



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**“MANUAL TÉCNICO PARA EL DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE RAMPAS DE
FRENADO DE EMERGENCIA (R.F.E.) APLICADO A LAS CARRETERAS DE
HONDURAS”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

21641254 ANDY ONAN SANTOS MEJÍA

21411276 JOSÉ JAVIER MATUTE ORDOÑEZ

ASESOR METODOLÓGICO: ING. MICHAEL JOB PINEDA

CAMPUS SAN PEDRO SULA, MARZO, 2021

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

PRESIDENTE EJECUTIVA

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

VICERRECTOR ACADÉMICO

DESIRÉE TEJADA CALVO

RECTOR ACADÉMICO

MARLON ANTONIO BREVE REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRANDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO FASE I

“ING. MICHAEL JOB PINEDA”

ASESOR METODOLÓGICO FASE II

“ING. HÉCTOR WILFREDO PADILLA”

ASESOR TEMÁTICO

“ING. SERGIO FRANCISCO PAREDES”

“ING. ÁNGEL DAVID FUNEZ”

“ING. ARNOLD JOVEL”

MIEMBROS DE LA TERNA:

ING. MARIO CÁRDENAS

ING. LUIS HERNÁN GUILLEN

ING. OSCAR CASTRO

DERECHOS DE AUTOR

© COPYRIGHT 2021

ANDY ONAN SANTOS MEJÍA

JOSÉ JAVIER MATUTE ORDOÑEZ

Todos los derechos están reservados

DEDICATORIA

En primer lugar, deseo dedicar esta tesis a Dios quien me ha dado la fuerza para obtener este anhelado logro. A mi familia en general, pero en especial a mi madre, Blanca Mejía, por ser una gran amiga y por haber sido mi apoyo incondicional durante todos estos años de esfuerzo. A mi padre Lucio Santos por ser un padre ejemplar y cuyo sacrificio fue fundamental para alcanzar este objetivo.

A mis hermanos por ser de las personas más especiales en mi vida, a mis abuelos Juan Mejía y Juan Santos por ser ejemplo de perseverancia y esfuerzo. Finalmente, a mi abuela Alba Ramos quien ha sido una de las personas más amorosas y sinceras que conozco.

-Andy O. Santos

Primeramente dedicar este logro a mis padres, que han sido un pilar importante en mi vida y cuyo apoyo y comprensión me ayudaron a seguir adelante con mis estudios hasta alcanzar esta meta.

También, se lo dedico mis amigos, quienes me brindaban palabras de aliento en los momentos que más lo necesitaba.

-José J. Matute

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por habernos dado la fuerza para seguir adelante en este proceso formativo y poder alcanzar este logro. A nuestras familias quienes han permanecido a nuestro lado apoyándonos en todo momento.

A los docentes que fueron parte de nuestro desarrollo profesional y en especial a nuestros asesores Msc. Ing. Sergio Paredes y Msc. Ing. Ángel Funez quienes nos guiaron para culminar con este trabajo y dedicaron horas de su tiempo.



RESUMEN EJECUTIVO

Honduras es un país que carece de medidas de seguridad vial en las carreteras del país, consecuencia de ello son los altos índices de accidentalidad. Dentro de las medidas que se adoptan en otros países, se encuentran las Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.), cuyo propósito es disminuir los efectos de la pérdida del control en los vehículos a causa de fallas en el mecanismo de frenado. Por ello, se consideró la necesidad de elaborar un documento para el diseño y construcción de estas estructuras dentro del país. Para tal fin se tuvo que llevar a cabo una investigación que tomara en cuenta la perspectivas de ingenieros civiles, dentro de Honduras, sobre aspectos constructivos, diseño, normalización y planos para las R.F.E. Esta investigación se llevó a cabo un enfoque cualitativo, con estudio no experimental, un diseño transversal, alcance descriptivo, método exploratorio secuencial, muestra no probabilística y técnicas cualitativas para conocer la información relevante para los ingenieros civiles. El manual posee nueve capítulos brindando introducción, análisis de tráfico, ubicación, dimensionamiento, materiales para la cama de frenado, señalización, proceso constructivo con costos referencia, recomendaciones y aplicabilidad junto con planos referencia. Este manual se basa en las experiencias de países que han desarrollado sus normativas. Es por ello que, adopta información brindada por AASHTO en su documento "A Policy On Geometric Design of Highways and Streets", NOM-036-SCT2-2016, Norma 3.1-IC y "Manual de Carreteras" (Chile).

Palabras clave: Accidentes de tránsito, Carretera, Manual, Rampa de Frenado de Emergencia, Seguridad vial.



ABSTRACT

Honduras is a country that lacks some measures to implement road safety on the country's highways, a consequence of which are the high accident rates. Among the measures adopted in other countries are the Emergency Escape Ramps (E.E.R.), which aim to reduce the effects of loss of control in vehicles due to failures in the braking mechanism. Thus, it was considered necessary to have a document for the design and construction of these structures within the country. In order to develop this manual, it was necessary to carry out a research that would take into account the perspectives of civil engineers in Honduras on construction aspects, design, standardization and blueprints for the E.E.R. This research was developed with a qualitative approach, with a non-experimental study, a cross-sectional design, descriptive scope, sequential exploratory method, non-probabilistic sample and qualitative techniques to know the relevant information for civil engineers. The manual has nine chapters that provide an introduction, traffic analysis, location criteria, dimensioning, materials for the braking bed, signaling aspects, construction process with reference costs, recommendations and applicability together with reference blueprints. This manual is based on the experiences of countries which have developed their own regulations. Therefore, the manual takes information provided by AASHTO in its document "A Policy On Geometric Design of Highways and Streets", NOM-036-SCT2-2016, Norma 3.1-IC and "Manual de Carreteras" (Chile).

Key words: Traffic accident, Highway, Manual, Emergency Escape Ramps, Road safety.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|--------|----------------------------------------------------------------------|----|
| I. | Introducción | 1 |
| II. | Planteamiento del problema | 2 |
| 2.1. | Precedentes del problema | 2 |
| 2.1.1. | Crecimiento del parque vehicular..... | 2 |
| 2.1.2. | Accidentes en los últimos años..... | 3 |
| 2.1.3. | Manual de Carreteras de la República de Honduras | 4 |
| 2.2. | Definición del problema | 4 |
| 2.2.1. | Enunciado del problema..... | 4 |
| 2.2.2. | Formulación del problema | 4 |
| 2.3. | Justificación | 5 |
| 2.4. | Preguntas de investigación | 6 |
| 2.5. | Objetivos | 7 |
| 2.5.1. | Objetivo general..... | 7 |
| 2.5.2. | Objetivos específicos | 7 |
| III. | Marco Teórico | 8 |
| 3.1. | Análisis de la situación actual | 8 |
| 3.1.1. | Análisis del Macro Entorno | 8 |
| 3.1.2. | Análisis del microentorno | 13 |
| 3.1.3. | Análisis interno..... | 20 |
| 3.2. | Teoría de sustento | 20 |
| 3.2.1. | AASHTO: “A Policy on Geometric Design of Highways and Streets” | 21 |
| 3.2.2. | Fuentes para criterios de necesidad | 22 |

| | | |
|--------|-------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.3. | Norma 3.1-IC | 24 |
| 3.2.4. | NOM-032-SCT2-2016..... | 26 |
| 3.2.1. | Manual de carreteras (Chile) | 34 |
| 3.2.2. | Manual de carreteras-tomo 5 | 36 |
| 3.2.3. | ASTM C-136 | 37 |
| 3.2.4. | Ensayos para el desgaste de los ángulos..... | 39 |
| 3.2.5. | Manual de Representación para Proyectos de Graduación | 42 |
| 3.2.6. | Alcances, ventajas y limitaciones..... | 45 |
| 3.3 | Marco Conceptual | 46 |
| 3.4 | Marco legal..... | 51 |
| 3.4.1. | Ley de tránsito: decreto 205-2005..... | 51 |
| IV. | Metodología..... | 52 |
| 4.1. | Enfoque..... | 52 |
| 4.2. | Variables de investigación..... | 53 |
| 4.2.1. | Diagrama de variables de operacionalización..... | 56 |
| 4.2.2. | Tabla de operacionalización..... | 57 |
| 4.3. | Técnicas e instrumentos aplicados | 63 |
| 4.3.1. | Instrumentos..... | 63 |
| 4.3.2. | Técnicas | 66 |
| 4.4. | Población y muestra..... | 67 |
| 4.4.1. | Población | 68 |
| 4.4.2. | Muestra | 68 |
| 4.5. | Metodología de estudio..... | 71 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.5.1. Tipo de diseño | 71 |
| 4.6. Fuentes de información | 73 |
| 4.7. Cronograma de trabajo..... | 73 |
| V. Resultados y Análisis | 77 |
| 5.1. Resultados de encuesta dirigida a ingenieros civiles..... | 77 |
| 5.2. Resultado de encuesta de conductores..... | 92 |
| 5.3. Información de relevancia en base a las respuestas de las encuestas..... | 99 |
| 5.3.1. Barreras de protección..... | 100 |
| VI. Propuesta..... | 103 |
| VII. Conclusiones..... | 105 |
| VIII. Recomendaciones | 107 |
| IX. Aplicabilidad..... | 108 |
| Bibliografía | 109 |
| Anexos..... | 117 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ilustración 1-Parque vehicular en el periodo 2014 a 2018. | 2 |
| Ilustración 2-Causas de accidentes en la CA-5 | 3 |
| Ilustración 3: Número de accidentes desde 2013 a 2018..... | 5 |
| Ilustración 4-Tesis "Diseño de rampas de emergencia en autopistas de México" | 9 |
| Ilustración 5-Análisis de las seis propuestas de rampas de acceso | 10 |
| Ilustración 6-Tesis "Proyecto ejecutivo de una rampa de frenado de emergencia" | 11 |
| Ilustración 7-Portada de "Sistemas de contención vehicular" | 12 |
| Ilustración 8-Portada Manual de carreteras-tomo 3: Instrucciones de diseño..... | 14 |
| Ilustración 9-Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes | 15 |
| Ilustración 10-Señales para rampas de frenado..... | 16 |
| Ilustración 11-Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras..... | 18 |
| Ilustración 12-Longitud de Rampa de frenado | 19 |
| Ilustración 13-Calculo de longitud de Rampa de Frenado según AASHTO | 19 |
| Ilustración 14-Consideraciones de AASHTO para ubicación, diseño y mantenimiento | 22 |
| Ilustración 15-Longitud de rampa de frenado según Norma 3.1-IC..... | 25 |
| Ilustración 16-Dimension de rampas de frenado según Norma 3.1-IC | 26 |
| Ilustración 17-Tipos de rampa de frenado | 27 |
| Ilustración 18-Requisitos granulométricos para los materiales de la cama de frenado..... | 29 |
| Ilustración 19-Curva granulométrica | 29 |
| Ilustración 20-Rayas de emergencia | 31 |
| Ilustración 21-Coordenadas para el color rojo y los coeficientes mínimos de reflexión..... | 33 |
| Ilustración 22-Coordenadas para el color blanco y los coeficientes mínimos de reflexión | 33 |

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| Ilustración 23-Condicion | es mínimas para el diseño de rampas de frenado | 34 |
| Ilustración 24-Situaciones que justifican una rampa de emergencia | | 34 |
| Ilustración 25-Características de las esferas de vidrio..... | | 37 |
| Ilustración 26-Tamaño de muestra para agregado grueso | | 38 |
| Ilustración 27-Proceso del ensayo ASTM C-136 | | 39 |
| Ilustración 28-Número de esferas | | 40 |
| Ilustración 29-Determinación de la gradación para el ensayo ASTM C-131..... | | 40 |
| Ilustración 30-Proceso para el ensayo de desgaste de Los Ángeles | | 41 |
| Ilustración 31-Determinación de la gradación para el ensayo ASTM C-535..... | | 42 |
| Ilustración 32-Manual de representación para proyecto de graduación | | 42 |
| Ilustración 33-Calidad de línea | | 43 |
| Ilustración 34-Márgenes de hojas | | 44 |
| Ilustración 35: Diagrama de Variables de Operacionalización | | 56 |
| Ilustración 36-Autodesk | | 63 |
| Ilustración 37-Autodesk Civil 3d | | 63 |
| Ilustración 38-Autodesk AutoCAD | | 64 |
| Ilustración 39-Paquete de Microsoft..... | | 64 |
| Ilustración 40-Canva | | 65 |
| Ilustración 41-Zoom Video..... | | 65 |
| Ilustración 42-Inicio de encuesta..... | | 66 |
| Ilustración 43-Técnicas de investigación aplicadas | | 67 |
| Ilustración 44-Agremiados al Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras | | 68 |
| Ilustración 45-muestra probabilística y no probabilística. | | 68 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| Ilustración 46-Tipo de Diseño de investigación..... | 72 |
| Ilustración 47-Cronograma de trabajo parte 1 | 74 |
| Ilustración 48-Cronograma de trabajo parte 2 | 75 |
| Ilustración 49-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 1 | 78 |
| Ilustración 50-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 2 | 79 |
| Ilustración 51-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 3 | 80 |
| Ilustración 52-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 4 | 81 |
| Ilustración 53-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 5 | 82 |
| Ilustración 54-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 7 | 83 |
| Ilustración 55-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 9 | 84 |
| Ilustración 56-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 11 | 86 |
| Ilustración 57-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 14 | 88 |
| Ilustración 58-Respuesta ingenieros civiles a pregunta 21..... | 91 |
| Ilustración 59-Respuesta de conductores a pregunta 1 | 92 |
| Ilustración 60-Respuesta de conductores a pregunta 2..... | 93 |
| Ilustración 61-Respuesta de conductores a pregunta 3..... | 94 |
| Ilustración 62-Respuesta de conductores a pregunta 4..... | 95 |
| Ilustración 63-Respuesta de conductores a pregunta 5..... | 96 |
| Ilustración 64-Respuesta de conductores a pregunta 6..... | 97 |
| Ilustración 65-Respuesta de conductores a pregunta 7 | 98 |
| Ilustración 66-Respuesta de conductores a pregunta 8..... | 99 |
| Ilustración 67-Barreras de seguridad y sus pruebas aprobadas..... | 101 |
| Ilustración 68-Dimensión de barrera New Jersey | 102 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| Ilustración 69- Asesoría con ingeniero Sergio Paredes..... | 148 |
| Ilustración 70-Asesoría con ingeniero Mario Cárdenas | 149 |
| Ilustración 71-Asesoría con ingeniero Ángel Funez | 150 |
| Ilustración 72-Categorización Ambiental de Rampas de Frenado..... | 151 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Tabla 1-Ubicación para señales de rampas de frenado..... | 16 |
| Tabla 2-Dimensiones de señales verticales | 17 |
| Tabla 3-Resistencia a la rodadura de materiales para la cama de frenado..... | 21 |
| Tabla 4-Señalización horizontal para las R.F.E..... | 32 |
| Tabla 5-Criterios geométricos para rampas de frenado | 35 |
| Tabla 6-Contenido de planos del Manual de Representación..... | 44 |
| Tabla 7-Enfoques cuantitativos y cualitativos..... | 52 |
| Tabla 8-Tabla de Variables de Operacionalización | 53 |
| Tabla 9-Descripción de las variables de operacionalización..... | 57 |
| Tabla 10-Fuentes de información..... | 73 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ecuación 1-Velocidad de diseño | 12 |
| Ecuación 2-Longitud de rampa | 15 |
| Ecuación 3-Temperatura final del sistema de frenos en sistema anglosajón | 22 |
| Ecuación 4-Temperatura final del sistema de frenos en sistema internacional | 23 |
| Ecuación 5-Potencia de frenado | 23 |
| Ecuación 6-Calculo K1 y k2..... | 24 |
| Ecuación 7-Recomendacion para la ubicación de rampas de frenado | 24 |
| Ecuación 8-Velocidad de entrada | 28 |
| Ecuación 9-Longitud de rampa según Manual de Carreteras (Chile) | 35 |
| Ecuación 10-Determinación de muestra para una población finita y conocida. | 69 |
| Ecuación 11-Determinación de muestra no probabilística | 70 |

I. INTRODUCCIÓN

Los accidentes viales alrededor del mundo han presentado una preocupación para los distintos organismos internacionales y gobiernos que buscan soluciones viables para reducir considerablemente la mortalidad y daños que estos provocan. Las estadísticas no son nada favorables, la Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica a los accidentes viales como una de las mayores causas de muerte a nivel mundial, y las cifras que representa en cuanto a fallecimientos y lesionados, pudiendo ser estos víctimas directas o indirectas, varían de país en país.

Honduras no es la excepción ante esta problemática vivida en años recientes, dado que los accidentes de tránsito representan actualmente en el país la segunda causa de muerte según José Estévez, portavoz de la Dirección Nacional de Viabilidad y Transporte (DNVT). Estos datos vienen a dar por hecho la seriedad que se le debe otorgar a la planeación de mejores medidas para - reducir estos accidentes dados en distintas redes viales del país.

En los últimos años, los principales ejes carreteros de Honduras se han involucrado en accidentes vehiculares provocados por la pérdida del control, muchas veces atribuido al hecho del recalentamiento de frenos resultado del abuso de la velocidad, sobrecarga y pendiente de la carretera, producto de esto suelen impactar otras unidades de vehículos. En muchas partes del mundo se llevan a cabo distintos planes para reducir este tipo de incidentes, dentro de los cuales está la construcción de rampas para frenado en casos de emergencia cuya función es detener un automotor fuera de control.

Es por ello que, mediante la obtención de datos estadísticos en instituciones gubernamentales y aprovechando los mejores principios de las normas internacionales implementadas en otros países, se buscó establecer los parámetros aplicables al país para el desarrollo de un manual que facilite la implementación de rampas de frenado en los sectores de mayor índice de accidentes viales que involucren la pérdida del control de la unidades de vehículo pesado o liviano dado que en Honduras no se ha desarrollado un manual técnico específicamente para la ejecución de rampas de frenado, por lo cual existe una necesidad de llevar a cabo un documento que fundamente los criterios de necesidad, ubicación y diseño de dichas estructuras.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA

El alto número de accidentes de tránsito vehicular se ha incrementado durante la última década, dejando pérdidas irreparables de vidas y materiales; por su parte estas catástrofes viales se han generado debido al alto tráfico vehicular en las carreteras del país.

2.1.1. CRECIMIENTO DEL PARQUE VEHICULAR

Según informa Orellana (2019) "datos de la Dirección Nacional de Vialidad de Tránsito (DNVT) estiman que cada mes ingresan cerca de 20,000 vehículos". Dicha afirmación se puede comprobar con datos manejados por el INE¹ para el periodo 2014-2018 tal como lo demuestra la Ilustración 1.

| Categoría | 2014 | % | 2015 | % | 2016 | % | 2017 | % | 2018 | % |
|------------------------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|
| Pick up y Jeep | 347,974 | 25.6 | 353,895 | 25.0 | 359,380 | 23.6 | 370,924 | 22.2 | 383,697 | 20.7 |
| Turismo | 260,820 | 19.2 | 269,268 | 19.0 | 296,596 | 19.5 | 322,168 | 19.3 | 347,735 | 18.8 |
| Motocicletas | 453,620 | 33.3 | 483,557 | 34.1 | 550,260 | 36.2 | 648,820 | 38.8 | 760,023 | 41.1 |
| Camionetas de lujo y trabajo | 122,280 | 9.0 | 128,693 | 9.1 | 141,089 | 9.3 | 155,514 | 9.3 | 176,510 | 9.5 |
| Camión | 58,610 | 4.3 | 62,951 | 4.4 | 72,148 | 4.7 | 75,150 | 4.5 | 69,260 | 3.7 |
| Buses y similares | 40,716 | 3.0 | 41,511 | 2.9 | 53,741 | 3.5 | 55,534 | 3.3 | 56,690 | 3.1 |
| Vehículos pesados | 51,133 | 3.8 | 51,677 | 3.6 | 46,593 | 3.1 | 41,596 | 2.5 | 54,205 | 2.9 |
| Otras categorías | 25,138 | 1.8 | 25,126 | 1.8 | 1,904 | 0.1 | 1,927 | 0.1 | 1,529 | 0.1 |
| Total | 1,360,291 | 100 | 1,416,678 | 100 | 1,521,711 | 100 | 1,671,633 | 100 | 1,849,649 | 100 |

Ilustración 1-Parque vehicular en el periodo 2014 a 2018.

Fuente: (INE, 2019)

En la Ilustración 1 se logra observar un parque vehicular de 1,849,649 automóviles en 2018, casi un 36% más respecto al año 2014.

Según lo menciona Orellana (2019) Gerson Velásquez, director de la DNTV, comenta la relación directamente proporcional entre el aumento del parque vehicular y el incremento de accidentes de tránsito y agregó que la facilidad de adquirir un vehículo es la razón del incremento de unidades vehiculares. De igual forma destaca la preocupación de las autoridades debido a la gran cantidad de vehículos que circulan sin haber sido verificado su estado físico-mecánico a raíz de que se reportan que 40% de los vehículos registrados tienen más de 20 años de funcionar.

¹ INE: Instituto Nacional de Estadística

2.1.2. ACCIDENTES EN LOS ÚLTIMOS AÑOS

De acuerdo a Proceso Digital (2017) un registro del Comisionado Nacional de los Derechos Humanos reporta que desde el año 2002 hasta 2016, más de 14 mil personas resultaron fallecidas debido a accidentes de tránsito (s.r.).

Sin embargo, estas estadísticas han seguido persistiendo puesto que según lo mencionado por García (2020) la Dirección Nacional de Vialidad y Transporte reportó 1,157 personas fallecidas y 2,425 personas lesionadas en 7 mil accidentes de tránsito a lo largo del 2020 (s.r.).

Es importante destacar cuales son algunas causas que determinan las incidencias dentro del territorio nacional, es por ello que Fúnes (2019) describe que la DNVT informó sobre las principales causas de accidentes donde se encontraba “el uso del celular, desperfectos mecánicos, imprudencia, conductores ebrios y mala educación vial” (s.r.).

La CA-5 es un claro ejemplo de las causas de accidentes en las carreteras del país, los datos durante el periodo 2015-2019 donde sucedieron 42 accidentes se reflejan en la Ilustración 2.

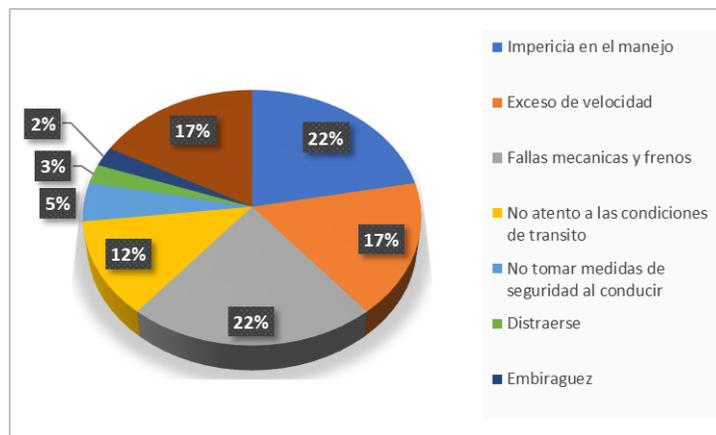


Ilustración 2-Causas de accidentes en la CA-5

Fuente: (Diario El Heraldo, 2020)

Como se logra apreciar en la Ilustración 2 dentro de las mayores causas de accidentes en la CA-5 se encuentran las fallas mecánicas y frenos. Por lo cual, se debe dar mucha importancia a estos fenómenos ocurridos en este eje carretero e identificar las soluciones que se pueden llegar a aplicar para mitigar más incidentes.

2.1.3. MANUAL DE CARRETERAS DE LA REPÚBLICA DE HONDURAS

A pesar de que el país cuenta con un manual de diseño de carreteras creado por la Secretaría de Estado en los Despachos de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (SOPTRAVI) ahora conocido como INVEST-H y donde se menciona el diseño de R.F.E. como una solución ante sitios donde ocurren accidentes continuamente, los criterios se encuentran incompletos careciendo de información necesaria de ubicación, procedimientos constructivos, aspectos de señalización, contenido relevante y juego de planos a presentar entre otros temas necesarios que se deberían incluir en la elaboración de un manual aplicado a las carreteras del país.

La información mostrada sobre el crecimiento del parque vehicular y los accidentes de tránsito, se observa la necesidad para la creación de un manual específicamente dirigido a la temática de rampas para frenado de emergencia en Honduras, con el fin de mitigar de alguna manera los daños causados por esta problemática que afecta las carreteras del país.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Luego de haber explicado los precedentes sobre los accidentes que ocurren en Honduras y cómo algunos factores determinan la incidencia con que se estos se dan, es determinante plantear las deficiencias que se presentan en el país a nivel de seguridad vial. Por esta razón, en los siguientes apartados se analiza el principal problema que provoca sucesos en las distintas carreteras del país.

2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“Actualmente Honduras carece de un manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas para frenado de emergencias que ayude a mitigar los accidentes de vehículos fuera de control producto de fallas mecánicas en los frenos originadas por las altas pendiente en las principales carreteras del país.”

2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué información técnica, geométrica y constructiva será la necesaria para incluir en el desarrollo del manual sobre rampas de emergencia para frenado, a fin de reducir los accidentes viales producto de unidades fuera de control en las principales carreteras de Honduras?

2.3. JUSTIFICACIÓN

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2019) menciona que para el 2018 la tasa de accidentes viales en Honduras creció en un 6.5% comparado con cifras del año 2017. En la Ilustración 3 se logra observar el repunte de sucesos a partir del año 2014:

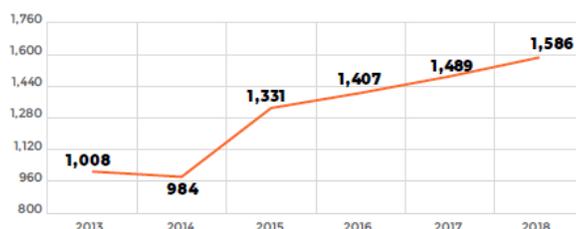


Ilustración 3: Número de accidentes desde 2013 a 2018.

Fuente: (PNUD, 2019)

El número de accidentes viales ha venido incrementando de forma lineal durante el periodo 2013-2018, tal como lo demuestra la Ilustración 3. Datos que reflejan la preocupación para tomar medidas necesarias y mitigar accidentes viales a nivel nacional.

De acuerdo a Trigueros (2020) Gerson Velásquez, director de DNVT menciona que “La CA-4, CA-5 norte, CA-5 sur y CA-13 son las cuatro carreteras donde se han registrado el 80% de los accidentes viales en Honduras, junto con las ciudades de San Pedro Sula y Tegucigalpa” (s.r.).

Hay que recalcar que para mitigar los accidentes de tránsito en las principales carreteras del país existen posibles soluciones como: controles de velocidad, básculas para el control de sobre carga, y revisión de los vehículos; dentro de este universo de soluciones están las rampas de frenado como último recurso cuando todo lo demás falle. A pesar de que en el país sí existen estos controles, la mayor parte del tiempo se pasan por alto, uno de estos casos es el control de básculas:

“En Honduras, hay transportistas que quieren transportar mucha cantidad de carga aún pagando la multa” (Agencia de Cooperación Internacional de Japón, 2018, p. 84). evidentemente el exceso de carga reducirá la eficiencia de los frenos, provocando que estos fallen, también hay que mencionar el estado de los vehículos y su vida útil donde “la edad promedio más alta de la flota se encontró en el transporte de carga, con 26.4 años” (Ramírez, 2008, p. 12). Por sobre todo esto,

“congruentemente con la edad promedio, la condición física mecánica de la flota es mayoritariamente deficiente” (Ramírez, 2008, p. 12).

Así mismo esta problemática persiste en la actualidad, “poco o nada se conoce de las revisiones físico mecánicas que deberían hacer las autoridades que regulan este tipo de transporte en el país” (El Heraldo, 2019). Como resultado, la abstinencia de las revisiones suele terminar en tragedia. Además, falta agregar la negligencia y el exceso de velocidad, “el irrespeto a las señales de tránsito es muy frecuente en Honduras, y las acciones tienen una repercusión que en muchos casos resulta mortal” (Alvarenga, 2017).

Queda demostrado que las medidas de precaución se pasan por alto, que el exceso de velocidad, sobrecarga y mal estado de las unidades provoca trágicos accidentes, por lo tanto la opción más viable es una salida de emergencia, como las rampas de frenado que permitan la mitigación de incidentes que involucren fallas mecánicas en los frenos provocadas por las pendientes pronunciadas de algunas carreteras del país.

