

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

*Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniero Mecánico Automotriz*

**PROYECTO TÉCNICO:**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ZONA DE FRENADO DE  
EMERGENCIA EN EL CANTÓN GIRÓN”**

**AUTORES:**

ESTEBAN PAÚL REGALADO CAJAMARCA

RODNEY PATRICIO SALAZAR CABRERA

**TUTOR:**

ING. LAURO FERNANDO BARROS FAJARDO, MSc.

CUENCA - ECUADOR

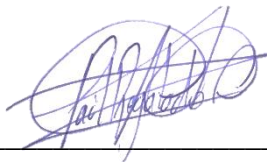
2021

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Esteban Paúl Regalado Cajamarca con documento de identificación N° 0302709720 y Rodney Patricio Salazar Cabrera con documento de identificación N° 1400919484, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ZONA DE FRENADO DE EMERGENCIA EN EL CANTON GIRÓN”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.



Esteban Paúl Regalado Cajamarca  
C.I. 0302709720



Rodney Patricio Salazar Cabrera  
C.I. 1400919484

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ZONA DE FRENADO DE EMERGENCIA EN EL CANTON GIRÓN”**, realizado por Esteban Paúl Regalado Cajamarca y Rodney Patricio Salazar Cabrera, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre de 2021.



---

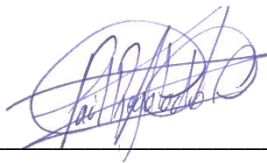
Ing. Lauro Fernando Barros, MSc.

C.I. 0103653457

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Esteban Paúl Regalado Cajamarca con documento de identificación N° 0302709720 y Rodney Patricio Salazar Cabrera con documento de identificación N° 1400919484, autores del trabajo de titulación: **“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA ZONA DE FRENADO DE EMERGENCIA EN EL CANTON GIRÓN”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre de 2021.



---

Esteban Paúl Regalado Cajamarca  
C.I. 0302709720



---

Rodney Patricio Salazar Cabrera  
C.I. 1400919484

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar un trabajo arduo como es el desarrollo del trabajo de titulación, quiero agradecer a varias personas que me han ayudado y acompañado en todo este proceso siendo así pilares fundamentales para la realización del mismo, en primer lugar, el agradecimiento infinito a Dios por permitirme llegar hasta aquí y culminar una etapa más en mi vida, agradezco también por la fuerza, carácter y las motivaciones que ayudaron para levantarme día a día y buscar el cumplimiento de mis sueños, metas y anhelos.

A mis incansables padres, esos seres luchadores que me dieron la vida y están pendientes de mi superación, paso a paso, dándome fuerza, palabras de aliento y apoyo.

**Esteban Paul Regalado Cajamarca**

En primer lugar, agradezco grandemente a DIOS por acompañar y guiar mis pasos a lo largo de esta trayectoria Universitaria, en segundo lugar, agradezco profundamente a mis padres Guido Patricio Salazar Guevara y Gladys Victoria Cabrera Riera por el grandísimo apoyo tanto moral como económico y ser siempre para mí un refugio y alentarme a seguir adelante siempre.

Agradezco infinitamente a los docentes que estuvieron junto a mí durante mi estadía dentro de esta prestigiosa universidad, en especial a mi tutor de tesis Ing. Lauro Barros que con su sabiduría y esfuerzo me supo guiar para culminar nuestro trabajo de titulación.

**Rodney Patricio Salazar Cabrera**

## **DEDICATORIA**

Distinguidos; Sergio Regalado y Nube Cajamarca, He aquí un mínimo reconocimiento por todo el inmenso amor, cariño y apoyo incondicional que infinitamente he obtenido de ustedes. Les dedico este trabajo, distinguidos padres, personas dignas de respeto y admiración por hacer de mi un ser constante, fuerte a adversidades, consciente de las capacidades y talentos, siendo para mí, guía y ayuda, para encaminarme por el sendero del éxito sin desmayar en el intento por alcanzar cada uno de mis objetivos.

**Esteban Paul Regalado Cajamarca**

Mi trabajo de titulación va dedicado de manera especial a mis padres que de una u otra manera me supieron guiar y nunca desistieron con su apoyo para yo lograr alcanzar mi anhelada meta de ser un profesional.

Dedico también a todos los docentes que me impartieron en mí sus conocimientos para hoy en día lograr tan grande meta.

**Rodney Patricio Salazar Cabrera**

## RESUMEN

El Ecuador cuenta con muchas elevaciones montañosas, cuyas rutas tienen pendientes muy pronunciadas donde se han registrado fallos en el sistema de frenos, siendo la causa principal de muchos siniestros de tránsito. La provincia del Azuay dispone de una red vial donde circulan toda clase de vehículos, clasificándolos por carga o capacidad de pasajeros. En este contexto, se menciona que muchos conductores al descender por pendientes pierden el control, dejando como resultado una catástrofe, por esta razón se vuelve necesario contar con una zona de frenado de emergencia en caso de que los frenos del vehículo fallen. En el documento se presenta una propuesta de diseño de zona de frenado para el cantón Girón, ubicada en la provincia del Azuay, con la cual se permita detener al vehículo y evitar daños materiales y pérdidas humanas, para ello se realizó un estudio bibliográfico y se empleó la metodología cualitativa y cuantitativa, indispensables para cumplir el objetivo principal de este trabajo, además de contribuir al mejoramiento de la seguridad vial.

**Palabras clave:** zona de frenado, seguridad vial, diseño, emergencia

## **ABSTRACT**

Ecuador has many mountainous elevations, whose routes have very steep slopes where brake system failures have been recorded, being the main cause of many traffic accidents. The province of Azuay has a road network where all kinds of vehicles circulate, classifying them by load or passenger capacity. In this context, it is mentioned that many drivers when descending slopes lose control, resulting in a catastrophe. For this reason, it becomes necessary to have an emergency braking zone in case the vehicle's brakes fail. This document presents a proposal for the design of a braking zone for the Girón canton, located in the province of Azuay, with which it is possible to stop the vehicle and avoid material damage and human losses, for which a bibliographic study was carried out and the qualitative and quantitative methodology was used, essential to fulfill the main objective of this work, in addition to contributing to the improvement of road safety.

**Keywords:** braking zone, road safety, design, emergency



## Índice General

AGRADECIMIENTO	5
DEDICATORIA	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.	14
PROBLEMA	14
MARCO TEÓRICO	18
Seguridad automotriz a nivel mundial	18
Seguridad automotriz en Ecuador	19
Siniestros de tránsito en los últimos años	21
Zona de frenado de emergencia	26
Definición	26
Función	27
Frenado de emergencia con ayuda de la máquina.	28
Los frenos	34
Criterios normativos de diseño.	36
Planimetría de una zona de frenado de emergencia	43
Espesor.	45
Fuente: <i>A póllice on geometric desing of highways and streets (AASHTO, 2011)</i>	46
Situación actual de la carretera en el trayecto al Cantón Girón.	47
Potencial riesgo visual al conducir sin frenos	48
Estudio del estado actual de la red vial del cantón girón.	49
Histórico estadístico ocasionados por los accidentes de tránsito en la provincia del Azuay.	54
Definición.	56
Definición de accidente	57
Número de vehículos en la provincia del Azuay	57
Determinación del lugar estratégico para la ubicación de las zonas de frenado de emergencia	65
Consideraciones a tomar en cuenta en la propuesta de diseño de una zona de frenado de emergencia en el Cantón Girón.	65
Metodología.	68
Normas	69
Criterios de diseño para realizar la propuesta de zona de frenado de emergencia en el cantón girón	70
Propuesta de diseño de una zona de frenado de emergencia para el Cantón Girón	72
	9

Análisis de la propuesta	79
Determinación de viabilidad del diseño	<b>iError! Marcador no definido.</b>
Conclusiones	86
Recomendaciones	87
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	93

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Siniestros de tránsito a nivel Latinoamérica 2010 .....	22
<b>Figura 2.</b> Siniestros de tránsito por provincias Ecuador 2008-2020 .....	24
<b>Figura 3.</b> Siniestros de tránsito, lesionados y fallecidos en sitio, según provincias, por clase final.....	25
<b>Figura 4.</b> Siniestros de tránsito, lesionados y fallecidos en sitio, según causa probable, por provincias. ....	26
<b>Figura 5.</b> Señalética (izquierda.), Zona de frenado de emergencia (derecha). ....	27
<b>Figura 6.</b> Zona de frenado de emergencia. ....	28
<b>Figura 7.</b> Topografía de la vía cantón Girón .....	29
<b>Figura 8.</b> Topografía vial cantón Girón.....	30
<b>Figura 9.</b> Topografía vial cantón Girón.....	30
<b>Figura 10.</b> Vehículo con carga completa vía Girón.....	31
<b>Figura 11.</b> Vehículo con carga excesiva vía Girón.....	32
<b>Figura 12.</b> Referencia satelital del lugar de estudio para la implementación de una zona de frenado de emergencia.....	40
<b>Figura 13.</b> Croquis fuera de escala de una zona de frenado de emergencia.....	42
<b>Figura 14.</b> Longitud de la cama de una zona de frenado de emergencia.....	46
<b>Figura 15.</b> Estado actual vía cantón Girón. ....	49
<b>Figura 16.</b> Estado actual vía cantón Girón. ....	50
<b>Figura 17.</b> Estado actual de la vía hacia Girón, parroquia Tarqui.....	
<b>Figura 18.</b> Deslaves y presencia de material petreo en la via Giron, sector Lentag.....	
<b>Figura 19.</b> Derrumbos en la vía Girón, sector del Cãñaro.....	52
<b>Figura 20.</b> limpieza de vía por parte de maquinaria del MTOP.....	53

<b>Figura 21.</b> Provincia del Azuay .....	54
<b>Figura 22.</b> Frecuencia semanal del uso de la vía Cuenca - Girón .....	60
<b>Figura 23.</b> Porcentaje de personas que conocen acerca de la zona de frenado de emergencia.....	61
<b>Figura 24.</b> Porcentaje de personas que consideran que los accidentes de tránsito ocasionados en el lugar de estudio se producen por la inexistencia de zona de frenado de emergencia.....	62
<b>Figura 25.</b> Porcentaje de personas que consideran conveniente que exista una zona de frenado de emergencia.....	63
<b>Figura 26.</b> Porcentaje de personas que consideran pertinente la existencia de programas de socialización para conocer el buen uso de la zona de frenado de emergencia. ....	64
<b>Figura 27.</b> Lugar elegido para la zona de frenado de emergencia.....	65
<b>Figura 28.</b> zona de frenado de emergencia tipo ascendente. ....	73
<b>Figura 29.</b> Partes de una zona de frenado de emergencia.....	73
<b>Figura 30.</b> Señalización de propuesta de zona de frenado de emergencia de tipo ascendente.....	74
<b>Figura 31.</b> Sistema TAS .....	75
<b>Figura 32.</b> Vista de redes de frenado que componen el sistema TAS .....	76
<b>Figura 33.</b> cintas absorbedores de energía.....	77
<b>Figura 34.</b> zona de frenado implementado el sistema TAS.....	79

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Criterios a tener en cuenta para diseñar una zona de frenado de emergencia.	37
<b>Tabla 2.</b> Criterios de necesidad de una zona de frenado de emergencia propuesta en diferentes normativas.....	39
<b>Tabla 3.</b> Criterios de localización de un lecho de frenado propuestos por diversas normativas. ....	40
<b>Tabla 4.</b> Criterios para determinar el ancho de la zona de frenado de emergencia .....	43
<b>Tabla 5.</b> Valores de estimación global de accidentes .....	56
<b>Tabla 6.</b> Criterios de diseño de zona de frenado en Cantón Girón.....	70
<b>Tabla 7.</b> Criterios de análisis de contenido del diseño de la zona de frenado de emergencia cantón Girón.....	81

## **INTRODUCCIÓN.**

El Ecuador es un país con diversas elevaciones montañosas, cuenta con rutas de conexión interprovincial que tienen en su trayecto pendientes pronunciadas mayores al 25% dificultando el ascenso, como también el descenso, dentro de este marco Echaveguren, Tomás, Vargas, Sergio, & Ñancufl, Juan. (2007) menciona que: “en pendientes prolongadas existe la probabilidad que falle el sistema de frenos de un vehículo pesado, caso en el cual el conductor pierde el control”. Una de las razones o causas de estos hechos se relaciona debido a que elementos internos del vehículo se calientan de forma progresiva por el uso intermitente de frenos produciendo fatiga termina que en muchas ocasiones lleva a la destrucción del sistema.

Para evitar situaciones lamentables y consecuencias, se emplean sistemas de contención es decir dispositivos adaptados en las carreteras que son instalados a un costado de la misma o en la mediana. La finalidad de su implementación es la reducción de accidentes o siniestros de tránsito por pérdida del control vehicular.

## **PROBLEMA**

### **Antecedentes**

En la red vial interprovincial del Azuay circulan todo tipo de vehículos como, autos, camionetas, buses, y camiones; debido al transporte de carga o pasajeros, y/o por la mala utilización de los frenos por parte del conductor al descender por pendientes pronunciadas, los forros de las zapatas se cristalizan lo que ocasiona que el vehículo se quede sin frenos desatando resultados desastrosos, por esta razón se vuelve necesario contar con una zona de frenado de emergencia en caso de que los frenos del vehículo fallen, el nulo diseño de una zona de frenado se ha convertido en una gran problemática en cuanto a frenado de emergencia por diversas razones, lo que ha motivado proponer un diseño para implementar una zona de frenado en el cantón Girón de la provincia del

Azuay, la cual será destinada a automóviles, buses y camiones; esta zona será un desvío provisional que permita reducir la velocidad y detener el vehículo

### **Importancia y alcances**

El proyecto que se propone es de gran importancia, para contar con una zona de frenado de emergencia cuando el vehículo se queda sin frenos, ya que esta tiene la finalidad de detener un vehículo bajando su velocidad gradualmente aumentando la resistencia a la rodadura (Mapfre ,2018). Y aunque con el pasar de los años los accidentes por fallas mecánicas se han ido reduciendo debido a las nuevas tecnologías que incorporan los vehículos para la seguridad de sus pasajeros los accidentes por fallas mecánicas aún representan un problema grave para la seguridad (YourEurope, 2020).

Según la Agencia Nacional de Tránsito en el año 2020 el 6% de los accidentes fueron producidos por fallos mecánicos en el sistema de frenos del vehículo. Por lo que con este proyecto se pretende obtener un diseño de zona de frenado de emergencia aplicable a la red vial del Ecuador y en específico en el cantón Girón provincia del Azuay, que brinde seguridad a los usuarios de las vías y con esto reducir el porcentaje de accidentes ocasionados por fallos en el sistema de frenos (Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador, 2020).

### **Delimitación**

El presente proyecto beneficiará al grupo investigación en Ingeniería del transporte (GIIT) en su línea de investigación en el área de planificación del transporte terrestre y seguridad vial, de esta manera ayudando a salvaguardar vidas, a los usuarios de las vías del Cantón Girón, y todos los usuarios que hacen uso de en la vía estatal E59, el mismo pretende ser instalado a unos 1700 metros antes del sector Sta. Marianita dando con el proyecto apertura para que diversas entidades públicas competentes en materia de

seguridad vial como la Agencia Nacional de Tránsito o a su vez el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, dando cabida a la ejecución del mismo.



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Proponer el diseño de una zona de frenado de emergencia, mediante el uso de un software esquematizado para reducir accidentes de tránsito en la red vial del Cantón Girón.

### **Objetivos específicos**

- Investigar el estado del arte sobre zonas de frenado de emergencia mediante referencias bibliográficas para la obtención de un diseño aplicable a la red vial del Cantón Girón.
- Analizar la red vial del Cantón Girón mediante equipos para obtener la ubicación estratégica de la zona de frenado de emergencia.
- Realizar el diseño de una zona de frenado de emergencia por intermedio de un software de diseño que sea aplicable para el Cantón Girón.

## MARCO TEÓRICO

### **Seguridad automotriz a nivel mundial**

La industria automotriz es un motor en la economía de los países que desarrollaron este sector a lo largo de la historia. Entonces, (Rumbea, 2017, p. 11) menciona que la industria automotriz esta en evolución de seguridad debido a los avances tecnológicos para preservar la vida de los ocupantes del vehículo. “Asia concentra más de la mitad de la producción mundial de vehículos al registrar una cuota de 52.7%, seguido por Europa con 23.3%, América del Norte con 19.8% y participaciones menores para América del Sur (3.3%) y África (0.9%)”

Hasta la fecha, los accidentes de tránsito figuran como grandes tragedias, las mismas son interminables para miles de familias alrededor del mundo. Simbolizan que es la principal causa de mortalidad, pero esta se manifiesta más en la población joven y adulta de los todos países ya que por su falta de conocimiento en cultura y seguridad vial han llegado a ser uno de los factores que más ha estado al alza en los últimos años. En otras palabras, lo mencionado constituye que debería tratarse como prioridad, declarando un Status Vitae, dando importancia merecedora a la vida y a la seguridad vial tanto para choferes como para peatones y todos los que hagamos uso de la carretera, posteriormente se plantea que el gobierno central a través de su delegado o a su vez por medio del ministro del sector encuentren una respuesta, la misma tiene que ir dirigida en 4 ejes los cuales se plantean a continuación: la prevención de accidentes de tránsito y fortaleciendo la seguridad vial, seguido por el segundo punto que es la disuasión de los accidentes de tránsito este se dará por medio de charlas y capacitaciones constantes a choferes y peatones, como tercer punto la responsabilidad aquí se detalla los conocimientos que debe poseer que el usuarios de

las vías los mismos puede ser los peatones, choferes en algunos caso hay puntos de cruces de fauna como último punto lo más fundamental hacer un estilo de vida es decir constantemente todos los días enfocándose siempre en mejorar .

