su carril de circulación .....	105
Foto 27 Vehículo pesado antes del impacto contra barrera H4 .....	106
Foto 28 Vehículo pesado impactando contra barrera H4.....	106
Foto 29 Barrera H4 conteniendo y redireccionando al vehículo pesado después del impacto .....	107

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ejemplo de Deflexión Dinámica (D) y Ancho de Trabajo (W) .....	28
Figura 2 Caja de salida .....	36
Figura 3 Principio de la conservación de momento .....	42
Figura 4 Distancia mínima entre obstáculo y barrera.....	42
Figura 5 Ubicación Autopista Ramiro Priale .....	47
Figura 6 Longitud necesaria de una barrera .....	73
Figura 7 Sección transversal Km 9+670 – 10+000 .....	78
Figura 8 Transición barrera metálica dos a tres crestas y muro de concreto..	84
Figura 9 Transición barrera metálica de tres crestas a muro de concreto .....	84
Figura 10 Transición de barrera metálica de doble banda a muro de concreto .....	85
Figura 11 Zapatas de conexión para barreras de vigas acanaladas de acero	86
Figura 12 Terminal atenuador redireccionable- no traspasable .....	87

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de Ancho de Trabajo (W) .....	28
Tabla 2 Ensayos de impacto de vehículos (EN 1317) .....	32
Tabla 3 Niveles de contencion NCHRP Report 350 y EN 1317 .....	32
Tabla 4 Índices de severidad de impacto.....	35
Tabla 5 Criterios para la Distancia de Salida (cajón de salida).....	35
Tabla 6 Tipo de Trafico según el IMDA y el % de vehículos con masa mayor a 18t.....	50
Tabla 7 Nivel de contención de acuerdo al tipo de tráfico y vía .....	51
Tabla 8 Niveles de Contencion según norma Americana y Europea .....	53
Tabla 9 Trafico Proyectado al año 2016 Autopista Ramiro Priale.....	55
Tabla 10 Tipo de Trafico Ramiro Priale .....	56
Tabla 11 Equivalencias de niveles de contencion.....	58
Tabla 12 Características de los niveles de contencion .....	58
Tabla 13 Nivel de contencion del SCV tipo barreras de seguridad propuesto para la Ramiro Priale .....	59
Tabla 14 Barrera de seguridad propuesto en Berma lateral Tramo Evitamiento – Los Tucanes .....	67
Tabla 15 Barrera de seguridad propuesto en Berma Central Tramo Evitamiento – Los Tucanes.....	67
Tabla 16 Barrera de seguridad propuesto en Berma Lateral .....	70
Tabla 17 Barrera de seguridad propuesto en Separador central .....	71
Tabla 18 Distancia de salidas sugeridas (Lr) .....	75
Tabla 19 Barrera de seguridad propuesto para la Berma lateral tramo Los Laureles - Las Torres.....	81



Tabla 20 Barrera de seguridad propuesto para la Separador central tramo Los Laureles - Las Torres.....	82
Tabla 21 Nivel de contencion del SCV tipo barreras de seguridad propuesto para la autopista Ramiro Priale.....	90
Tabla 22 SCV tipo barreras de seguridad propuesto para la autopista Ramiro Priale.....	90