2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) Según las necesidades de ingenieros de Honduras ¿Qué normativas se deberán incluir en el manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia aplicado a las carreteras del país?
- 2) De acuerdo a las necesidades de ingenieros de Honduras ¿Qué recomendaciones de diseño se deberán incluir en el manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia aplicado a las carreteras del país?
- 3) En base a las necesidades de ingenieros ¿Cuáles son los entregables a presentar para un juego completo de planos sobre rampas de frenado?
- 4) En base a las necesidades de ingenieros de Honduras ¿Cuáles son los procesos constructivos que se deberán incluir en el manual para la construcción de rampas para frenado de emergencia?
- 5) ¿Qué recomendaciones por parte de los organismos de tránsito vial Honduras se deberán incluir en el manual para que los usuarios de automotores en el país hagan un uso seguro de las rampas de frenado de emergencia?

2.5. OBJETIVOS

En base a las preguntas planteadas (v. sección 2.4), a continuación, se describen los objetivos que van de acuerdo a lo que se desea investigar y que además, será necesario alcanzar para poder brindar información útil sobre las R.F.E., su funcionamiento y especificaciones constructivas a considerar de forma que se pueda realizar este documento de referencia.

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un manual en relación con el diseño de rampas de frenado de emergencia en Honduras, adaptando los mejores principios de las normas internacionales (AASHTO, SIECA, NOM-036-STC2-2016) para la mitigación de accidentes de tránsito vial en las principales carreteras del país.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Definir las normativas que incluirá el manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia (R.F.E.) aplicado a las carreteras de Honduras.
- 2) Mostrar las recomendaciones de diseño que será integrado en el manual técnico para el desarrollo y construcción de R.F.E. aplicado a las carreteras de Honduras.
- 3) Determinar el contenido y entregables para un juego de planos completos sobre R.F.E. en Honduras.
- 4) Explicar los procesos constructivos a incorporar en el manual técnico para el desarrollo y construcción de R.F.E. aplicado a las carreteras de Honduras.
- 5) Incluir las recomendaciones por parte de los organismos de tránsito vial en Honduras, para que los usuarios de automotores en el país hagan un uso seguro de las rampas de frenado de emergencia.

III. MARCO TEÓRICO

Una vez definido los precedentes, en donde se señalaron los aspectos que afectan la incidencia de accidentes y el planteamiento del problema, en el cual se indicó la problemática de las carreteras de Honduras, es necesario hacer referencia a la teoría que brinde información relevante y apoye esta investigación. Se presentan las bases teóricas dentro y fuera de Honduras, así mismo el marco conceptual define conceptos imprescindibles para una mejor interpretación de la investigación y finalmente se muestran las bases legales dentro de las que recae el entregable.

3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Es importante señalar aspectos sobre las rampas de frenado y como estas han formado parte de las carreteras en muchos países del mundo, en este apartado se analiza y se recopila información sobre estudios que involucran el diseño de R.F.E. para mitigar la incidencia de accidentes en los ejes carreteros de la localidades donde fueron aplicadas, de igual forma, se muestran los documentos aplicados a Honduras y Centroamérica.

3.1.1. ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO

En vista que las rampas son diseñadas en base a las ubicaciones con mayor índice de accidentes viales en determinados sectores de los ejes carreteros, estos materiales son de apoyo para determinar las decisiones que se tomaron para elaborar un diseño que se adaptará a las condiciones del sitio.

3.1.1.1. *Diseño de rampas de emergencia en autopistas de México*

La portada del documento elaborado por Fausto Cárcamo se puede apreciar en la Ilustración 4, en el cual se lleva a cabo una investigación que establecía el sitio a ubicar una rampa de frenado.

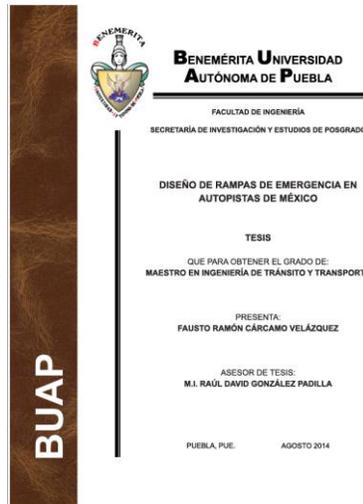


Ilustración 4-Tesis "Diseño de rampas de emergencia en autopistas de México"

Fuente: (Cárcamo, 2014)

La Ilustración 4 demuestra que fue realizado para la autopista México-Puebla, debido a la alta cantidad de accidentes que se suscitan a lo largo de esta vía, así mismo, como resultado de ser la conexión entre los estados del sur y la Ciudad de México grandes volúmenes de vehículos transitan por esta zona.

Para el diseño de la rampa se definió que el sitio más indicado era el tramo localizado entre el kilómetro 56+000 y el 65+000 debido a "fallas mecánicas principalmente del sistema de frenos, por lo que es necesario construir rampas de frenado en dicho tramo que servirán para abatir el índice de accidentes ocurridos e incrementar el nivel de servicio y la seguridad" (Cárcamo, 2014, p. 14).

La metodología usada por Cárcamo se fundamentó principalmente en la exploración del sitio de interés, llevando a cabo un estudio en campo sobre la viabilidad de las rampas de frenado. Dentro de los estudios realizados se encuentran:

- Estudio topográfico
- Estudios de ingeniería de tránsito
- Propuesta de ubicación
- Estudios geotécnicos
- Estudios de impacto ambiental

- Estudios hidrológicos
- Proyecto geométrico
- Evaluación económica de cada rampa

Además de haber identificado el tramo crítico se realizó el estudio de seis puntos del mismo tramo, en donde existen curvas con pendiente y luego se analizaron para la ubicación más conveniente de la rampa de frenado, tal como lo demuestra la Ilustración 5.

| ALTERNATIVA | KILOMETRO (KM) | RADIO (r) | GRADO DE CURVATURA (G°) | VELOCIDAD PROMEDIO (v) | PENDIENTE (%) | NO. DE ACCIDENTES | |
|-------------|----------------|-----------|-------------------------|------------------------|---------------|-------------------|------|
| | | | | | | 2009 | 2010 |
| 1 | 56+600 | 52.51 | 21.82° | 83.6 | 5.47 | 4 | 2 |
| 2 | 58+100 | 161.14 | 7.11° | 83.6 | 4.73 | 27 | 8 |
| 3 | 60+000 | 182.49 | 6.28° | 83.6 | 3.93 | 5 | 7 |
| 4 | 61+000 | 312.77 | 3.66° | 83.6 | 5.26 | 1 | 0 |
| 5 | 62+000 | 207.47 | 5.52° | 83.6 | 4.33 | 18 | 18 |
| 6 | 64+000 | 207.47 | 2.20° | 83.6 | 3.55 | 10 | 11 |

Ilustración 5-Análisis de las seis propuestas de rampas de acceso

Fuente: (Cárcamo, 2014)

Es así como comparando los datos establecidos en la Ilustración 5 se determinó que la opción número uno poseía un grado de curva demasiado grande y podría provocar el volcamiento de vehículos fuera de control si se instalaba la rampa de frenado en ese sitio.

Finalmente se determinó que la opción más favorable era la número 2 y 6, esto Cárcamo (2014) explica por qué:

Se analizaron 6 alternativas para la ubicación de las rampas, de las cuales resultaron las más convenientes técnicamente la del km 58+000 y la del km 62+000 ya que no se afectan tanto el ecosistema del lugar ni se compromete demasiada área del derecho de vía, otro punto importante para escoger la ubicación de estas rampas fue el análisis de accidentes ocurridos en esas zonas para cada alternativa. (p. 14)

El tipo de rampa a construirse se determinó analizando la topografía del terreno y la limitación de espacio, dando como resultado que la más conveniente fue la rampa tipo ascendente.

3.1.1.2. *Proyecto ejecutivo de una rampa de frenado de emergencia, ubicada en el km 86+ 480 del C.D. Pátzcuaro-Uruapan*

La tesis consta de más de 200 páginas y fue elaborada por Reyes Jorge Portugal en el año 2004, a continuación, se muestra la portada en la Ilustración 6.



Ilustración 6-Tesis "Proyecto ejecutivo de una rampa de frenado de emergencia"

Fuente: (Reyes, 2004)

Como se logra apreciar en la portada de la Ilustración 6, este es un proyecto realizado para el Camino Directo de Cuota Pátzcuaro-Uruapan, que debido a sus altas pendientes provoca sobrecalentamiento en las unidades vehiculares.

En este documento se describe sobre las posibles ubicaciones en las que se pudo llevar a cabo el proyecto de rampa de frenado. Reyes (2004) describe que el primer sitio no era conveniente por estar ubicado en donde termina una tangente y comienza una curva lo que podría provocar que los conductores ingresen a la rampa por error (p. 44).

Por otro lado, la segunda opción se encontraba dentro de una tangente y en un sitio no accidentado, por lo cual se consideró como una zona ideal para la ubicación de la rampa. Otro punto que llevó a elegir esa opción fue la cercanía con una caseta de peaje debido a la posibilidad de brindar asistencia a los automotores que sufran sobrecalentamiento en esa zona de alto riesgo.

3.1.1.3. Sistemas de contención vehicular

Este documento fue realizado por Augusto Cobeñas en el año 2012, su portada se muestra en la Ilustración 7:



Ilustración 7-Portada de "Sistemas de contención vehicular"

Fuente: (Cobeñas, 2012)

La tesis fue realizada como proyecto de titulación de ingeniería civil en la Pontificia Universidad Católica Del Perú, tal como se observa en la portada de la Ilustración 7.

El objetivo de la tesis fue desarrollar un análisis sobre los diversos métodos que ofrecen seguridad en las vías. En esta tesis brinda información sobre los lechos de frenado (rampas de frenado de emergencia) en los que se señala las etapas de cálculo para una rampa de frenado.

Como primer etapa se lleva a cabo el cálculo de la velocidad de diseño y diseño geométrico del lecho de frenado. Para tal fin se hizo uso de la Ecuación 1-Velocidad de diseño:

$$V_D = \begin{cases} V_c, & x \leq L_x \\ \sqrt{V_c^2 + 254.275(i - fr)(X - L_x)}, & x > L_x \end{cases}$$

Ecuación 1-Velocidad de diseño

Fuente: (Cobeñas, 2012)

En la Ecuación 1 se obtendrá la velocidad que será usada para determinar la longitud de la rampa de frenado (v. Ecuación 2). Donde sus variables son definidas de la siguiente manera:

V_D = Velocidad de diseño

V_C = Velocidad de circulación

f_r = Fricción del lecho de frenado (resistencia a rodadura del agregado usado en la cama)

$X - L_x$ = Posición relativa del lecho de frenado

i = Pendiente longitudinal del tramo en decimal

Una vez obtenida la velocidad se debe identificar la disponibilidad de espacio que existe en el sitio para la construcción de la R.F.E., por lo que el autor menciona:

En el caso que la distancia requerida sea mayor a la distancia disponible se puede variar la pendiente o el material del lecho de frenado; y si aún no se logra el espacio suficiente para detener el vehículo se procede a colocar un atenuador de impacto con una velocidad final. (Cobeñas, 2012, p. 76)

3.1.2. ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

Honduras es un país que debido a la topografía de algunas carreteras presenta problemas de accidentes viales, sin embargo, no se ha trabajado en desarrollar información suficiente que lleve a la reducción de los incidentes. A continuación, se mencionan los trabajos escritos que documentan cierta información sobre R.F.E. para Honduras.

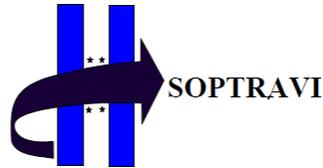
3.1.2.1. *Manual de carreteras-Tomo 3: Instrucciones de diseño*

En el año 1996 fueron lanzados los ocho tomos del manual de carreteras de Honduras, en los cuales se señalan aspectos importantes del diseño de una carretera desde aspectos geométricos hasta estructuras complementarias y estudios para construir carreteras.

La portada del Manual de Carreteras-Tomo 3, publicado por la Secretaría de Obras Públicas Transporte y Viviendas (SOPTRAVI) se logra apreciar en la Ilustración 8:

REPÚBLICA DE HONDURAS

SECRETARÍA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE OBRAS PÚBLICAS,
TRANSPORTE Y VIVIENDA



DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

MANUAL DE CARRETERAS

TOMO 3
INSTRUCCIONES DE DISEÑO

Ilustración 8-Portada Manual de carreteras-tomo 3: Instrucciones de diseño

Fuente: (SOPTRAVI, 1996)

Observando la portada de la Ilustración 8 se puede apreciar que el tomo número tres "Instrucciones de diseño" se dedica a brindar información sobre el diseño de una carretera.

En el manual se menciona las rampas de frenado de emergencia con el nombre de "carril de descenso o carril de emergencia" en el que se hace mención sobre algunas situaciones en las que estas R.F.E. son usadas en pendientes largas debido a que dichas condiciones provocan accidentes y las causas son mencionadas en el tomo 3:

Hay veces que, debido a la topografía del terreno, es inevitable la introducción de largos tramos de camino con pendientes muy pronunciadas, esta condición física hace que la carretera no ofrezca seguridad a los vehículos que van en bajada. Las principales causas de accidentes se deben a fallas mecánicas o sobrecalentamiento que ocasionan la pérdida de los frenos, o fallas humanas, como la falta de habilidad del conductor en operar la caja de cambios en el momento oportuno. Una importante ayuda que ha contribuido a minimizar considerablemente accidentes con consecuencias fatales ha sido la incorporación de un carril adicional que sería usado por vehículos que pierden el control y no pueden detenerse. (SOPTRAVI, 1996, p. 50)

De igual forma, se brinda una fórmula para determinar la longitud de la rampa de frenado tomada de la AASHTO: "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets", planteando así la siguiente la Ecuación 2-Longitud de rampa:

$$L = \frac{V^2}{254 (R \pm G)}$$

Ecuación 2-Longitud de rampa

Fuente: (SOPTRAVI, 1996)

En la Ecuación 2-Longitud de rampa se hace uso de variables tales como la velocidad definida anteriormente en la Ecuación 1, mientras que las demás son definidas de la siguiente forma:

L=Longitud de rampa con material granular (m)

V=Velocidad de entrada (km/h)

R=Resistencia al rodaje, tomado como 0.10.

G=Gradiente de la rampa (%/100)

Así mismo, recomienda el uso de una rampa de 3.60 m de ancho como mínimo. Sin embargo el manual no brinda más información relevante sobre las rampas de frenado como ser: materiales para la cama de frenado, procedimiento constructivos y planos.

3.1.2.2. *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*

La portada del manual publicado por la Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA) en año 2014 se presenta en la Ilustración 9:



Ilustración 9-Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes

Fuente: (SIECA, 2014)

Mediante la Ilustración 9 queda claro que este manual contiene las señalizaciones a usar dentro de vías, por lo cual las clasifica en catálogos según su uso. Es por ello, que además de las distintas señales de tránsito comunes en los ejes carreteros, también identifica las que se deben usar para la advertencia de conductores sobre la cercanía de una R.F.E.

Las señales de tránsito establecidas para las R.F.E. son ubicadas dentro de "Serie de advertencia sobre pendientes pronunciadas y rampas de frenado de emergencia". Dentro de estas señales se encuentran las siguientes:



Ilustración 10-Señales para rampas de frenado

Fuente: (SIECA, 2014)

Se aprecia las cinco señalizaciones que menciona la SIECA para distintos tramos de la carretera, pero siempre teniendo como objetivo brindar al conductor la advertencia sobre las R.F.E. en las vías. En base a estas señales se establece que serán usadas de acuerdo a lo descrito en la Tabla 2:

Tabla 1-Ubicación para señales de rampas de frenado

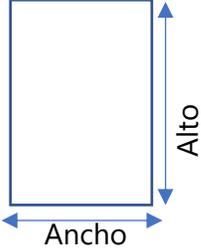
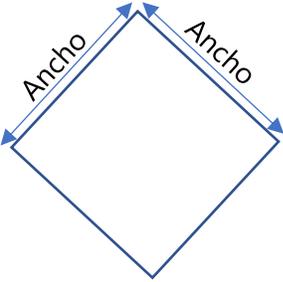
| Señal | Descripción |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| R-7-9 | Se utilizará sitios con existencia de rampa de frenado y estará elevada. |
| P-6-6 | Debe colocarse por lo menos a 1.00 km y 500 m antes del sitio donde se ubica la rampa, como objetivo de indicar la proximidad a la rampa. |
| P-6-7 | Se deberá de colocar junto con la señal P-6-6 a una distancia de 1.00 km. |
| P-6-8 | Debe situarse junto con la señal P-6-6 a una distancia de 500 m. |
| P-6-9 | Deberá ser colocada junto con la señal P-6-6 a una distancia de 75 m antes de la rampa. |

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en (SIECA, 2014).

En el manual se establecen algunos parámetros como ser tamaño en las señales describiendo las dimensiones que estas deberán de tener para determinadas formas geométricas de señalización vertical, las cuales se observan en la

Tabla 2.

Tabla 2-Dimensiones de señales verticales

| Forma | | Mínimo (cm) | Estándar (cm) | Especial (cm) |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|----------------------|----------------------|
|  | Alto | 71 | 91 | 140 |
| | Ancho | 46 | 61 | 91 |
|  | Ancho | 61 | 76 | 91 |
| | Ancho | 61 | 76 | 91 |

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en SIECA (2014).

El dimensionamiento aplicado en la

Tabla 2 solo aplica para las geometrías rectangulares y en forma de rombo.

3.1.2.3. *Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras*

Este es un manual llevado a cabo por la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) en el año 2011, cuya portada se expone en la Ilustración 11.

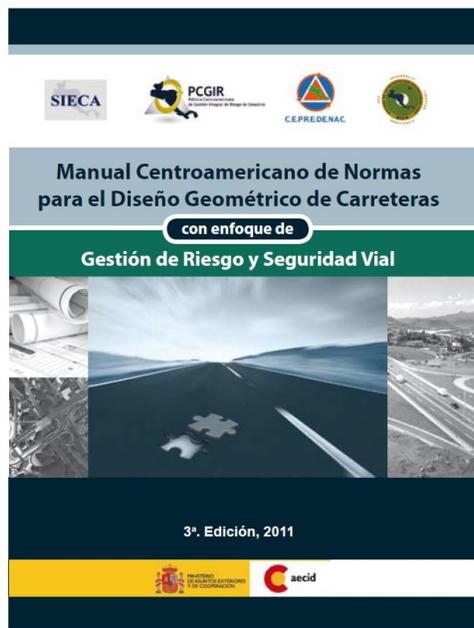


Ilustración 11-Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras

Fuente: (SIECA, 2011)

La portada de la Ilustración 11 describe a este manual como la 3er edición del manual, el cual es dedicado a la Gestión de Riesgo y Seguridad vial, por lo cual hacen referencia a las rampas de frenado de emergencia (R.F.E.).

La ubicación de las rampas de frenado será en donde exista la recurrencia de accidentes y es recomendable antes de curvas que impidan la recuperación de unidades fuera de control. En cuanto a la velocidad de diseño la SIECA (2011) menciona que 130 y 140 kilómetros por hora deberán incorporar un factor de seguridad debido a que puede ser exagerada. Sin embargo, no menciona cual será ese factor o bajo qué condiciones se deberá aplicar.

La rampa de frenado más utilizada es la rampa ascendente, la cual cuenta con una cama de arena con una profundidad de 0.60 metros. Sin embargo existen otras, tales como las horizontales, las de pendiente negativa y rampas de gravedad (v. Ilustración 17-Tipos de rampa de frenado), esta última consiste de un pavimento que ofrece a los vehículos una detención por sí mismo, pero se debe de proveer mayor longitud por su baja resistencia a la rodadura.

El cálculo para definir la longitud de las R.F.E., según el manual, se define de la forma descrita en la

Ilustración 12-Longitud de Rampa de frenado .

$$L = \frac{V^2}{30(R \pm G)}$$

Donde: L= Distancia de Parada, en metros
 V= Velocidad de Entrada, km/h
 G= Porcentaje de pendiente dividida entre 100
 R= Resistencia al rodamiento del material de revestimiento de la rampa, expresada como porcentaje de pendiente dividida entre 100

Ilustración 12-Longitud de Rampa de frenado

Fuente: (SIECA, 2011)

Mediante la Ilustración 12-Longitud de Rampa de frenado se puede identificar que la descripción de las unidades de las variables para el cálculo de la longitud de la rampa de frenado está en sistema internacional, sin embargo, esta no es la fórmula correcta. La fórmula mostrada es para el cálculo de la longitud de la rampa de frenado en unidades del sistema inglés.

Para identificar error cometido por la SIECA es necesario revisar la Norma AASHTO "A "Policy on Geometric Design of Highways and Streets" para encontrar la ecuación mostrada en la Ilustración 13 y es así como se logra corroborar que este importante manual dirigido a los países de la región centroamericana comete un error.

| Metric | US Customary |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $L = \frac{V^2}{254(R \pm G)}$ | $L = \frac{V^2}{30(R \pm G)}$ |
| where: L = length of arrester bed, m; V = entering velocity, km/h; G = percent grade divided by 100; R = rolling resistance, expressed as equivalent percent gradient divided by 100 (see Exhibit 3-70) | where: L = length of arrester bed, ft; V = entering velocity, mph; G = percent grade divided by 100; R = rolling resistance, expressed as equivalent percent gradient divided by 100 (see Exhibit 3-70) |

Ilustración 13-Calculo de longitud de Rampa de Frenado según AASHTO

Fuente: (SIECA, 2011)

De igual forma en la sección "US Customary" de la Ilustración 13 se puede encontrar la ecuación que se utiliza en el "Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras".

Por lo cual, es necesario la corrección de dicha fórmula y hacer uso de la fórmula en unidades métricas. Además, el material no provee mayor información sobre las rampas de frenado como la mención sobre el drenaje, vía de servicio para extraer los vehículos y otra información relevante con la que si cuentan las normativas internacionales.

3.1.3. ANÁLISIS INTERNO

En Honduras no se ha llevado a cabo ningún tipo de investigación para el desarrollo de rampas de frenado, se cuenta con criterios en los tomos del "Manual de Carreteras" de Honduras como ser el cálculo de la longitud de la rampa de frenado. Este manual sería el primer material técnico que cuente con información con la que se cuenta en Honduras sobre las R.F.E., pero no cuenta con criterios de diseño, drenaje, ubicación y señalización.

A raíz de un desafortunado accidente ocurrido en el peaje de Santa Cruz de Yojoa el 8 de diciembre en el año 2020 y debido a la negación de las autoridades de trasladar el peaje a otra zona, se planteó la integración de la rampa de frenado en ese sitio como medida de mitigación y de esta forma impedir la incidencia de accidentes en esa zona.

Según INVEST-H (2020) Gustavo Boquín, comisionado interventor de Inversión Estratégica de Honduras, manifestó:

Ya hablamos con el concesionario COVI para implementar dos acciones en la caseta de peaje; la instalación de una báscula fija que monitoree el peso de la carga de los camiones, y por otro lado se construirá una rampa de frenado que permita a los conductores auxiliarse de esta herramienta para hacer un frenado seguro de sus unidades y evitar que se presenten colisiones. (s.r.)

3.2 TEORÍA DE SUSTENTO

Las rampas de frenado han llegado a ser implementadas en distintos países del mundo, cada uno de ellos ha desarrollado sus propios aportes para llevarlas a cabo mediante la creación de criterios como ser la geométrica, señalización y ubicación de estas, a fin de brindar una referencia para las entidades que lleven a cabo este tipo de estructuras. Dentro las normativas a emplear para el desarrollo del manual se encuentran AASHTO de EE.UU., 3.1-IC de España, Norma Oficial Mexicana NOM-036-SCT2-2016 y Manual de carreteras de Chile.

Así mismo, el desarrollo del manual sobre rampas de frenado implica mencionar los estudios que garanticen la calidad de los materiales e información de referencia en cuanto al contenido de planos, para lo cual se cuenta con el Manual de Representación para Proyectos de Graduación en las Áreas de Agua y Saneamiento y Vías de Comunicación.

3.2.1. AASHTO: "A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS"

En este libro se establecen aspectos importantes a considerar para desarrollar las rampas de frenado, dentro de los cuales, menciona la resistencia de los agregados que se pueden llegar a usar para la cama de frenado, necesidad y ubicación de la rampa, tipo de rampas, consideraciones de diseño y longitud de la rampa.

La norma recomienda los agregados para la cama de frenado con su respectiva resistencia a la rodadura, demostrado en la Tabla 3:

Tabla 3-Resistencia a la rodadura de materiales para la cama de frenado

| Material | Resistencia a la rodadura |
|------------------------------|----------------------------------|
| Concreto de cemento Portland | 0.01 |
| Concreto de asfalto | 0.012 |
| Grava compactada | 0.015 |
| Tierra, arenosa suelta | 0.037 |
| Grava triturada suelta | 0.05 |
| Grava de río suelta | 0.100 |
| Aena suelta | 0.150 |
| Gravilla uniforme suelta | 0.250 |

Fuente: (AASHTO, 2018)

Observando la Tabla 3 es fácil identificar que a mayor resistencia por parte de los materiales que se determinen usar, menor será la longitud de la R.F.E cuando se ingrese en la Ecuación 2-Longitud de rampa.

Así mismo, las consideraciones brindadas por parte de la norma AASHTO esta indicadas en la Ilustración 14:

Las RFE deberán ser diseñadas para una velocidad mínima de 130 km/h y preferiblemente se deberá diseñar para una velocidad de 140 km/h.

La rampa de frenado deberá ser tangente a alguna curvatura para reducir la dificultad de controlar la unidad.

Se recomienda un ancho mínimo de 8 m para que puedan caber dos vehículos, preferiblemente que el ancho sea de 9 a 12 m para el uso de dos o más vehículos. Pero en algunos casos puede llegar a ser usado un ancho de 3.6 a 12 m.

El agregado usado para la cama de frenado tendrá que estar limpia y poseer un alto coeficiente de resistencia a la rodadura. Además, tendrá que ser redondeado, una gradación de 40 mm.

El mantenimiento de la rampa de frenado constará de reformar la cama de frenado cada vez que esta sea usada, además deberá ser escarificado y limpiado periódicamente debido a la compactación de los agregados con el paso del tiempo.

Ilustración 14-Consideraciones de AASHTO para ubicación, diseño y mantenimiento

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en AASHTO (2018).

Estas consideraciones brindadas en la Ilustración 14-Consideraciones de AASHTO para ubicación, diseño y mantenimiento son en base a ubicación, diseño y mantenimiento de las R.F.E.

3.2.2. FUENTES PARA CRITERIOS DE NECESIDAD

Existen documentos y estudios donde especifican los cálculos a llevar a cabo para determinar la necesidad de construir una R.F.E. en un tramo determinado. A continuación, se detallan los cálculos presentados por parte de estos materiales.

3.2.2.1. *Grade Severity Rating System*

La AASHTO hace referencia a la temperatura de la unidad, esto debido a que se necesita saber si el vehículo sufrirá fallas en los frenos. Aunque en la norma se menciona que se evaluará la posibilidad de que un vehículo llegue a 260 °C.

AASHTO no menciona la forma de calcular esta temperatura pero si hace referencia al estudio realizado por Bowman & Lee (1989) donde plantea la Ecuación 3 con la cual se podrá calcular la temperatura al final de la pendiente.

$$Tf = To + (T_{\infty} - To + K_2HP_B)(1 - e^{-K_1L/V})$$

Ecuación 3-Temperatura final del sistema de frenos en sistema anglosajón

Fuente: (Bowman & Lee, 1989)

Sin embargo, la Ecuación 3 se encuentra en unidades del sistema ingles por lo cual, se deberá usar en sistema internacional.

Por lo cual se deberá remitir al documento presentado por Echaveguren et al., (2007) donde los valores hacen uso de unidades en sistema internacional, quedando de esta forma lo mostrado en la Ecuación 4:

$$Tf = To + \left(T_{\infty} - To + \frac{K_2HP_B - 32}{1.8} \right) (1 - e^{-K_1L/V})$$

Ecuación 4-Temperatura final del sistema de frenos en sistema internacional

Fuente: (Echaveguren et al., 2007)

La Ecuación 4 al usar unidades en sistema internacional brinda el cálculo de temperatura en grados centígrados (°C).