Finalmente, (Chavariaga, M. 2012, p. 234) menciona que, la tasa de muertes a nivel mundial por accidentes de tránsito alcanzo un aproximado de 3010 personas. Examinando la tasa de muertes a nivel mundial haciendo referencia a lesiones resultantes de accidentes de tránsito han ido al alza dando un aproximado de 3010 personas. En los países de ingresos bajos y medianos se concentra aproximadamente un 85% de esas muertes y el 90% de la cifra anual de años de vida ajustado en función de la discapacidad (AVAD) perdidos por causa de esas lesiones.

### **Seguridad automotriz en Ecuador**

En particular, en un estudio realizado en la República del Ecuador sobre la evolución y tendencia de los accidentes de tránsito entre 2010 a 2020, revela que, a pesar de los descensos apreciados en las tasas de siniestralidad y mortalidad, éstos no reflejan una disminución efectiva y mejoría de la seguridad vial, enmascarando en cierta medida la realidad ecuatoriana (Algora, 2015).

En noviembre de 2015, el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTO) reformuló el Plan Nacional de Seguridad Vial (PNSV 2013-2020) y pasó a denominarlo, Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV 2015-2020), cuyo objetivo es garantizar el derecho a la movilidad segura y protección integral a la vida de los usuarios en las vías terrestres del territorio ecuatoriano. Hacia tal propósito, para el 2021 se pretende reducir en un 40% los siniestros viales y los fallecimientos en accidentes de tránsito, así como, situar las tasas de mortalidad en 11,7 x100.000 habitantes y bajar la de siniestralidad a

8,9 x1.000 vehículos, respectivamente (Ministerio de Transporte y Obras Publicas ,2016) (MTOPE, 2015).

Para el establecimiento serio y responsable de metas realistas ajustadas al contexto nacional para la reducción de las tasas asociadas a los accidentes de tránsito, es necesario analizar previamente datos históricos, emplear indicadores de medición fiables, considerar el impacto potencial de las intervenciones realizadas y la disponibilidad de recursos (humanos, materiales y económicos) (Rizzi, 2014, p19). El incorrecto o limitado empleo de indicadores pueden conllevar al peligro de distorsionar el escenario actual y encubrir pronósticos futuros de las metas esperadas en seguridad vial para los países (Sagastegui,2010). Por tanto, la importancia del análisis de información estadística es necesaria para la gestión de los organismos públicos.

Los estadísticos descriptivos sobre los accidentes de tránsito pueden ser de gran utilidad para estimar la magnitud del problema, formular estrategias y observar el seguimiento del desempeño de las intervenciones públicas a nivel local y nacional. Concretamente, los indicadores de resultados de exposición al riesgo vial son empleados internacionalmente para medir y evaluar cuantitativamente en cifras absolutas y tasas la gestión en seguridad vial con objeto de determinar si se están alcanzando las metas propuestas. Estos indicadores se calculan por el cociente entre el número de casos (accidentes, víctimas con lesión y fallecimientos) y la población expuesta y los niveles de motorización en series temporales interrumpidos (Bliss, 2009, p. 42).

En último término, analizar información estadística y no actuar en función de sus resultados, supone enmascarar la realidad del problema y un uso deficiente de los recursos disponibles. Desafortunadamente, en el país, son escasos los estudios realizados hasta el momento y señalan la necesidad de continuar investigando ante la falta de conocimiento por lo que, el presente trabajo tiene como objetivo determinar un área para la

implementación de la zona de frenado de emergencia en el cantón Girón provincia del Azuay en Ecuador mediante la aplicación de indicadores de resultados de exposición al riesgo vial nacional y provincial (Babanosky, 2016, p. 45).

Los resultados encontrados permitirán, como evidencia comprobada, discutir la necesidad o no de replantear estas ambiciosas metas, al igual que, la creación de nuevas medidas o la mejora de las existentes en seguridad vial por los organismos públicos competentes del país. (Gómez, 2019, p. 2)

### **Siniestros de tránsito en los últimos años**

El Ecuador consta entre los países de mayor siniestralidad a nivel de Latino América encontrándose en el segundo lugar por debajo de Venezuela, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Ecuador tiene según esta organización una tasa de 27 muertos por cada 100.000 habitantes, datos realmente alarmantes comparados con tasas del país de la misma región y más aún comparados con las tasas existentes en países desarrollados como España que tienen el triple de la población de Ecuador, pero sin embargo en la actualidad tiene una tasa de 5,4 muertos por cada 100.000 habitantes, con la diferencia que en países de la Unión Europea tienen políticas, programas y campañas de concientización sobre la problemática de la seguridad vial. (Román, 2015, p.15)

**Figura 2.** Siniestros de tránsito a nivel Latinoamérica 2010



**Fuente:** Recuperado de *Muertes por accidentes de tránsito cada un millón de personas en Latinoamérica 2000 – 2015*.

El autor citado con anterioridad también menciona que:

A pesar de que Ecuador, tiene una de las Leyes de Tránsito más rigurosas, no solo de Latino América, si no a nivel mundial, y más aún que el proyecto de Código Orgánico Integral Penal endurece algunos artículos de la Ley, no es suficiente para que estas medidas aporten a bajar el índice de siniestralidad en el País, esto evidencia que se necesita crear una cultura en los individuos sobre seguridad vial, una cultura que no vaya encaminada por sanciones, sino más bien que vaya encaminada en la prevención de la vida tanto de los conductores, pasajeros, peatones, ciclistas y motociclistas. (Román, 2015, p.17)

Es necesario una lucha mancomunada de los diferentes organismos de actuación sobre esta problemática que ataca al país, que deberían ir desde programas de actuación de seguridad vial en las empresas, hasta programas desde el nivel básico de educación, para que las nuevas generaciones vayan creciendo con una cultura en seguridad vial. La seguridad vial es o debería ser una preocupación global, es una responsabilidad compartida entre todos los agentes públicos y privados.

En el país los decesos causados por accidentes en la cual estuvieron involucrados vehículos motorizados , se ubican en el quinto y cuarto puesto de las principales causas de muerte a nivel del país en los últimos años, además se conoce que por cada persona fallecida en las vías del Ecuador existen diez personas heridas, lo que deja al estado ecuatoriano pérdidas económicas de alrededor de 1.000 millones de dólares anualmente en los últimos dos años, a consecuencia de los siniestros en las vías, estos costos de los accidentes se los estima a través de los costos materiales (daños al vehículo, vías, entorno, cargas, medio ambiente, etc.), costos administrativos (costo de policía, bomberos, ambulancias, seguros, costos legales, etc.) costos sanitarios (primeros auxilios, atención y tratamiento médico, rehabilitación, etc.) y costos humanos (años potenciales de vida productiva perdidos, pérdida de capacidad productiva, sufrimiento de familia, etc.), siendo estos últimos costos los más perjudiciales para una sociedad en vías de desarrollo. (Ecuador vial, 2013)

Los accidentes de tránsito en el Ecuador en un 80% son causados por factores denominados humanos, que tienen relación a: exceso de velocidad, imprudencia, manejar bajo los efectos del alcohol, incumplimiento de las leyes de tránsito, entre otras; y el 20% restante por factores del vehículo y del medio ambiente o entorno de las vías; el hecho de que la mayoría de los accidentes son por causa o consecuencia del factor humano, son hechos que se pueden evitar ya que los accidentes no son causa del destino o del azar, por

lo que se puede trabajar en programas o en leyes que cambien la conducta de la persona que maneja un vehículo, de sus ocupantes, de la persona que circula por las vías y del que maneja una motocicleta o bicicleta.

El problema principal que tiene la accidentabilidad no solo en el país, sino a nivel mundial, es la falta de cultura de seguridad vial en las personas que formamos parte de esta sociedad. Aprovechando que actualmente se está abordando y atacando como más énfasis el tema de seguridad y salud ocupacional en todas las empresas a nivel nacional, se podría integrar a estas medidas y políticas, la seguridad vial dentro de todo el colectivo de una empresa, ya que cualquier organización en la que pensemos, tiene procesos relacionados con la seguridad vial: uso del sistema vial por los empleados en misión, transporte de mercancías realizado por la empresa o contratado a otras organizaciones, transporte de personas, etc. (Román, 2015, p.15-17)

**Figura 3. Siniestros de tránsito por provincias Ecuador 2008-2020**

PROVINCIA	NÚMERO DE SINIESTROS DE TRÁNSITO, LESIONADOS Y FALLECIDOS EN SITIO POR AÑO DE OCURRENCIA												
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>NÚMERO DE SINIESTROS DE TRÁNSITO</b>	<b>19.444</b>	<b>21.528</b>	<b>25.588</b>	<b>24.426</b>	<b>23.854</b>	<b>28.149</b>	<b>38.458</b>	<b>35.704</b>	<b>30.249</b>	<b>28.967</b>	<b>25.530</b>	<b>24.595</b>	<b>16.972</b>
AZUAY	1.000	1.029	1.166	1.145	1.033	1.008	1.739	1.373	1.311	1.497	1.528	1.249	788
BOLÍVAR	123	166	220	190	184	171	227	183	193	168	127	134	39
CANAR	339	276	273	273	276	344	355	308	218	176	102	80	60
CARCHI	191	158	181	192	263	204	172	173	131	187	68	87	71
CHIMBORAZO	493	759	825	678	633	680	655	610	743	789	702	585	369
COTOPAXI	635	558	605	552	516	685	650	511	427	500	113	121	97
EL ORO	472	439	578	555	629	995	943	919	828	686	434	519	559
ESMERALDAS	240	310	350	320	375	351	336	421	293	250	146	191	172
GALÁPAGOS	14	11	34	25	24	9	16	23	4	2	6	6	0
GUAYAS	5.513	6.536	9.183	8.771	9.048	10.385	9.592	6.799	7.899	8.422	8.619	9.346	6.377
IMBABURA	791	655	675	668	757	807	939	1.526	1.536	1.324	358	387	309
LOJA	456	523	587	691	744	864	722	688	560	537	527	624	469
LOS RÍOS	528	736	922	779	993	1.137	1.376	1.250	1.036	903	837	968	800
MANABÍ	1.060	1.135	1.293	1.361	1.151	1.398	1.695	1.217	1.062	1.305	1.173	1.720	1.107
MORONA SANTIAGO	132	119	145	112	131	186	182	156	156	176	158	134	121
NAPO	153	147	164	176	140	203	185	153	115	95	82	64	28
ORELLANA	35	84	110	126	174	227	186	144	44	34	118	71	59
PASTAZA	90	88	164	198	128	254	252	119	68	54	55	37	52
PICHINCHA	5.179	5.502	5.594	5.396	3.964	5.531	15.099	15.754	10.777	9.361	7.599	4.977	3.267
SANTA ELENA	237	267	284	301	428	709	693	411	464	641	571	601	377
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	734	897	781	661	838	731	627	999	792	582	639	1.186	994
SUCUMBIOS	101	64	113	171	303	131	113	129	72	76	73	73	32
TUNGURAHUA	992	961	1.189	1.173	982	979	1.742	1.735	1.439	1.120	1.407	1.369	755
ZAMORA CHINCHIPE	156	108	162	112	140	180	142	105	101	82	88	66	70

**Fuente:** Adaptado de “Reporte siniestros de tránsito” por Agencia Nacional de Tránsito, 2021.

Para nuestro caso en estudio se analizó la provincia del Azuay específicamente el cantón Girón. A continuación, se presenta la figura 3, en la cual se detalla la clase final de siniestros presentados por provincias de igual forma se toma en cuenta la provincia



del Azuay para realizar nuestro análisis tomaremos en cuenta los siniestros por fallos mecánicos específicamente por pérdida de frenos.

**Figura 4.** Siniestros de tránsito, lesionados y fallecidos en sitio, según provincias, por clase final.

PROVINCIA	TOTAL	CLASE FINAL DE SINIESTROS													
		Arrollamientos	Atropellos	Caída de Pasajeros	Choque frontal	Choque lateral	Choque Posterior	Colisión	Estrellamientos	Otros	Pérdida de Carril	Pérdida de Rista	Resquemientos	Volcamientos	
<b>SINIESTROS DE TRÁNSITO, SEGÚN CLASE FINAL, POR PROVINCIAS, DICIEMBRE 2020</b>															
%	100%	1%	11%	2%	5%	30%	10%	2%	15%	2%	4%	12%	4%	1%	
AZUAY	85	0	7	0	9	24	9	2	5	2	7	12	6	2	
BOLÍVAR	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
CAÑAR	8	0	2	0	1	2	1	0	1	0	0	1	0	0	
CARCHI	10	0	0	1	1	0	1	0	2	0	1	3	0	1	
CHIMBORAZO	46	0	6	0	3	16	2	0	3	2	5	5	1	3	
COTOPAXI	16	1	2	0	1	2	3	0	4	0	1	1	0	1	
EL ORO	65	0	3	0	4	25	12	0	8	1	0	8	4	0	
ESMERALDAS	23	1	3	0	4	6	2	0	3	1	1	2	0	0	
GALÁPAGOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
GUAYAS	670	0	108	27	20	176	76	5	60	12	0	144	38	4	
IMBABURA	42	1	6	0	3	16	4	1	4	1	1	2	2	1	
LOJA	68	1	8	1	2	27	4	1	12	0	8	2	1	1	
LOS RÍOS	106	0	8	2	8	37	15	5	8	1	2	12	7	1	
MANABÍ	153	0	6	1	15	50	19	3	19	6	12	11	9	2	
MORONA SANTIAGO	14	0	1	0	1	6	0	0	5	0	0	1	0	0	
NAPO	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
ORELLANA	9	0	1	0	1	5	1	0	0	0	0	0	1	0	
PASTAZA	5	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
PICHINCHA	370	4	28	4	16	104	31	21	106	13	24	6	7	6	
SANTA ELENA	35	0	5	0	4	13	3	2	1	1	0	5	1	0	
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	97	0	14	0	2	28	7	1	16	1	15	6	7	0	
SUCUMBÍOS	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	

**Fuente:** Adaptado de “Reporte siniestros de tránsito” por Agencia Nacional de Tránsito, 2021.

En la figura. 4 se puede apreciar los siniestros de tránsito según causa probable por provincias, podemos resaltar los siniestros de clasificación “C5” para la provincia del Azuay que hace referencia a fallas mecánicas en los sistemas y/o neumáticos (Sistemas de frenos, dirección electrónico o mecánico)

**Figura 5.** Siniestros de tránsito, lesionados y fallecidos en sitio, según causa probable, por provincias.

CÓD.	CAUSAS PROBABLE	TOTAL	%	AZUAY	BOLIVAR	CANAR	CARCHI
<b>SINIESTROS DE TRÁNSITO, ACUMULADO ENERO - DICIEMBRE 2020</b>							
	<b>TOTAL</b>	<b>####</b>	<b>100%</b>	<b>788</b>	<b>39</b>	<b>60</b>	<b>71</b>
C1	Caso fortuito o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.).	155	0,9%	6			
C2	Presencia de agentes externos en la vía (agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.).	109	0,6%				
C3	Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (sueño, cansancio y fatiga).	69	0,4%	1		1	
C4	Daños mecánicos previsibles.	57	0,3%		1		
C5	Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electrónico o mecánico).	105	0,6%	5			5
C6	Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	####	7,4%	92	2	9	7
C7	Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	49	0,3%	4		1	

**Fuente:** Adaptado de “Reporte siniestros de tránsito” por Agencia Nacional de Tránsito, 2021.

## Zona de frenado de emergencia

### Definición

Según (López, 2016, p. 38), “Las zonas de frenado de emergencia son aquellas que se sitúan junto a la carretera, generalmente en el carril derecho, y que sirven para ayudar a frenar a un vehículo cuando este sufre algún tipo de problema en los frenos”. La principal función es “servir como zona de escape y retención cuando un vehículo (ya sea un turismo o un camión), tiene algún problema con los frenos” (López, 2016, p. 39).

Por lo cual este trabajo tuvo como objeto analizar el estado del arte acerca de las zonas de frenado de emergencia a nivel mundial para buscar un diseño óptimo que cumplan las

necesidades acordes a nuestro proyecto respetando la topografía del lugar en nuestro caso el cantón Girón provincia del Azuay que está ubicado en la sierra sur del Ecuador, también se tiene que tomar en consideración las normativas vigentes, posterior a ello se realiza el diseño acorde a las necesidades técnicas y respetando todos los parámetros para su posible funcionamiento a futuro dependiendo de la acogida que las autoridades de tránsito vial sabrán dar al presente. En la Figura 5, se muestra la señalética (izquierda) y la zona de frenado de emergencia (derecha).

**Figura 6.** Señalética (izquierda.), Zona de frenado de emergencia (derecha).



**Fuente:** (Marín, 2019)

## **Función**

La función de las zonas de frenado de emergencia y de los elementos que la conforman es detener al vehículo bajando su velocidad. El espacio suficiente para poder frenar el vehículo depende del tamaño y velocidad a la que se encuentre.

En España las zonas de frenado de emergencia tienen 100 metros de longitud y cinco metros de ancho con una pared de hormigón lateral, que ayuda a contener el vehículo y lo encarrila hacia la grava. El lecho de grava tiene alrededor de medio metro de profundidad en su parte más honda, hacia el final. De este modo la inercia del vehículo

se disipa progresivamente conforme se va hundiendo, disminuyendo la velocidad, al final de la cuna hay un montículo de arena a modo de última barrera. (López, 2016, p. 64).

**Figura 7.** Zona de frenado de emergencia.



**Fuente:** Recuperado de Autoescuela Tajinaste 2020.

### **Frenado de emergencia con ayuda de la máquina.**

Al momento de transitar en carreteras con una pendiente pronunciada o cuesta abajo es una de las pruebas más importantes para todos los conductores, debido a los pasos de montaña y el estado de sinuosidad de la vía, específicamente en el tramo Cuenca - Girón conducir vehículos de gran tonelaje, con una carga excesiva y las pendientes pronunciadas, son estos factores mencionados quienes contribuyen a hacer que conducir en una pendiente descendiente sea una experiencia estresante.

Por lo que, aquí hay algunos consejos sobre cómo conducir cuesta abajo y cómo mantenerse seguro teniendo en cuenta esos factores críticos.

### **Pasos de Montaña**

- Los pasos de montaña a menudo tienen muchas curvas difíciles que hacen que los conductores que van demasiado rápido puedan perder el control. Añade factores climáticos tales como: lluvia, niebla a esa ecuación y eso se vuelve aún más traicionero. Muchos conductores pueden cometer el error de pensar que una vez que están cerca de la parte inferior de la colina, están seguros, por lo que aumentan la velocidad. Lo que a menudo puede ser un error, ya que puede haber un desnivel en la carretera o una curva inesperada.
  - Otro gran consejo para conducir cuesta abajo es no seguir las huellas del vehículo que lleve adelante. Es más seguro que haga su propia pista yendo un poco hacia la derecha, esta es una forma de obtener el beneficio de tracción de la grava desde el hombrillo. Solo haga esto si se siente seguro.
  - En tercer lugar, no vaya tan rápido; si lo hace, hará que las ruedas del camión giren. Aumente la velocidad poco a poco, para garantizar que mantenga el control.
- (Uquillas, 2019, p. 13)

**Figura 8.** *Topografía de la vía cantón Girón*



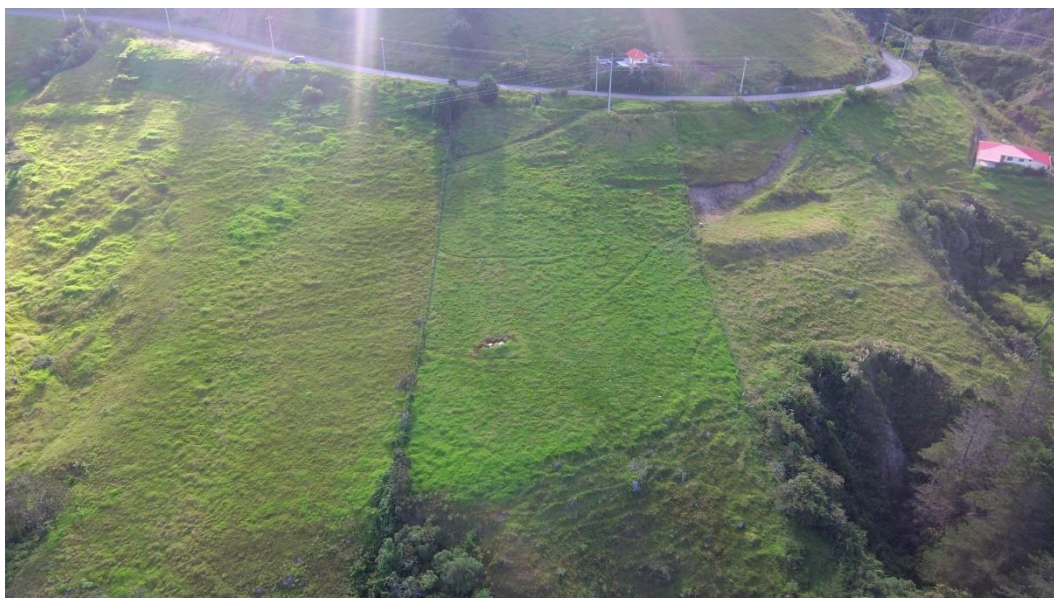
**Fuente:** Autores

**Figura 9.** *Topografía vial cantón Girón.*



**Fuente:** Autores

**Figura 10.** *Topografía vial cantón Girón.*



**Fuente:** Autores

### **Cargas completas o excesivas**

Los conductores deben considerar si sus remolques están llenos o vacíos, ya que esto afectará drásticamente su recorrido por las colinas. Como regla general, si transporta

menos de 11.340 libras, puede viajar a la velocidad de camión publicada (o 16-24 km/h por debajo del límite de velocidad regular publicado). Si transporta más de 11.340 libras, probablemente desee reducir su velocidad a 16 km/h por debajo del sedimento del camión publicado si hay uno (o 56 km/h si no hay uno). Esta regla general es cuando el camino está seco y las condiciones son favorables. Cuando se enfrente con carreteras mojadas o resbaladizas, tendrá que hacer un juicio sobre cuánto más deberá reducir su velocidad dependiendo de si está cargado o vacío. (Uquillas, 2019, p. 17)

*Figura 11. Vehículo con carga completa vía Girón.*



**Fuente:** Autores

**Figura 12.** Vehículo con carga excesiva vía Girón.



**Fuente:** Autores

### **Pendientes Pronunciadas**

Según (Uquillas, 2019, p. 21) por lo general, se dará cuenta de cuándo se acerca una pendiente pronunciada, en el transcurso de la carretera habrá letreros que le dirán qué velocidad es mejor para los camiones, y podría haber una comprobación de freno en la cima de la colina.

Para manejar pendientes pronunciadas, la clave es cambiar la transmisión a una velocidad baja antes de comenzar la pendiente. No intente reducir la marcha después de avanzar cuesta abajo y que su velocidad haya aumentado; si lo hace, es posible que no



pueda volver a acelerar, probablemente dañará su transmisión y se perderá todo el efecto de frenado del motor. Ir a una velocidad más baja ayuda a controlarla mejor y no tendrá que frenar tan bruscamente. Algunos usan esta regla para camiones más viejos: para bajar una pendiente, utilizar el mismo equipo que se necesitaría para subirla. Los camiones más nuevos tienen diseños aerodinámicos, motores más potentes se trasladan ir cuesta abajo con menos fricción y arrastre de aire. Por lo tanto, los camiones más nuevos deben usar engranajes más bajos para descender las colinas que para subir. Teniendo esto en cuenta, junto con conocer su vehículo, le permitirá saber lo que es apropiado.

### **Qué hacer si se encuentras en una situación insegura.**

Si se encuentra en una situación en la que está fuera de control y bajando una pendiente, busque la zona de frenado de emergencia. Si hay una, habrá señales. Muchas de estas rampas utilizan gravilla suave que resiste el movimiento del vehículo y lo detiene. Haciendo lo mejor que pueda, mantenga la calma en esta situación y sea capaz de hacer su movimiento correctivo tan pronto como se dé cuenta de que está en problemas. Cuanto más espere, más acelerará su vehículo y más difícil será detenerse. (Uquillas, 2019, p. 25)

Aunque, las prioridades están pensadas para camiones que son los que más esfuerzos realizan en los descensos prolongadas su eficacia está probada con otros vehículos.

Cuando un conductor nota que los frenos pierden eficacia y encuentra una zona de frenada de emergencia debe hacer dos cosas:

1. Aprovechar las últimas reservas del freno de servicio con frenadas intensas y cortas.
2. Entrar en la pista de frenado sujetando firmemente el volante.

Si el vehículo que se queda sin frenos es un camión, además de lo anterior el conductor debe tratar de enderezar la trayectoria para evitar sufrir el peligroso 'efecto tijera' (el remolque se va hacia un lado) (López, 2016).

### **Los frenos**

(Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 24) definen a los frenos como: “Se trata del mecanismo que nos permite detener a voluntad el vehículo y es, por tanto, uno de los elementos más importantes que utiliza el conductor”.

Según (Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 37) nos indican que los discos pueden sufrir diferentes daños, entre ellos se puede resaltar los siguientes: en primer lugar, tenemos el daño por alabeado, seguido tenemos el daño por rotura, después el daño por surcos y por ultimo tenemos el daño debido a la cristalización.

- Alabeado

El alabeado es un daño que se produce debido a un sobrecalentamiento de la superficie de frenado el cual provocara una deformación en el disco. Por tal motivo podemos decir que el alabeado puede ser evitado, con una conducción en la cual no se exceda pisando el pedal de los frenos. (Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 42)

Hay que tener en cuenta que uno de los procesos para verificar si el disco presenta alabeo es mediante un micrómetro, con este instrumento de medida procedemos a verificar el espesor, posterior a la revisión con el micrómetro, Se realiza la siguiente verificación esta vez con un reloj comparador, con este instrumento se procede a medir la deformación existente. (Cabrera y Collaguazo, 2012, p 51.)

- Rotura

(Cabrera y Collaguazo 2012, p. 68), nos manifiestan que “los discos que hayan sido sometidos a temperaturas de funcionamiento muy altas, se podrá observar la parte exterior del disco claros síntomas de sobrecalentamiento”

Cabe resaltar que cuando los discos de freno están sometidos a altas temperaturas hace que exista la aparición de grietas, estas mencionadas grietas se forman porque existen poros en el disco, estos mencionados poros cuando están sometidos a altas temperaturas, van creciendo hasta formar la grieta. Estas grietas generadas debido a la porosidad existente en el disco y a las altas temperaturas, en primer lugar, hacen que el disco sea frágil, estas a su vez con el uso y el pasar del tiempo favorecen al crecimiento de la grieta haciendo que se fatigue el disco provocando que se rompa en partes. (Cabrera y Collaguazo, 2012)

- Surcos

Según (Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 72) nos dice que:

Una de las maneras para detectar este tipo de daño, es mediante el audio ya que presentara aparición de ruidos muy desagradables, este ruido puede ocurrir durante el proceso de frenado, así como, los ruidos también pueden ocurrir en el proceso de sin frenar.

- Cristalización

(Cabrera y Collaguazo 2012, p.84) expresan que:

En el daño por cristalización de los discos se puede identificar por medio de la interpretación de los colores, ya que presenta colores vivos.

### **Criterios normativos de diseño.**

Evaluar los diversos parámetros existentes en la norma los mismos obedecen a un concepto de compensación de seguridad ante trazados que no admiten soluciones alternativas. Bajo este precepto, las instrucciones de diseño entregan procedimientos de diseño geométrico y aspectos relacionados con señalizaciones y demarcaciones.

A pesar de la diversidad de criterios de diseño que se encuentra en las normativas, es posible identificar un enfoque subyacente a todas ellas. Al abordar el proyecto de la zona de frenado de emergencia en forma integral, considerando los tres pasos esenciales de su ciclo de vida: Diseño, Ejecución y Operación (Nancufil, 2002). La importancia de este proyecto técnico se basa en la fase de diseño.

### **Consideraciones de diseño**

Respecto a las consideraciones de diseño, existen varios autores que determinan ciertos aspectos puntuales como:

El objetivo primordial en el diseño de una rampa para frenado de emergencia es asistir al vehículo que ha quedado fuera de control y salvar vidas de forma segura. Considerando que el conductor del vehículo en problemas carece del tiempo y posibilidad de tomar decisiones de forma clara y realizar acciones complejas, la rampa para frenado de emergencia debe ser diseñada de tal forma que el conductor conozca de su existencia con suficiente antelación, que el conductor entienda y pueda realizar las maniobras necesarias para ingresar a la misma de forma segura y que la rampa para frenado de emergencia brinde al conductor la confianza para que realice el ingreso a la misma. (Cotton de León, 2016)

**Tabla 1.** *Criterios a tener en cuenta para diseñar una zona de frenado de emergencia.*

<b>Criterios de diseño de una zona de frenado de emergencia</b>
Las rampas deben ser claramente visibles para evitar la percepción de discontinuidades que desaliente la entrada a la misma
El acceso a la rampa debe ser amplio
El ángulo de entrada a cada rampa respecto al eje de la carretera debe ser cinco grados como máximo, con la finalidad de asegurar la estabilidad del vehículo
La rampa se debe iluminar para facilitar su uso en condiciones de conducción nocturna.
Cada rampa debe contar con un camino de servicio paralelo, que permita ejecutar su mantenimiento y remover los vehículos que ingresen a ella.
Cada rampa debe contar con un adecuado sistema de drenaje y subdrenaje que evite el deterioro de las características del material que forma la cama de frenado.
Adecuado señalamiento de rampa y del tramo de la carretera que le antecede
El pavimento de la carretera se debe extender por el acceso hasta el sitio donde inicie la cama de frenado
El ancho de la rampa debe ser adecuado para acomodar más de un vehículo
La alineación de la rampa de escape deberá ser tangente a la curva para minimizar la dificultad en el control del vehículo
El material de la cama de frenado debe ser limpio, no de fácil compactación y de un alto coeficiente de resistencia al rodamiento.
La entrada de la rampa deberá ser diseñada de tal forma que el vehículo a alta velocidad pueda ingresar a la misma seguramente.
El ángulo de separación de la rampa debe ser pequeño, usualmente 5 grados o menos.

El acceso a la rampa deber ser por señalización esto permitirá a que el conductor pueda raccionar y disminuir la posibilidad de perder la zona de frenado de emergencia
El pavimento de la vía principal debe extenderse hasta el punto en el que las dos ruedas frontales del vehículo ingresen simultáneamente a la cama de frenado.

**Fuente:** Adaptado de *Criterios de diseño* por Cotton de León, P. C., 2016

### **Criterio de necesidad**

El criterio de necesidad hace referencia a la primera pregunta a resolver en el diseño ¿Es necesario una zona de frenado de emergencia? Las normativas nos solventan la respuesta a esta pregunta proponiendo una serie de criterios como los que se muestran en Tabla 1. A partir de dicha Tabla se pueden identificar la disposición que ayude a determinar la necesidad de una zona de frenado de emergencia:

(a) En caminos existentes, en base a la presencia de pendientes descendentes prolongadas y ocurrencia de accidentes, y (b) En caminos nuevos, cuando las restricciones de diseño obliguen a emplear pendientes prolongadas y con una pendiente superior a cierto valor sobre cierta longitud. (Echaveguren, Vargas & Ñancufíl, 2007, p. 170)

Las normativas no ofrecen herramientas analíticas para estudiar racionalmente la necesidad de utilizar una zona de frenado de emergencia. Especialmente, Abdelwahab y Morral (1997) plantean el sistema Grade Severity Rating System (GSRG) desarrollado originalmente por Bowman (1989) como una herramienta adecuada para determinar la necesidad de construir una zona de frenado de emergencia en pendientes prolongadas, pero no la implementan en un proceso sistemático de diseño (Echaveguren, Vargas, & Ñancufíl, 2007, p. 175-184)

**Tabla 2.** *Criterios de necesidad de una zona de frenado de emergencia propuesta en diferentes normativas.*

<b>Instrucción</b>	<b>Criterio de Necesidad</b>
<b>Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP (Ecuador)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En carreteras o caminos donde se identifique la recurrencia de accidentes por falla de frenos.</li> </ul>
<b>AASHTO (Estados Unidos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caminos existentes en donde vehículos pesados tengan problemas operacionales.</li> <li>• Evaluar la experiencia que se ha tenido con accidentes.</li> <li>• En caminos nuevos donde sea necesario utilizar pendientes largas y pronunciadas.</li> <li>• En caminos con pendientes pronunciadas que se encuentran en zonas urbanas.</li> </ul>
<b>3.1 -IC (España) CSIR (Sudáfrica) TA 57/87 (Reino Unido)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando hayan ocurrido accidentes causados por vehículos que sufren la falla de sus sistemas de frenos.</li> <li>• En caminos nuevos con rasante descendente de gran longitud.</li> <li>• En pendientes mayores al 5% si <math>i2L &gt; 60</math> (i %, L (Km)).</li> </ul>
<b>TNZ (Nueva Zelandia)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En pendientes descendentes en que exista un registro histórico de accidentes causados por vehículos que pierden el control.</li> </ul>

**Fuente:** Echaveguren, Tomás, Vargas, Sergio, & Ñancuñil, Juan. 175-184.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732007000300004>

### **Criterio de localización**

Este criterio corresponde a la elección del lugar al interior de la pendiente donde se emplazará la zona de frenado de emergencia, teniendo en cuenta las restricciones funcionales y físicas que imponen una localización u otra. Las normativas revisadas ofrecen criterios generales de localización, los cuales se resumen en la Tabla 2.