Donde:

Tf = Temperatura del sistema de frenos final (°C)

To = Temperatura del sistema de frenos al inicio de la pendiente (65.6°C)

T_{∞} = Temperatura ambiente (valor sugerido 32°C)

L = Longitud de la pendiente (Km)

V_{MDS} = Velocidad máxima de descenso seguro (Km/h)

K_1 = Constante de calibración 1 (1/h)

K_2 = Constante de calibración 2 (°F/hp)

HP_B = Potencia de frenado (hp)

3.2.2.2. Metodología de análisis y diseño de lechos de frenado

En este documento se establece la ecuación para calcular HP_B , valor usado para el cálculo de la temperatura al final de la pendiente, de esa forma se brinda en la Ecuación 5:

$$HP_B = [(2,205W)i - (450 + 10.83V)]V_{MDS}/600 - HP_m$$

Ecuación 5-Potencia de frenado

Fuente: (Echaveguren et al., 2007)

La Ecuación 4, ya se encuentra establecida para el ingreso de datos en unidades del sistema internacional.

Donde:

W = Peso del vehículo en toneladas

i = Pendiente longitudinal en decimal

HP_m = Potencia del motor en hp

Al igual que HP_B , las constantes K1 y K2 deberán ser calculadas haciendo uso de la Ecuación 6:

$$K1 = 1.23 + 0.016V_{MDS}$$

$$K2 = 1/(0.1 + 0.0013V_{MDS})$$

Ecuación 6-Calculo K1 y k2

Fuente: (Echaveguren et al., 2007)

Llevando a cabo los cálculos con la Ecuación 6 se obtienen los últimos valores calculables para la determinación de la temperatura del vehículo.

Calculando la temperatura por medio de la Ecuación 4 es posible determinar si un vehículo en particular podrá sobrepasar los 260 °C y por ende la necesidad de ubicar una R.F.E. en el tramo carretero analizado.

3.2.3. NORMA 3.1-IC

Esta norma recomienda la ubicación de rampas en "donde existan pendientes fuertes y prolongadas y los vehículos puedan perder el control por avería en los frenos" (Ministerio de Fomento, 2016, p. 137).

En base a la ubicación de los lugares críticos para la ubicación de R.F.E, se debe analizar los sitios donde se cumpla lo establecido por la Ecuación 7:

$$i > 5$$

$$i^2 * l > 60$$

Ecuación 7-Recomendacion para la ubicación de rampas de frenado

Fuente: (Ministerio de Fomento, 2016)

La Ecuación 7 brindada por la Norma 3.1-IC es una buena base para identificar sitios donde se pueda llegar a necesitar una R.F.E, por lo cual puede tomarse en cuenta en un estudio para tal fin.

Donde:

i = pendiente media de rasante descendente (en porcentaje)

l = Longitud del tramo en kilómetros

“El ancho del lecho de frenado será mayor o igual que cuatro metros y cincuenta centímetros (>4,50 m)” (Ministerio de Fomento, 2016, p. 138).

El Ministerio de Fomento (2016) recomienda “Si el lecho de frenado se dispusiera adyacente a la plataforma de la carretera la separación al borde de la calzada será siempre mayor o igual que el ancho del arcén con un valor mínimo de dos metros (>2.00 m)” (p. 138).

En el caso que la construcción de una rampa se utilice gravilla de un tamaño de 0.5 mm y con una cama de frenado mayor o igual a 50 cm se podrá llevar a cabo el uso de la siguiente Ilustración 15.

| VELOCIDAD DE ENTRADA AL LECHO DE FRENADO (km/h) | LONGITUD (L) DEL LECHO DE FRENADO (m) |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 120 | 165 |
| 100 | 115 |
| 85 | 85 |
| 70 | 60 |
| 60 | 45 |
| 50 | 35 |

Ilustración 15-Longitud de rampa de frenado según Norma 3.1-IC

Fuente: (Ministerio de Fomento, 2016)

Usando la Ilustración 15, se deberá tomar en cuenta un aumento de 3% por cada 1% de pendiente descendente de la rasante.

Así mismo, la norma brinda un dimensionamiento para las rampas como lo demuestra la Ilustración 16:

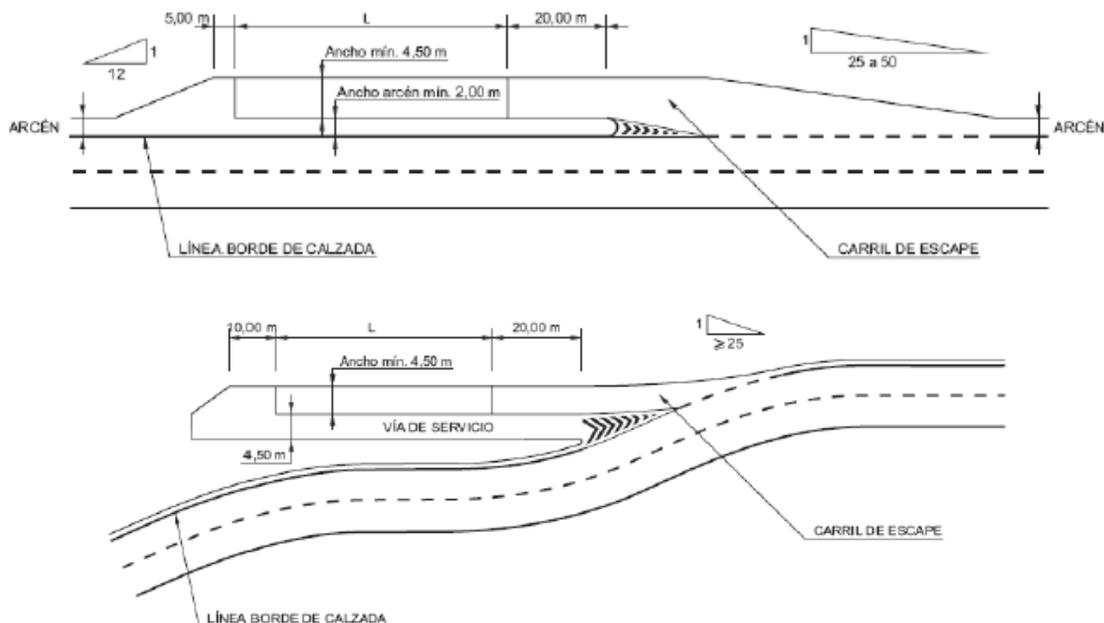


Ilustración 16-Dimension de rampas de frenado según Norma 3.1-IC

Fuente: (Ministerio de Fomento, 2016)

En base a la Ilustración 16 es posible observar que ya se establece una longitud de transición entre la cama de frenado y la carretera, esta resulta ser de 20 m. Además, establece las pendientes requeridas para la rampa que incluye la vía de servicio y la que no.

3.2.4. NOM-032-SCT2-2016

La Norma Oficial Mexicana al igual que las otras normas presentadas anteriormente, hacen referencia a cuatro tipos de rampas de frenado. Estas se encuentran expuestas en la Ilustración 17-Tipos de rampa de frenado:

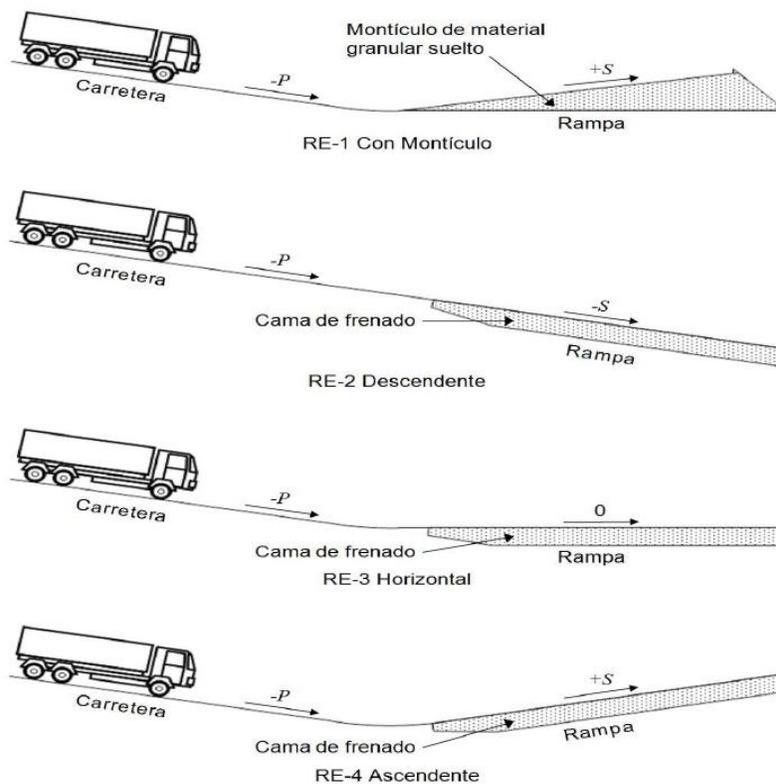


Ilustración 17-Tipos de rampa de frenado

Fuente: (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2016)

La Ilustración 17 menciona los cuatro tipos de rampas existentes, la de montículo que contiene material granular suelto, descendente, horizontal y finalmente la ascendente.

El diseño de la rampa dependerá de la topografía o limitaciones del terreno, pero la elección de la rampa conllevará el diseño de una rampa más larga o más corta debido a la pendiente que se le otorgue a la estructura.

Ubicación

La ubicación de las rampas de frenado será analizada al tomar en cuenta los sitios que debido a su geometría pongan en riesgo a los conductores debido a fallas en el sistema y provoque la pérdida de control de la unidad.

Criterios de diseño

Se define que las R.F.E. tendrán que contar con una vía de servicio para el mantenimiento y remoción de los vehículos que ingresaron a la rampa. También deberá de considerarse un adecuado sistema de drenaje que evite el deterioro de los agregados en las cama de frenado.

Para realizar el cálculo de la longitud de una rampa de frenado definen que se deberá llevar a cabo previamente el análisis de la velocidad de entrada a la rampa aplicando la Ecuación 8:

$$Ve = \left(Vp^2 - 254 \sum_{i=1}^n Lp_i (R_p + P_i) \right)^{1/2}$$

Ecuación 8-Velocidad de entrada

Fuente: (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016)

La Ecuación 8 brinda la velocidad que se deberá de usar para el diseño de la R.F.E, la cual determinará la longitud de la rampa.

Donde:

Ve = Velocidad de entrada a la rampa en kilómetros por hora.

Vp = Velocidad de operación, en caso de carreteras nuevas es la velocidad del proyecto, en kilómetros por hora.

n = Numero de subtramo con pendientes descendientes continuas.

Lp_i = Longitud del subtramo con pendiente P_i , en metros.

R_p = Resistencia a la rodadura de la superficie del pavimento. Este será 0.01 para concreto hidráulico y 0.012 en concreto asfáltico.

Además de lo descrito, la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (2016) determina que el ancho de la cama de frenado será de diez a doce metros y la vía de servicio tendrá cinco metros y su longitud será 25% mayor que la longitud efectiva (pg. 7).

Los agregados a usar para formar la cama de frenado deberán cumplir con los siguientes requisitos de calidad mostrados para determinar la granulometría, haciendo uso de lo establecido en la Ilustración 18.

| Granulometría | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------|----------|--------|
| Malla | | Porcentaje que pasa | | |
| Abertura (mm) | Designación | Grava | Gravilla | Arena |
| 37,5 | 1½" | 100 | --- | --- |
| 25 | 1" | 95 mín | --- | --- |
| 12,5 | ½" | 35 máx | 100 | --- |
| 9,5 | ¾" | --- | 95 mín | 100 |
| 6,3 | ¼" | --- | --- | 95 mín |
| 4,75 | N° 4 | 5 máx | 5 máx | --- |
| 2 | N° 10 | --- | --- | 5 máx |
| 0,075 | N°200 | 2 máx | 2 máx | 2 máx |
| Característica | | Valor | | |
| Porcentaje máximo de desgaste por abrasión, usando la máquina de Los Angeles | | 30 | 30 | 30 |
| Porcentaje máximo de partículas alargadas y lajeadas | | 25 | 25 | 25 |

Ilustración 18-Requisitos granulométricos para los materiales de la cama de frenado

Fuente: (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016)

La Ilustración 18-Requisitos granulométricos para los materiales de la cama de frenado, establece los porcentaje máximos de desgaste usando la máquina de Los Ángeles.

De la misma forma que se muestra la granulometría, la norma NOM-032-SCT2-2016 describe la curva granulométrica en la Ilustración 19:

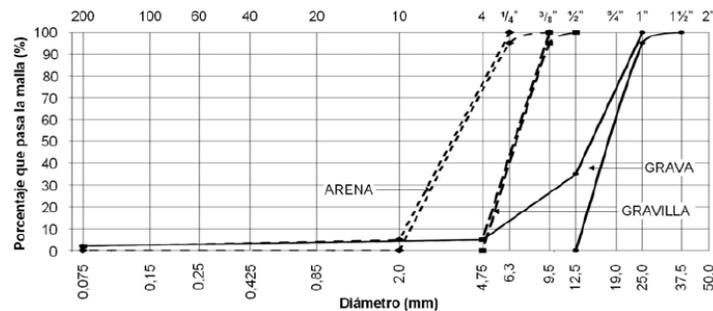


Ilustración 19-Curva granulométrica

Fuente: (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016)

La Ilustración 19 hace referencia a ciertos agregados, siendo estos arena, gravilla y grava. Estos criterios determinan el tamaño de los agregados recomendados por la norma mexicana, definiendo los límites mínimos y máximos para los materiales de la cama de frenado.

Drenaje

En cuanto al drenaje La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2016) señala que se debe de diseñar una pendiente transversal de 2% en las rampas descendentes, horizontales y ascendentes. Además en el fondo de la cama de frenado se deberá diseñar un subdren con pendiente longitudinal mínima de 1.5% y este consistirá de tubos perforados de PVC con un diámetro mínimo interno de 15 centímetros y sobre un espesor de 15 centímetros del material de filtro que se considere usar. La zanja será de 4 veces el diámetro interno del tubo (p. 11).

Señalización horizontal

La Norma Mexicana es la muy descriptiva en cuanto a señalización para la rampa de frenado. En esta norma se destacan distintas señalizaciones que deberán ser colocadas a lo largo de las rampas de frenado.

Es así como se describe las rayas de emergencia para frenado, las que tendrán como función guiar al conductor hasta la llegada de la rampa de frenado. Estará ubicada 1,000 metros antes de la llegada a la cama de frenado

En la Ilustración 20-Rayas de emergencia nos ayuda a visualizar las dimensiones de las líneas del señalamiento horizontal y su ubicación en las cercanías de la rampa.

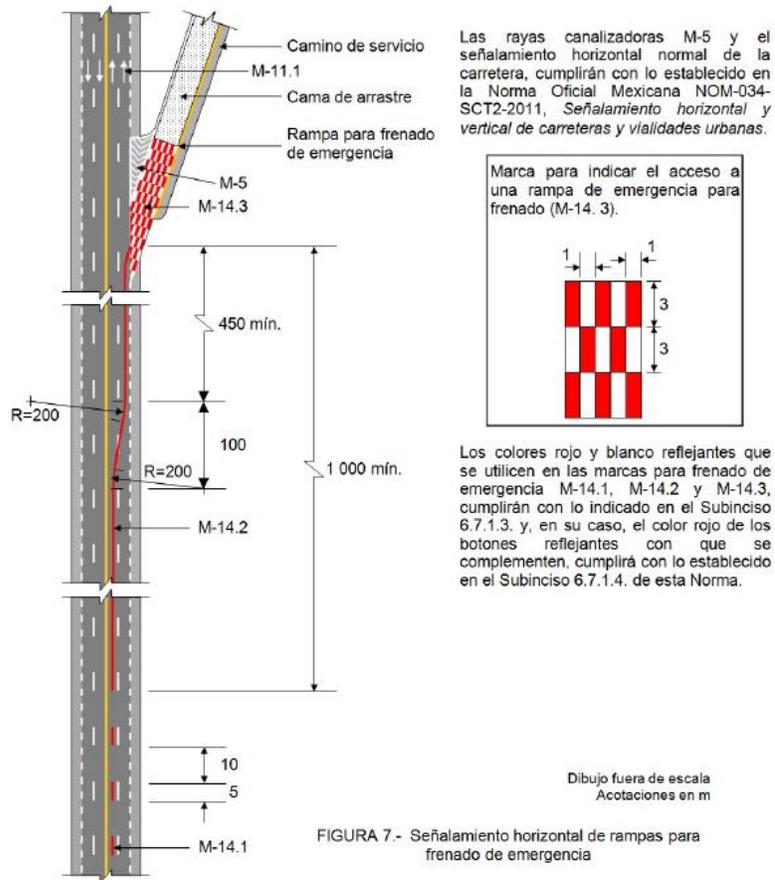


Ilustración 20-Rayas de emergencia

Fuente: (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016)

Como se observa en la Ilustración 20-Rayas de emergencia el color rojo deberá ser el que se utilice para llevar a cabo la señalización de las rayas de emergencia.

Al mismo tiempo En la Ilustración 20 se aprecian algunas señalizaciones, las cuales son descritas detalladamente en la Tabla 4:

Tabla 4-Señalización horizontal para las R.F.E

| Señalización horizontal | Descripción |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Raya de emergencia para frenado discontinua (M-14.1)</p> | <p>Guía a los vehículos fuera de control y se ubica hasta 1,000 metros antes de la entrada a la rampa de frenado. Es ubicado en el centro del carril o si se encuentran dos o más carriles, es ubicado en el centro del carril izquierdo.</p> <p>Segmento de 5 metros de largo y 20 centímetros de ancho separados a 10. Deberá estar definido tal y como se describe en las coordenadas cromáticas en la Ilustración 21</p> |
| <p>Raya de emergencia para frenado continua (M-14.2)</p> | <p>Guía a los vehículos a partir de la terminación de la raya discontinua. Se ubica a no menos de 500 metros antes de la entrada a la rampa y es la que lleva a cabo la transición de un carril a otro (izquierda a derecha).</p> <p>Su ancho es de 20 centímetros y el color rojo está definido por la Ilustración 21</p> |
| <p>Marca para indicar el acceso a una rampa de emergencia para frenado (M-14.3)</p> | <p>Ubicada en el límite de la vía y la entrada a la cama de frenado, consta de un tablero de color blanco y rojo.</p> <p>Las dimensiones serán de 3 metros de largo por 1 metro de ancho.</p> |
| <p>Botones Reflejantes</p> | <p>Se pueden complementar con las rayas continuas y discontinuas. Estos botones deberán poseer un reflectante color rojo en la cara opuesta al sentido de circulación.</p> <p>Se ubicarán a cada 15 metros en curvas y 30 metros en tangentes, al centro de los segmentos de las rayas discontinuas o sobre la raya continua a partir del inicio.</p> |

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en Secretaria de Comunicaciones y Transportes (2016)

En la Tabla 4-Señalización horizontal para las R.F.E se brindan las recomendaciones generales para la ubicación de las señalizaciones horizontales a lo largo de la ruta que seguirán los conductores hasta llegar a la R.F.E.

Para el color rojo se determinan las coordenadas del área cromática en el señalamiento horizontal y además, se identifica cual deberá ser el coeficiente mínimo de reflexión. Para ello, la norma mexicana establece los parámetros detallados en la Ilustración 21.

| Color | Punto N° | Coordenadas ⁽¹⁾ | | Coeficiente mínimo de reflexión (mcd / lx) / m ² | | | | | |
|-------|----------|----------------------------|-------|----------------------------------------------------------------|------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|
| | | x | y | Pintura base agua | | | Pintura termoplástica | | |
| | | | | Inicial | A 180 días | Vida de proyecto | Inicial | A 180 días | Vida de proyecto |
| Rojo | 1 | 0,613 | 0,297 | 35 | 24 | 11 | 51 | 39 | 23 |
| | 2 | 0,708 | 0,292 | | | | | | |
| | 3 | 0,636 | 0,364 | | | | | | |
| | 4 | 0,558 | 0,352 | | | | | | |

Ilustración 21-Coordenadas para el color rojo y los coeficientes mínimos de reflexión

Fuente: (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016)

En la Ilustración 21 se dan a conocer las coordenadas de las señalizaciones de color rojo como es el caso de las rayas continuas, discontinuas y la marca para indicar el acceso. Igualmente, se indican los coeficientes mínimos permitidos para pinturas a base de agua y las termoplásticas.

En cuanto a la pintura blanca, la norma NOM-036-SCT2-2016 hace referencia a la norma NOM-034-SCT2-2011, que se describen en la Ilustración 22:

| Color | Punto N° | Coordenadas | | Coeficiente de reflexión mínimo (mcd / lx) / m ² | | | | | |
|--------|----------|-------------|-------|----------------------------------------------------------------|------------|------------------|-----------------------|------------|------------------|
| | | x | y | Pinturas base solvente y base agua | | | Pintura termoplástica | | |
| | | | | Inicial | A 180 días | Vida de proyecto | Inicial | A 180 días | Vida de proyecto |
| Blanco | 1 | 0,303 | 0,287 | 250 | 150 | 100 | 300 | 250 | 150 |
| | 2 | 0,368 | 0,353 | | | | | | |
| | 3 | 0,340 | 0,380 | | | | | | |
| | 4 | 0,274 | 0,316 | | | | | | |

Ilustración 22-Coordenadas para el color blanco y los coeficientes mínimos de reflexión

Fuente: (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2011)

La Ilustración 22 muestra las características requeridas para la señalización, en este caso pintura color blanco.

3.2.1. MANUAL DE CARRETERAS (CHILE)

Esta normativa menciona además de aspectos generales sobre las rampas de frenado y sus tipos, tal y como lo hacen todas las normativas anteriormente descritas, señalan los criterios para el diseño de las rampas de frenado.

Sus fundamentos básicos se basan en establecer las condiciones mínimas para el diseño de las rampas de frenado, estas se encuentran descritas en la Ilustración 23-Condiciónes mínimas para el diseño de rampas de frenado:



Ilustración 23-Condiciónes mínimas para el diseño de rampas de frenado

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en Ministerio de Obras Públicas (2020)

La Ilustración 23 brinda lo esencial en cuanto a las condiciones mínimas que establece el manual de carreteras (Chile).

La ubicación de las rampas de frenado se justifica a raíz de algunas situaciones tales como las mostradas en la Ilustración 24:

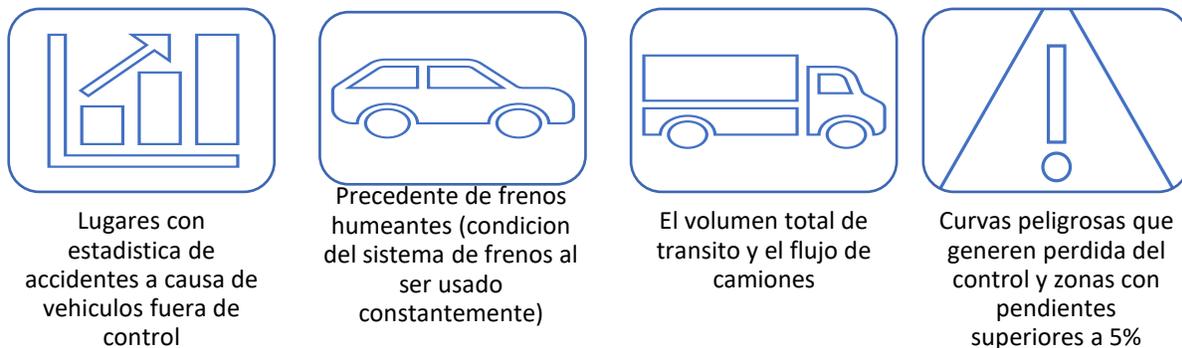


Ilustración 24-Situaciones que justifican una rampa de emergencia

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en Ministerio de Obras Públicas (2020)

En la figura Ilustración 24 se observan las situaciones que justifican las rampas de frenado, además, para las zonas que cumplan con una pendiente mayor de 5% tendrán que cumplir con $L * i^2 > 60$, tal como lo hacía la Norma 3.1-IC, de España.

Geometría

La geometría de las rampas de frenado descritas por la norma, deberán de cumplir las siguientes condiciones expuestas en la Tabla 5:

Tabla 5-Criterios geométricos para rampas de frenado

| Geometría | Descripción |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Acceso y ancho | El acceso a la rampa no deberá ser mayor a un ángulo de 15° con respecto a la vía principal. El ancho de la pista de emergencia tendrá como mínimo 5 metros. En caso de que este ubicada junto a un terraplén o ladera se recomienda la instalación de una barrera de hormigón. |
| Longitud | La longitud de la rampa de frenado será calculada con la Ecuación 2. Sin embargo, las pendientes mínimas y máximas son de $\pm 12\%$. Además de la longitud se considera un 25% de seguridad por lo que la longitud mínima será de: $L_t = 1.25 * L (m)$ Ecuación 9-Longitud de rampa según Manual de Carreteras (Chile) Fuente: (Ministerio de Obras Públicas, 2020) |
| Profundidad | Las profundidades por lo general son variables, las cuales pueden comenzar en 75 a 100 mm en la entrada, considerando una pendiente relativa del fondo entre 1% y 2%. La profundidad total debiera ser mínimo de 0.5m y llegar hasta 1m. |

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en Ministerio de Obras Públicas (2020)

Es así como la Tabla 5 establece los lineamientos para el diseño de accesos, longitudes y las profundidades para las R.F.E.

Tipos de materiales

El material recomendado es la gravilla de tamaño uniforme, cabe destacar que es el árido de mayor resistencia a la rodadura por lo cual es lógico que sea el más recomendado al reducir la longitud de la rampa considerablemente. De esta forma, el tamaño recomendado para este agregado es de ¼ pulg a 1 ½ pulg, también puede aplicarse el uso de grava o arena.

“Para asegurar la durabilidad y resistencia al desgaste del material tipo grava o gravilla en las pistas de emergencia, se debe realizar la determinación del desgaste de Los Ángeles” (Ministerio de Obras Públicas, 2020, sec. 6.505.1).

3.2.2. MANUAL DE CARRETERAS-TOMO 5

Este tomo contiene especificaciones técnicas sobre contratos, adjudicaciones, control de trabajo, movimiento de tierras, capas de base y subbase, pavimentos flexibles y rígidos, construcciones conexas y materiales para carreteras.

En este tomo, precisamente en la “Sección 600-Construcciones conexas” y “Sección 700-Materiales” se encuentran aspectos importantes a considerar como ser barandas de defensa, señalamiento horizontal con material termoplástico reflectante aplicado por pulverización y por extrusión.

Barandas de defensa

Los pernos de las barandas de defensa deberán incluir pernos con longitud de mínimo 0.6 centímetros y como máximo 1.30 centímetros.

De acuerdo a SOPTRAVI (1996):

Para las barandas de defensas de tipo vigueta, las partes de metal que no estén galvanizadas deben recibir una mano de minio rojo en la fábrica y en la obra una mano de pintura con pigmento de cromato de zinc, o una base aprobada de secado rápido, anticorrosivo y dos manos en la obra de pintura blanca o de aluminio. Los postes de madera no tratada, deberán recibir tres manos de pintura del color que indiquen los planos. (p. 147)

Las barandas de viguetas de metal deberán cumplir con los requerimientos establecidos por la norma AASHTO M180, estas deberán ser galvanizadas y el galvanizado deberá cumplir con la AASHTO M 111.

Los postes de las barandas de defensa serán de acero galvanizado de acuerdo a la norma AASHTO M 111 y el acero debe cumplir con la norma AASHTO M 183.

SOPTRAVI (1996) menciona que:

“Estos postes deben ser colocados en huecos excavados de forma manual o mecánica y deberán ser rellenados en capas compactadas de no más de 10 centímetros” (p. 146).

Señalamiento horizontal

En esta sección el tomo 5 menciona los materiales usados para la señalización horizontal dentro de los que describe los reflectantes, imprimación y las esferas de vidrio.

Estos materiales de igual manera forman parte de los requerimientos constructivos, en donde para la imprimación SOPTRAVI (1996) describe que debe ser un material que deba ser aplicado luego de haber realizado una limpieza en el sitio de aplicación. Además, define que la franja tendrá 5 centímetros más que el material termoplástico, que será repartido de formas iguales por cada extremo (p. 270).

Mientras tanto, las esferas de vidrio tendrán características bien definidas, tal como lo demuestra la Ilustración 25.

| | MATERIALES Y REQUISITOS | UNIDAD | MINIMO | MAXIMO |
|------|-------------------------------|--------|--------|--------|
| (b1) | Indice de refracción (a 25°C) | -- | 15 | -- |
| | Granulometría | | | |
| (b2) | Pasa Tamiz N° 20 | % | 100 | -- |
| | Pasa Tamiz N° 30 | % | 90 | 100 |
| | Pasa Tamiz N° 80 | % | 0 | 10 |
| | Esferas perfectas | | | |
| (b3) | Cantidad a distribuir | % | 70 | -- |
| | Cantidad a sembrar | gr/m2 | 500 | -- |

Ilustración 25- Características de las esferas de vidrio

Fuente: (SOPTRAVI, 1996)

Se aprecia en la Ilustración 25, que estas características definen al tipo de esferas de vidrio a usar para realizar las señalizaciones horizontales que se ejecuten en Honduras.

3.2.3. ASTM C-136

Para llevar a cabo la granulometría de los agregados a usar, se deberá realizar un ensayo de los finos y gruesos, por lo cual es necesario seguir los lineamientos dados por la ASTM o AASHTO. El ensayo ASTM C-136 determina la distribución de los agregados.

Este Método de Prueba se utiliza primordialmente para determinar la gradación de los materiales que se han de usar como agregados o que se están utilizando como agregados. Los resultados se utilizan para determinar si la distribución de los tamaños de las partículas cumple con los requisitos de las especificaciones aplicables y para proporcionar los datos

necesarios para controlar la producción de diversos productos y mezclas que contienen agregados. (American Society of Testing and Materials, 2006, p. 2)

Para llevar a cabo este ensayo es necesario contar con ciertos equipos, los cuales son:

- 1) Balanzas
- 2) Tamices
- 3) Agitador Mecánico
- 4) Horno

Para el agregado fino se deberá hacer uso de un tamaño de la muestra de 300 g después de haber sido secado. Mientras en el agregado grueso se deberá determinar el tamaño de la muestra con la Ilustración 26.

| Tamaño máximo nominal, aberturas cuadradas, en mms. (pulgadas) | Tamaño de la muestra de prueba mín., en kgs. (lbs.) |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 9.5 ($\frac{3}{8}$) | 1 (2) |
| 12.5 ($\frac{1}{2}$) | 2 (4) |
| 19.0 ($\frac{3}{4}$) | 5 (11) |
| 25.0 (1) | 10 (22) |
| 37.5 ($1\frac{1}{2}$) | 15 (33) |
| 50 (2) | 20 (44) |
| 63 ($2\frac{1}{2}$) | 35 (77) |
| 75 (3) | 60 (130) |
| 90 ($3\frac{1}{2}$) | 100 (220) |
| 100 (4) | 150 (330) |
| 125 (5) | 300 (660) |

Ilustración 26-Tamaño de muestra para agregado grueso

Fuente: (American Society of Testing and Materials, 2006)

Con la Ilustración 26 es evidente que se puede determinar la cantidad de muestra en Kg para llevar a cabo el ensayo en base al Tamaño Máximo Nominal (TMAN) del agregado.

En la Ilustración 27 se puede observar el proceso a seguir para realizar el ensayo según la norma ASTM C-136:

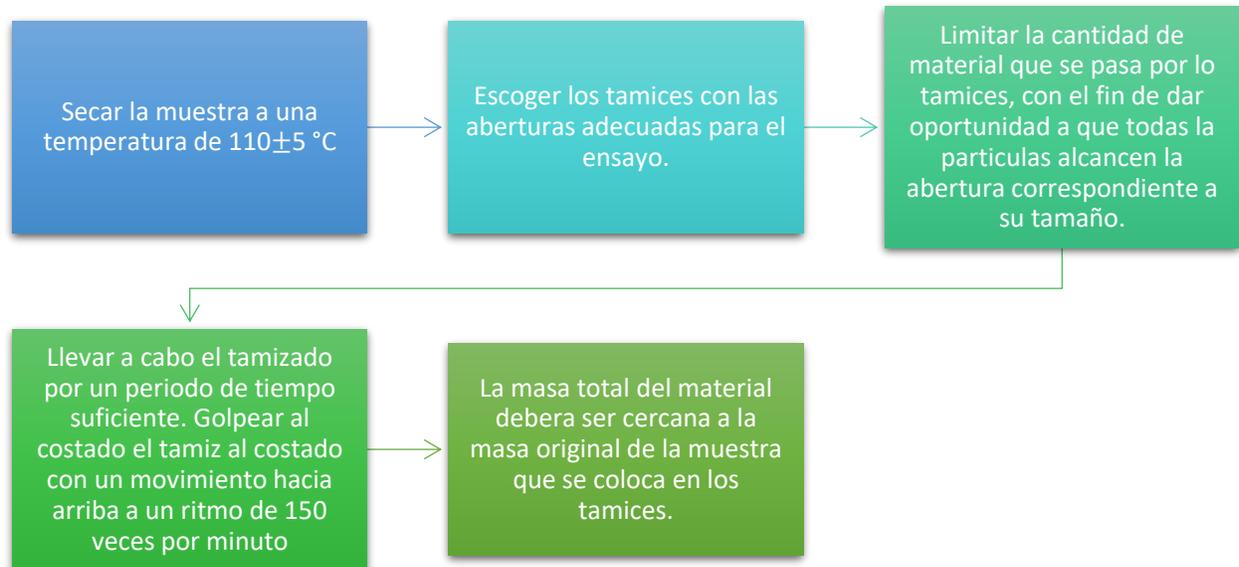


Ilustración 27-Proceso del ensayo ASTM C-136

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en American Society of Testing and Materials (2006)

La Ilustración 27 demuestra únicamente el proceso cuando la granulometría sea llevada a cabo manualmente, sin embargo, el único paso que difiere son las instrucciones de tamizado puesto que, puede hacerse uso de un agitador mecánico.

3.2.4. ENSAYOS PARA EL DESGASTE DE LOS ÁNGELES

La normativa ASTM (2001) menciona que el ensayo consiste en exponer los agregados a acciones de abrasión o desgaste, impacto y trituración realizado en un tambor de acero con un determinado número de esferas de acero, las cuales dependen de la gradación de los agregados en la muestra (p. 1).

Para llevar a cabo estos ensayos es necesario contar con ciertos equipos, estos son:

- 1) Máquina de Los Ángeles
- 2) Balanzas
- 3) Tamices
- 4) Carga (esferas de acero)

3.2.8.1. ASTM C 131

Este ensayo es especialmente usado para el análisis de agregados gruesos de tamaño menores de 1 1/2 pulg (37.5mm) para la resistencia a la degradación haciendo uso de la Máquina de Los Ángeles.

Para determinar el número de esferas en el ensayo es necesario hacer uso de la Ilustración 28 que describe la norma ASTM C 131:

| Granulometría | Nº de esferas | Masa de la carga, g. |
|---------------|---------------|----------------------|
| A | 12 | 5.000 ± 25 |
| B | 11 | 4.584 ± 25 |
| C | 8 | 3.330 ± 20 |
| D | 6 | 2.500 ± 15 |

Ilustración 28-Número de esferas

Fuente: (American Society of Testing and Materials, 2001)

En la Ilustración 28 se aprecia el número de esferas de acuerdo a la gradación de la muestra y la masa que se estará aplicando a la misma.

Para determinar la gradación de la muestra a fin de determinar si es tipo A, B, C o D es mediante la aplicación de lo descrito por la Ilustración 29.

| Tamaño del tamiz (Aberturas cuadradas) | | Masa de los tamaños indicados, g | | | |
|----------------------------------------|----------------|----------------------------------|------------|------------|------------|
| Pasa | Retenido | Granulometría | | | |
| | | A | B | C | D |
| 37,5mm (1 1/2 ") | 25,0 mm (1") | 1.250 ± 25 | ... | ... | ... |
| 25,0 mm (1") | 19,0 mm (3/4") | 1.250 ± 25 | ... | ... | ... |
| 19,0 mm (3/4") | 12,5 mm (1/2") | 1.250 ± 10 | 2.500 ± 10 | ... | ... |
| 12,5 mm (1/2") | 9,5 mm (3/8") | 1.250 ± 10 | 2.500 ± 10 | ... | ... |
| 9,5 mm (3/8") | 6,3 mm (1/4") | ... | ... | 2.500 ± 10 | ... |
| 6,3 mm (1/4") | 4,75 mm (Nº4) | ... | ... | 2.500 ± 10 | ... |
| 4,75 mm (Nº4) | 2,36 mm (Nº 8) | ... | ... | ... | 5.000 ± 10 |
| Total | | 5.000 ± 10 | 5.000 ± 10 | 5.000 ± 10 | 5.000 ± 10 |

Ilustración 29-Determinación de la gradación para el ensayo ASTM C-131

Fuente: (American Society of Testing and Materials, 2001)

Es en la Ilustración 29 donde se encuentra la masa a usar (5,000±10 g) y además su composición con respecto a la muestra pasada y retenida en los tamices.

El proceso para la realización del ensayo ASTM C-131 es resumido en la Ilustración 30:

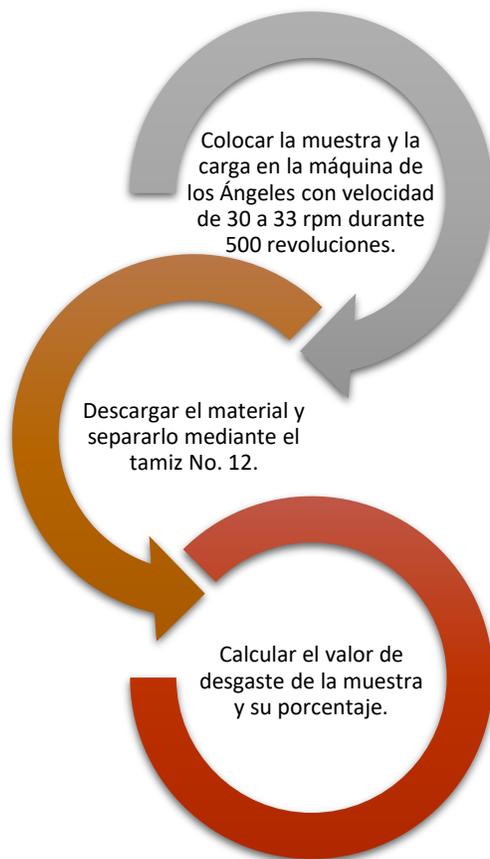


Ilustración 30-Proceso para el ensayo de desgaste de Los Ángeles

Fuente: Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en American Society of Testing and Materials (2001)

Se observa en la Ilustración 30 que la norma tiene como objetivo final determinar el valor y el porcentaje de desgaste de la muestra.

3.2.8.2. ASTM C-535

Este ensayo es aplicado en función de los agregados gruesos de gran tamaño mayores de 3/4 pulg (19mm). Este ensayo posee el mismo procedimiento que el ensayo ASTM C 131, sin embargo la tabla de granulometría cambia al ser los agregados de mayor tamaño. Además, la forma de calcular las esferas no cambia y se realiza mediante el uso de Ilustración 28.

La Ilustración 31 nos ayuda a encontrar, por medio de la granulometría del agregado, su gradación.

| Tamaño del tamiz, mm (pulg) (Aberturas cuadradas) | | Masa de los tamaños indicados, g | | |
|---------------------------------------------------|--------------|----------------------------------|-------------|-------------|
| Pasa | Retenido | Granulometría | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| 73 (3) | 63 (2 1/2) | 2.500 ± 50 | ... | ... |
| 63 (2 1/2) | 50 (2) | 2.500 ± 50 | ... | ... |
| 50 (2) | 37,5 (1 1/2) | 5.000 ± 50 | 5.000 ± 50 | ... |
| 37,5 (1 1/2) | 25,0 (1) | ... | 5.000 ± 25 | 5.000 ± 25 |
| 25,0 (1) | 19,0 (3/4) | ... | ... | 5.000 ± 25 |
| | | | | |
| | Total | 10.000 ± 100 | 10.000 ± 75 | 10.000 ± 50 |

Ilustración 31-Determinación de la gradación para el ensayo ASTM C-535

Fuente: (American Society of Testing and Materials, 2003)

Al igual que la Ilustración 29, la Ilustración 31 señala como determinar la gradación de la muestra junto con la composición de la masa a someter en el ensayo de desgaste de Los Ángeles.

3.2.5. MANUAL DE REPRESENTACIÓN PARA PROYECTOS DE GRADUACIÓN

Este manual fue elaborado por los exalumnos de ingeniería civil en UNITEC, Ruth Chávez, Raúl Barahona y Ángel Natarén, en la Ilustración 32 se aprecia su portada.



Ilustración 32-Manual de representación para proyecto de graduación

Fuente: (Chávez et al., 2020)

Observando la Ilustración 32 se puede identificar que este documento está orientado a las áreas de Agua y Saneamiento y Vías de Comunicación.

Este manual se lleva a cabo debido a la necesidad de estandarizar los planos entregados por parte de los alumnos de la carrera de ingeniería civil en la Universidad Tecnológica Centroamérica (UNITEC), campus de San Pedro Sula.

Teniendo como objetivo la entrega de una referencia que sirva a los alumnos y docentes de la carrera para la entrega de planos en las áreas de agua y saneamiento y vías de comunicación, se describen tipos de proyección, principios de representación, representación de elementos y distribución de planos.

Los autores definen una calidad de línea para los dibujos asistidos por ordenador, estas se muestran en la Ilustración 33.

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| PUNTOS | ROJO | AMARILLO | VERDE | CYAN | AZUL | MAGENTA | BLANCO | 8 | 9 | OTROS | 252 | 253 | 254 |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 7 | 252 | 253 | 254 |
| | 0.20 | 0.25 | 0.35 | 0.50 | 0.60 | 0.80 | 0.18 | 0.13 | 0.15 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |

Ilustración 33-Calidad de línea

Fuente: (Chávez et al., 2020)

La calidad de línea mostrada en la Ilustración 33 permite al dibujante determinar los distintos grosores mediante la observación de los colores designados.

Los márgenes para las hojas de planos también son establecidos, siendo de así los siguientes lineamientos demostrados en la Ilustración 34:

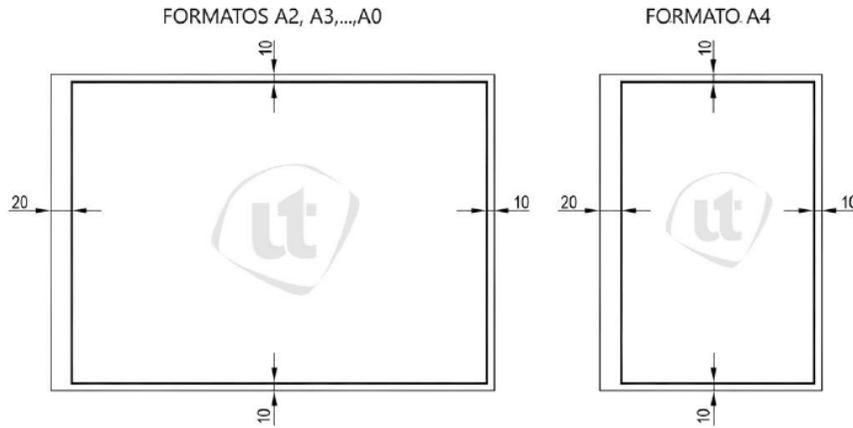


Ilustración 34-Márgenes de hojas

Fuente: (Chávez et al., 2020)

Estos márgenes de la Ilustración 34 son de gran ayuda para los dibujantes y para los encargados de la lectura de planos, debido a que ayuda a la estandarización en los entregables.

A continuación, en la Tabla 6, se presenta el contenido de los planos más representativos que se determinó normalizar para el manual.

Tabla 6-Contenido de planos del Manual de Representación

| Plano | Contenido |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ubicación | Ubicación del norte Título del plano Ubicación específica Calles y propiedades colindantes Cajetín Delimitación de Área de construcción Calles y propiedades colindantes |
| Sección típica | Cotas de sección típica Materiales Espesor de Capas granulares Bombeo Longitud de calzada Bombeo Capas, espesor y material Cunetas |
| Planta Perfil | Estaciones Ríos, lagos y lagunas Radio de curvatura Longitud de curva Velocidad de diseño |

Continuación Tabla 6...

| | Pendiente |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Elevación |
| | Corte y relleno |
| Sobreelevación | Pc y PT Cotas Longitud de transición Pendiente longitud de transición |
| Obras adicionales | Tamaño de tubería Material Ubicación de tubería |
| Instalaciones especiales | Nombre de instalación Cantidades de obra Alineamiento Carretera Ubicación de instalación |
| Planos de señalización | Nombre de señal vial Número de cada señal utilizada Tipo de pintura Tabla de simbología de tipos de línea |

Fuente: (Chávez et al., 2020)

Con el contenido establecido, en la Tabla 6, por el Manual de Representación para Proyecto de Graduación en las Áreas de Agua y Saneamiento y Vías de Comunicación se puede tener una referencia para el desarrollo de planos en el área de ingeniería civil, específicamente carreteras y agua y saneamiento.

3.2.6. ALCANCES, VENTAJAS Y LIMITACIONES

A lo largo de la investigación se ha identificado cuales son los alcances de cada una las teorías de sustento, cuáles son sus ventajas y las limitaciones que se tuvieron en desarrollo del proyecto.

3.2.10.1. Alcances

Las teorías descritas anteriormente fueron aplicadas en base a las experiencias anteriores de construcciones de R.F.E. en esos países. Cada una de las normativas cuenta con ciertas similitudes, sin embargo, también poseen algunos criterios diferenciadores o manejan mayor información en algunas.

Por todo ello, son normativas de gran referencia y respaldo para llevar a cabo el "Manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia (R.F.E.) aplicado a las

carreteras de Honduras". Brindan información sobre señalizaciones verticales y horizontales, drenaje, criterios de diseño y criterios de ubicación.

3.2.10.2. Ventajas

Se cuenta con información de países que llevan desarrollando este tipo de estructuras como propósito de reducir la incidencia de accidentes en las carreteras donde existe el riesgo de que las unidades vehiculares pierdan el control. Por lo cual, se facilita la realización del manual debido al desarrollo de criterios previos que pueden llegar a ser aplicados a las carreteras de Honduras.

3.2.10.3. Limitaciones

Las limitaciones sobre las rampas de frenado se centran en la búsqueda de información como ser tesis, estudios y otras investigaciones sobre la construcción de rampas de frenado. No existe la posibilidad de acceder a muchas fuentes de información sobre la temática, si bien es cierto se han desarrollado muchas estructuras de este tipo en algunos países, no se encuentran la suficiente cantidad de registros sobre su elaboración en medios digitales.

Así mismo, se había tomado en consideración la ubicación de estas estructuras en los distintos ejes carreteros del país, pero debido a que no se cuenta con la posibilidad de llevar a cabo un estudio en campo sobre las posibilidad realizar estas R.F.E., a causa del COVID-19 y a la falta de información sobre las carreteras en Honduras no se puede determinar la ubicación de R.F.E. en tramos críticos.

3.3 MARCO CONCEPTUAL

En esta sección se presentan las definiciones de las palabras que se estarán utilizando a lo largo del proyecto de investigación.

1) Carretera:

"Superficie preparada para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes" (SIECA, 2011, p. 359).

2) Tramo:

“Cualquier porción de una carretera comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera con alguna característica de trazado homogénea” (Ministerio de Fomento, 2016, p. 219).

3) Tránsito:

“Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes” (Ministerio de Obras Públicas, 2020, sec. 6.005.2).

4) Accidentes de tránsito:

“Es el evento no intencional en el que ocasionan lesiones, golpes, heridas o muertes de las personas, animales, o daños a la propiedad el cual está comprometido por lo menos un vehículo en movimiento” (PAHO, 1993, p. 7).

5) Seguridad vial:

“Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes” (Ministerio de Obras Públicas, 2020, sec. 6.005.2).

6) Estudios Topográficos:

“son un conjunto de actividades de campo y gabinete, necesarios para representar gráficamente y a una escala convenida, la topografía de un lugar mediante sus proyecciones horizontales y verticales denominadas planimetría y altimetría respectivamente” (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2011, p. 259).

7) Compactación:

“Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Pórtland” (SIECA, 2011, p. 360).

8) Agregado:

“Un material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria, o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferente tamaños” (SIECA, 2011, p. 354).

9) Granulometría:

“Medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una forma sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas”(Cotton, 2016, s.r.).

10) Derecho de vía:

“Superficie de terreno cuyas dimensiones fijan las dependencias gubernamentales, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares” (Reyes, 2004, p. 29).

11) Pc:

“Principio de curva: punto donde termina la tangente de entrada y empieza la curva” (Cárdenas Grisales, 2015, p. 38).

12) Pt:

“Principio de tangente: punto donde termina la curva y empieza la tangente de salida” (Cárdenas Grisales, 2015, p. 38).

13) Pendiente transversal del terreno:

“Corresponde a las inclinaciones naturales del terreno, medidas en el sentido transversal del eje de la vía” (Montoya & Garrido, 2020, p. 11).

14) Velocidad de operación:

“Velocidad máxima permitida a la cual deben circular los vehículos que transitan por una carretera, con el fin de evitar accidentes lo mayormente posibles” (Reyes, 2004, p. 31).

15) Velocidad de proyecto:

“Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un tramo de carretera y que se utiliza para su diseño geométrico” (Reyes, 2004, p. 31).

16) Construcción:

“Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes” (SIECA, 2011, p. 360).

17) Acceso:

“Parte pavimentada de la rampa de emergencia para frenado que conecta el arroyo vial de la carretera con la cama de frenado” (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016, p. 3).

18) Rampa de emergencia para frenado:

“Es una franja auxiliar conectada al arroyo vial especialmente acondicionada para disipar la energía cinética de los vehículos que queden fuera de control por fallas mecánicas, principalmente en sus sistemas de frenos” (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016, p. 4).

19) Rampas con montículo:

“Están compuestas de arena suelta y seca, y su longitud normalmente no sobrepasa los 120 m. La influencia de la gravedad depende de la pendiente de la superficie” (Ministerio de Obras Públicas, 2020, sec. 6.505.2).

20) Rampas descendentes:

“Tienen una cama de frenado de espesor uniforme con pendiente longitudinal descendente. La acción de detención se limita al aumento de la resistencia a la rodadura, y debido a que la acción de la gravedad tiene un efecto acelerador” (Cárcamo, 2014, p. 81).

21) Rampas horizontales:

“Las que tienen cama de frenado horizontal de espesor uniforme, sin pendiente longitudinal (...) La detención se limita al aumento de la resistencia a la rodadura” (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016, p. 5).

22) Rampas ascendentes:

“Las que tienen una cama de frenado con espesor uniforme y pendiente longitudinal ascendente (...) estas rampas suelen ser menos largas que las rampas descendentes y horizontales” (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2016, p. 5).

23) Cama de frenado:

"Parte de la rampa de emergencia para frenado que propiamente detiene el vehículo con el material granular suelto que se coloca en la superficie. La configuración de la cama de frenado determina el tipo de rampa" (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2016, p. 3).

24) Drenaje:

"Conjunto de elementos que permiten captar y desalojar el agua de lluvia o de escurrimientos superficiales" (J. Ramírez, 2015, p. 14).

25) Canal:

"Es una zanja construida para recibir y encauzar medianas o pequeñas cantidades de agua provenientes del terreno natural o de otras obras de drenaje" (SIECA, 2011, p. 358)

26) Pintura de demarcación:

"Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes" (Ministerio de Obras Públicas, 2020, sec. 6.005.2)

27) Señales:

"Conjunto lógico de símbolos, iconos, rótulos y otros, colocados en vías y carreteras para ordenar y facilitar la circulación de vehículos" (*Ley de Tránsito*, 2005, s.r.).

28) Señales verticales:

"Dispositivos de control de tránsito instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a transmitir un mensaje a los conductores y peatones, mediante palabras o símbolos, sobre la reglamentación de tránsito vigente" (SIECA, 2014, sec. 2.1).

29) Señales horizontales:

"Corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, cordones y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas" (Ministerio de Obras Públicas y Comunicación, 2019, p. 621).

30) Barrera de seguridad vial:

“Sistema de contención de vehículos instalados en los márgenes o en el separador central de la carretera y en los bordes de los puentes” (SIECA, 2011, p. 357).

3.4 MARCO LEGAL

Dentro del marco legal se mencionará leyes o reglamentos que tengan relación al desarrollo de rampas de frenado, es por ello que se hace específicamente a la Ley de Tránsito, siendo sus artículos más importantes los siguientes:

3.4.1. LEY DE TRÁNSITO: DECRETO 205-2005

Artículo 82

El señalamiento vial para ordenar, facilitar y hacer segura la circulación de vehículos y peatones, consiste en:

- 1) Señales de advertencia o peligro;
- 2) Señales reglamentarias;
- 3) Señales informativas;
- 4) Señales de ruta o destino;
- 5) Demarcaciones sobre la calzada; y,
- 6) Semáforos y otras señales de cruce.

(Ley de Tránsito, 2005, s.r.)

Artículo 62

En las vías de dos (2) o más pistas o carriles de un mismo sentido, todo conductor debe mantener su vehículo utilizando una sola pista o carril y cuando por razón excepcional o justificada necesite cambiar a otro, debe hacerlo con la debida precaución, manifestando esta intención con la debida anticipación utilizando las luces indicadoras de su vehículo y/o señales permitidas además de percatarse que los otros conductores estén advertidos, de la maniobra a realizar. La pista o carril más próxima a la berma o carril derecho está destinado para el tráfico lento y/o pesado. *(Ley de Tránsito, 2005, s.r.)*

IV. METODOLOGÍA

La metodología de investigación y sus procesos serán parte fundamental para el desarrollo del “Manual Técnico para el Desarrollo y Construcción de Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.) Aplicado a las Carreteras de Honduras”, a continuación, se procede a mostrar el enfoque, variables e indicadores influyentes para la descripción de la metodología usada.

4.1. ENFOQUE

La investigación planteada propone un enfoque mixto ya que el tema de trabajo requiere lineamientos de forma cualitativa, que abarquen el tema de estudio de forma completa, agrupando los argumentos de observaciones, discernimientos y puntos de vistas que nutran en forma objetiva la investigación, así mismo se requiere la inclusión del enfoque cuantitativo que implican datos ya realizados que ayuden a concretar los resultados de la investigación.

Tabla 7-Enfoques cuantitativos y cualitativos

| Supuestos de los enfoques cuantitativos y cualitativos | | | |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Supuesto | Pregunta | Cuantitativo | Cualitativo |
| Metodológico | ¿Cuál es el proceso de la investigación? | Deductivo: Causa y efecto Diseño Estático Categorías Aisladas del Estudio Libre de Contexto Generalizaciones que conduzcan la predicción y explicación y comprensión La seguridad y la confianza mediante la verificación | Inductivo: formas mutuamente simultaneas de factores. Diseño emergente Categorías identificadas durante el proceso de investigación Contexto limitado Patrones y teorías desarrolladas para la comprensión. La seguridad y confianza mediante la validez y veracidad |
| Técnicas de investigación | ¿Cómo se aproxima a la realidad para estudiarla | Observación no participante, dirigida y encuesta. | Observación participante, y cuestionario abierto |

Fuente: (Matute, J. y Santos, A., 2021). Basado en: (Martínez Ruiz, 2012, p. 106)

Como se observa en la tabla de los enfoques cualitativos y cuantitativos se tomarán en cuenta las técnicas de investigación que proponen ambos enfoques, convirtiéndose en un enfoque mixto.

4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

A continuación, se muestran en la Tabla 8 los principales aspectos que rigen la operacionalización del proyecto, estos incluyen el planteamiento del problema, objetivos generales y específicos preguntas de investigación y por ultimo las variables independientes y dependientes.

Tabla 8-Tabla de Variables de Operacionalización

| Título | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| “Manual Técnico para el Desarrollo y Construcción de Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.) Aplicado a las Carreteras de Honduras” | | | | | |
| Problema | Objetivo General | Preguntas de investigación | Objetivos Específicos | Variables Independientes | Variable Dependiente |
| ¿Qué información técnica, geométrica y constructiva será la necesaria para incluir en el desarrollo del manual sobre rampas de emergencia para frenado, a fin de reducir los accidentes viales producto de unidades fuera de control en las principales carreteras de Honduras? | Desarrollar un manual en relación con el diseño de rampas de frenado de emergencia en Honduras, adaptando los mejores principios de las normas internacionales para la mitigación de accidentes de tránsito vial en las principales carreteras del país. | 1) Según las necesidades de ingenieros Honduras ¿Qué normativas se deberán incluir en el manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia aplicado a las carreteras del país? | 1) Definir las normativas, recomendaciones de diseño o procesos constructivos que deberá incluir el manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia aplicado a las carreteras de Honduras. | Normativas de diseño y elementos constructivos para la (R.F.E) | “Manual Técnico para el Desarrollo y Construcción de Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.) Aplicado a las Carreteras de Honduras” |

Continuación Tabla 8...