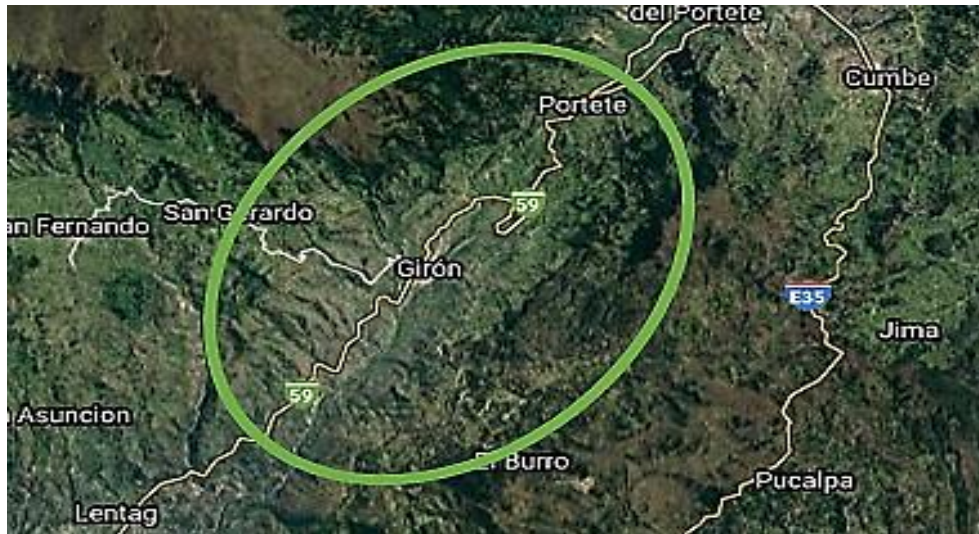
**Tabla 3.** *Criterios de localización de un lecho de frenado propuestos por diversas normativas.*

<b>Instrucción</b>	<b>Criterios de Decisión</b>
<b>Manual de Carreteras (Ecuador)</b>	Establece criterios de localización de zona de frenado de emergencia similares a AASHTO. No emplea procedimientos analíticos.
<b>AASHTO (Estados Unidos)</b>	A partir de la mitad de la pendiente. Antes de una curva horizontal. Evaluar si el LF puede ser localizado a la izquierda o derecha del camino.
<b>TA 57/87 (Reino Unido)</b>	A una distancia cercana del punto en donde ocurren accidentes por corte de frenos.
<b>3.1 - IC (España)</b>	En el lugar de la pendiente en que ocurre la mayor cantidad de accidentes de vehículos pesados por falla del sistema de frenos. Antes de una curva horizontal.

**Fuente:** *Methodology for assesment and design of arrestor beds*



**Figura 13.** Referencia satelital del lugar de estudio para la implementación de una zona de frenado de emergencia.



**Fuente:** Google Maps (2021)

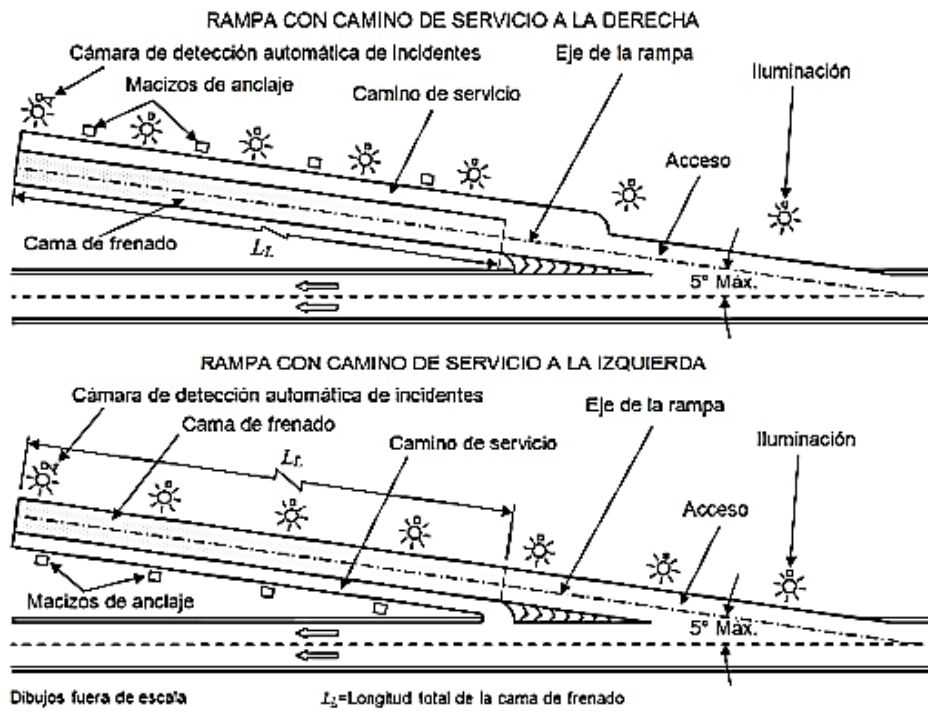
### **Ubicación.**

Varios autores mencionan que la ubicación se la determina considerando que:

No se deben emplazar zonas de frenado de emergencia para frenado al costado izquierdo del tramo de la carretera con pendiente descendente, para evitar que los vehículos fuera de control crucen el o los carriles de sentido de circulación opuesto, salvo cuando se trate de carreteras de cuerpos separados en las que las zonas de frenado de emergencia puedan alojarse dentro de la franja separadora central, donde no exista el riesgo de que esos vehículos invadan el otro cuerpo de la carretera. (Mascott, 2016, p31)

Las zonas de frenado de emergencia para frenado se deben ubicar antes de los sitios que, por sus características geométricas, pudieran poner en riesgo a los usuarios de la carretera por un vehículo fuera de control. (Mascott, 2016, p. 45)

**Figura 14.** Croquis fuera de escala de una zona de frenado de emergencia.



**Fuente:** AASHTO (2001), "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets". American Association of State Highways and Transportation Officials. Washington D.C. United States.

(Mascott, 2016, p. 72) menciona que: “la velocidad de entrada a una rampa de emergencia para frenado puede determinarse mediante la siguiente expresión, con un límite máximo de ciento cuarenta (140) kilómetros por hora”:

$$V_e \equiv \left( V_p^2 - 254 \sum_{i=1}^n L_p (R_p + P_i) \right)^{\frac{1}{2}}$$

Donde

**V<sub>e</sub>**= Velocidad de entrada a la rampa, en kilómetros por hora.

**V<sub>p</sub>**= Velocidad de operación o, para carreteras nuevas la velocidad de proyecto, en el sitio donde inicie el tramo con pendientes descendentes continuas o en el sitio de entrada

a una zona de frenado de emergencia cuando se proyecte otra subsecuente, en kilómetros por hora

**n**= Numero de subtramos con pendientes descendentes diferente, que integran el tramo para el que se proyecta la rampa de la zona de frenado de emergencia

**L<sub>p</sub>**= Longitud del subtramo con pendiente descendente diferente, que integran el tramo para el que se proyecta la zona de frenado de emergencia

**R<sub>p</sub>**= Resistencia a la rodadura de la superficie del pavimento, 0,010 cuando la carpeta sea de concreto hidráulico o 0,012 cuando sea asfáltica, (adimensional, expresada en términos de pendiente equivalente)

**P<sub>i</sub>**= pendiente descendente negativa

#### **Planimetría de una zona de frenado de emergencia**

La planimetría en las zonas de frenado de emergencia debe contener lo siguiente, según (Cotton de León, 2016, p. 52):

**Tabla 4.** *Criterios para determinar el ancho de la zona de frenado de emergencia*

<b>Criterios de anchura</b>
El ancho de la rampa de frenado de emergencia deberá ser adecuado para acomodar más de un vehículo. Un ancho mínimo de ocho metros puede ser suficiente en algunas áreas, pero anchos mayores son preferibles, deseablemente, un ancho de nueve a doce metros será más adecuado para acomodar dos o más vehículos fuera de control.
Como guía general, un ancho constante de entre cuatro a cinco metros será adecuado.
La cama de frenado deberá estar separada de la vía principal al menos dos metros.

**Fuente:** *Cotton de León, 2016.*

## Longitud.

En este aspecto (Mascott, 2016, p.85), indica que:

La longitud de una zona de frenado de emergencia, tiene que tener en consideración desde el acceso que se tiene junto a la vía lo recomendable sería de 300 metros o más ya que no solo va a llegar a retener a un vehículo que se encuentre en situación de emergencia sino hasta 2 o más vehículos que puedan acceder a este sistema por tal motivo tiene que contar con una longitud considerable aparte de los accesos para los carros de servicio complementario y los de mantenimiento.

Cuando la pendiente es uniforme el autor mencionado con anterioridad, especifica que se aplica la siguiente expresión.

$$Le = \frac{Ve^2}{254(R_m + Sl)}$$

Donde:

**Le**= longitud efectiva de la cama de frenado

**Ve**= Velocidad de entrada a la zona de frenado de emergencia, calculada en Km/h

**Rm**=Resistencia a la rodadura del material con que se formara la cama de frenado, de acuerdo a la pendiente equivalente

**Sl**= Pendiente de la zona de frenado de emergencia; es positiva si es ascendente o negativa cuando es descendente.

**Tabla 5.** Resistencia a la rodadura expresada en términos de pendiente equivalente

Material de la cama de frenado	Resistencia a la rodadura $R_m$
--------------------------------	---------------------------------

<i>Grava triturada suelta</i>	<i>0.020</i>
<i>Grava de rio suelta</i>	<i>0.100</i>
<i>Arena suelta</i>	<i>0.150</i>
<i>Gravilla uniforme suelta</i>	<i>0.250</i>

**Fuente:** *A póllice on geometric design of highways and streets (AASHTO, 2011)*

### **Espesor.**

El espesor dependerá de los siguientes aspectos según Cotton de León, P. C (2016):

**Tabla 6. Criterios**

<b>Criterios</b>
La cama de frenado para rampas con monticulo se formara, en primera instancia colocando el material base a utilizar el mismo debe ser esparcido formando una terraza esto ayudara a que la pendiente del monticulo sea menor que 2,5 por ciento y una longitud total del 25 por ciento mayor que su longitud efectiva.
Otra consideracion en la cama de frenado ya sean para tipo descendentes, tipo horizontales y tipo ascendente debe tener un espesor minimo de 60 centimetros y esta debe ser colocada a volteo en una caja el la terraceria de la zona de frenado de emergencia, de igual manera con taludes de de dos tercios a uno y de igual profundidad que el espesor de la cama de frenado. Para evitar desaceleraciones excesivas, la cama se costruira con un espesor de al menos 10 centimetros en el punto de entrada, que aumentara uniformemente hasta alcanzar su espesor de diseño
Las camas de frenado deben ser construidas con un mínimo de profundidad del agregado de 1 metro. Para que la desaceleración del vehículo sea suave, la profundidad

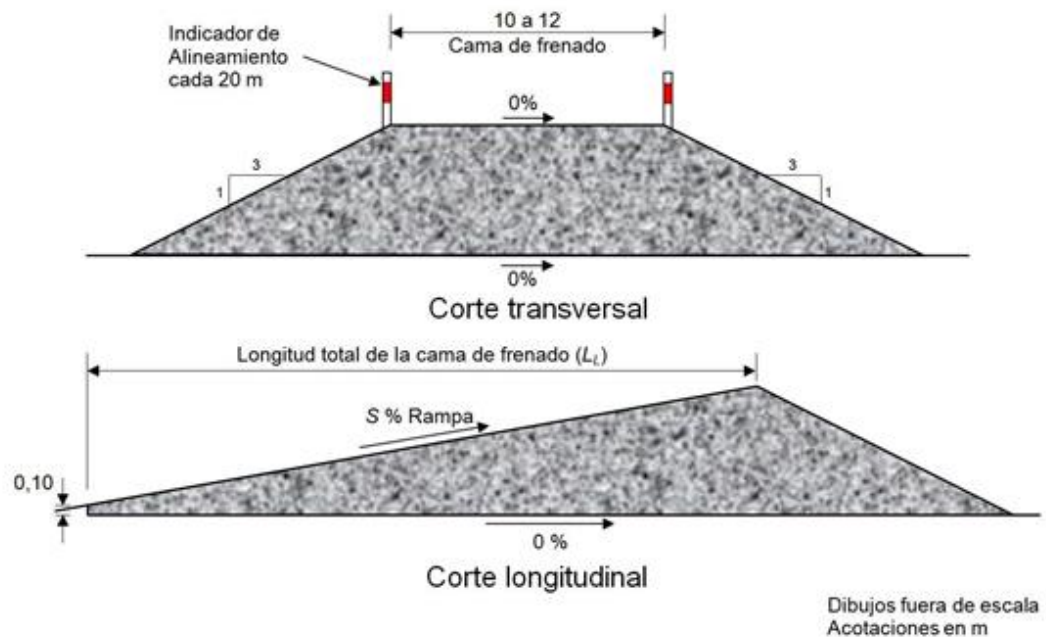
de la cama deberá incrementarse a partir de la entrada desde 75 mm de profundidad hasta los 30 o 60 m como máxima profundidad.

Tener en consideración donde la velocidad de ingreso es menor a los 74 km/h, la desaceleración del vehículo depende de la profundidad, esto a que se puede manifestar inconvenientes. Pero donde la velocidad de ingreso supera los 76 km/h, la desaceleración del vehículo es independiente de la profundidad de la cama de frenado.

La profundidad de la cama de frenado deberá oscilar entre 300mm y 450 mm, con está incrementándose gradualmente a través de la longitud de la cama, para proveer de un ingreso suave al vehículo.

**Fuente:** *geometric design of highways and streets (AASHTO, 2011)*

**Figura 15.** Longitud de la cama de una zona de frenado de emergencia



**Fuente:** *A póllice on geometric design of highways and streets (AASHTO, 2011)*

### **Situación actual de la carretera en el trayecto al Cantón Girón.**

En el siguiente capítulo se recopiló información indispensable acerca del estado de las vías de la provincia del Azuay, haciendo énfasis en el cantón Girón por ser el sitio estratégico de la propuesta de diseño de una zona de frenado de emergencia, cuyo objetivo principal es aportar con la seguridad vial.

Otros aspectos a considerar en la recopilación de información:

Cuando una vía está expuesta a un tránsito alto diario, su pavimento está sometido a un efecto denominado pulimiento, el mismo que se produce por efecto de la constante fricción entre éste y las llantas de los vehículos. Este problema incrementa si la mayor parte de tránsito está constituida por buses y vehículos de carga.

Los mismos que por medio de sus numerosos detenimientos y puestas en marcha, obligan a que las zonas de la superficie de rodamiento en que se realizan tales maniobras pierdan rugosidad mucho más rápido que otra zona de la calzada. Las zonas afectadas por el pulimento presentan un menor coeficiente de rozamiento. Bajo esta situación frenar un vehículo empleara más distancia de lo que tomaría frenarlo en otra zona sin pulimento. (Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 25)

Según Cabrera y Collaguazo (2012), “la atención el hecho de que el coeficiente de rozamiento para un pavimento húmedo no sea el mismo que para una superficie de rodamiento seca” (p 32)

Además, se menciona que:

Con la calzada húmeda, la distancia de frenado es mayor. Al apreciar la superficie de una vía, a simple vista pareciera que es plana. Si la apreciación es a detalle, se observa que obligadamente presenta una ligera inclinación del centro hacia los márgenes. Esta

inclinación se denomina “bombeo” de la vía. Drenajes insatisfactorios y bombeo inadecuado proporcionan que en el pavimento se encuentre una fina capa de agua, con esta fina capa de agua se presenta el hidroplaneo, bajo esta circunstancia la distancia necesaria para detener un vehículo aumenta con respecto a cuándo tenemos la calzada seca con el vehículo a una velocidad similar. (Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 40)

### **Potencial riesgo visual al conducir sin frenos**

- **Trabajadores en las vías**

Una de las principales obstrucciones visuales son los trabajos realizados en las vías ya que por la falta de visibilidad pueden ocasionar accidentes. Para este tipo de obstrucción visual se recomienda a los conductores estar atentos la mayor parte del tiempo. (Cabrera y Collaguazo, 2012 p. 50)

- **Animales en la vía**

Seguido tenemos la obstrucción vial por animales, en nuestro en particular debemos tener en cuenta este tipo de obstrucción debido a la fauna silvestre, o a su vez es común ver a los pobladores trasladar a sus animales por la vía o en otros casos utilizando los cruces destinados para los animales todo esto es muy difícil predecir cuándo pasara. (Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 54)

- **Vehículos mal estacionados en la vía**

Los vehículos ya sean pequeños o grandes mal estacionados en las carreteras son un gran factor de causar accidentes puesto que se necesita un espacio adecuado para que el conductor pueda realizar la maniobra, ya que al no tener una buena visibilidad es más difícil rebasar a los vehículos. Ocasionando graves accidentes por este tipo de obstrucción visual. (Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 59)



## **Estudio del estado actual de la red vial del cantón girón.**

La Cuenca-Girón-Pasaje constituye una de las vías con mayores índices de derrumbes en época invernal. El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) y las municipalidades de Girón y Santa Isabel suman esfuerzos para mantener la carretera habilitada al tránsito vehicular.