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2) De acuerdo a las necesidades de ingenieros de Honduras ¿Qué recomendaciones de diseño se deberán incluir en el manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia aplicado a las carreteras del país? | 2) Mostrar las recomendaciones de diseño que deberá incluir el manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia aplicado a las carreteras de Honduras. | Pautas y lineamientos de diseño nacionales |
| 3) En base a las necesidades de ingenieros ¿Cuáles son los entregables a presentar para un juego completo de planos sobre rampas de frenado? | 3) Determinar el contenido y entregables para un juego de planos completos sobre rampas de frenado en Honduras. | Estructura y contenido de los planos de (RFE) |

Continuación Tabla 8...

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <p>4) En base a las necesidades de ingenieros de Honduras ¿Cuáles son los procesos constructivos que se deberán incluir en el manual para la construcción de rampas para frenado de emergencia?</p> | <p>4) Explicar los procesos constructivos que deberá incluir el manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencia aplicado a las carreteras de Honduras.</p> | <p>Procesos constructivos.</p> |
| <p>5) ¿Qué recomendaciones por parte de los organismos de tránsito vial Honduras se deberán incluir el manual para que los usuarios de automotores en el país hagan un uso seguro de las rampas de frenado de emergencia?</p> | <p>5) Sugerir las recomendaciones por parte de los organismos de tránsito vial en el Honduras que deberá incluir el manual para que los usuarios de automotores en el país hagan un uso seguro de las rampas de frenado de emergencia.</p> | <p>Pautas y lineamientos de organismos viales en Honduras</p> |

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021)

De esta forma, en la Tabla 8 quedan establecidas las variables independientes y dependiente en función de las preguntas de investigación planteadas.

4.2.1. DIAGRAMA DE VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

El “Manual Técnico para el Desarrollo y Construcción de Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.) Aplicado a las Carreteras de Honduras” será la variable dependiente, por consiguiente, las variables independientes son las que de manera directa afectan el contenido.

En la Ilustración 35 se brindan las dimensiones a partir de las variable independiente, que de igual forma son derivadas de la variable dependiente.

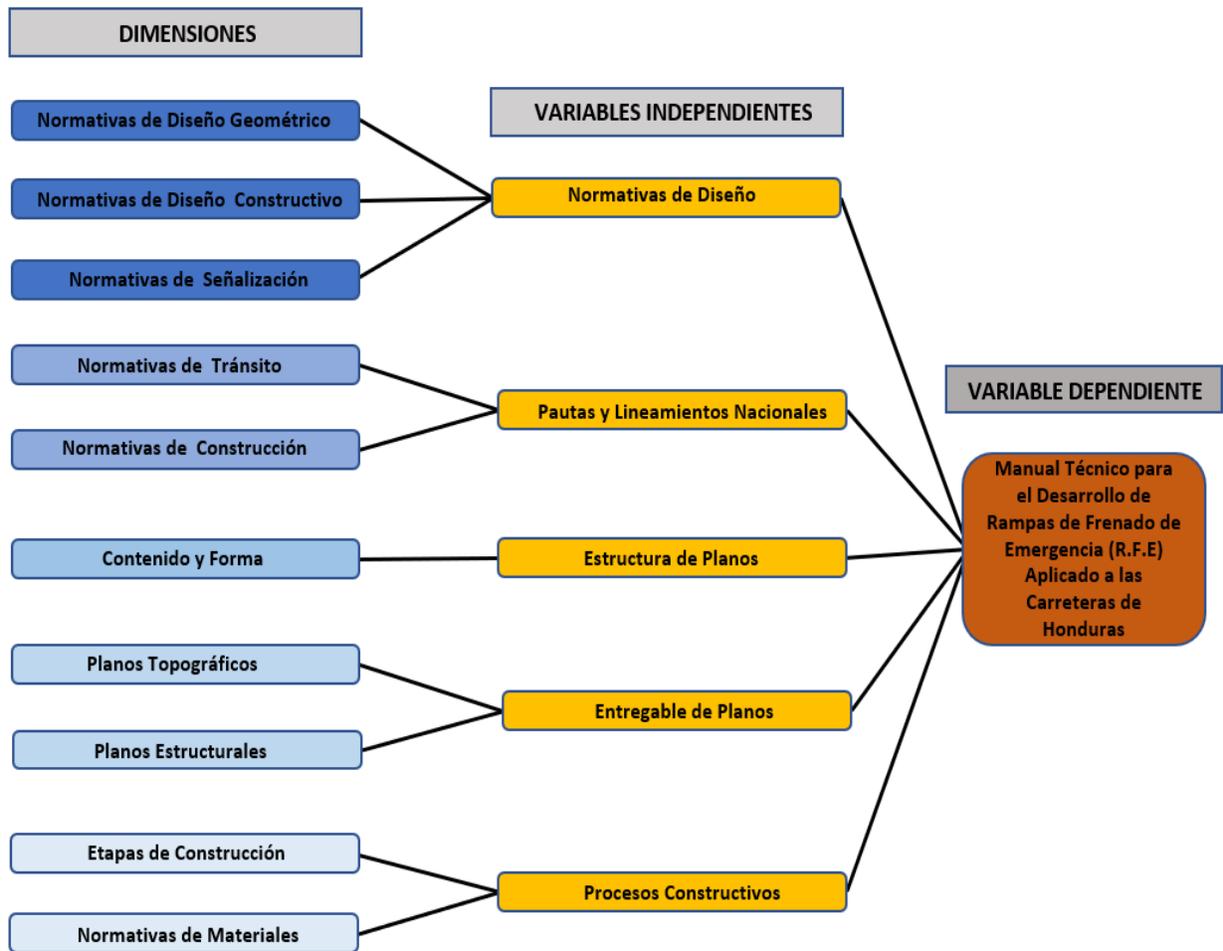


Ilustración 35: Diagrama de Variables de Operacionalización

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021)

Es así como las dimensiones de la Ilustración 35 se basan en las normativas, planos y descripción de construcción y materiales.

4.2.2. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 9-Descripción de las variables de operacionalización

| Tabla descripción de las variables de operacionalización | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Variables Independientes | Definición | | Dimensiones | | Indicadores | Ítems | |
| | Conceptual | Operacional | | | | | |
| Normativas de diseño | Las normativas de diseño rigen el desarrollo de los proyectos mediante fórmulas, ecuaciones matemáticas y factores de seguridad los cuales son necesarios para el diseño geométrico y estructural de los elementos que componen una estructura. | Se analizan las normativas internacionales existentes para el diseño de las (RFE) las cuales dicten su diseño geométrico, estructural y detalles constructivos. | Normativa de Diseño Geométrico Normativo de Diseño Constructivo Normativas de Señalización | de | Lineamientos Diseño Geométrico Diseño Constructivo Pautas de Señalización | ¿Qué criterios, formulas, ecuaciones, parámetros Factores de seguridad rigen el diseño de las (RFE)? ¿Qué normas de señalización se utilizan para las (RFE)? ¿Qué definiciones, conceptos se obtendrán de las normas? | |
| Pautas y lineamientos nacionales | Los lineamientos nacionales son los parámetros actuales que rigen la construcción de las obras civiles en el país, estos tipos de reglamentos definen los procesos constructivos y materiales a usar, sus especificaciones según existencia de estos en el país. | Se observan las recomendaciones y procesos constructivos de acuerdo a leyes nacionales y materiales disponibles en el país. | Normativas de Transito Normativas de Construcción | de | Lineamientos Diseño Geométrico Diseño Constructivo Pautas de Señalización | ¿Qué recomendaciones por parte de ingenieros se podrán obtener para el diseño de las (RFE)? ¿Qué comentarios brindaran las instituciones gubernamentales de transito del país para el desarrollo de (RFE)? | |

Continuación de Tabla 9...

| | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Estructura de planos</p> | <p>Detalla la disposición de los esquemas presentados en el plano, así mismo las notas pertinentes como especificaciones que deberá tener cada detalle constructivo según corresponda.</p> | <p>Se busca un orden lógico, en los esquemas y en la información que provea la facilidad de comprensión por parte del lector</p> | <p>Forma</p> | <p>Dimensiones de Hojas Alturas de Texto Tipografía Márgenes</p> | <p>¿Cuáles serán los tamaños de hoja a utilizar? ¿Con que altura y tipo de texto se visualizaran mejor los títulos y notas de proyecto? ¿Cuáles serán los márgenes ideales según tamaño de hoja? ¿Qué grosores deberán tener los márgenes?</p> |
| | | | <p>Contenido</p> | <p>Notas de proyecto Detalles Simbología</p> | <p>¿Como se deberán mostrar las especificaciones de proyecto? ¿Qué detalles y con cual escala se deberán presentar en los planos? ¿Cómo se deberá presentar la simbología?</p> |

Continuación de Tabla 9...

| | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Entregables de planos</p> | <p>Todo proyecto de ingeniería civil requiere de un juego de planos, el cual está formado por los detalles, especificaciones, tablas de cuantificación de materiales que ayuden al ingeniero contratista a la ejecución y construcción del proyecto.</p> | <p>Se observan la cantidad y tipo de planos básicos que se deberá mostrar las construcción de las (RFE)</p> | <p>Planos topográficos</p> | <p>Planos de portada e índice Títulos e índice</p> <p>Planos de ubicación del proyecto Coordenadas del proyecto</p> <p>Planos topográficos Acotaciones</p> <p>Simbologías</p> <p>Curvas de nivel Estructuras existentes y derechos de vías</p> <p>Planos de planta y perfil Acotaciones</p> | <p>¿Cómo se deberá de mostrar la portada y títulos?</p> <p>¿Cómo se deberá de mostrar la ubicación del proyecto y datos relacionados? ¿Cómo se deberán mostrar las acotaciones? ¿Cuál deberá ser la simbología para presentar? ¿Cómo se deberán mostrar las curvas de nivel? ¿Cómo se deberán ilustrar los derechos de vías y estructuras existentes? ¿Qué elementos son los más importantes y que se deben acotar tanto en planta como en perfil? ¿Como se deberán mostrar las notas? ¿Cuál será la mejor escala para mostrar en la planta y en el perfil?</p> |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Continuación de Tabla 9...

| | | | | | |
|--|--|--|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | Planos Estructurales | Plano de Detalles Secciones típicas Escala | ¿Qué detalles se deberán presentar y en qué orden? ¿Cómo se deberán mostrar las secciones? ¿Cuál será la mejor escala para presentar los detalles? |
| | | | | Planos de señalización Señalización vertical Señalización Horizontal Detalles Plano de Drenaje | ¿Qué planos de señalización se deberán presentar? ¿Cuál será la mejor escala para presentar los planos? ¿Qué tipo detalles de señalización vertical y horizontal se deberán presentar para las (RFE)? ¿Qué otros tipos de detalles específicos se deberán presentar? ¿Qué detalles deberá contener los planos de drenaje? |

Continuación de Tabla 9...

| Etapas de construcción | Las etapas de construcción son las fases en el que se desarrolla el proyecto, para dicho caso se deberán ejecutar en un orden que tenga una lógica secuencial, cada proceso ejecutado, sentara las bases para el siguiente proceso constructivo hasta finalizar la obra | Se observan las maquinarias, materiales necesarios y procesos constructivos serán deberán llevar a cabo para la construcción de las (RFE) | Etapas de Construcción | Maquinaria Tipología Uso Procesos | ¿Qué tipo de maquinaria se deberá incluir en el manual para la construcción de las (RFE)? ¿Qué usos y en que procedimientos constructivos convendrá utilizar estas máquinas? ¿Cuál será el orden de los procesos y etapas de construcción para las (RFE) |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | Materiales Arena Grava Concreto Asfalto | ¿Qué características deberá tener la arena para la construcción de las (RFE)? ¿Qué características deberá tener la grava para la construcción de las (RFE)? ¿Qué características deberá tener el concreto para la construcción de las (RFE)? ¿Qué características deberá tener el asfalto para la construcción de las (RFE)? |

Continuación de Tabla 9...

| | | | | | |
|--|--|--|------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | Pruebas de laboratorio | ¿Qué pruebas de laboratorio se deberán hacer a los materiales empleados en la construcción de la (RFE) |
| | | | | Instrumentos | ¿Qué instrumentos se utilizarán para hacer estas pruebas de laboratorio? |
| | | | | Normativas | ¿Qué normativas de la ASTM certificarán las pruebas e instrumentos de laboratorio? |
| | | | Obras auxiliares | Barreras de protección | ¿Cómo deberán ser las barreras de protección metálicas o de concreto? ¿de qué color deberán ser pintadas las barreras de protección? |
| | | | | Amortiguadores de impacto | ¿Cómo serán los amortiguadores de impacto y que especificaciones deberán cumplir? |

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021)

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Las técnicas e instrumentos aplicados forman parte del desarrollo para el “Manual Técnico para el Desarrollo y Construcción de Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.) Aplicado a las Carreteras de Honduras”

4.3.1. INSTRUMENTOS

4.3.1.1. Paquetes de Autodesk

Para el modelado digital se requiere de los programas de Autodesk



Ilustración 36-Autodesk

Fuente: (Autodesk, 2021b)

El software de diseño para ingeniería Civil 3D® es compatible con BIM (modelado de información para la construcción) y proporciona características integradas para mejorar los bocetos, el diseño y la documentación de construcción.



Ilustración 37-Autodesk Civil 3d

Fuente: (Autodesk, 2021)

AutoCAD® es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en el cual se apoyan tanto arquitectos como ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D. Crea, anota y edita geometría en 2D y modelos en 3D con sólidos, superficies y objetos de malla. Automatiza tareas tales como comparar dibujos, agregar bloques, crear planificaciones y muchas más



Ilustración 38-Autodesk AutoCAD

Fuente: (Autodesk, 2021)

4.3.1.2. *Paquete de Microsoft*



Word



Excel



PowerPoint



Outlook

Ilustración 39-Paquete de Microsoft

Fuente: (Microsoft, 2021)

- Microsoft Word: es un programa que permite elaborar los documentos escritos
- Microsoft Excel: es un programa que permite tabular y calcular datos de manera rápida
- Microsoft PowerPoint: es un programa que permite diseñar y crear presentaciones para las exposiciones de proyecto
- Microsoft Outlook: permite el intercambio de información mediante correos electrónicos
- Microsoft Project: permite la creación de cronogramas y actividades de trabajo.

4.3.1.3. *Canva*

Usado en este documento para la elaboración del Manual Técnico Para el Desarrollo y Construcción de Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.) Aplicado a las Carreteras de Honduras.



Ilustración 40-Canva

Canva es una plataforma por la cual se pueden llevar a cabo diseño de presentaciones, logotipos, banners, etc. Es una buena opción para la aplicación de proyectos que no requieran el empleo de softwares avanzados para la creación de distintos materiales.

Fuente: (Adobe, 2021)

4.3.1.4. Zoom

Este software permitió la posibilidad de reunir a los autores a fin de llevar a cabo la presente tesis y el manual, de igual forma, permitió la reunión con asesores.



Ilustración 41-Zoom Video

Fuente: Zoom Video (2021)

Zoom es una aplicación que permita la interacción de personas por medio del internet, hace posible el compartir pantallas y video llamadas.

4.3.1.5. Cuestionarios

Son formatos que tienen como finalidad la búsqueda de información mediante la realización de preguntas a cierto grupo de personas capaces de responder en base a su conocimiento, experiencias, preferencias, criterios, etc. (v. Anexos)

La Ilustración 42 muestra la primer parte que observaron las personas que constestaron las encuestas:

Manual técnico para el desarrollo y construcción de rampas para frenado de emergencia (R.F.E.) aplicado a las carreteras de Honduras

Este es un cuestionario dirigido a ingenieros y conductores a fin de desarrollar un manual que sea referencia para la aplicación de medidas preventivas ante accidentes por causas de pérdida de frenado, las cuales pueden llegar a ser provocadas por pendientes pronunciadas en las carreteras del país. Muchos países aplican las rampas de frenado como medida de reducción de accidentes, pérdidas materiales, lesiones y muertes en las carreteras.

*Obligatorio

Ejemplo de una Rampa de Frenado de Emergencia (R.F.E.)



Ilustración 42-Inicio de encuesta

En la Ilustración 42 se logra observar la breve descripción de lo que se pretende alcanzar con el uso de la encuesta, además de exponer el objetivo de las R.F.E. dando oportunidad al encuestado de poder observar mediante una ilustración, como luce una rampa en operación.

4.3.2. TÉCNICAS

Las técnicas utilizadas en el avance del proyecto se muestran a continuación:

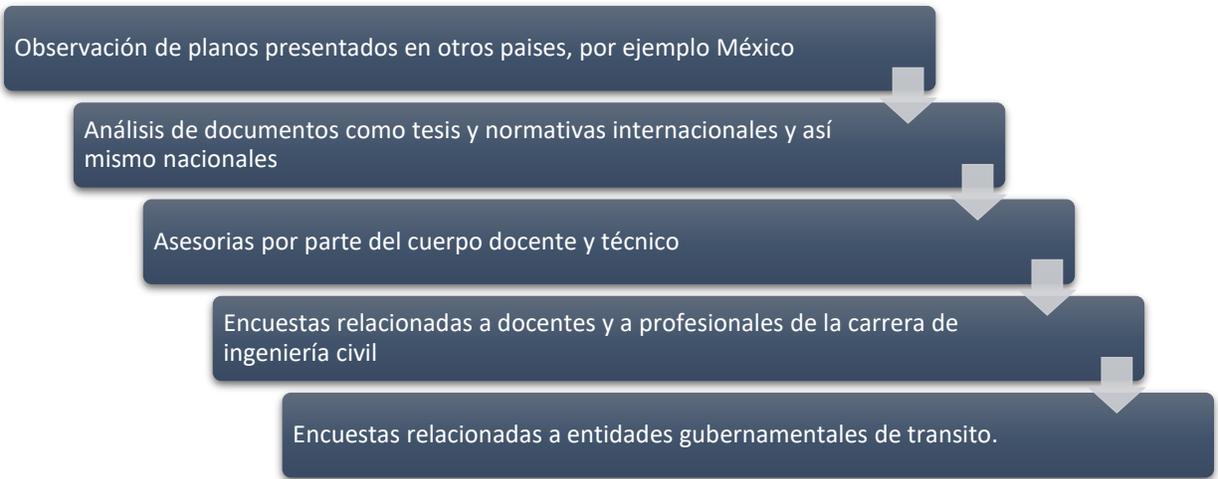


Ilustración 43-Técnicas de investigación aplicadas

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021)

Ver formato de cuestionarios en la sección de anexos.

- **Encuestas:** Instrumento de investigación que consiste en obtener información de personas mediante el uso de cuestionario diseñados en forma previa para obtener información específica. (Ruiz, H., 2012)
- **Estudio de Casos:** Técnica de investigación que consiste en estudiar una situación concreta, (acontecimiento, proceso, persona, unidad de organización u objeto), con la intención de comprenderla, valorarla, describirla y/o resolverla. (Ruiz, H., 2012)
- **Instrumentos de Investigación:** Recursos o elementos de apoyo logístico que el investigador utiliza para la recolección de los datos a fin de facilitar la medición de los mismos (encuestas, cuestionarios, diario de campo y escalas). (Ruiz, H., 2012)
- **Observación:** Actividad empírica que consiste en constatar por cuenta propia el fenómeno y el contexto en que ocurre que se está investigando, con la finalidad de registrar la información. (Ruiz, H., 2012)

4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

A continuación, se procede a realizar los cálculos para determinar el total de la muestra que se requerirá de la población

4.4.1. POBLACIÓN

La población objetivo se encuentra conformada por los ingenieros de San Pedro Sula y Tegucigalpa, aunque por limitaciones de la pandemia solo se tomara en cuenta a los ingenieros de S.P.S, existiendo un total de agremiados de 7433 ingenieros.



Ilustración 44-Agremiados al Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras

Fuente: (CICH, 2020)

La selección de esta población fue escogida por la valiosa información y recomendaciones que podrían brindar para el desarrollo del manual de las (RFE).

4.4.2. MUESTRA

“La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población” (Sampieri, Collado & Lucio, 2014, p.173).

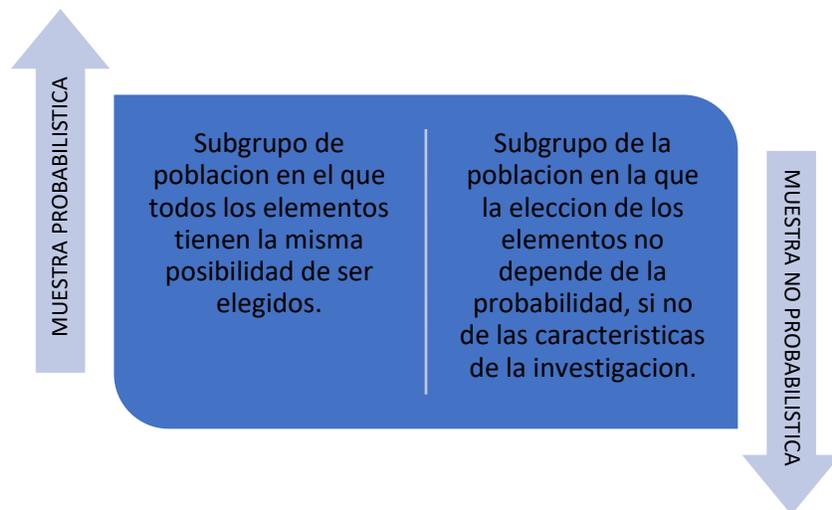


Ilustración 45-muestra probabilística y no probabilística.

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021). Basado en (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 173).

Para la investigación se decidió optar por una muestra probabilística de un subgrupo de población que se conoce, en este caso lo ingeniero agremiados que pueden aportar información de mucho valor al desarrollo del manual, por ende se procede a obtener el numero de la muestra.

4.4.2.1. Método de cálculo y análisis de la muestra

Para la población universal (N) se tomaron los ingenieros agremiados al Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras con un total de 7433 ingenieros.

$$n = \frac{Z^2 \times N \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Ecuación 10-Determinación de muestra para una población finita y conocida.

Fuente: (Castellanos, s. f.)

Donde:

- N = Total de la población: 7433
- $Z\alpha$ = 1.645 al cuadrado (si la seguridad es del 90%)
- p = proporción esperada (en este caso 50% = 0.50)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.50 = 0.50)
- d = precisión (en su investigación use un 5%).

Según diferentes seguridades el coeficiente de $Z\alpha$ varía, así:

- Si la seguridad $Z\alpha$ fuese del 90% el coeficiente sería 1.645
- Si la seguridad $Z\alpha$ fuese del 95% el coeficiente sería 1.96
- Si la seguridad $Z\alpha$ fuese del 97.5% el coeficiente sería 2.24
- Si la seguridad $Z\alpha$ fuese del 99% el coeficiente sería 2.576

Fuente: (Castellanos, s. f.)

Por lo tanto, aplicando la formula, utilizando un Z del 90%= 1.645

$$n = \frac{1.645^2 \times 7433 \times 0.5 \times 0.5}{0.10^2 \times (7433 - 1) + 1.645^2 \times 0.5 \times 0.5} = 67.05 = 68$$

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Por lo tanto, se deberán encuestar a 68 ingenieros, para la recolección de información que ayude al desarrollo del manual de las R.F.E.

Aunque nuestra población objetivo son los ingenieros civiles que aportaran datos e información valiosa para el desarrollo del manual, también se buscó observar que es lo que piensan las personas acerca de la problemática actual de los accidentes ocasionados por falla de frenos en las principales carreteras del país, ya que dichas colisiones usualmente terminan en tragedia. Se muestra a continuación, una población no probabilística y sus características.

No sirven para hacer generalizaciones, pero sí para estudios exploratorios. En este tipo de muestras, se eligen a los individuos utilizando diferentes criterios relacionados con las características de la investigación, no tienen la misma probabilidad de ser seleccionados ya que el investigador suele determinar la población objetivo. (Pickers, 2015, s.r.)

Según Pickers (2015), el muestreo no probabilístico se puede realizar mediante un juicio u opinión, por cuotas, por medio de bola de nieve, o por conveniencia, según nos parezca mejor. En los comentarios también se menciona las características, las cuales pueden ser una que sea discrecional, los elementos se seleccionan por conveniencia y no por reglas fijas, no hay error muestral o no se puede calcular, y por tenemos que no se conoce la posibilidad de inclusión.

A continuación, se muestra la fórmula de una población no probabilística.

$$n = \frac{(Z)^2 pq}{e^2}$$

Ecuación 11-Determinación de muestra no probabilística

Fuente: (Corral et al., 2015)

Donde:

Z = nivel de confianza, (90%, 1.645)

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada (50%)

q = probabilidad de fracaso (50%)

e = precisión (10% error máximo admisible en términos de proporción)

Aplicando la formula obtenemos un dato de $67.65=68$ personas

4.5. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La metodología de estudio propuesta es de un enfoque mixto, ya que se busca completar la investigación con elementos cualitativos como ser consejos y recomendaciones de expertos, y así mismos datos de elementos cuantitativos, como ser números y fórmulas que aporten veracidad al tema expuesto.

A continuación, se presenta el tipo de diseño.

4.5.1. TIPO DE DISEÑO

Como se ya se mencionó anteriormente el tipo de enfoque es cualitativo, donde se busca obtener información sobre los criterios que los ingenieros puedan aportar a la investigación, de igual forma, se busca evaluar el conocimiento de los conductores, perspectiva sobre la seguridad en las carreteras y sobre qué tan seguros sentirían conducir sabiendo que existen R.F.E. El tipo de estudio es no experimental puesto que no se pretende probar ninguna hipótesis con la información adquirida. El tipo de diseño es transversal, ya que se recolectarán datos mediante encuestas para describir y analizar las variables en un determinado tiempo. Y por último el alcance de la investigación será descriptivo, ya que, "Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis" (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 98).

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra la esquematización del diseño de la investigación que fue aplicado para el desarrollo del manual.



Ilustración 46-Tipo de Diseño de investigación

Fuente: (Matute, J. & Santos, A., 2021)

El diseño es exploratorio secuencial tal como lo demuestra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, contribuye a una "fase inicial de recolección de datos y análisis de datos cualitativos seguido de otra donde se recaban y analizan los datos cuantitativos" (Hernández Sampieri et al., 2014). Así mismo el DEXPLOS es ideal cuando el investigador requiere de un instrumento de investigación estandarizado que concuerde con sus necesidades.

El DEXPLOS se puede desarrollar de la siguiente manera:

Recabar datos cualitativos y analizarlos (obtener categorías y temas, así como segmentos específicos de contenido que los respalden e ilustren).

Utilizar los resultados para construir un instrumento cuantitativo (los temas o categorías emergentes pueden concebirse como las variables y los segmentos de contenido que ejemplifican las categorías pueden adaptarse como ítems y escalas, o generarse reactivos para cada categoría). De forma alternativa, se buscan instrumentos que puedan ser modificados para que concuerden con los temas y frases encontradas durante la etapa cualitativa.

Administrar el instrumento a una muestra probabilística de una población para validarlo. (Hernández Sampieri et al.,2014, p. 551)

La población objetivo será probabilística puesto que se conoce el número de personas que la conforman y que cada uno de ellos posee la misma probabilidad de ser elegidos. Los instrumentos y técnicas utilizadas serán encuestas, que respondan a las variables y preguntas de investigación, ayudando así al desarrollo del proyecto.

4.6. FUENTES DE INFORMACIÓN

La información es un conjunto de datos ordenados e interrelacionados en un contexto determinado y es la base del conocimiento. La misma información puede tener valores diferentes según quien la posea [...] así mismo, solo se puede generar conocimiento cuando poseemos información, cuando sabemos localizar y seleccionarla. (Cid Leal & Perpinya Morera, 2015, p. 11)

La documentación, "Como práctica profesional, abarca todas las actividades de los profesionales que se encargan de diseñar e implementar sistemas de información documentales" (Cid Leal & Perpinya Morera, 2015, p. 14). Es por eso por lo que se decide optar por una variedad de fuentes de información con encuestas.