La vía del cantón Girón conecta a las provincias de Azuay y El Oro, en un recorrido efectuado el miércoles 17 de mayo del 2021, se constató la presencia de materiales que obstruyen algunos tramos de la carretera, y en otros, los trabajos de limpieza ejecutados para disminuir los riesgos de accidentes. Existen varios puntos críticos que representan un peligro para los conductores que no usan constantemente esa carretera. La preocupación surge porque en muchos de estos tramos no hay señalización, en otros casos es difícil leer las alertas debido al crecimiento de la maleza debido a los factores climáticos y al nulo mantenimiento vial existente en el lugar, esto provoca que los conductores avancen incluso a grandes velocidades, ocasionando daños considerables en sus vehículos o accidentes.

**Figura 16.** *Estado actual vía cantón Girón.*



**Fuente:** *Autores*

En la figura. 16, se aprecia el deterioro existente en la vía, los mismos existentes en varios puntos críticos que representa un peligro para los conductores que no usan constantemente esta carretera. A lo largo del trayecto se evidencian fisuras, baches y hundimientos en la calzada. La preocupación aumenta debido a que no existe una seguridad vial, al no contar con señalización que advierta del peligro inminente.

Si le sumamos los factores de la temporada invernal ya que, si no se mitigan estos inconvenientes, la vía puede derrumbarse en poco tiempo, en lugares donde los asentamientos son notables y el paso constante de vehículos pesados y en algunos casos vehículos que exceden la carga, contribuyen para el deterioro de la carretera. En estos espacios, los usuarios habituales ya se han acostumbrado al mal estado de la vía, conducen a velocidades prudentes e invaden carril con las debidas precauciones, para evitar incidentes. Sin embargo, para quienes no conocen de esta situación representa un peligro especialmente en horas de la noche es imposible visibilizar el hundimiento.

**Figura 17.** *Estado actual vía cantón Girón.*



**Fuente:** *Autores*

En la figura 17. Se puede evidenciar baches y fisuras se evidencian a lo largo de los primeros km de la vía que conecta Cuenca con Girón, principalmente desde el sector de Las Colinas, parroquia Tarqui provocando una inseguridad vial, ya que los vehículos por no caer en los huecos, se apegan mucho a los costados de los caminos provocando riesgo y peligro para los peatones, ciclistas y animales corriendo peligro al transitar por estos lugares destinados.

**Figura 18.** *Estado actual de la vía hacia Girón, parroquia Tarqui.*



**Fuente:** *Autores*

**Figura 18.** *Estado actual de la vía hacia Girón, parroquia Tarqui.*



**Fuente:** *Autores*

Nota: En la imagen se aprecia un derrumbe lo que provocó que la mitad de la carretera quede tapada, ocasionando inseguridad vial al transitar por la carretera y eso sumado el congestionamiento en el tránsito.

**Figura 19.** *Derrumbos en la vía Girón, sector del Cáñaro.*



**Fuente:** *Autores*

En la figura 20 se observa la presencia de la maquinaria del MTOP que retiran los materiales que cayeron en la vía Cuenca – Girón. Los derrumbes son constantes en la carretera por el invierno.

**Figura 20.** *limpieza de vía por parte de maquinaria del MTOP*



**Fuente:** *Autores*

Los inconvenientes inician a la altura del kilómetro (Km) 32, con la caída permanente de rocas de diferentes tamaños. En los km 42 y 49, por ejemplo, se intensifican las molestias al tránsito. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas Ec, 2021)

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP) y la Empresa Pública Asfaltar-EP del Gobierno Provincial del Azuay coordinan acciones para intervenir en la vía Cuenca-Girón-Pasaje. Las instituciones prevén un mantenimiento correctivo en los tramos más críticos de la carretera estatal.

La Empresa Pública Asfaltar-EP espera hasta la próxima semana contar con un informe del estado real de la calzada de la vía de más de 160 kilómetros (Km) que conecta a las provincias de Azuay y El Oro. El informe determinará los tramos de la carretera con mayores problemas, así como los trabajos que se requieren y las fechas de inicio, entre otras acciones. El mantenimiento se ejecutará en el marco de un convenio de cooperación interinstitucional, considerando además que el MTOP y el GAD Provincial vienen

trabajando juntos y con el respaldo de las municipalidades para atender algunas de las carreteras de la red estatal y provincial afectadas por el invierno

El MTOP ejecuta desde el pasado lunes una reconfiguración a nivel de material de mejoramiento y lastre de algunos de los puntos críticos de la carretera Cuenca-Girón-Pasaje. Esto se realiza como antesala del acuerdo con la Empresa Pública Asfaltar-EP del GAD Provincial para recuperar la calzada. (El Mercurio, 2021)

### **Histórico estadístico ocasionados por los accidentes de tránsito en la provincia del Azuay.**

#### **División política de la provincia del Azuay.**

La provincia del Azuay tiene quince cantones, detallados a continuación:

**Figura 21.** *Provincia del Azuay*



Fuente:

**Tabla N<sup>a</sup> 7.** *Cantones de la provincia del Azuay*

Cantón Sevilla de Oro	Ubicado a 73 Km de cuenca hacia el noreste del Azuay.
Cantón El Pan	Ubicado al nororiente de la provincia del Azuay, a 90 Km de Cuenca, en un pequeño valle interandino
Cantón Guachapala	Ubicado al Noroeste de la provincia, a 48 km de Cuenca a 2200 metros sobre el nivel del mar.
Cantón Paute	Ubicado a 42 Km hacia el noreste de Cuenca.
Cantón Sigsig	Se ubica a 60 Km al suroeste de Cuenca vía a Chordeleg, se encuentra a 2640 metros sobre el nivel del mar.
Cantón Chordeleg	Ubicado a 5 km de Gualaceo y situado a 2390 metros sobre el nivel del mar
Cantón Gualaceo	Ubicado al este de Cuenca 2320 metros sobre el nivel del mar
Cantón Camilo Ponce	Ubicado a 190 km al oeste de Cuenca
Cantón San Felipe de Oña	Ubicado a 102 km al suroeste de Cuenca 2800 metros sobre el nivel del mar
Cantón Nabon	Ubicado a 71 km de Cuenca 2800 metros sobre el nivel del mar

Cantón Pucara	Ubicado a 125 km al sureste de Cuenca 2800 metros sobre el nivel del mar
Cantón Santa Isabel	Ubicado a 76 km de Cuenca parte del carretero estatal E 59 tramo Cuenca Pasaje Machala
Cantón San Fernando	Ubicado a 71 km de Cuenca parte del carretero estatal E 59 tramo Cuenca Pasaje Machala
Cantón Girón	Ubicado a 44 km al suroeste de Cuenca 2106 metros sobre el nivel del mar

Fuente: Autores

### **Definición.**

En este aspecto se menciona que:

Una muerte a causa del tránsito ocurre cuando una persona es lesionada como causa de un accidente muere dentro de los treinta días siguientes. Sin embargo, no todos los países utilizan esta definición; algunos utilizan la definición de muertos “in situ”, dentro de las siguientes 24 horas, tres días, etc. Han sido desarrollados factores de ajuste por varias organizaciones para corregir los datos de aquellos países que no utilizan la “regla de los treinta días”. (Cabrera y Collaguazo, 2012, p. 84)

**Tabla 7.** *Valores de estimación global de accidentes*

Escena por días	Porcentaje a los 30 días	Factor de ajuste
1	77	1.30
3	87	1.15
6	92	1.09
7	93	1.08
30	100	1.00

Fuente: EGF, *global road safety*, 2004.



## **Definición de accidente**

Se define un accidente con víctimas, cuando se produce un choque de un vehículo o más que estando en movimiento en la red vial pública ocasiona daños o lastima a una persona o usuario de la vía. Cabe indicar que esta definición en algunos países no es la misma porque excluye cierta clase de accidentes, algunas veces se omiten los reportes de la policía donde se ocasionen accidentes relacionados a trenes, lugares restringidos, entre otras.

## **Número de vehículos en la provincia del Azuay**

El sector automotriz en la provincia del Azuay ha tenido un incremento promedio anual del 9.4% en los años (2013-2018), lo que nos muestra que el crecimiento en esta provincia está por encima del promedio nacional anual, lo que se traduce en 154697 vehículos que existen haciéndolo un mercado muy atractivo para los empresarios del sector automotriz (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, 2019).

En el sector automotriz por tipo de combustible diésel representa el 13.05% en la provincia lo que nos indica un número de 20202 vehículos lo que lo hace un importante de mercado objetivo (Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, 2018). Pese a que el sector automotriz ha sido uno de los más afectados del país en la crisis sanitaria covid-19 “hay segmentos con buenos resultados. (Izquierdo, Gavilanes & Mena, 2021, p. 76).

## **Encuesta realizada a los choferes que utilizan la vía Cuenca – Girón**

Como parte del estudio del estado actual de la vía Cuenca- Girón, los autores del presente trabajo diseñaron una encuesta estructurada por 10 preguntas, cuyo instrumento de recopilación de datos permitió determinar la pertinencia de la existencia de una zona de frenado de emergencia en el punto estratégico mencionado anteriormente. Se recalca además que la población de estudio se conformó por los choferes en general, es decir los

usuarios que utilizan la vía para el respectivo traslado, partiendo de ello se determina el cálculo de la muestra que permitirá delimitar el número de encuestas.

### **Calculo de la Muestra**

En primera instancia se estableció cuál es el numero diario de choferes que utilizan el tramo Cuenca- Girón, para ello se procedió a realizar la investigación de campo para conocer con exactitud el promedio. Tras la observación exhaustiva realizada por parte de los autores se obtiene que transitan de 40 a 42 vehículos, entre taxis, camiones, buses, autos livianos, transporte de carga mixta y pesada.

Reemplazando estos valores en la formula descrita por Sampieri (2017) se obtiene lo siguiente:

### **Calculo Diario de la Media de Choferes Usuarios viales del tramo Cuenca – Girón**

$$Media\ diaria = \frac{40 + 42}{2} = 41\ choferes\ diarios$$

### **Calculo mensual de la Media de Choferes Usuarios viales del tramo Cuenca – Girón**

Esta cifra se obtiene tras multiplicar los días transitados (todos los días del mes) por el promedio diario de choferes:

$$Media\ mensual = 28\ días \times 41\ choferes\ diarios = 1148\ choferes\ mensuales$$

### ***Determinación de Muestra***

Considerando a (Casal, & Mateu, 2003, p. 32) debemos aplicar la siguiente fórmula para determinar la muestra:

$$N = \frac{Z^2 PQ}{B^2}$$

Donde:

N= tamaño de la muestra.

Z=1,96 para el 95% de confianza, 2.56 para el 99%

P= Frecuencia esperada del factor a estudiar.

Q= 1-p

B= Precisión o error admitido.

El valor de n obtenido por esta fórmula indica el tamaño de la muestra para una población infinita, a efectos prácticos se considera población infinita cuando la muestra supone menos del 5% de la población total.

Tras la revisión teórica es necesario también considerar la fórmula de Reyes, Espinoza y Olvera. (2013):

$$n = \frac{Z^2 * p * q * n}{N * e^2 + z^2 * p * q}$$

Nomenclatura:

N= Tamaño de la población

Z= Nivel de confianza

P= Probabilidad de éxito

q= Probabilidad de fracaso

e= error de la estimación o estándar

n= tamaño de la muestra

Considerando todos estos aspectos se sustituyó cada uno de los valores en la formula, de la siguiente manera:

$$n = \frac{1148 * (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}{(0.05)^2(1148 - 1) + (1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}$$

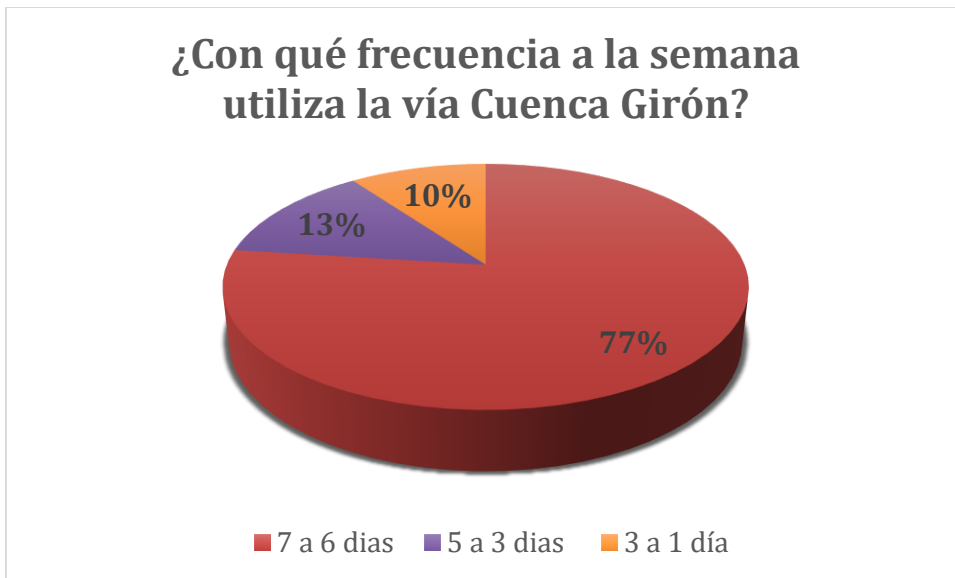
n= 288.027 Encuestas

Se determina que se efectuarán 288 encuestas.

### Resultados obtenidos de las encuestas realizadas a los choferes que utilizan la vía Cuenca – Girón.

**Pregunta 1:** *¿Con qué frecuencia utiliza la vía Cuenca Girón?*

**Figura 22.** *Frecuencia semanal del uso de la vía Cuenca - Girón*

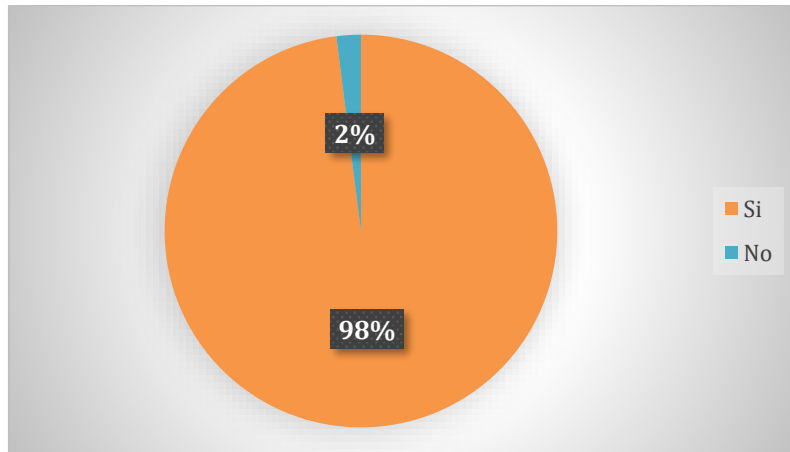


#### Análisis e interpretación

La gráfica muestra que el 77% de los encuestados utilizan la vía Cuenca Girón con una frecuencia de 7 a 6 días a la semana, el 13% hace uso de la misma de 5 a 3 días, mientras que el 10% restante solo 3 a 1 día.