Tabla 10-Fuentes de información

| | |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Fuentes de información primaria | Tesis y casos de estudio relacionadas a las (RFE) |
| | Manual de SOPTRAVI |
| | Manual de la SIECA |
| | Manual de la AASHTO |
| | Norma Mexicana NOM-036-STC2 2016 para (RFE) |
| | Periódicos y Revistas virtuales |
| Fuentes de información secundaria | Artículos relacionados a las (RFE) |
| | Trabajos presentados en congresos, simposios entre otros |

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** las fuentes primarias estarán constituidas por normas internacionales aplicadas en otros países.

4.7. CRONOGRAMA DE TRABAJO

En la Ilustración 47 y la Ilustración 48 se muestra el cronograma de trabajo para la culminación del manual.

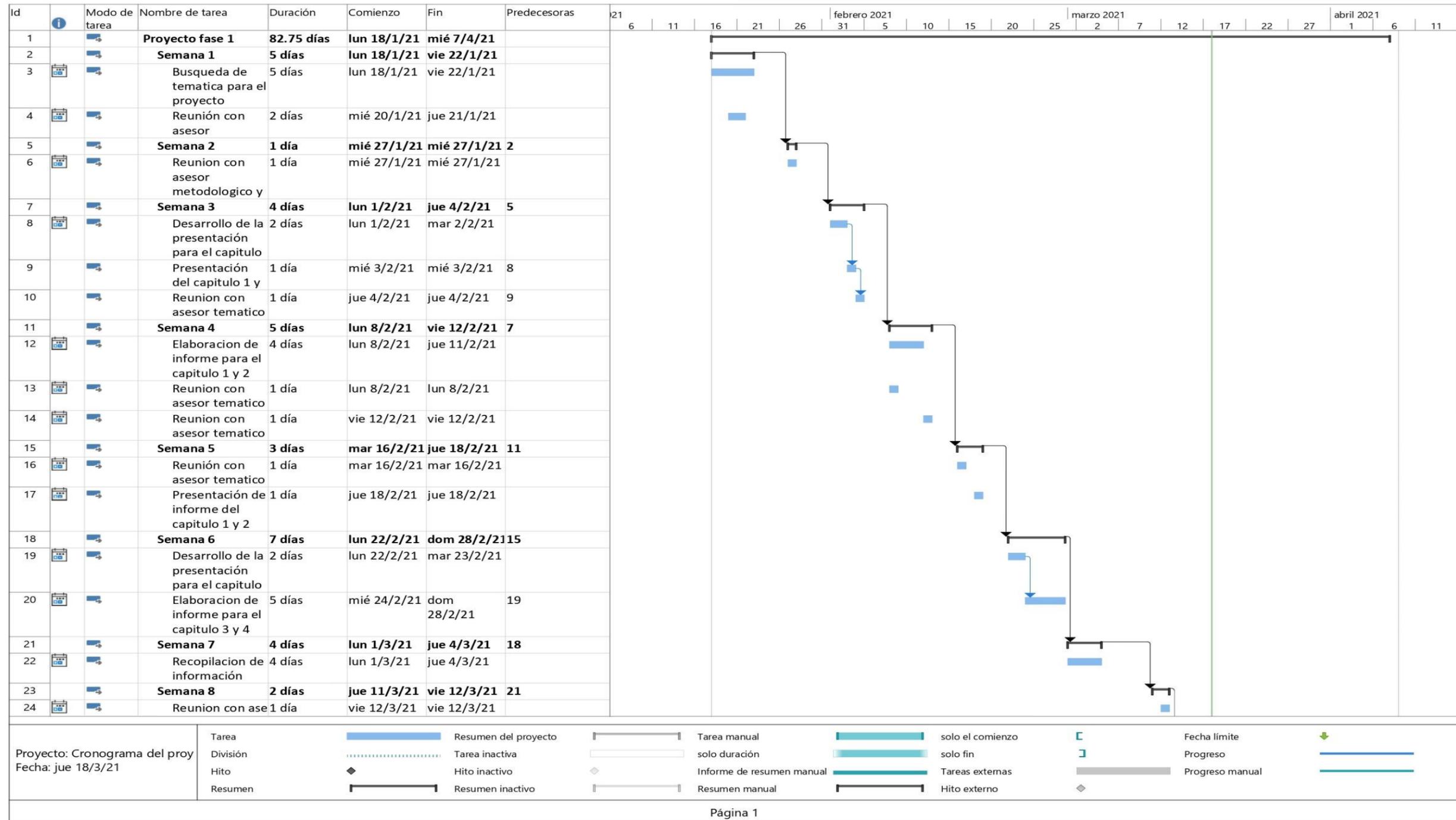


Ilustración 47-Cronograma de trabajo parte 1

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

El cronograma mostrado en la Ilustración 47-Cronograma de trabajo parte 1 y la Ilustración 48-Cronograma de trabajo parte 2 fue la planificación que se llevó a cabo semana a semana para el desarrollo del entregable y los avances de la tesis, del mismo modo se logra observar la planificación de las asesorías, para las cuales se consideró consultar la disponibilidad de tiempo por parte de los asesores temáticos con previa anticipación. Además, en el cronograma se observa como las actividades finalizadas inician otras, casi de manera instantánea, provocando en el diagrama una secuencia de tareas de forma escalonada hasta obtener el resultado final. Por lo cual, era imprescindible tener total seguridad de haber realizado las correcciones necesarias para poder iniciar las actividades que serían entregadas en las próximas semanas, donde de no haber sido así, hubiese implicado un retraso significativo en la entrega de cada asignación.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Una vez recopiladas los datos de las preguntas realizadas en las encuestas, se procederá a ejecutar el análisis de estas, mediante gráficos que serán explicados con una breve introducción y conclusión. Cabe resaltar que los cuestionarios que se realizaron en base a las preguntas de investigación, objetivos y así mismo, se buscó responder a las incógnitas planteadas en la tabla de operacionalización.

A continuación, se muestran los gráficos, análisis y explicaciones antes mencionadas, donde para aquellas preguntas que hayan estado sujetas a la selección múltiple serán consideradas solamente los ítem que estén por encima del 55% en cuanto a coincidencia.

5.1. RESULTADOS DE ENCUESTA DIRIGIDA A INGENIEROS CIVILES

A fin de obtener información relevante sobre las necesidades de los ingenieros civiles se desarrolló una encuesta dirigida específicamente a este grupo, en la que se buscó recopilar los criterios más relevantes para el desarrollo de un manual que sea dirigido al diseño y construcción de rampas de frenado.

1) Seleccione la categoría a la que pertenece:

Al comienzo de la encuesta se buscó realizar una caracterización de las personas que respondieron, por eso se colocó, de manera que podría responder como conductor o bien como ingeniero. Como se mencionó en la parte de la población, en el capítulo IV, nuestra población objetivo son los ingenieros civiles, pero a razón de las tragedias registradas en este tipo de accidentes también se optó por tener una breve percepción de lo que opinaba la gente respecto a la temática de las rampas de frenado. A continuación, se muestra el gráfico en la Ilustración 49- Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 1.

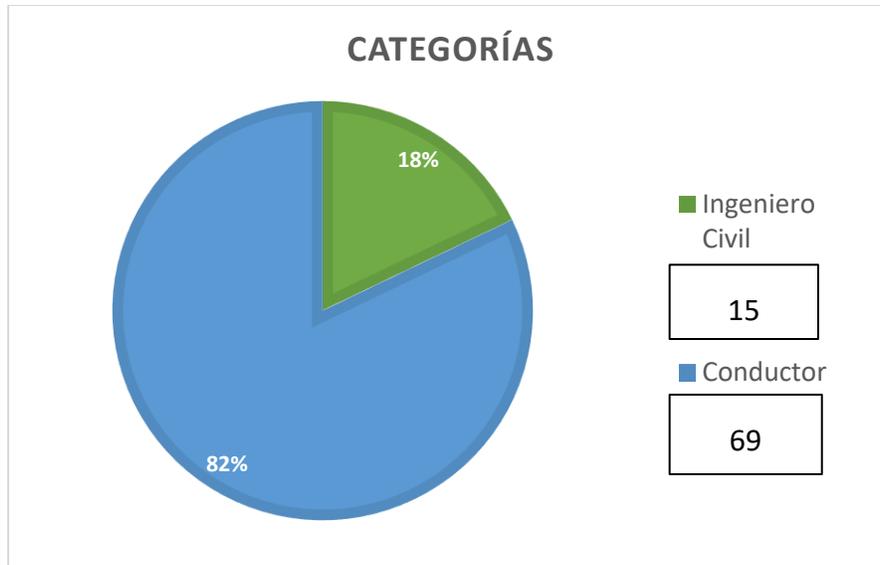


Ilustración 49-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 1

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Como resultado de la encuesta se obtuvo que el 81.5% de las personas que contestaron fueron conductores y el resto 18.5% representando a los ingenieros.

2) ¿Cómo ingeniero civil, cual es la especialidad/campo de trabajo a la que pertenece?

Dentro de la encuesta también se buscó saber la preferencia de trabajo de los ingenieros, permitiendo seleccionar, respuestas como: Carreteras, hidráulica, estructural, geología, Project manager, obteniendo resultados del 40%, 6.7%, 26.7%, 0%, 6.7% respectivamente, así mismo se obtuvieron otras respuestas como: avalúos 6.7%, construcción y diseño 6.7% y mantenimiento con un 6.7%.

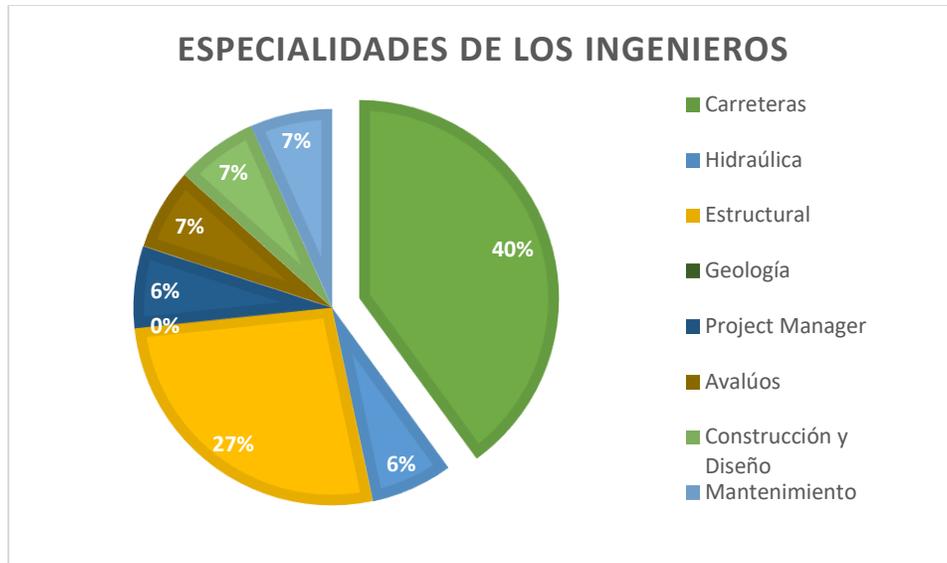


Ilustración 50-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 2

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

El objetivo de esta pregunta era conseguir recomendaciones principalmente en la parte de carreteras, ya que las rampas de frenado serán construidas en carreteras abiertas, así mismo se preguntó de la parte, hidráulica, estructural y geología, todas estas incógnitas, también fueron planteadas en la tabla de operacionalización.

3) ¿Conoce sobre la temática de Rampas de Frenado de Emergencia?

Como conocimiento general dentro de la investigación también se buscó observar que tanto sabían los ingenieros acerca de las rampas de frenado, así que como respuesta se podía elegir entre: Tengo amplio conocimiento, muy poco de manera superficial, o no se conocía del tema en lo absoluto.

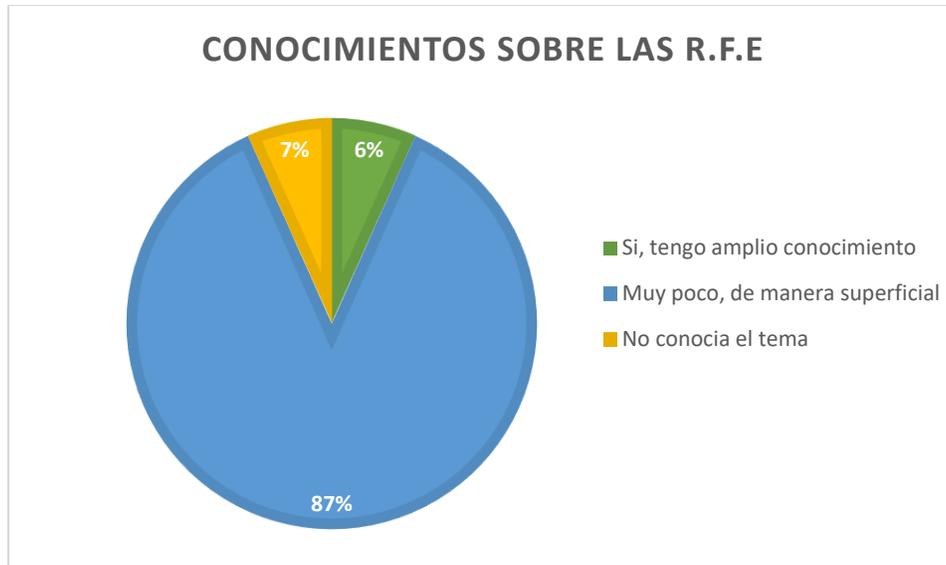


Ilustración 51-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 3

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Se obtuvieron los siguientes resultados que afirman la necesidad del desarrollo de un manual para rampas de frenado de emergencias. El 86.7 de los ingenieros contestaron que sabían del tema de manera muy superficial, el 6.7% no conocía del tema y el resto afirmó que si tenían amplio conocimiento.

4) ¿Qué normas de diseño recomendaría para el desarrollo de las Rampas de Frenado de Emergencia?

Otras de las dudas que surgieron durante la investigación, fue la de saber que normas de diseño preferían o recomendarían los ingenieros, entre las respuestas se podía elegir entre la AASHTO, SIECA, NOM-036-SCT2-2016 (México), NORMA 3.1-IC (España), Manual de Carreteras (Chile).

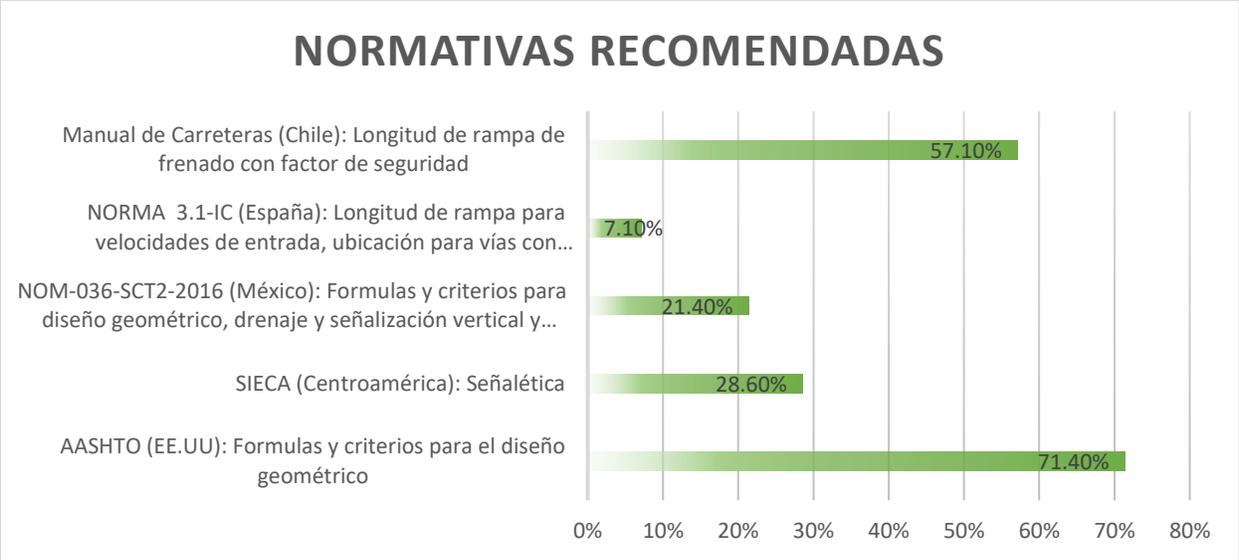


Ilustración 52-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 4

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Se obtuvieron los siguientes resultados, para la AASHTO 71.4%, SIECA 28.6%, NOM-036-SCT2-2016 21.4%, NORMA 3.1-IC 7.1%, manual de Carreteras de Chile 57.1%. De las normas seleccionadas por los ingenieros la AASHTO obtuvo el mayor puntaje, con 71.4% el manual de carreteras de Chile obtuvo el segundo lugar de 57.1% y el tercer lugar lo obtuvo la norma de la SIECA.

5) Además de las normativas ya mencionadas, ¿Conoce otro documento o norma para el diseño de las rampas de frenado de emergencia? Menciónelo

Con el propósito de obtener más información por parte de los ingenieros se preguntó si conocían otra norma o documento para el diseño de las rampas de frenado. Como resultado se obtuvo que: un 46.7% no conocía sobre más normas



Ilustración 53-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 5

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

El resto contestó sobre las mismas normas ya antes mencionadas, por ende, en esta parte no se obtuvo nueva información, que ayudara al proyecto. Cabe mencionar que existe bastante desconocimiento respecto al tema de las rampas de frenado de emergencia.

6) Como ingeniero ¿Qué otras recomendaciones de Diseño Geométrico puede brindar para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencias en Honduras?

Dentro de las recomendaciones se busca obtener información nueva por parte de los ingenieros, algunos de los consejos brindados fueron similares a lo que mencionan las normas como:

- Presentar una longitud de rampa amplia
- Colocar montículos de arena
- Colocar barreras con neumáticos para que el camión/rastra no se saliera de la rampa
- Colocar tanques de agua en la rampa
- Alargar la rampa un 25% como factor de seguridad según norma chilena

Cabe resaltar que algunas de estas recomendaciones están mencionadas en las normas, como ser, longitud de rampa amplia, montículos de arena, y el factor de seguridad de 25% más de longitud.

No obstante, la propuesta de colocar neumáticos como barreras para disipar y suavizar los impactos del camión/rastra llamo la atención, si logramos observar esto mismo se hace en las

carreras de fórmula 1, en donde se colocan amplias barreras de neumáticos para disipar la energía de los impactos. Así mismo la propuesta de los tanques de agua podría ayudar a disipar la energía de los vehículos como última opción, en caso de que la longitud de la rampa no detenga totalmente los vehículos.

7) Como ingeniero ¿Cuál es la información más importante que debe contener un plano de localización? Seleccione las casillas que crea más importante

Según las necesidades de diseño de los ingenieros se buscó saber qué información es más relevante en un plano de localización. Se dio a elegir las siguientes opciones: tabla de coordenadas, eje de alineamientos de inicio a fin, nombre de la carretera, imagen de hoja cartográfica, colindancias y ubicación del norte.

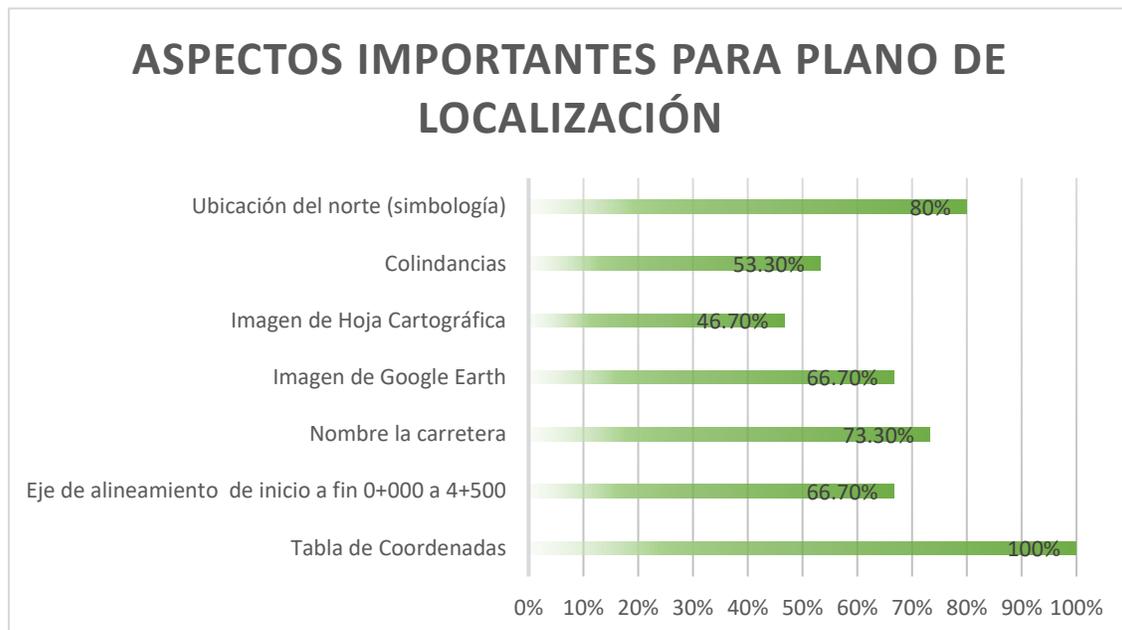


Ilustración 54-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 7

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Se obtuvieron los siguientes resultados: para tabla de coordenadas se obtuvo el 100%, ubicación del norte el 80%, nombre de la carretera 73.3%, eje de alineamientos 66.7%, imagen de Google Earth 66.7%, colindancias 53.3% y hoja cartográfica con un 46.7%, como resultado los ítems que obtuvieron más del 50% serán los aspectos más importantes por colocar en el plano.

8) ¿Qué otra información considera que debería llevar un plano de localización?

Además de los datos antes mencionados en el plano de localización también se buscó saber que otra información podría ser relevante, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Ubicación respecto a calle
- Longitud general del alineamiento
- Colindancias
- Señalamiento

Lastimosamente las respuestas obtenidas fueron similares a las respuestas de la pregunta 7, por ende, no se logró recolectar nueva información.

9) Como ingeniero ¿Cuál es la información más importante que debe contener un plano topográfico? Seleccione las casillas que crea más importante.

En base a las necesidades de los ingenieros se buscó obtener la información más relevante en un plano topográfico, se dio a elegir las siguientes opciones: Curvas de nivel, coordenadas UTM y ubicación del norte, Representación de construcciones existentes, representación de derecho de vía, representación de árboles existentes, representación de bancos de nivel o puntos de referencia, representación de alineamientos existentes, representación de cauce o nivel de río.

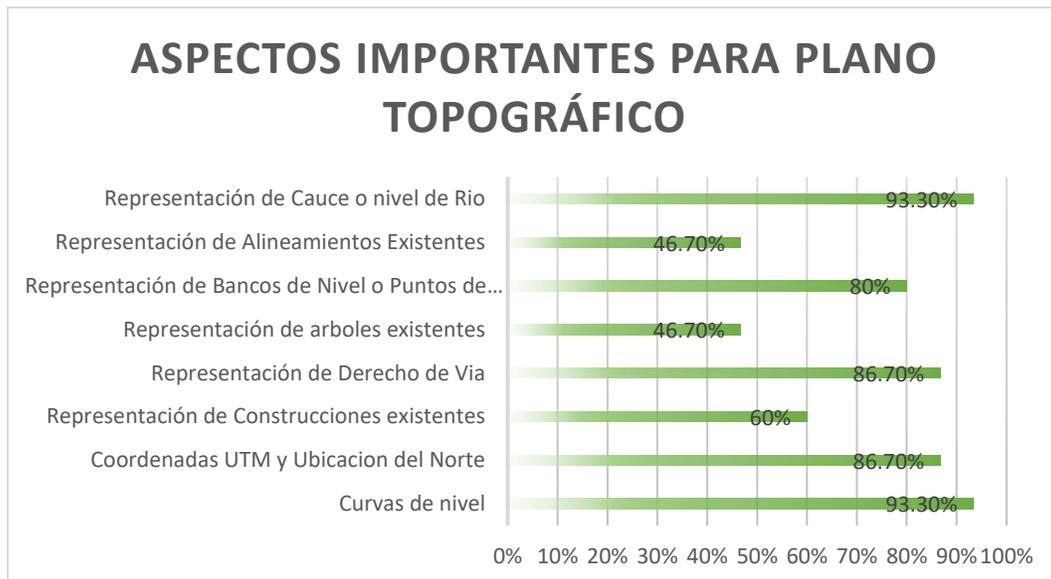


Ilustración 55-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 9

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Se obtuvieron los siguientes resultados, los cuales fueron los más relevantes según la elección de los ingenieros: Curvas de nivel 93.3%, Representación de cauces de ríos 93.3%, coordenadas UTM 86.7%, representación de derecho de vía 86.7, bancos de nivel 80%, construcciones existentes 60%, y por ultimo las menos relevantes fueron: arboles existentes 46.6% y alineamientos existentes 46.6%.

10) ¿Qué otra información considera que debería llevar un plano Topográfico?

Además de los datos obtenidos en la pregunta nuevo, se buscó saber que otros datos son relevantes en un plano topográfico, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Características físicas del terreno
- Puntos de amarre con el alineamiento
- Escala
- Bancos de nivel

Las respuestas obtenidas fueron similares a las respuestas de la pregunta 10, a excepción de la escala, la cual antes no se había mencionado, se deberá observar cual es la mejor escala para mostrar el plano topográfico.

11) Como ingeniero ¿Cuál es la información más importante que debe contener un plano de Planta y Perfil? Seleccione las casillas que crea más importante.

En la pregunta 11 se buscó obtener la información más relevante en un plano de planta y perfil, se dio a elegir a los ingenieros las siguientes opciones: estaciones y alineamientos, coordenadas UTM, representación de derecho de vía, representación de accesos, cruces o intersecciones, Pc y Pt, longitud de transición y radios, sección típica, pendiente de la carretera y elevaciones.

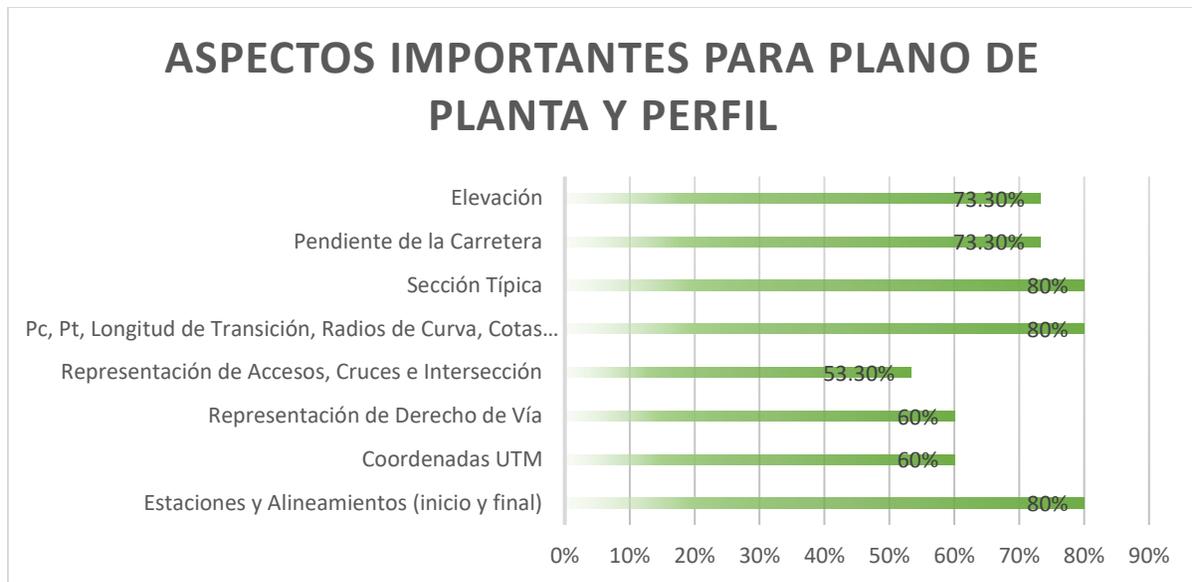


Ilustración 56-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 11

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

En base a la elección de los ingenieros se obtuvieron los siguientes resultados: estaciones y alineamientos 80%, Pc, Pt longitud de transición y radios 80%, sección típica 80%, pendiente de la carreteras y elevaciones 73.3%, Coordenadas UTM 60%, Representación de derecho de vía 60%, y la menos relevante con 53.3% la representación de accesos e intersecciones.