**Pregunta 2:** *¿Conoce usted acerca de la zona de frenado de emergencia?*

**Figura 23.** *Porcentaje de personas que conocen acerca de la zona de frenado de emergencia.*



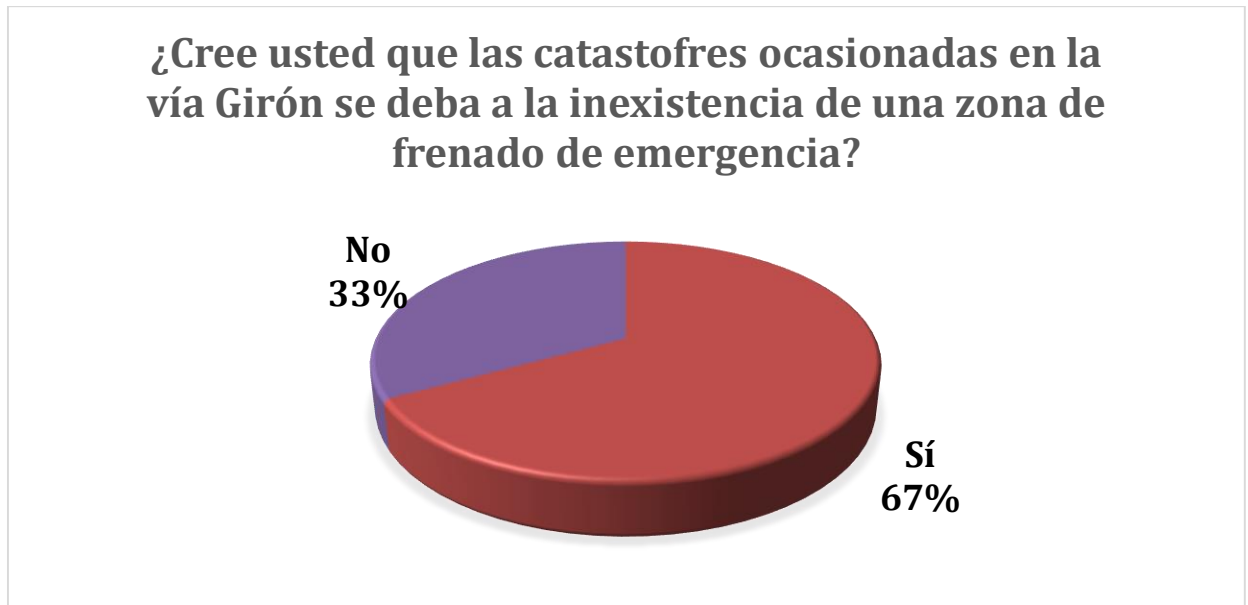
### **Análisis e interpretación**

La gráfica muestra que el 98% de los choferes encuestados conoce acerca de la zona de frenado de emergencia y únicamente el 2% tiene una idea vaga respecto al tema.

**Nota:** En este punto se recalca que los autores precisaron en la explicación de la misma, para que comprendan de forma eficaz y puedan responder a las preguntas siguientes.

**Pregunta 3:** *¿ Cree usted que las catástrofes ocasionados en la vía E59 Girón se deba a la inexistencia de una zona de frenado de emergencia?*

**Figura 24.** Porcentaje de personas que consideran que los accidentes de tránsito ocasionados en el lugar de estudio se producen por la inexistencia de zona de frenado de emergencia.

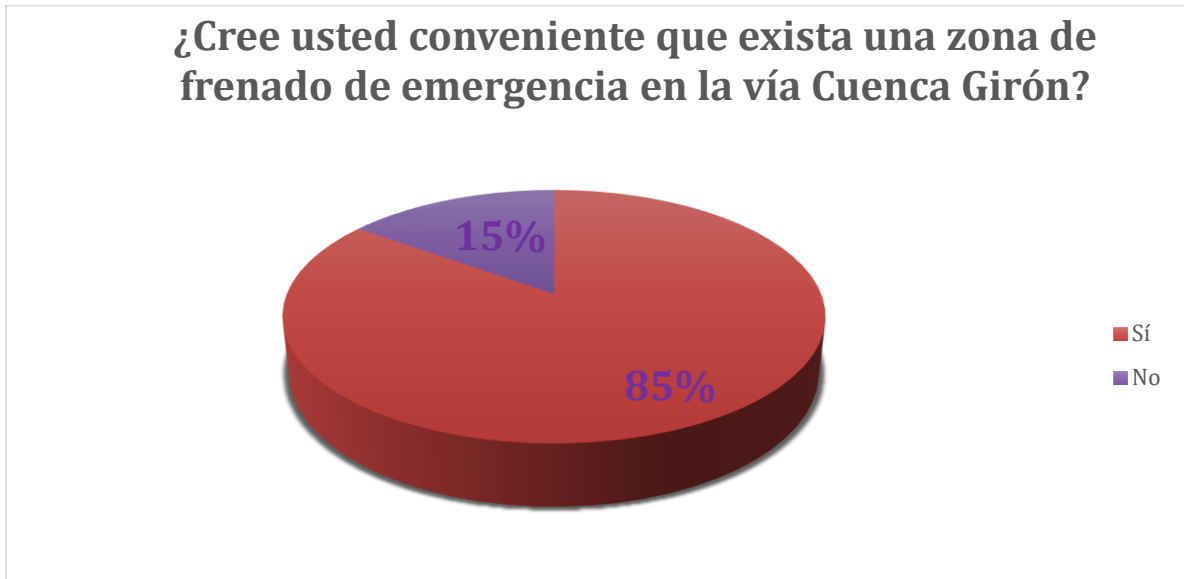


#### **Análisis e interpretación**

La gráfica muestra que el 67% de los encuestados considera que los accidentes producidos en la vía Cuenca Girón son ocasionados por la inexistencia de una zona de frenado de emergencia, mientras que el 33% refleja que las razones de éstos siniestros se deben a otras causas que involucran netamente al mantenimiento de cada vehículo que transita en el sitio de estudio.

**Pregunta 4:** ¿Cree usted conveniente que exista una zona de frenado de emergencia en la vía Cuenca Girón?

**Figura 25.** *Porcentaje de personas que consideran conveniente que exista una zona de frenado de emergencia.*



#### **Análisis e interpretación**

La gráfica indica que el 85% de los encuestados están de acuerdo y creen conveniente que en la vía Cuenca Girón, exista una zona de frenado de emergencia para evitar accidentes, mientras que el 15% responde a la interrogante negativamente.

**Pregunta 5:** *¿Piensa usted que deberían existir programas de socialización para conocer el buen uso de la zona de frenado de emergencia?*

**Figura 26.** Porcentaje de personas que consideran pertinente la existencia de programas de socialización para conocer el buen uso de la zona de frenado de emergencia.



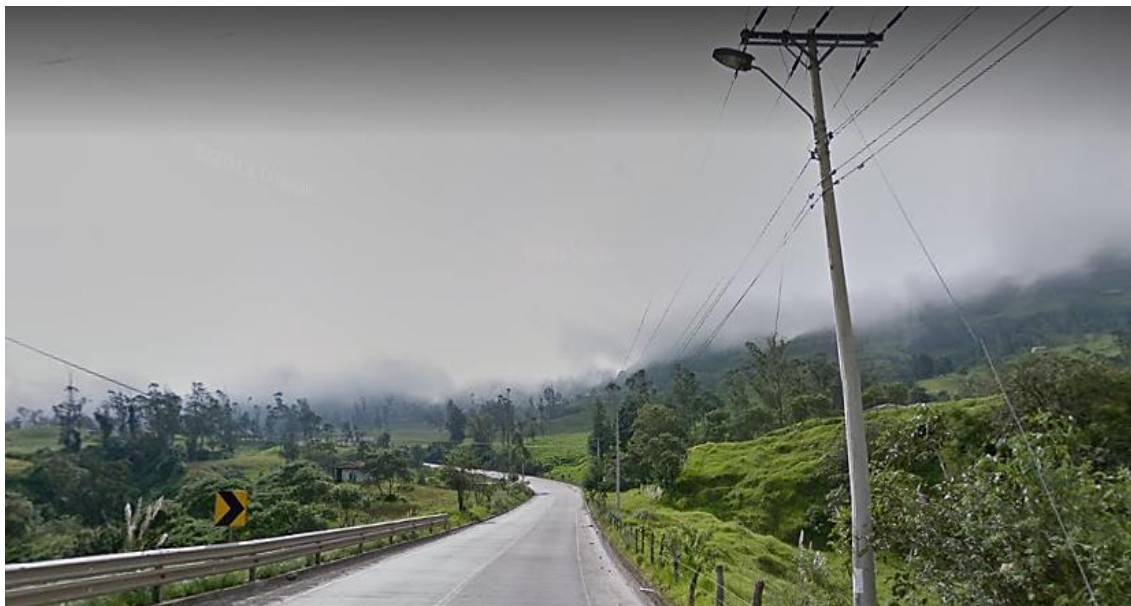
#### **Análisis e interpretación**

La grafica muestra que el 92% de los choferes encuestados manifiesta estar de acuerdo y considera pertinente la socialización para conocer el buen uso de la zona de frenado de emergencia, mientras que el 8% responde de forma negativa ante la interrogante.



## **Determinación del lugar estratégico para la ubicación de las zonas de frenado de emergencia**

**Figura 27.** *Lugar elegido para la zona de frenado de emergencia.*



**Fuente:** Autores

**Nota:** *Lugar estratégico antes de llegar a la parroquia Sta. Marianita*

### **Consideraciones a tomar en cuenta en la propuesta de diseño de una zona de frenado de emergencia en el Cantón Girón.**

El procedimiento de diseño consta de dos partes. La primera consiste en determinar la velocidad de diseño de la zona de frenado de emergencia. Esta velocidad corresponde a la velocidad con la que el vehículo que se encuentra en condición de emergencia e ingresa a la zona de frenado. En una segunda etapa se determina la configuración geométrica.

(Nancuñil, 2002, p. 50), nos manifiesta que las variables operacionales corresponden a aquellas que determinan el funcionamiento de las zonas de frenado de emergencia durante la fase de operación, tales como las características del acceso, el

ancho y el esviaje. Las variables geométricas determinan la longitud e inclinación de la zona de frenado de emergencia.

Los conceptos subyacentes son la Velocidad de Diseño y la Distancia de Parada, los cuales se discuten a continuación.

### **Perfil de velocidad**

Es la velocidad punto a punto con la cual el vehículo que pierde el control se desplaza por la pendiente. Está determinada por la energía potencial acumulada por el vehículo al momento del corte de frenos, la presencia de curvas horizontales y la resistencia aerodinámica (Gillespie, 1992, p. 14). Por tanto, depende del balance entre energía potencial y cinética del vehículo.

Matemáticamente, y considerando un sistema conservativo, el perfil de velocidad puede describirse mediante enfoques aproximados o exactos. El enfoque aproximado asume que la energía potencial se va transformando progresivamente en energía cinética aumentando así la velocidad punto a punto. Así, la velocidad en el punto  $x$  de la pendiente ( $V(x)$ ) es función de la velocidad inicial ( $V(0)$ ) y de la diferencia de altura neta respecto de una referencia ( $h(x)$ ), como lo muestra la ecuación 1.

$$V(x) = \sqrt{V(0)^2 - 2gh(x)}$$

Esta velocidad no es constante dado que depende de la pendiente y de la distancia recorrida en pendiente luego de la cristalización de los frenos o pérdida de los mismos por factores adversos. Por tanto, si bien asumir una velocidad de diseño constante simplifica el diseño, no otorga flexibilidad para elegir una velocidad dependiente de las características de la pendiente y de la localización seleccionada. Por otra parte, no es adecuado considerar una velocidad de proyecto mayor, por cuanto ésta velocidad corresponde a una velocidad en condición de control y no es posible determinar si

efectivamente es esa la velocidad con ingresa un vehículo a la zona de frenado de emergencia.

### **Criterio de cálculo de velocidad de diseño**

Las normativas revisadas utilizan dos criterios de cálculo. Las normativas AASHTO (2001) recomienda utilizar un valor fijo de 140 Km./h. Las normativas de Sudáfrica (CSIR, 2001) y España (Ministerio, 1999) recomiendan usar una velocidad de diseño que oscila entre 50 y 130 Km./h. Sin embargo, no establecen criterios para determinar cuál velocidad de diseño es la que deberíamos de optar a utilizar dentro de ese rango. La normativa de Ecuador por su parte no adjunta datos que nos recomiende para utilizar como velocidad de diseño el valor de velocidad de proyecto.

### **La distancia de parada**

La distancia de parada, corresponde a la distancia que requiere para detenerse un vehículo que se desplaza a una cierta velocidad. Para el cálculo, existen dos enfoques. Uno de ellos considera el vehículo como un cuerpo rígido de masa concentrada en el centro de gravedad. Este enfoque corresponde al procedimiento comúnmente utilizado para el cálculo de distancia de parada. (d, en m) En primera instancia corresponde a la rapidez que viene el vehículo, el mismo se mide en (Km/h), de la inclinación longitudinal (i), del material empleado en la superficie de rodado del mismo (f) que asegura una cierta provisión de fricción.

El segundo enfoque utiliza modelos de interacción neumático - suelo, que a través de un equilibrio de fuerzas entre la resistencia aportada por un material suelto y la roto traslación del vehículo, logran determinar el perfil de velocidad la longitud requerida para la detención. Poseen la ventaja que es posible modelar el efecto del material suelto y su

composición granulométrica, con lo cual su especificación se hace más precisa cuando se analizan superficies no pavimentadas. (Al - Qadi y Rivera, 1991, p. 46).

### **Metodología.**

Para el avance eficaz de este proyecto, cumplimiento de los objetivos y verificación del estado del arte de las diferentes hipótesis planteadas se empleó diversas metodologías, de tal manera que la información documentada en la presente investigación se detalla de forma explícita argumentando las bibliografías más relevantes, de igual manera al aplicar estas metodologías sirvió en la organización del mismo permitiendo evaluar de forma adecuada acorde a las normas establecidas. Por lo tanto, el presente proyecto de investigación toma una metodología investigativa: con la ayuda de esta metodología se recogerá toda la información referente al desarrollo del proyecto a través de fuentes bibliográficas para análisis y clasificación de la información necesaria para el diseño y ubicación de la zona de frenado de emergencia.

Posterior se utilizó una metodología analítica: Esta permite realizar un análisis mediante la descomposición de las diferentes normas, técnicas de Estándares Internacionales para la simulación virtual del diseño de la zona de frenado.

Además, se utilizó el método deductivo esta parte de toda la información previamente obtenida para centrarse en lo específico, que es el diseño para la implementación de una zona de frenado que ofrezca múltiples ventajas y reduzca la tasa de accidentes.

También se utilizó el método comparativo en la parte final del proyecto, asimismo las indicaciones están en función a las zonas de frenado de emergencia diseñadas por las metodologías de diseño según la normativa AASHTO, y ésta a su vez están en relación a los sistemas de seguridad vial en las carreteras seleccionados para incorporar en el cantón

Girón, es decir que se evaluara un diseño de zona de frenado de emergencia tomando en consideración las zonas de frenado más comunes y también la topografía del lugar, Para de esta manera valorar los resultados obtenidos, logrando de esta manera justificar la veracidad de la propuesta planteada.

### **Recursos y materiales empleados**

Los autores de la investigación obtuvieron datos a partir de apoyo didáctico dentro de los cuales se menciona a sitios web, libros online o digitales, ubicación GPS, aplicaciones de móvil como Google Maps, indispensables para la recopilación de información sea bibliográfica o de campo. Además de hacer uso de flexómetros y programas computacionales como:

AutoCAD y Blender: Se detalló las medidas o secciones que debe cumplir la propuesta a utilizar en el diseño para la comparación de la medida además del ancho la longitud de la cama de frenado, vías auxiliares que componen la zona de frenado de emergencia

### **Normas**

El trabajo de investigación en su mayor parte está desarrollada y basada en las especificaciones vigentes de:

**La Normativa Nacional MTOP-NEVI-12**

**La Normativa Internacional AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials)**

## **Criterios de diseño para realizar la propuesta de zona de frenado de emergencia en el cantón girón**

A partir del estudio realizado en el cantón Girón, nos ha llevado a concluir los siguientes puntos para una zona de frenado de emergencia, los cuales pueden servir de guía para diseñar:

**Tabla 8.** *Criterios de diseño de zona de frenado en Cantón Girón*

<b>Criterios de diseño de zona de frenado de emergencia aplicables en el Cantón Girón.</b>
Ubicar en un área que sea visible preferiblemente donde el punto de la pendiente termine, para que a su vez permita interceptar la mayor parte de vehículos que presenten situaciones de emergencia evitando accidentes y reforzando la seguridad vial.
Construir teniendo en cuenta que la zona de frenado de emergencia tiene que estar en una zona recta que no presente curvas, sino el vehículo podría accidentarse provocando desenlaces fatales
Cuando se tiene prolongaciones descendentes y curvas se recomienda llegar a un lugar estable y que sea plano para la instalación de la zona de frenado de emergencia evitando accidentes.
Cuando la vía es angosta hay que tener en cuenta la instalación adyacente en el sentido de circulación particularmente para el Cantón Girón en el sentido derecho con un acceso siendo prolongación la vía estatal E59 para la zona de frenado de emergencia.
Hay que tener en cuenta la señalización y la visibilidad para que se pueda dar un uso oportuno a la zona de frenado de emergencia.
Se debe tener accesos para los vehículos de rescate y de mantenimiento.
Se debe ubicar un camino auxiliar para otros vehículos que presenten emergencia.

Sistema de iluminación acorde a las necesidades de la zona de frenado de emergencia especialmente para la noche si se presenta esta emergencia el actuar sea adecuado salvaguardando la vida.

**Fuente:** *Autores*

Se justifica entonces la implementación de una zona de frenado de emergencia cuando:

1. El sitio ya tenga antecedentes y sus estadísticas de accidentes de tránsito sean elevadas respecto a razones por averías en el sistema de frenos.
2. La zona de implementación sea muy concurrida por vehículos pesados y cuya vía tenga la presencia de una pendiente sostenida mayor al 5%.
3. Se debe cumplir la condición:

$$L * i^2 > 60$$

Donde:

L= Longitud de la pendiente de la carretera (Km)

i= Pendiente longitudinal del camino (%)

Otro método para determinar la longitud de una rampa de frenado es el que propone el Departamento de Transporte de Pennsylvania (PENNDOT, 2001, p. 75), en el cual se hace uso de una ecuación de tercer orden:

$$L = A + BV + CV^2 + DV^3$$

Donde:

L= Longitud de cama requerida (m)

V= Velocidad de entrada del vehículo (km/h)

A,B,C,D= Constantes de la tabla

## **Propuesta de diseño de una zona de frenado de emergencia para el Cantón Girón**

La propuesta para realizar el diseño de la zona de frenado de emergencia se basa en la recolección de los datos del estado actual del sector haciendo referencia al estado vial que posee actualmente el sector, después identificamos la geometría y topografía para poder recolectar todos los datos necesarios a fin de obtener un diseño adecuado, esto, debido a que en algunos tramos nos presentan topografías que poseen inconvenientes es decir fallas geológicas presentes en estos lugares estratégicos, posterior a ello escogemos el tipo de zona de frenado que vamos a implementar, en nuestro caso en particular optamos por una zona de frenado de emergencia de tipo ascendente por la topografía del sector al ser montañoso y con los carreteros sinuosos, por tal motivo al incorporar este tipo ascendente verificamos que es la adecuada y más factible al momento del diseño.

Se recalca que, para realizar el diseño de la zona de frenado de emergencia, los autores utilizaron el software “Blender Render”, el mismo que permitió obtener el diseño adecuado en base a los parámetros establecidos mencionados con anterioridad.

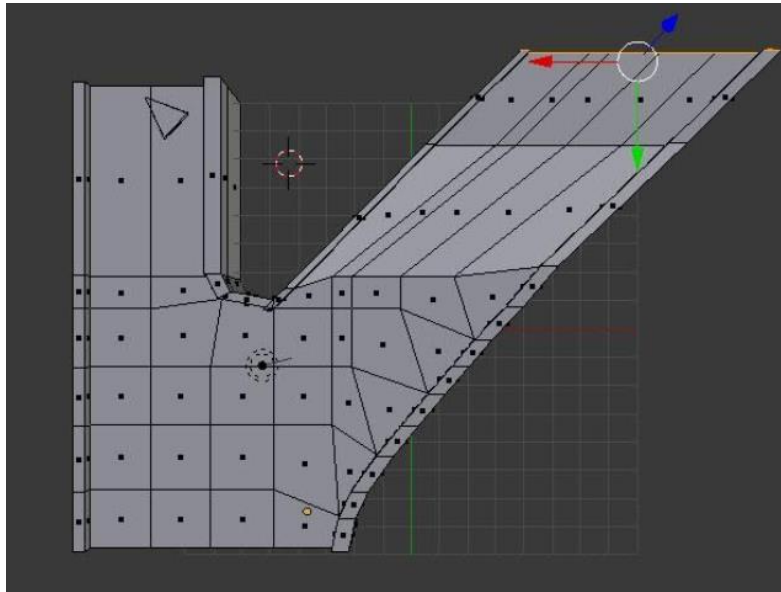
Blender Render, es una plataforma que diseña en 3 dimensiones y crea imágenes considerando los efectos ambientales de la zona de implementación, a su vez genera fotos de carácter real basadas en las configuraciones que se adapten por los usuarios, en este caso, los autores emplearon datos como:

- Criterios establecidos para determinar la anchura
- Longitud de la pendiente de la carretera
- Longitud de la cama de zona de frenado

Luego de configurar los datos e ingresarlos para poder reenderizar la imagen o simulación, se obtiene imágenes reales del diseño que se propone para implementarse en la vía Cuenca- Girón.



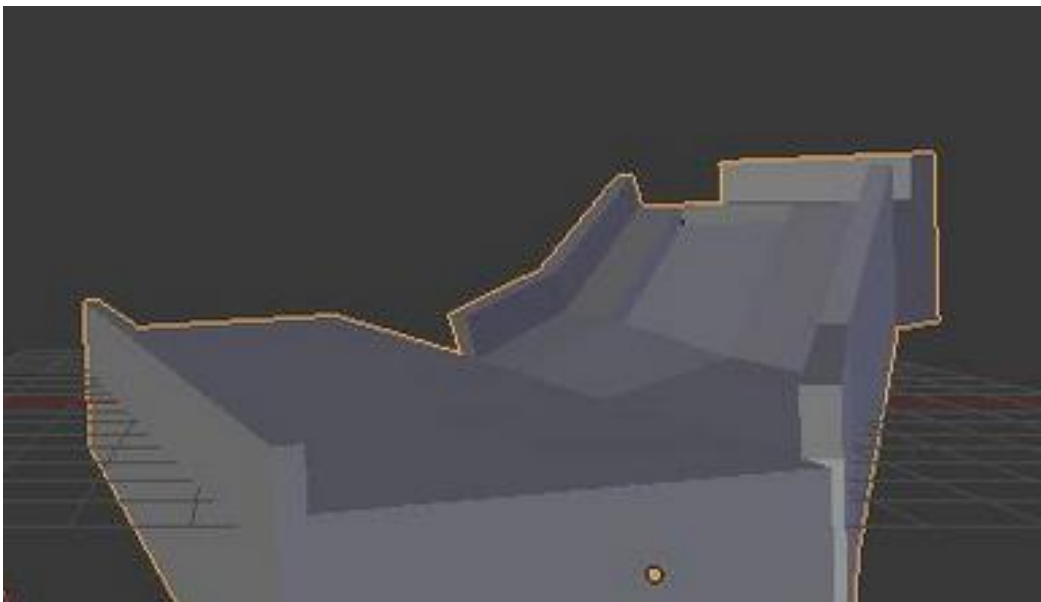
**Figura 28.** *Propuesta zona de frenado de emergencia, elaboración de diseño vista superior.*



**Fuente:** Autores

La figura obtenida por el programa Render Blender, permite visualizar el diseño de la zona de frenado de emergencia de forma general y directa, vista superior.

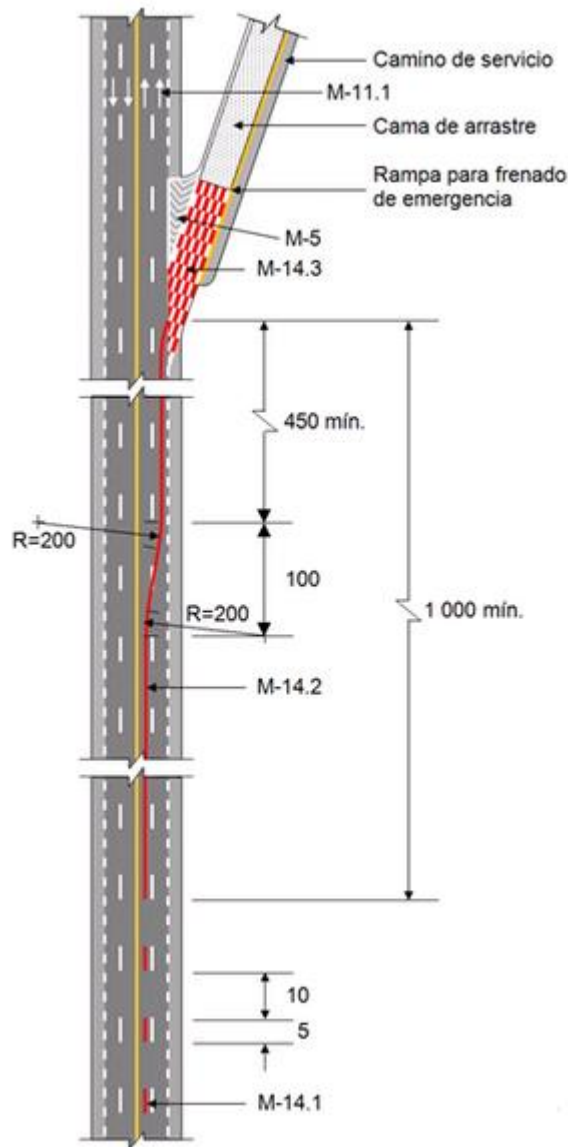
**Figura 29.** *Propuesta de una zona de frenado de emergencia para el Cantón Girón, vista Frontal.*



**Fuente:** Autores

En la figura se observa la zona de frenado de emergencia de forma frontal, imagen obtenida al ingresar los valores en configuración como se mencionó con anterioridad

**Figura 30.** Señalización de propuesta de zona de frenado de emergencia de tipo ascendente.



Fuente: A pólíce on geometric desing of highways and streets (AASHTO, 2011)

En la figura se muestran datos específicos que se emplearon en el diseño de la propuesta de la zona de frenado de emergencia.

Como método adicional para garantizar la efectividad y complementar el diseño propuesto por los autores se ve necesario incorporar el sistema de detención de camiones TAS a la zona de frenado de emergencia, el mismo que según varios autores mencionan que es:

Una serie de redes de contención de vehículos que se montan en barreras de hormigón a cada lado de la rampa. Cuando un vehículo fuera de control ingresa a la rampa, se encontrarán secuencialmente con redes de contención. La primera red de la serie está diseñada para detener automóviles fuera de control. Los camiones y autobuses grandes pueden requerir 7 o más redes. (Speier y Llanos, 2019, p. 25).

**Figura 31.** *Sistema TAS*



**Fuente:** *Speier y Llanos, 2019*

**Figura 32.** Vista de redes de frenado que componen el sistema TAS



**Fuente:** *Speier y Llanos (2019)*

(Speier y Llanos, 2019, p. 35), también mencionan que:

Cada red de frenado de vehículo incluye una maya de cable de acero unida en cada extremo a un elemento capaz de absorber la energía. Las mayas se mantienen a través de la zona de frenado de emergencia en posición vertical mediante dispositivos de tracción. Las redes de frenado están ancladas en la barrera de hormigón. Cada elemento capaz de absorber energía está compuesto por una cámara de acero inoxidable y una cinta de acero galvanizado encerrada y de longitud variable.

Cuando se impacta cada red, ésta jala la cinta de acero arrancándola de los retenedores de energía obligando que las cintas traviesen por cinco pernos de soporte desfasados obligando su deformación. Es esta fuerza de flexión de las cintas de acero lo que absorbe la energía del vehículo y lo frena. Las cintas de acero deben ser reemplazadas después de cada uso. (Speier y Llanos, 2019, p. 41).

**Figura 33.** *Cintas que retienen de energía.*



**Fuente:** Speier y Llanos (2019).

Al incorporar este sistema TAS a la zona de frenado de emergencia obtendremos una mejor seguridad garantizando el funcionamiento del mismo, a continuación, se resalta los más relevantes.

- **Desaceleración segura y controlada de vehículos:** Puede detener con seguridad vehículos de todos los tamaños, desde automóviles compactos de 900 kg, hasta camiones de 50,000 kg. La desaceleración de los ocupantes en descenso está dentro de los estándares aceptados de la FHWA. Hay un mínimo de desplazamiento de las cargas de los camiones. (Speier y Llanos, 2019).
- **Flexibilidad del sistema:** Las redes pueden diseñarse para cualquier velocidad o cualquier peso del vehículo dentro de un rango de tasas de desaceleración conjunta. Esto permite al diseñador una mayor libertad en el establecimiento de variables de diseño para ajustar las longitudes de la rampa. El Sistema TAS puede ser utilizado en pendientes positivas o negativas. (Speier y Llanos, 2019).
- **Alternativa económica:** El TAS puede proporcionar ahorros sustanciales a partir del costo de los diseños típicos de lecho de grava o arena al minimizar la cantidad de construcción y relleno que normalmente se requiere. Las rampas

pueden ser más cortas con el TAS y no requieren pista de servicio o anclajes adyacentes para el retiro del vehículo. (Speier y Llanos, 2019).

- **Facilidad de mantenimiento:** Las superficies de las rampas pueden ser pavimentados para que el rendimiento de la rampa no se vea afectado por las condiciones climáticas severas. No hay necesidad de cambiar y reacomodar la grava después de cada uso. Los componentes del sistema TAS solo requieren un mantenimiento periódico mínimo. (Speier y Llanos, 2019).
- **Facilidad de reparación:** Después de un impacto, el sistema Dragnet se repara fácilmente, a menudo requiere solo el reemplazo del carrete de cinta utilizado en los frenadores. Los tiempos de reparación son generalmente de menos de una hora / red y pueden ser realizados por equipos locales sin herramientas especiales. (Speier y Llanos, 2019).
- **Ensayado y probado:** Esta tecnología fue desarrollada y utilizada originalmente por la Armada para detener aviones a bordo de portaaviones. Desde entonces, ha sido adaptado y ensayado bajo los estándares FHWA para una variedad de aplicaciones y cumple con los criterios de diseño NCHRP 350. (Speier y Llanos, 2019).
- **Ingeniería mínima:** Las especificaciones, planos y planos actualmente disponibles pueden modificarse fácilmente para adaptarse a cualquier sitio en particular. El sistema se adapta fácilmente a los criterios de diseño variables, como la velocidad y la masa del vehículo de diseño, las diferentes situaciones geométricas y las pendientes del lugar. (Speier y Llanos, 2019).

**Figura 34.** zona de frenado implementado el sistema TAS



**Fuente:** Speier y Llanos (2019)

### **Análisis de la propuesta**

En el capítulo que se expone a continuación se presentarán un análisis de contenido, donde se establecerán aspectos necesarios para la determinación de la efectividad y alcance del diseño.

Todo proyecto o plan de investigación mediante la técnica de análisis de contenido ha de distinguir varios elementos o pasos diferentes en su proceso.

Determinar el objetivo o tema de análisis

Determinar las reglas de codificación.

Determinar el sistema de categorías

Comprobar la fiabilidad del sistema de codificación-categorización

Inferencias

Mencionado lo anterior se establece que la unidad de análisis son los criterios normativos de diseño, partiendo de ello a continuación se presenta una tabla de forma sintetizada, practica y específica, a manera de rubrica para determinar qué aspectos se cumplieron respecto a lo citado en el marco teórico referencial del presente proyecto.



**Tabla 9.** *Criterios de análisis del diseño de la zona de frenado de emergencia cantón Girón.*

Unidad de análisis	Código	Categorías	Indicadores	Ítem
Criterios normativos de diseño	CONSIDISE	Consideraciones de diseño	Visibilidad	Ser claramente visibles para evitar la percepción de discontinuidades que desalienten la entrada a las mismas
			Acceso	El acceso a la zona de frenado de emergencia debe ser amplio y suficiente para alojar la cama de frenado y el camino de servicio, con suficiente espacio adicional para poder realizar los trabajos de conservación del área.
			Angulo de entrada	Respecto al eje de la carretera, debe ser de cinco (5) grados como máximo, con el fin de asegurar la estabilidad del vehículo durante la maniobra de ingreso a la zona de frenado de emergencia y su alineamiento horizontal debe ser recto, de manera que los vehículos que ingresen lo hagan de una forma segura.
			Longitud de la cama de frenado	Debe ser suficiente para disipar la energía cinética del vehículo que utilice la zona de frenado de emergencia.

			Camino de servicio	<p>Debe ubicarse de forma adyacente a la cama de frenado, a la izquierda o derecha de su eje longitudinal.</p> <p>Se deben complementar con macizos de anclaje de concreto hidráulico, distribuidos convenientemente para que sirvan de apoyo en las maniobras de rescate de los vehículos</p>
			Sistema de drenaje y subdrenaje	Debe contar con un adecuado sistema de drenaje y subdrenaje que evite el deterioro de las características del material que forme la cama de frenado.
			Señalética	Debe realizarse el señalamiento de zona de frenado de emergencia y del tramo de la carretera que le anteceda.
			Cámara	Se debe instalar una cámara de detección automática de incidentes en cada zona de frenado de emergencia, que permita monitorear cada evento que ocurra, estimar la velocidad de entrada y alertar a las instancias de emergencia de su ocurrencia.