12) ¿Qué otra información considera que debería llevar un plano de Planta y Perfil?

Además de los datos mencionados en la pregunta 11 se buscó obtener que otra información podría ser relevante en un plano de planta y perfil:

En una sola respuesta se obtuvieron datos que no se habían mencionado antes, siendo esta respuesta la más completa, a continuación, se muestran los datos de la respuesta:

- Norte
- Escala
- Tabla de Rumbos y longitudes de alineamiento,
- Cota del ancho de derecho de vía
- Cantidad de corte y relleno
- Simbología
- Pcv, Ptv, K de curva Vertical, L de Curva Vertical

13) Como ingeniero ¿Qué información es la que busca o necesita observar en un plano de detalles constructivos?

Como en cualquier otro plano la parte de los detalles constructivos es esencial, por ende, se pidió a los ingenieros que brindaran cuales son los aspectos más importantes, los cuales fueron:

- Conocer los materiales, medidas, procesos de instalación o fabricación
- Ubicación geométrica de las piezas a instalar
- Especificaciones de materiales y normas utilizadas
- Consideraciones que se deben observar durante la construcción
- Cuadro de simbología
- Cuadro de refuerzo o piezas si aplica

Como respuesta se deberá colocar aspectos acerca de la norma, materiales y especificaciones.

**14) Como ingeniero ¿Qué información considera que debería llevar un plano Señalización?
Seleccione las Casillas que cree más importante**

Ya que las rampas de frenado serán construidas en los diferentes ejes carreteros, estas deberán estar bien señalizadas, por ende, se preguntó a los ingenieros, cual es la información más importante para colocar en el plano. Se podía elegir entre las siguientes opciones: tabla de descripción de pintura, numero de cada señal utilizada, tabla de tipos de línea de pintura, acotaciones de líneas de señalización de ancho de carril, detalles de señalización horizontal y vertical.



Ilustración 57-Respuesta de ingenieros civiles a pregunta 14

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Como resultado las selecciones de mayor puntaje fueron: detalles de señalización horizontal y vertical con 80%, acotaciones de línea de señalización y anchos de carril 80% y tabla de tipos de línea de pintura con 73.3%

15) ¿Qué otra Información considera que debería llevar un plano de Señalización?

Así mismo, se preguntó a los ingenieros que otra información es relevante en un plano de señalización, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Ubicación general en planta de la señalización vertical
- Detalles de materiales de las señales
- Escala

Como resultado de la respuesta se deberán ubicar claramente las señales verticales en planta, se deberá colocar detalles y especificaciones de los materiales de las señales y se deberá plantear la mejor escala para la visualización de los detalles.

16) Como Ingeniero, además de los planos ya mencionados: Plano de Localización, Plano Topográfico, Plano de Detalles, Plano de Señalización ¿Qué otros planos creen que se deben incluir para el desarrollo y construcción de las rampas de Frenado de Emergencia en Honduras?

Además de los planos ya mencionados se pidió a los ingenieros mencionar que otros planos serían necesarios para el entregable de rampas de frenado, se obtuvieron los resultados:

- Detalles de drenaje
- Plano de uso
- Plano de materiales de cobertura de calzada (calicatas)

Como resultado de la pregunta se obtuvieron 3 planos más para agregar al entregable.

17) Como ingeniero en los procesos constructivos ¿Qué datos cree más importantes en los aspectos de terracería, construcción de Terraplenes y excavaciones, (con respecto a materiales, maquinaria y/o normativas)?

Se preguntó a los ingenieros cual era la información más relevante que debía contener el manual en la parte de procesos constructivos, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Normativas de la AASHTO (clasificación del suelo)
- Especificaciones y características de los materiales
- Información de cortes y rellenos
- Niveles longitudes y anchos, pendientes transversales
- Ensayos para el control de la calidad
- Grado de compactación y especificaciones de material de relleno
- Especificaciones del compactador o maquinaria.
- Ensayos de compactación

18) ¿Recomienda o Conoce algún proveedor de geomallas para refuerzo de terraplenes a nivel nacional o extranjero? Menciónelo

Al preguntar a los ingenieros si conocían algún proveedor nacional o extranjero, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Geobrugg
- Lazarus y Lazarus
- McCaferri

De los proveedores nacionales se conoce a Lazarus y Lazarus y los extranjeros son, Geobruigg y McCaferri.

19) Como ingeniero en los procesos constructivos ¿Qué datos cree más importantes en los aspectos de Drenaje, tubería, o mallas de Filtración (con respecto a materiales, maquinaria y/o normativas)?

Al preguntar a los ingenieros cual es la información más relevante en la parte de drenaje, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Elevaciones y pendientes
- Especificaciones de los materiales de tubería
- Tamaños de Tubería
- Mallas de filtración
- Ubicación y longitud de tuberías
- Tuberías de salida
- Cunetas

Se deberán investigar acerca de los conceptos mencionados y procesos de instalación de estos.

20) ¿Recomienda o Conoce algún proveedor de Tuberías o Mallas de Filtración para el drenaje a nivel nacional o extranjero? Menciónelo

Cuando preguntó a los ingenieros, si conocían proveedores nacionales o extranjeros para la parte del drenaje, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Durman
- Amanco
- Lazarus
- Mexichem

Se deberá contactar a estos proveedores y verificar que materiales y recomendaciones pueden brindar para la construcción de un drenaje efectivo.

21) ¿Cuál cree que sea la barrera de protección más indicada para las R.F.E?

En esta pregunta dirigida a los ingenieros acerca de las barreras de protección, se obtuvieron las siguientes respuestas: el 46% sugirió la barrera metálica, el 54% sugirió la barrera de concreto.

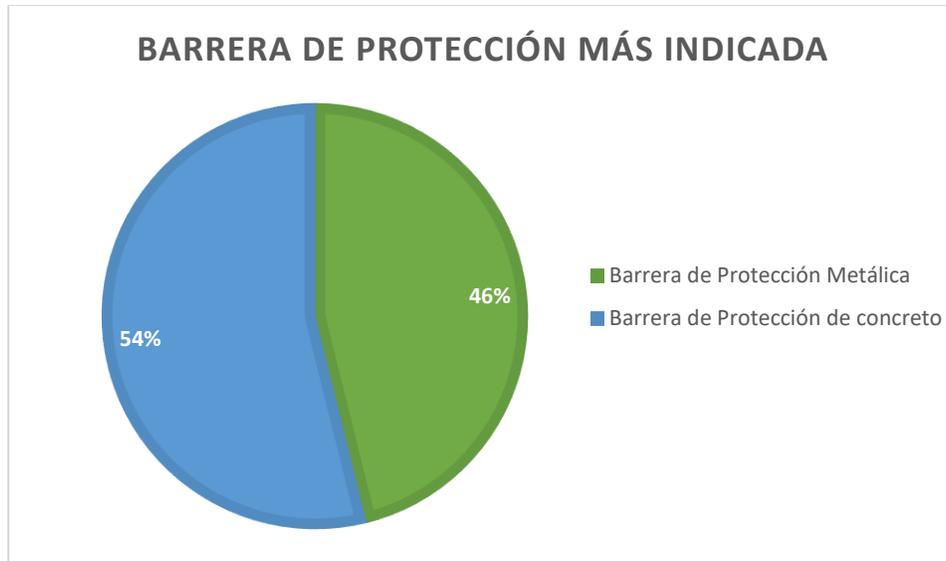


Ilustración 58-Respuesta ingenieros civiles a pregunta 21

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Se puede observar un claro conflicto en cuanto a decidir a la barrera más idónea para las R.F.E.

22) ¿Conoce algún proveedor nacional o extranjero que venda amortiguadores de impacto?

¿Conoce alguna normativa acerca del tema respecto a la ubicación, materiales, cantidad?

Menciónelos

Debido a los grandes impactos que se pueden producir en las rampas se preguntó a los ingenieros si conocían sobre la normativa de amortiguadores de impacto y proveedores nacionales o extranjeros, lastimosamente se desconoce en su totalidad sobre este tema, ya que todos los ingenieros respondieron que no sabían nada al respecto.

23) Como ingeniero en la parte constructiva de señalización ¿Qué normativas recomienda, sobre el uso de la pintura termorefectante blanca, amarilla, y roja?

Se pidió a los ingenieros indicar las normativas y materiales para la pintura utilizada en la parte de señalización, obteniendo las siguientes respuestas:

- Control de calidad y requisitos de colocación
- Standard tipo americana
- AASHTO
- OC-16-2003

Ya que no se obtuvo información puntual sobre dicha temática, se deberá investigar más a fondo por cuenta propia.

24) Como ingeniero ¿Qué otros aspectos importantes recomendaría en la parte constructiva de señalización tanto horizontal y vertical?

Se preguntó a los ingenieros que otra información es relevante en la señalización, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- Colocar señalización nocturna reflectiva
- La pintura deberá ser altamente resistente a la intemperie
- Señalización diagonal
- Iluminación (luces)

5.2. RESULTADO DE ENCUESTA DE CONDUCTORES

Como se mencionó antes se buscó obtener la percepción de los conductores acerca de la temática de los accidentes y acerca de las rampas de frenado de emergencia.

1) ¿Qué tipo de vehículo maneja?

Para ayudar un poco a la caracterización de los vehículos se quería saber qué tipo de vehículos utilizan los usuarios, por ende, se dio a elegir entre las siguientes opciones: pickup, turismo, motocicleta y camioneta. De la encuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

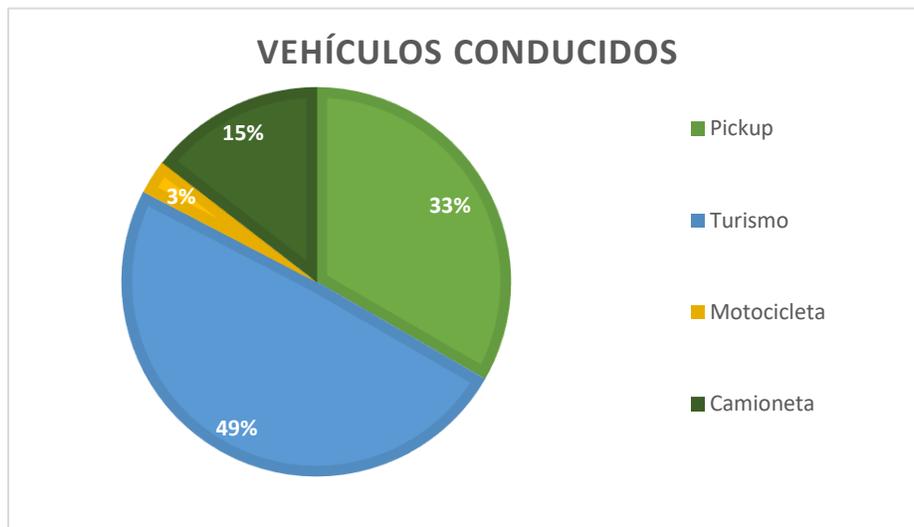


Ilustración 59-Respuesta de conductores a pregunta 1

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Como se observa el 49% de los usuarios utiliza vehículos tipo turismo, el 33% pickup, el 15% camionetas y el 3% motocicletas.

2) ¿Qué tan angustiado se siente al ver en las noticias la actual cantidad de accidentes de tránsito que involucra tanto equipo pesado como liviano en los principales ejes carreteros del país?

Dado que los accidentes por falla de frenos suelen terminar en catástrofes mortales se buscó obtener la percepción de las personas de los cuales el 44.9% se siente muy angustiado, el 29% se sintió bastante angustiado.

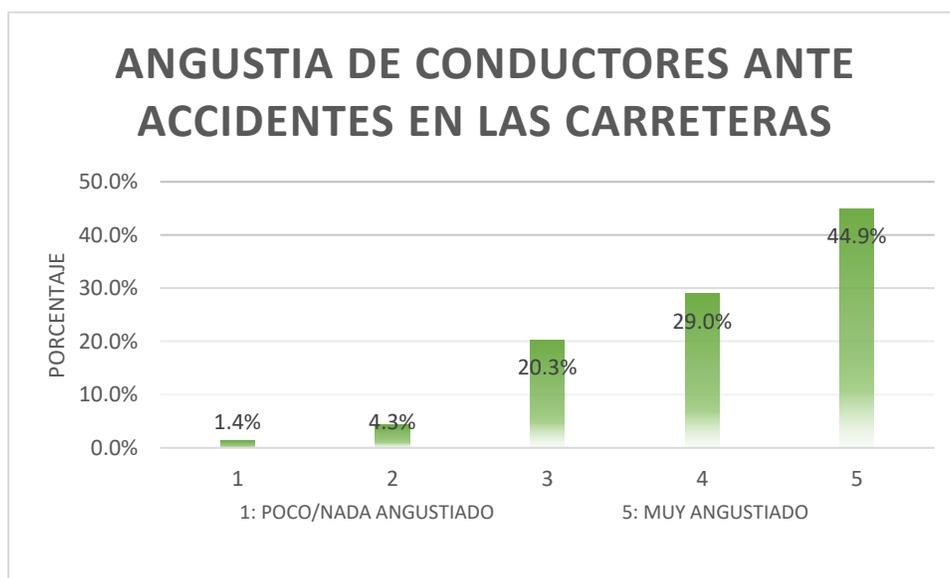


Ilustración 60-Respuesta de conductores a pregunta 2

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

3) ¿Qué tanto miedo o estrés le produce manejar al lado de una Rastra o Camión de Carga?

Se busco obtener que pensaban los usuarios de vehículos livianos, respecto al equipo pesado que circula en las carreteras, en base a los resultados se obtuvo que:

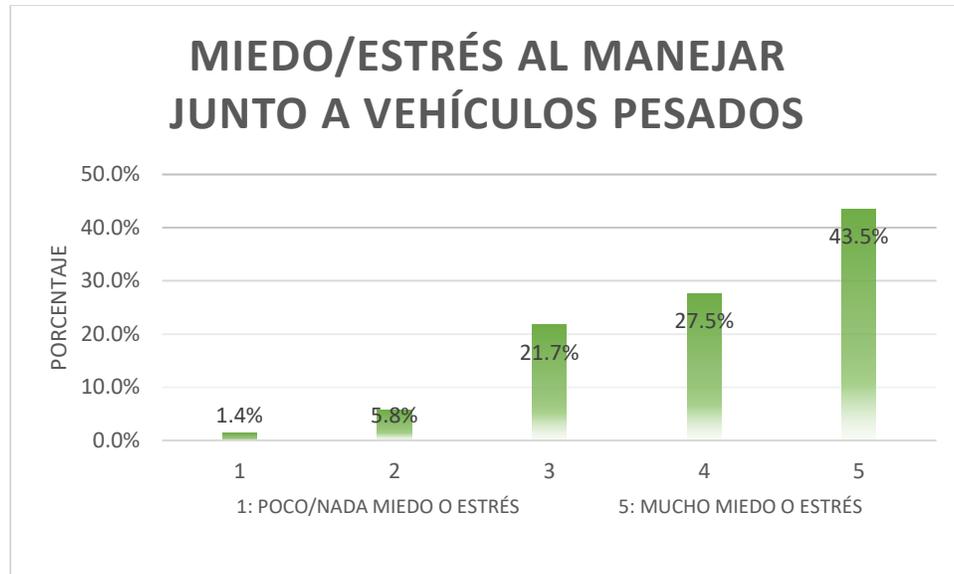


Ilustración 61-Respuesta de conductores a pregunta 3

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

El 43.5% le produce mucho miedo o estrés cuando se maneja al lado de una rastra o camión, el otro 27.5% de los encuestados también siente miedo o estrés, pero en menor intensidad.

4) ¿Qué tanto estrés le ocasiona saber que el sistema de frenos de una Rastra o Camión de carga puede fallar al sobrecalentarse en pendientes elevadas produciendo esto una colisión mortal?

En esta pregunta se procura informar a los usuarios de vehículos livianos que los frenos de las rastras/ camión de carga pueden fallar en cualquier momento, terminando esta situación en un accidente mortal.

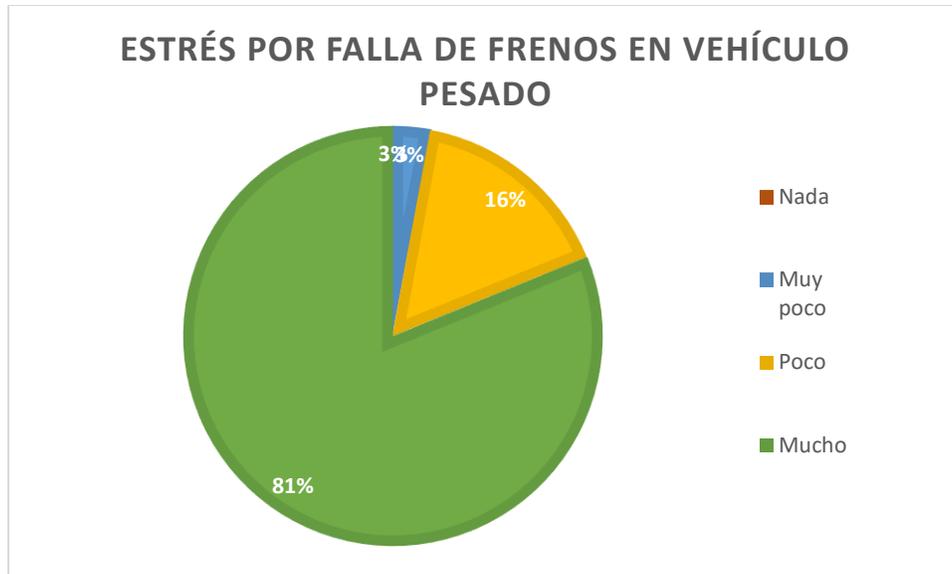


Ilustración 62-Respuesta de conductores a pregunta 4

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Como respuesta de la pregunta se obtuvo que el 81% de los encuestados siente mucho miedo de que estos accidentes pueden ocurrir de la nada.

5) ¿Qué tanto sabe sobre las obras auxiliares en las carreteras como Rampas de Frenado de Emergencia que ayudan a mitigar los accidentes de tránsito cuando los frenos fallan?

Como parte de la investigación se tenía la curiosidad de que tanto sabía las personas de las rampas de frenado de emergencia.

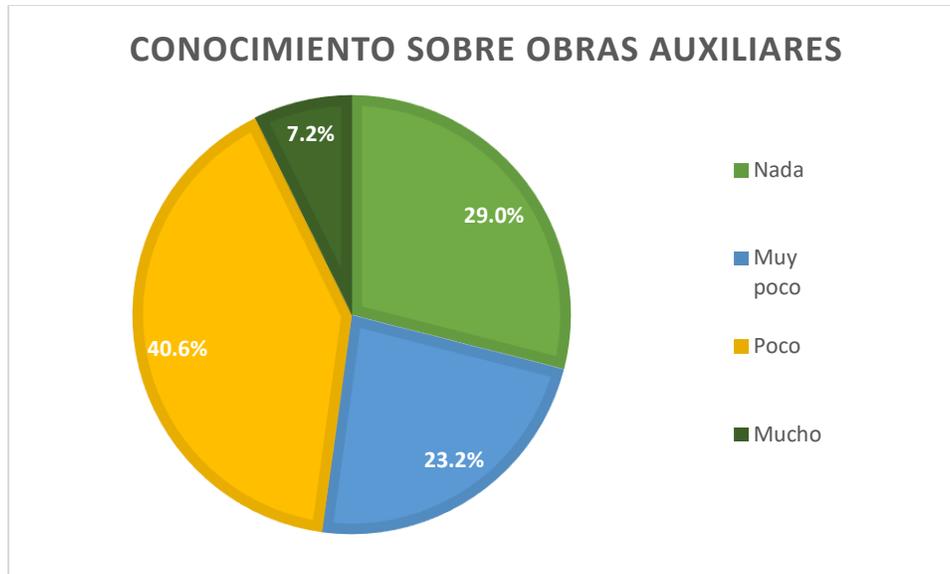


Ilustración 63-Respuesta de conductores a pregunta 5

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

A lo cual las personas respondieron: el 29% no sabía nada, el 23% sabía muy poco, el 41% poco y el 7% mucho, se asume en estas respuestas que probablemente las personas escucharon la noticia ocurrida el pasado año en el peaje del lago de Yojoa, donde se propone utilizar una rampa de frenado.

6) ¿Sabía usted que países como México, Estados Unidos, España y Francia cuentan con Rampas de Frenado de Emergencia desde la década de los noventa?

En esta pregunta se quería demostrar a la población del atraso que existe en el país acerca de la construcción de las rampas de frenado, así mismo se buscaba saber si estaban al tanto de que estas obras existían en otros países.

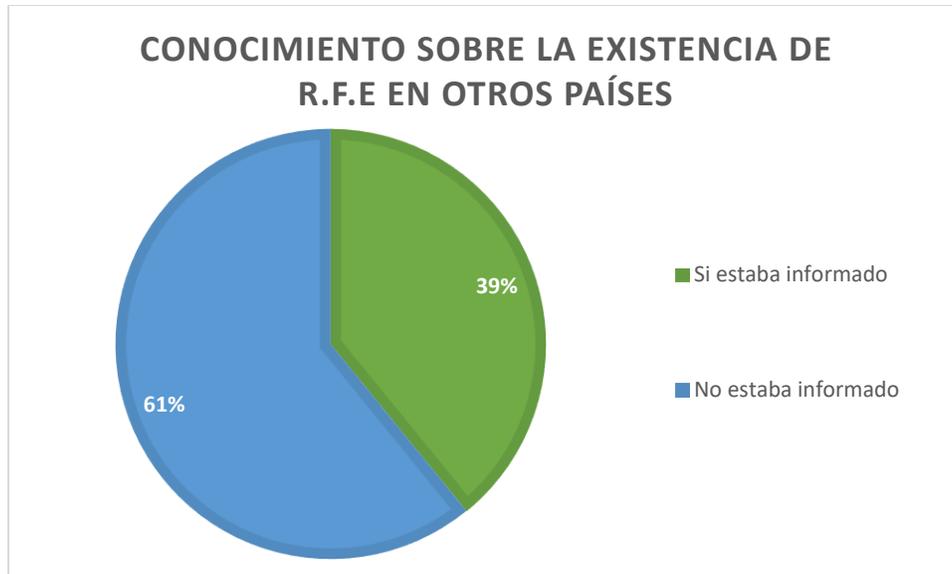


Ilustración 64-Respuesta de conductores a pregunta 6

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

De los resultados se obtuvo que: el 61% de los encuestados no estaba informado y que el 39% si tenía un breve conocimiento. Cabe resaltar que también por parte de la población en general existe un desconocimiento de estas rampas.

7) ¿Qué tan seguro se sentiría si se construyeran estas Rampas de Frenado de Emergencia para ayudar a mitigar las colisiones mortales cuando falle el sistema de frenos de un vehículo?

La pregunta buscaba tener los comentarios de los usuarios de vehículos livianos, saber que opinaban o si sentían más seguridad en las carreteras con estas rampas de frenado.

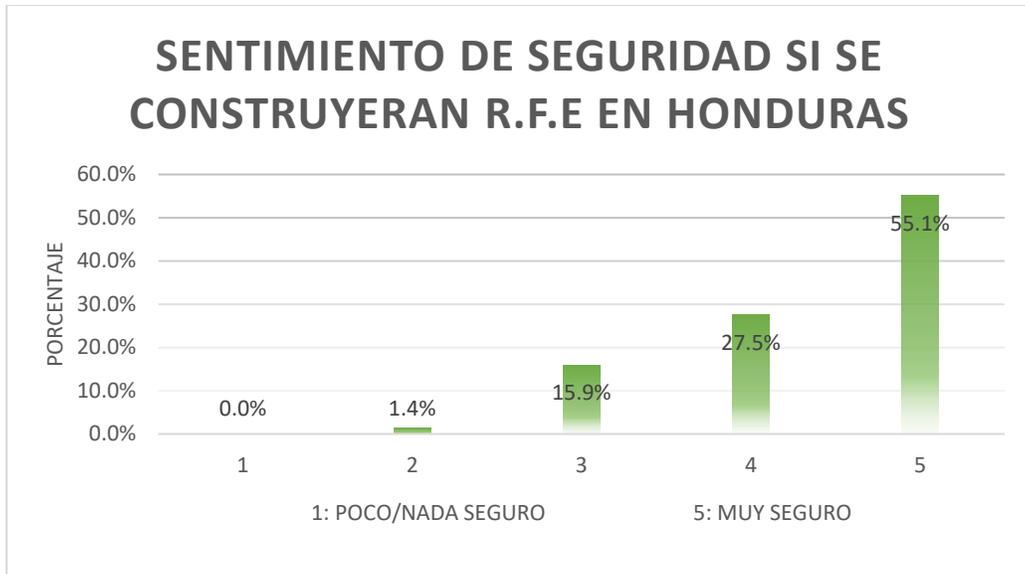


Ilustración 65-Respuesta de conductores a pregunta 7

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Del resultado se obtuvo que el 55% de los encuestados si se sintiesen mucho más seguro con estas obras, que ayudaran a mitigar los accidentes de tránsito.

8) ¿Apoyaría usted la moción para el desarrollo de un manual para la construcción de Rampas de Frenado de Emergencia, sabiendo que esto podría ayudar a mitigar colisiones mortales cuando falle el sistema de frenos en los vehículos que circulan en los principales ejes carreteros del país?



Ilustración 66-Respuesta de conductores a pregunta 8

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Por último se preguntó a la población, si estarían de acuerdo con el desarrollo de un manual de rampas de frenado de emergencia de los cuales el total de los encuestados respondió que si estaría a favor. Demostrando así la necesidad del desarrollo del manual y la construcción de estas rampas.

5.3. INFORMACIÓN DE RELEVANCIA EN BASE A LAS RESPUESTAS DE LAS ENCUESTAS

Al haber desarrollado las encuestas muchas de las preguntas han sido lo suficientemente claras para brindar la información necesitada en el desarrollo del manual, sin embargo, existe un tópico que generó opiniones divididas. Es por ello que se hará uso de documentos lo suficientemente enriquecidos para recabar la temática que se han identificado como importante y que necesitan ser fundamentadas.

5.3.1. BARRERAS DE PROTECCIÓN

Sin duda la pregunta establecida hacia los ingenieros sobre cual barrera de protección es más recomendable generó mucha división en cuanto a las opiniones, es por ello que se tomó a bien identificar de una vez, cual es la recomendada para acciones de impacto por parte de los vehículos más críticos, es decir los vehículos pesados.

Dentro de la información recopilada se encuentra el documento llamado "Guía para la Ubicación, Selección, y Diseño de Barreras de Seguridad Vial".

5.3.1.1. Guía para la Ubicación, Selección, y Diseño de Barreras de Seguridad Vial.

Esta guía, como lo dice su nombre, brinda información relevante sobre la ubicación, selección y diseño de los distintos tipos de barreras de seguridad que son aplicadas en las carreteras. Siendo de esta forma, la selección será en base a la necesidad de la barrera y cuál será la contención a la que se planea este sometida.

Por esta razón se hace una relación basada en las pruebas MASH TL, las cuales "está relacionado a la capacidad de contención que tiene la barrera ante determinado tipo de vehículos" (Chang Albitres, 2010, p. 12).

"Las barreras de seguridad que utilizan sistemas flexibles cumplen con los niveles de prueba TL-1 a TL-3, mientras que las barreras de seguridad de sistema rígido satisfacen los seis niveles de prueba TL-1 a TL-6" (Chang Albitres, 2010, p. 12). Donde las más exigentes son las TL-4, TL-5 y TL-6.