			Sistema de detención de camiones TAS	Presencia de Serie de redes de contención de vehículos que se montan en barreras de hormigón a cada lado de la rampa, así cuando un vehículo fuera de control ingresa a la rampa, se encontrarán secuencialmente con redes de contención.
	CRINE	Criterio de Necesidad	Según Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP (Ecuador), AASHTO (Estados Unidos), TA 57/87 (Reino Unido) y 3.1- IC (España)	<p>Se vuelve necesaria la existencia de la zona de frenado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En carreteras o caminos donde se identifique la recurrencia de accidentes por falla de frenos.</li> <li>- En caminos existentes en donde vehículos pesados tengan problemas operacionales.</li> <li>- En caminos nuevos donde sea necesario utilizar pendientes largas y pronunciadas.</li> <li>- En caminos con pendientes pronunciadas que se encuentran en zonas urbanas.</li> <li>- Cuando hayan ocurrido accidentes causados por vehículos que sufren la falla de sus sistemas de frenos.</li> <li>- En caminos nuevos con rasante descendente de gran longitud.</li> </ul>

				<ul style="list-style-type: none"> <li>- En pendientes mayores al 5% si <math>i2L &gt; 60</math> (i %, L (Km)).</li> <li>- En pendientes descendentes en que exista un registro histórico de accidentes causados por vehículos que pierden el control.</li> </ul>
	CRILO	Criterio de localización	Según el manual de carreteras de Ecuador, AASHTO (Estados Unidos), TA 57/87 (Reino Unido) y 3.1- IC (España)	<p>A partir de la mitad de la pendiente.</p> <p>Antes de una curva horizontal.</p> <p>Evaluar si el LF puede ser localizado a la izquierda o derecha del camino.</p> <p>A una distancia cercana del punto en donde ocurren accidentes por corte de frenos.</p> <p>En el lugar de la pendiente en que ocurre la mayor cantidad de accidentes de vehículos pesados por falla del sistema de frenos. Antes de una curva horizontal.</p>

**Fuente:** Autores

Respecto a la categoría “consideraciones de diseño” se estableció 9 indicadores, los mismos que se toman en cuenta en todo momento, en la totalidad del diseño esto es en visibilidad, acceso, ángulo de entrada, longitud de la cama de frenado, señalética, cámara y sistema de detención de camiones TAS, como el diseño se realizó mediante un software todos los indicadores responden a la teoría revisada.

Referente al criterio de necesidad, se menciona que el lugar de estudio fue la Provincia del Azuay, donde se determinó que al menos 788 personas murieron a causa de accidentes o siniestros de tránsito, según datos proporcionados por Agencia Nacional de Tránsito (2021) por ello la importancia de la implementación del diseño de la zona de frenado de emergencia en el lugar estratégico mencionado.

El criterio de localización responde necesariamente a la determinación del lugar de implementación, para ello se menciona que el punto estratégico corresponde a 700 metros antes del sector Sta. Marianita, Km 59 vía Cuenca Girón.

Todo lo mencionado con anterioridad responde a la viabilidad de la realización del proyecto porque constituye una estrategia de mejora de seguridad vial para contrarrestar las muertes ocasionadas por accidentes de tránsito.

## Conclusiones

A partir del análisis de contenido de los aspectos indispensables del diseño de la zona de frenado de emergencia, la viabilidad del mismo y la recopilación de información clave descrita en citas y referencias bibliográficas, se concluye que:

- La sistematización teórica y metodológica sobre los aspectos relativos al proceso de diseño de la zona de frenado de emergencia fueron de gran aporte para la fundamentación del presente proyecto.
- El diagnóstico y estudio del estado vial del cantón girón permitió determinar el lugar específico para el diseño de la zona de frenado, esto fue km 59, 700m antes de llegar al sector de Sta. Marianita.
- El diseño presentado en base a la literatura como medida preventiva de desastres y accidentes de tránsito y la simulación del mismo a través de un software respondió a la necesidad de contribuir a que la tasa de mortalidad en las vías disminuya considerablemente.
- La viabilidad del diseño permitió establecer la importancia de la aplicación de la zona de frenado de emergencia en la zona estratégica mencionada con anterioridad.
- Con la evaluación y análisis de contenido del diseño se evidenció el impacto positivo que los indicadores generan si se lleva al campo práctico la propuesta.

## **Recomendaciones**

Considerando la inexistencia de investigaciones y proyectos anteriores vinculados al tema presentado por los autores se recomienda:

La continuidad y profundización en aspectos relacionados a implementación del diseño permitiendo seguridad vial y reducción de índices en la tasa de mortalidad respecto a accidentes de tránsito en la zona de estudio.

Generalizar los parámetros e indicadores que constituyen la propuesta de diseño para así poder implementar en varias zonas de Cuenca la zona de frenado de emergencia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, A. (2020). *Visión cero enfocada a la reducción de accidentes de tránsito en Ecuador*. Quito: Universidad Internacional SEK.
2. Maldonado, R., & Neira, E. (2019). *Análisis de los accidentes de tránsito provocados por fallas mecánicas en los vehículos de la categoría N1 y de la subcategoría M3 tipo bus en el cantón Cuenca' Ecuador*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
3. Manjarres Arias , F. J., & Santillan Mariño , E. R. (Julio de 2016). *Análisis estructural a cargas de impacto frontal de un bus interprovincial mediante el método de elementos finitos*.
4. Vaca, J. (2014). *Banco de pruebas para el análisis y comportamiento térmico del sistema de frenos de disco y tambor en automóviles*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas.
5. Cayon, A., & <https://paho.org>. (2019, junio 4). OPS/OMS | Estado de la Seguridad Vial en la Región de las Américas (2019). Pan American Health Organization / World Health Organization. <https://www.paho.org>
6. OMS. (2016, julio 20). OPS/OMS | Informe 2016: Seguridad Vial en las Américas. Pan American Health Organization / World Health Organization. <https://www.oms.org>
7. OMS. (2018, diciembre 17). OPS/OMS |Nuevo informe de la OMS sobre la seguridad en las vías de tránsito en el mundo. World Health Organization. <https://www.oms.org>



8. Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador—ANT. (s. f.). Estadísticas sobre Siniestros de Tránsito. Recuperado 19 de marzo de 2021, de <https://ant.gob.ec/index.php/estadisticas>
9. Perito Judicial GROUP©. (2018, junio 20). Investigación problema accidente por sistema frenos. <https://peritojudicial.com/perito-accidentes/fallo-de-frenos/>
10. Mapfre, (2019, noviembre 2). Zonas de frenado de emergencia. canalMOTOR. <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/seguridad-vial/que-son-las-zonas-de-frenado-de-emergencia/>
11. Carlos, L. (s. f.). Sistema de frenada de emergencia. Recuperado 16 de marzo de 2021, de <https://www.auto10.com/actualidad/video-como-funciona-el-sistema-de-frenada-de-emergencia/15868>
12. Your Europe. (s. f.). Normas de circulación y seguridad vial. Recuperado 19 de marzo de 2021, de [https://europa.eu/youreurope/citizens/travel/driving-abroad/road-rules-and-safety/index\\_es.htm](https://europa.eu/youreurope/citizens/travel/driving-abroad/road-rules-and-safety/index_es.htm)
13. Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador—ANT. (s. f.). Descargables—Estadísticas. Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://ant.gob.ec/index.php/descargable>
14. AASHTO (2001), "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets". American Association of State Highways and Transportation Officials. Washington D.C. United States.
15. Abdelwahab W. Morral J. (1997), "Determining Need for and Location of Truck Escape Ramps". Journal of Transportation Engineering. 123(5), 350 – 356

16. Al-Qadi I.L., Rivera-Ortiz L.A. (1991), "Use of Gravel Property to Develop Arrester Bed Stopping Model". *Journal of Transportation Engineering*. 117(5), 566 - 584.
17. Gómez García, A. R. (2019). *Indicadores de seguridad vial en Ecuador 2008-2018*.
18. Román Matamoros, D. X. (2015). *Integración de un programa de seguridad vial al modelo Ecuador* (Bachelor's thesis, Quito, 2015.).
19. Abela, J. A. (2002). *Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*.
20. Casal, J., & Mateu, E. (2003). Tipos de muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev*, 1(1), 3-7.
21. Reyes, O., Espinoza, R., & Olvera, R. (2013). Criterios para determinar el Tamaño de Muestra en Estudios Descriptivos. In *Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals* (Vol. 5, No. 3, pp. 2919-2924).
22. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, R., & Baptista-Lucio, P. (2017). *Selección de la muestra*.
23. Echaveguren, T., Vargas, S., & Ñancuñil, J. (2007). Metodología de análisis y diseño de lechos de frenado. *Revista ingeniería de construcción*, 22(3), 175-184.
24. LUCAS ALAY, C. A. (2019). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROTECCIONES LATERALES MEDIANTE LAS DOS METODOLOGÍAS DE DISEÑO PROPUESTAS POR LA NORMA AASHTO, APLICADA EN PUENTES VEHICULARES DEL CANTÓN MANTA* (Doctoral dissertation).

25. Cotton de León, P. C. (2016). *Consideraciones para el diseño de rampas para frenado de emergencia en carreteras* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
26. Cabrera Prieto, J. I. & Collaguazo Reinoso, D. A. (2012). Análisis de las fallas más comunes en el funcionamiento del automóvil por las que se originan los accidentes de tránsito en la provincia del Azuay (Tesis Ingeniero Mecánico Automotriz, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca de Ecuador).
27. Rumbea, F. (2017). Visión. *Estudios industriales. Orientación estratégica para la toma de decisiones. Industria automotriz - ESPAE - ESPOL*, 4-31  
<http://www.espae.espol.edu.ec>
28. Astudillo, A. y Castillo, C. (2009). *Accidentes de tránsito relacionados con el consumo de alcohol en pacientes atendidos en el servicio de emergencia del Hospital Vicente Corral Moscoso. Cuenca 2007*. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Médicas, Escuela de Medicina.  
<https://dspace.ucuenca.edu.ec>
29. Chavarriaga, M. 2012. Mortalidad por accidentes de tránsito como factor determinante en la estructura poblacional. *Revista CES Salud Pública. ISSN 2145-9932 Volumen 3, Número 2, Julio-Diciembre 2012*, pág. 232-236  
<https://dialnet.unirioja.es>
30. López, N. 2016. Espectacular: así se usa una zona de frenada de emergencia. *Autobild.es*. <https://www.autobild.es/practicos/como-usar-una-zona-frenada-emergencia-302367>
31. CanalMotor. 2019. Las zonas de frenado de emergencia: instrucciones de uso. *Motor Canales MAPFRE*. <https://www.motor.mapfre.es/consejos-practicos/seguridad-vial/que-son-las-zonas-de-frenado-de-emergencia/>

32. Mascott, 2016. NORMA Oficial Mexicana NOM-036-SCT2-2016, Rampas de emergencia para frenado en carreteras.  
[http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6151/sct11\\_C/sct11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/6151/sct11_C/sct11_C.html)
33. Cotton de León, P. C. (2016). *Consideraciones para el diseño de rampas para frenado de emergencia en carreteras* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
34. Echaveguren, Tomás, Vargas, Sergio, & Ñancufil, Juan. (2007). Metodología de análisis y diseño de lechos de frenado. *Revista ingeniería de construcción*, 22(3), 175-184. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732007000300004>
35. Izquierdo, F. A. Z., Gavilanes, J. E. Á., & Mena, G. I. A. (2021). Estudio de mercado del sector automotriz como herramienta para toma de decisiones empresariales. *CIENCIAMATRIA*, 7(12), 643-670.  
<https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.444>
36. Speier y Llanos (2019). Sistemas modernos de detención de camiones sin frenos. *Vial* (mayo 27, 2019). <https://revistavial.com/sistemas-modernos-de-detencion-de-camiones-sin-frenos/>





CUADRO N° 04  
SINIESTROS DE TRÁNSITO, LESIONADOS Y FALLECIDOS EN SITIO, SEGÚN CAUSA PROBABLE, POR PROVINCIAS, ACUMULADO ENERO - DICIEMBRE 2020

CÓD.	CAUSAS PROBABLE	TOTAL	%	PROVINCIAS																							
				AZUAY	BOLÍVAR	CAÑAR	CARCHI	CHIMBORAZO	COTOPAXI	EL ORO	ESMERALDAS	GALÁPAGOS	GUAYAS	IMBABURA	LOJA	LOS RÍOS	MANABÍ	MORONA SANTIAGO	NAPO	ORELLANA	PASTAZA	PICHINCHA	SANTA ELENA	STO. DOMINGO TSÁCHILAS	SUCUMBIÓS	TUNGURAHUA	ZAMORA CHINCHIPE
SINIESTROS DE TRÁNSITO, ACUMULADO ENERO - DICIEMBRE 2020																											
	TOTAL	###	100%	788	39	60	71	369	97	559	172	0	###	309	469	800	###	121	28	59	52	###	377	995	32	755	70
C1	Carro frotado o fuerza mayor (explosión de neumático nuevo, derrumbe, inundación, caída de puente, árbol, presencia intempestiva e imprevista de semovientes en la vía, etc.)	155	0,9%	6				1	14	9	1		40	3	2	4	10		2	1		31	6	12		4	9
C2	Presencia de agentes externos en la vía (agua, aceite, piedra, lastre, escombros, maderos, etc.)	109	0,6%							2				3	1	4			1	1	2	49	45				1
C3	Conducir en estado de somnolencia o malas condiciones físicas (pueño, cansancio y fatiga).	69	0,4%	1		1		2		8	2					9	5	1				28	8		3	1	
C4	Daños mecánicos previsible.	57	0,3%		1			3	1				1	1				4	1			39	4		1	1	
C5	Falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, eléctrico o mecánico).	105	0,6%	5			5	5	1		2		1	4	3	1	1					67	5			5	
C6	Conduce bajo la influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	###	7,4%	92	2	9	7	18	4	21	8		382	16	89	3	10	15	1	2	4	405	36	1	122	4	
C7	Peatón transita bajo influencia de alcohol, sustancias estupefacientes o psicotrópicas y/o medicamentos.	49	0,3%	4		1		1		4			15	1	7	1						11	2			2	

CUADRO N° 08  
VÍCTIMAS DE SINIESTROS DE TRÁNSITO, SEGÚN PROVINCIAS, DICIEMBRE 2020

PROVINCIA	TOTAL VÍCTIMAS	%	LESIONADOS	FALLECIDOS EN SITIO
AZUAY	59	3%	53	6
BOLÍVAR	2	0%	1	1
CAÑAR	9	1%	7	2
CARCHI	12	1%	9	3
CHIMBORAZO	38	2%	29	9
COTOPAXI	41	2%	22	19
EL ORO	45	3%	42	3
ESMERALDAS	26	2%	19	7
GALÁPAGOS	0	0%	0	0
GUAYAS	700	41%	654	46
IMBABURA	44	3%	40	4
LOJA	70	4%	66	4
LOS RÍOS	118	7%	102	16
MANABÍ	112	7%	103	9
MORONA SANTIAGO	18	1%	16	2
NAPO	3	0%	2	1
ORELLANA	13	1%	10	3
PASTAZA	9	1%	8	1
PICHINCHA	231	14%	198	33
SANTA ELENA	41	2%	40	1
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	70	4%	64	6
SUCUMBIÓS	3	0%	1	2
TUNGURAHUA	31	2%	24	7
ZAMORA CHINCHIPE	16	1%	15	1
<b>TOTAL</b>	<b>1.711</b>	<b>100%</b>	<b>1.525</b>	<b>186</b>

Elaboración: Agencia Nacional de Tránsito - Dirección de Estudios y Proyectos. Quito; 13 de enero del 2021  
Fuente: Entes de control  
Datos actualizados al 31 de diciembre de 2020

**SINIESTROS DE TRÁNSITO, SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO INVOLUCRADO, POR MESES, 2020**

TIPO DE VEHÍCULO (1)	MESES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOY	DIC	
AUTOMÓVIL	646	645	362	142	251	366	239	421	439	554	570	663	5.358
BICICLETA	11	16	13	7	18	20	19	17	16	19	19	33	208
BUS	86	75	53	7	6	31	29	31	54	48	53	54	527
CAMIÓN	114	119	92	63	65	79	89	68	97	128	126	116	1.156
CAMIONETA	197	207	106	53	92	112	147	151	151	206	185	175	1.782
EMERGENCIAS	0	0	2	3			1	1	2		1	1	11
ESPECIAL (3)	14	10	10	6	10	7	20	16	5	7	7	13	125
FURGONETA	14	13	9	6	10	12	10	8	13	14	15	13	137
MOTOCICLETA	397	418	179	115	226	254	269	323	321	373	362	422	3.659
NO IDENTIFICADO (4)	348	340	210	102	153	232	204	304	296	392	309	346	3.236
VEHÍCULO DEPORTIVO UTILITARIO	76	93	49	17	44	52	49	59	74	96	78	86	773
<b>TOTAL</b>	<b>1.903</b>	<b>1.936</b>	<b>1.085</b>	<b>521</b>	<b>875</b>	<b>1.165</b>	<b>1.136</b>	<b>1.399</b>	<b>1.468</b>	<b>1.837</b>	<b>1.725</b>	<b>1.922</b>	<b>16.972</b>

**Nota:** La información del tipo de vehículo corresponde al primer vehículo que ha sido registrado en la base de datos (vehículo 1)

(1) Los tipos de vehículos se clasifican según la Norma Técnica de INEN: NTE INEN 2656

(2) En un siniestro de tránsito puede estar involucrado uno o más vehículos.

(3) Especial incluye: casa rodante, porta valores, barredor, estación médica móvil, esparcidor de asfalto, sanitario, tractor, otra clase.

(4) Representa a vehículos que no se pudieron identificar en el lugar del evento o se dieron a la fuga.

**Elaboración:** Agencia Nacional de Tránsito - Dirección de Estudios y Proyectos. **Quito**, 13 de enero del 2021

**Fuente:** Entes de control

Datos actualizados al 31 de diciembre de 2020