Es por ello que Chang Albitres (2010) define:

Las barreras de seguridad metálicas son clasificadas como flexibles y semi-rígidas dependiendo del tipo de postes que se utilicen y grado de refuerzo. Las barreras metálicas más comunes son las de perfil de viga "W" con diversas variantes según el tipo de poste utilizado. Estas barreras satisfacen las pruebas TL-2 y TL-3 que corresponden a autos, camionetas, y camiones de eje simple respectivamente, pero no están diseñadas para vehículos pesados como semi-traylers y traylers. (p. 15)

Por otro lado, sobre las barreras de concreto Chang Albitres (2010) describe:

Las barreras de seguridad de concreto son clasificadas como rígidas. El perfil transversal de las barreras de seguridad de concreto adopta diversas formas. Para un mismo tipo de perfil se tienen barreras con alturas de 810 mm y 1070 mm. Las barreras de seguridad con una altura de 810 mm satisfacen las pruebas TL-1, TL-2, TL-3, y TL-4. Las barreras con una altura de 1070 mm cumplen con las pruebas TL-1, TL-2, TL-3, TL4, y TL-5. El incremento en altura es para contrarrestar el momento de volteo de camiones que tienen centros de gravedad más altos. (p. 18)

De igual forma, en la Ilustración 67-Barreras de seguridad y sus pruebas aprobadas se establecen las barreras y las pruebas a las cuales estas cumplen en función de su altura y tipo.

| Tipo | Nivel de Prueba de Colisión |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concreto: New Jersey 810 mm de altura 1070 mm de altura Barrera de Perfil F 810 mm de altura 1070 mm de altura Barrera Vertical 810 mm de altura 1070 mm de altura Barrera de Pendiente Simple 810 mm de altura 1070 mm de altura | TL-1, TL-2, TL-3, TL-4 TL-1, TL-2, TL-3, TL-4, TL-5 TL-1, TL-2, TL-3, TL-4 TL-1, TL-2, TL-3, TL-4, TL-5 TL-1, TL-2, TL-3, TL-4 TL-1, TL-2, TL-3, TL-4, TL-5 TL-1, TL-2, TL-3, TL-4 TL-1, TL-2, TL-3, TL-4, TL-5 |
| Metálicas: Perfil Viga “W” “Ironwood Aesthetic” | TL-1, TL-2 TL-1, TL-2, TL-3 |

Ilustración 67-Barreras de seguridad y sus pruebas aprobadas

Fuente: (Chang Albitres 2010)

Es así, como en la Ilustración 67-Barreras de seguridad y sus pruebas aprobadas se resume lo establecido por Chan Albitres en lo descrito sobre las barreras metálicas y de concreto. Por lo cual, en función de toda la información brindada las barreras más recomendables son las de concreto, y donde las barreras New Jersey podrían funcionar perfectamente por ser las más comunes.

Chan Albitres en su guía brinda las dimensiones que deberá de tener una barrera de concreto New Jersey en la Ilustración 68-Dimensión de barrera New Jersey:

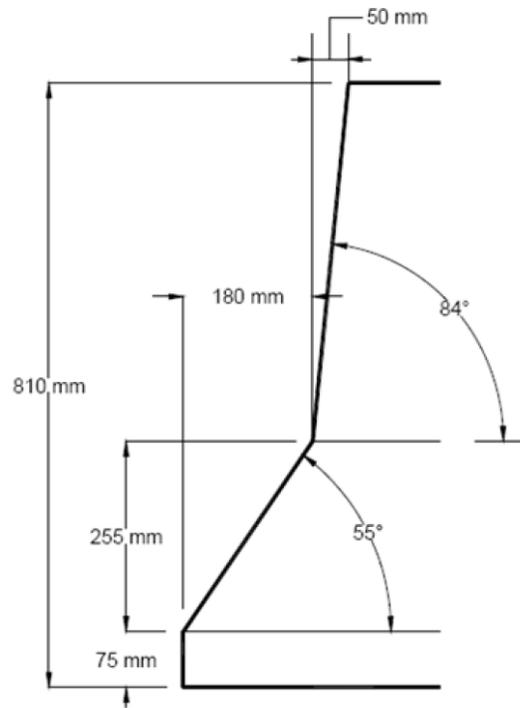


Ilustración 68-Dimensión de barrera New Jersey

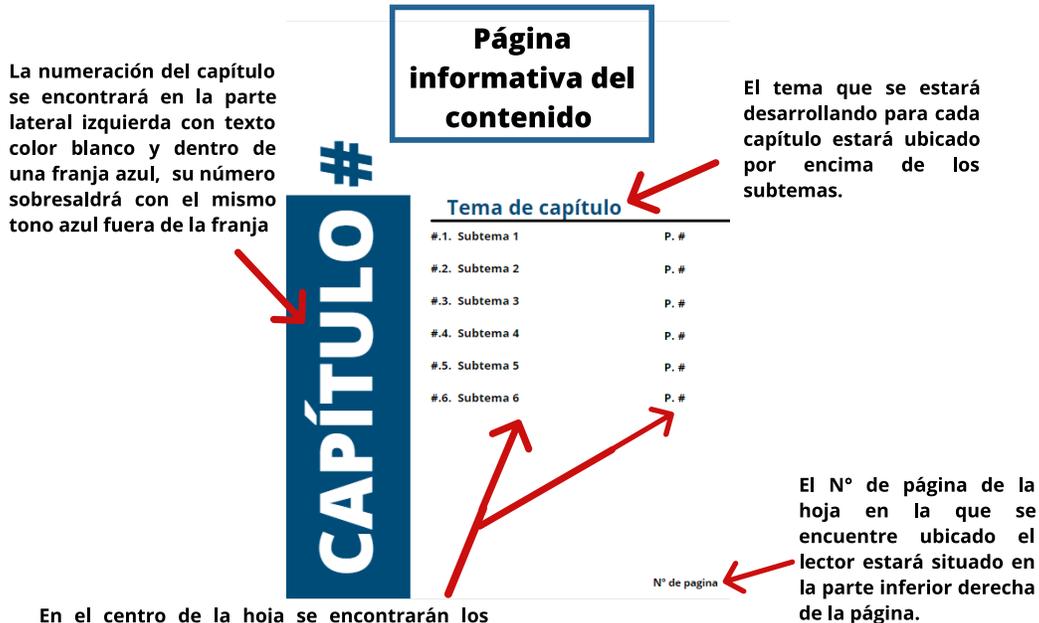
Fuente: (Chang Albitres 2010)

Se observa que la dimensión brindada es para una altura de 810 mm, lo suficiente para cumplir con las pruebas de contención TL-1, TL-2, TL-3 y TL-4.

VI. PROPUESTA

¿Cómo leer este manual?

Para una mejor orientación dentro del Manual Técnico para el Desarrollo y Construcción de Rampas de Frenado de Emergencia se brindará la estructura básica del documento a continuación:



En el centro de la hoja se encontrarán los subtemas, con información focalizada a ciertos aspectos que requieren de su propio apartado y su numeración estará alineada a la derecha.



En la hoja se desarrollará el contenido para cada uno de los subtemas que se describirán en cada capítulo

VII. CONCLUSIONES

- 1) En conclusión para desarrollar un correcto diseño de las R.F.E es necesario contar con los aspectos señalados principalmente por la normativa AASHTO, documento "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets", de donde se obtuvieron los criterios de necesidad, ubicación y longitud de R.F.E. Luego, se llevó a cabo la segmentación de las normas Manual de Carreteras (Chile), con el cual se consideró el cálculo de la longitud de R.F.E con un factor de seguridad de $1.25*L$, mediante SIECA se obtuvo parte de las señalizaciones verticales para las R.F.E, con NOM-036-SCT2-2016 se determinó la señalización horizontal y parte de la vertical y finalmente la Norma 3.1-IC brinda criterios de ubicación y necesidad, donde si la pendiente es mayor a 5% y/o la pendiente al cuadrado multiplicada por la longitud del tramo es mayor a sesenta ($i^2l > 60$), se deberá considerar el uso de una R.F.E.
- 2) Dentro del manual se han considerado las recomendaciones realizadas por los ingenieros civiles encuestados, dentro de estas se encuentra el alargamiento suficiente de la rampa, donde se puede llevar a cabo mediante la aplicación de 25% de factor de seguridad tal como es establecido por las normas con las cuales se ha desarrollado el manual, específicamente el Manual de Carreteras (Chile), NOM-036-SCT2-2016 y la Norma 3.1-IC. De igual forma se recomienda el uso de amortiguadores de impacto, siempre y cuando estos demuestren su eficacia para la detención segura de los vehículos y se recomendaron las barreras de seguridad de concreto New Jersey u otra que pueda resistir el impacto de vehículos pesados, cumpliendo con las pruebas MASH TL desde TL-1 hasta TL-5 como mínimo, garantizando así, su eficacia en las R.F.E.
- 3) Los planos para el desarrollo de una R.F.E. quedan definidos como **Plano 1: Localización**, donde se pretende incluir tabla de coordenadas, ubicación del norte, identificación de colindancias, vistas aéreas del tramo de diseño, nombre de la carretera y eje de alineamiento. En el **Plano 2: Topográfico**, se brindará la representación del cauce del río cercano (si aplica), banco de nivel, derecho de vía, construcciones existentes, coordenadas, ubicación del norte y características físicas del terreno. Para el **Plano 3: Planta y perfil**, se incluirá la elevación, pendiente de la carretera, sección típica, PC, PT, radios de curva, cotas, derecho de vía, norte, simbología y tabla de corte y relleno. El **Plano 4: Detalles constructivos**, contará con tabla

de materiales, ubicación de elementos de la rampa, simbología, construcciones existentes, coordenadas, norte, características físicas del terreno y espesor de la cama de frenado y **Plano 5: Señalización**, incluirá el talud del terraplén y cama de frenado, señalamiento horizontal y vertical, acotación de líneas de señalización, cantidad de cada señal utilizada, descripción de pintura y ubicación en planta de las señalizaciones. Además, con las recomendaciones brindadas por los ingenieros civiles encuestados se determinó el uso de otros planos que no estaban previstos en alcance, como ser **Plano 6: Drenaje**, donde se incorporará el material impermeabilizante a usar (si aplica) y el diámetro de la tubería.

- 4) Para los procesos constructivos se estableció los requerimientos normativos para la construcción de las R.F.E. haciendo uso de lo establecido por el Manual de Carreteras, Tomo 3 de SOPTRAVI para la conformación de terraplén sobre el cual se encontrará la vía de acceso, la vía de servicio y de igual forma, reposará la cama de frenado. El terraplén estará constituida por capas de material selecto compactado de un espesor de 20 cm hasta llegar a la altura máxima de la R.F.E., de igual forma, haciendo uso de la normativa AASHTO y NOM-036-SCT2-2016, en el manual se establecen los requisitos de los materiales y se brinda información sobre los taludes tanto en el terraplén como en los interiores de la cama de frenado, siendo estos requisitos, indispensable para poder garantizar la suficiente estabilidad de la estructura y de igual manera, el de los agregados.
- 5) Luego de intentos de contactar con las autoridades que regulan el tránsito en Honduras, como ser el Instituto Hondureño de Transporte Terrestre (IHTT), COVI Honduras y la Dirección Nacional de Vialidad y Transporte (DNVT) por los medios habituales como ser correo, llamadas telefónicas y redes sociales, no se obtuvo ninguna respuesta de parte de dichas instituciones para la obtención de recomendaciones de parte estas autoridades para la operación de las R.F.E., esto a pesar de haber realizado intentos de contactar con ellos a lo largo de la fase 1 y 2. Sin embargo, para el manual se establecen algunas recomendaciones de parte de los autores hacia la autoridades para que se tomen en cuenta, además, se brindan otras recomendaciones que van dirigidas a los conductores y los constructores de estas estructuras.

VIII. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda seguir los lineamientos brindados en el Manual Técnico para el Desarrollo y Construcción de Rampas para Frenado de Emergencia (R.F.E.), el cual sigue los lineamientos presentados por normativas internacionales aplicadas en países que llevan muchos años implementando estas obras.
- 2) Una vez implementadas las R.F.E dentro del país, lo más recomendable es actualizar periódicamente los parámetros y criterios de diseño y construcción en cuanto los ingenieros obtengan suficiente experiencia para identificar otras necesidades de información sobre la temática.
- 3) Seguir los parámetros establecidos en los planos de este manual, a fin de garantizar la suficiente información para la construcción y diseño de las R.F.E., esto debido a que mediante la investigación realizada se identifican los entregables que los ingenieros necesitan.
- 4) Debido a que la rampa de frenado en mayor parte es la construcción de un terraplén sobre el cual estará ubicada una cama de frenado, se recomienda seguir a fondo el proceso constructivo planteado por el Manual de Carreteras de SOPTRAVI en el tomo , a fin de garantizar la suficiente información para la construcción del terraplén.
- 5) Para obtener las recomendaciones de las entidades de tránsito será necesaria contactarse con ellos, a fin de establecer posibles parámetros que las autoridades propongan para un manejo seguro de las rampas por parte de los conductores que pierden el control y para evitar imprudencias de otros. De este modo, se recomienda actualizar periódicamente las indicaciones dadas por las autoridades una vez las R.F.E sean implementadas y se pueda evaluar la interacción de los conductores con las rampas.

IX. APLICABILIDAD

En esta obra se encontrarán criterios de necesidad y ubicación, dimensionamiento, especificación de materiales, parámetros constructivos, costos referencia y especificación de planos para el desarrollo y construcción de Rampas de Frenado de Emergencia (R.F.E.) en las carreteras de Honduras. De este modo, el manual pretende ser una referencia para la ejecución de rampas a nivel nacional, donde el lector encontrará elementos a considerar para la correcta aplicación de técnicas que lleven a hacer de la red vial nacional, carreteras que perdonen. En este sentido, este manual va dirigido hacia los siguientes grupos:

- **Ingenieros civiles:** en este manual se brindan las especificaciones técnicas para la aplicación del manual de manera tal que los ingenieros civiles puedan llevar a cabo la construcción de una R.F.E., donde es necesario llevar una lectura de todos los capítulos para obtener la información sobre criterios de ubicación, dimensionamiento, materiales para la construcción de las camas de frenado, señalización, procesos constructivos, recomendaciones, planos e incluso los costos referencia.
- **Entes gubernamentales:** es necesario que las entidades gubernamentales como ser el Instituto Hondureño de Transporte Terrestre (IHTT), Dirección Nacional de Vialidad y Transporte (DNVT), INVEST-H u otros entes involucrados con la supervisión, construcción y mantenimiento de carreteras que puedan surgir, conozcan el funcionamiento de las R.F.E. para de esta forma establecer códigos, normas o reglamentos para la construcción de las estructuras y manejo seguro de los conductores.
- **Conductores:** al ser estos quienes podrían llevar a cabo el uso de la R.F.E. a causa de la pérdida de frenos, es necesario que conozcan el funcionamiento de las estructuras y su señalización para de esta forma estar enterados sobre la cercanía de una R.F.E y cuales serian las maniobras a seguir (es decir, seguir la señalización horizontal) para tener un ingreso seguro. Por ello, se recomienda que estos lean los capítulos 1, 6 y 8, siendo estos introducción, señalización y recomendaciones, respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (2018). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*.

Adobe: Creative, marketing and document management solutions. (2021). Adobe: Creative, Marketing and Document Management Solutions. <https://www.adobe.com/>

Agencia de Cooperación Internacional de Japón, F. (2018). *Estudio para la Recopilación De Datos Sobre la Introducción de Infraestructura de la Alta Calidad en Centroamérica (Área de MAtenimiento de Carreteras y Puentes)* . 125.

Alvarenga, C. (2017, abril 19). *Los Accidentes de Tránsito, Un Reflejo De La Irresponsabilidad General*. Presencia Universitaria. <https://presencia.unah.edu.hn/noticias/los-accidentes-de-transito-un-reflejo-de-la-irresponsabilidad-general/>

American Society of Testing and Materials. (2001). *Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradacion de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles*. <https://es.scribd.com/document/328614334/ASTM-C-131-01-doc>

American Society of Testing and Materials. (2003). *Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradacion de los áridos grueso de gran tamaño mediante el metodo de abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles*. <https://es.scribd.com/document/328614306/ASTM-C-535-03>

American Society of Testing and Materials. (2006). *Métodos Reglamentarios de Prueba o Ensayo para el Análisis de Agregados Finos y Gruesos.*

<https://es.scribd.com/document/439087939/C-136-06-Analisis-de-Agregados-Finos-y-Gruesos-Espanol-pdf>

Autodesk. (2021a). *AutoCAD for Mac y AutoCAD para Windows | Software CAD 2D/3D | Autodesk.*

<https://latinoamerica.autodesk.com/products/autocad/overview?term=1-YEAR&support=null>

Autodesk. (2021b). *Autodesk | Software de diseño 3D, ingeniería y entretenimiento.*

<https://latinoamerica.autodesk.com/>, <https://latinoamerica.autodesk.com/>

Autodesk. (2021c). *Civil 3D | Software de diseño para ingeniería civil | Autodesk.*

<https://latinoamerica.autodesk.com/products/civil-3d/overview>,
<https://latinoamerica.autodesk.com/products/civil-3d/overview>

Bowman, & Lee, B. (1989). *Grade Severity Rating System.*

Cárcamo, F. (2014). *Diseño de rampas de emergencia en autopistas de México.* Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Cárdenas Grisales, J. (2015). *Diseño geométrico de carreteras.* Ecoe Ediciones.

Castellanos, M. (s. f.). *Fórmula para cálculo de la muestra poblaciones finitas.*

<https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

Chang Albitres, C. (2010). *Guía para la Ubicación, Selección, y Diseño de Barreras de Seguridad Vial.*

Chávez, R., Barahona, R., & Nataren, A. (2020). *Manual de Representación para Proyectos de Graduación en las Áreas de Agua y Saneamiento y vías de Comunicación.*

Cid Leal, P., & Perpinya Morera, R. (2015). *Como y donde buscar fuentes de informacion.*

Universitat Autònoma de Barcelona.

<https://elibro.net/es/lc/unitechn/titulos/50366>

Cobeñas, P. (2012). *Sistemas de contencion vehicular.*

Corral, Y., Corral, I., & Corral, A. (2015). *Procedimiento de muestreo.*

<http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/46/art13.pdf>

Cotton, P. (2016). *Consideraciones para el diseño de rampas para frenado de emergencia en carreteras.* Universidad de San Carlos de Guatemala.

Diario El Heraldo. (2020, febrero 11). *Por impericia y exceso ocurren mayoría de accidentes*

de rastras en carretera al norte. Diario El Heraldo.

<https://www.elheraldo.hn/sucesos/1341443-466/por-impericia-y-exceso-ocurren-mayoría-de-accidentes-de-rastras-en-carretera>

Echaveguren, T., Vargas, S., & Ñancuñil, J. (2007). *Metodología de análisis y diseño de lechos de frenado*.

El Herald. (2019). *Sin control opera el equipo pesado en toda Honduras*. Diario El Herald. <https://www.elheraldo.hn/pais/1326355-466/sin-control-opera-el-equipo-pesado-en-toda-honduras>

Funes, E. (2019, agosto 27). *1,039 personas han muerto este 2019 en accidentes de tránsito, según informe de DNVT*. Tiempo.hn | Noticias de última hora y sucesos de Honduras. Deportes, Ciencia y Entretenimiento en general. <https://tiempo.hn/1039-personas-muertas-este-2019-accidentes-transito-informe-dntv/>

García, S. (2020, diciembre 27). PREOCUPANTE: Más de mil personas han muerto en accidentes de tránsito en el 2020. *Once Noticias*. <https://www.oncenoticias.hn/mas-de-mil-personas-han-muerto-en-accidentes-de-transito-en-el-2020/>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., & Mendoza Torres, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGrawHill.

INE. (2019). *Parque vehicular de Honduras 2014-2018*. <https://www.ine.gob.hn/V3/imagen/doc/2019/05/Parque-Vehicular-2018.pdf>

INVEST-H. (2020, diciembre 10). *A solicitud de INVEST-Honduras COVI implementará acciones en la zona del peaje en Santa Cruz de Yojoa.*
<http://www.investhonduras.hn/2020/12/10/a-solicitud-de-invest-honduras-covi-implementara-acciones-en-la-zona-del-peaje-en-santa-cruz-de-yojoa/>

Ley de Tránsito, (2005).

Martínez Ruiz, H. (2012). *Metodología de la investigación con enfoque en competencias: Sexto semestre*. Cengage Learning. <https://elibro.net/ereader/elibrodemo/39957>

Microsoft. (2021). *Microsoft Office es parte de Microsoft 365.*
<https://www.microsoft.com/es-ww/microsoft-365/microsoft-office>

Ministerio de Fomento. (2016). *Instrucciones de Construcción*.

Ministerio de Obras Públicas. (2020). *Manual de Carreteras*.

Ministerio de Obras Públicas y Comunicación. (2019). *Manual de Carreteras del Paraguay.*
<http://normativa.itafec.com/equipamiento-vial/PG.10.01.001.OT.pdf>

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (2011). *Manual de Carreteras del Paraguay* (1.^a ed.).

Montoya, D., & Garrido, V. (2020). *Criterios de diseño, seguridad y operación geométrico entre los manuales del INVIAS (Colombia), Ministerio de Fomento (España) y AASHTO (EE.UU).*

- Orellana, X. (2019, agosto 15). *Parque vehicular cerrará 2019 con 2 millones de automotores*. La Prensa. <https://www.laprensa.hn/honduras/1310479-410/honduras-parque-vehicular-2019-2-millones-automotores>
- PAHO. (1993). *Manual de Educación Vial*. https://www.paho.org/hon/index.php?option=com_docman&view=download&aliases=128-manual-de-educacion-vial&category_slug=desarrollo-humano-sostenible-y-estilos-de-vida-sal&Itemid=211
- Pickers, S. (2015). *¿Cómo determinar el tamaño de una muestra?» Psyma*. <https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>
- PNUD. (2019, mayo 10). *Data de muertes por transito Honduras 2018*. Data de muertes por transito Honduras 2018. <https://www.hn.undp.org/content/honduras/es/home/library/infosegura/data-de-muertes-por-transito-honduras-2018.html>
- Proceso Digital. (2017, febrero 6). *En 15 años, alrededor de 14 mil 537 personas murieron en accidentes de tránsito en Honduras*. <https://proceso.hn/en-15-anos-alrededor-de-14-mil-537-personas-murieron-en-accidentes-de-transito-en-honduras/>
- Ramírez, J. (2015). *Diseño de rampas de emergencia para frenado en carreteras*. Univesidad Nacional Autónoma de México.

- Ramírez, M. (2008). *Estudio sectorial sobre el mercado de servicios de transporte terrestre de carga y pasajeros en Honduras*.
https://www.cdpc.hn/sites/default/files/Privado/estudios_mercado/estudio%20sectorial%20009.pdf
- Reyes, J. (2004). *Proyecto ejecutivo de una rampa de frenado de emergencia, ubicada en el km 86+ 480 del C.D. Pátzcuaro-Uruapan*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (2011). *Norma Oficial Mexicana NOM-034SCT2-2011*.
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (2016). *NORMA Oficial Mexicana NOM-036-SCT2-2016, Rampas de emergencia para frenado en carreteras*.
- SIECA. (2011). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras* (3.^a ed.).
- SIECA. (2014). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito*.
- SOPTRAVI. (1996a). *Manual de Carreteras-Tomo 3: Instrucciones de diseño*.
- SOPTRAVI. (1996b). *Manual de Carreteras-Tomo 5: Especificaciones generales para la construcción*.

Trigueros, A. (2020, febrero 5). *Cuatro carreteras han sido el escenario del 80% de accidentes en Honduras*. La Prensa. <https://www.laprensa.hn/sucesos/1354414-410/accidentes-viales-honduras-carreteras-mortales-personas-muertas>

Zoom Video. (2021). Zoom Video. <https://zoom.us/>

ANEXOS

Formato de encuesta de Ingenieros

1. ¿Cómo ingeniero civil, cual es la especialidad/campo de trabajo a la que pertenece? *

Marca solo un óvalo.

- Carreteras
- Hidráulica
- Estructural
- Geología
- Project Manager
- Otro:
-

2. ¿Qué normas de diseño recomendaría para el desarrollo de las Rampas de Frenado de Emergencia?

Selecciona todos los que correspondan.

- AASHTO (EE UU)
- SIECA (Centroamérica)
- NOM-NTC-036-2016 (México)
- NORMA 3.1-IC (España)
- Manual de Carreteras (Chile)

3. Además de las normativas ya mencionadas, ¿Conoce otro documento o norma para el diseño de las rampas de frenado de emergencia? Menciónelo *
-

4. Como ingeniero ¿Que otras recomendaciones de Diseño Geométrico puede brindar para el desarrollo y construcción de rampas de frenado de emergencias en Honduras?
-

5. Como ingeniero ¿Cuál es la información más importante que debe contener un plano de localización? Seleccione las casillas que crea más importante?

Selecciona todos los que correspondan.

- Tabla de Coordenadas
- Eje de alineamiento de inicio a fin 0+000 a 4+500
- Nombre la carretera
- Imagen de Google Earth
- Imagen de Hoja Cartográfica
- Colindancias
- Ubicación del norte (simbología)

6. ¿Qué otra información considera que debería llevar un plano de localización?

7. Como ingeniero ¿Cuál es la información más importante que debe contener un plano topográfico? Seleccione las casillas que crea más importante

Selecciona todos los que correspondan.

- Curvas de nivel (mayor y menor)
- Coordenadas UTM y Ubicación del Norte
- Representación de Construcciones existentes
- Representación de Derecho de Vía
- Representación de árboles existentes
- Representación de Bancos de Nivel o Puntos de Referencia
- Representación de Alineamientos Existentes
- Representación de Cauce o nivel de Rio

8. ¿Qué otra información considera que debería llevar un plano Topográfico?

9. Como ingeniero ¿Cuál es la información más importante que debe contener un plano de Planta y Perfil? Seleccione las casillas que crea más importante

Selecciona todos los que correspondan.

- Estaciones y Alineamientos (inicio y final)
- Coordenadas UTM
- Representación de Derecho de Vía
- Representación de Accesos, Cruces e Intersección
- Pc, Pt, Longitud de Transición, Radios de Curva, Cotas Ancho de Carril
- Sección Típica
- Pendiente de la Carretera
- Elevación

10. ¿Qué otra información considera que debería llevar un plano de Planta y Perfil?

11. Como ingeniero ¿Qué información es la que busca o necesita observar en un plano de detalles constructivos? *

12. Como ingeniero ¿Qué información considera que debería llevar un plano Señalización?
Seleccione las Casillas que cree más importante *

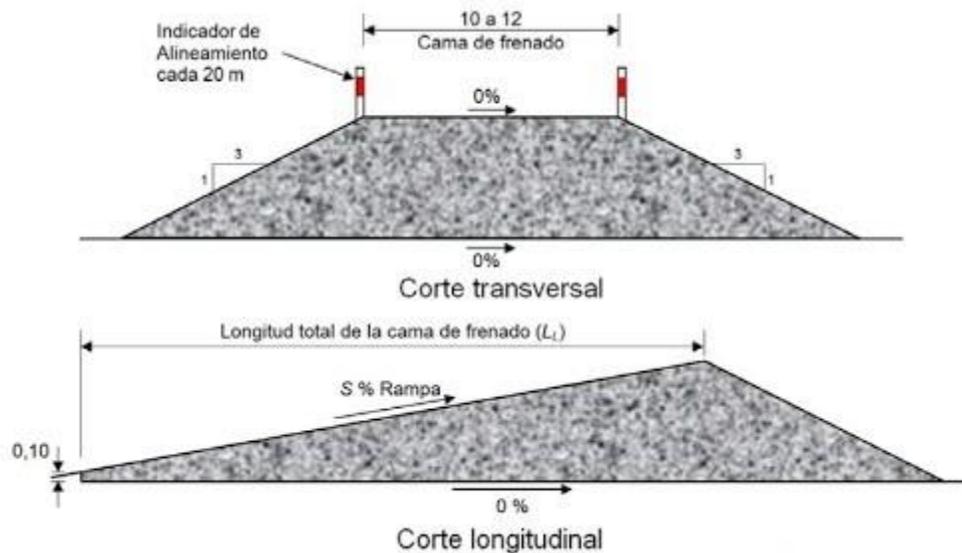
Selecciona todos los que correspondan.

- Tabla de Descripción de Pintura
- Numero de Cada Señal utilizada
- Tabla de Tipos de Línea de Pintura (simbología)
- Acotación de líneas de Señalización y Anchos de Carril
- Detalles de Señalización Horizontal y Vertical

13. ¿Qué otra Información considera que debería llevar un plano de Señalización?

14. Como Ingeniero, además de los planos ya mencionados: Plano de Localización, Plano Topográfico, Plano de Detalles, Plano de Señalización ¿Qué otros planos cree que se deben incluir para el desarrollo y construcción de las rampas de Frenado de Emergencia en Honduras?

15. Como ingeniero en los procesos constructivos ¿Qué datos cree más importantes en los aspectos de terracería, construcción de Terraplenes y excavaciones, (con respecto a materiales, maquinaria y/o normativas)? *



16. ¿Recomienda o Conoce algún proveedor de geomallas para refuerzo de terraplenes a nivel nacional o extranjero? Menciónelo

17. Como ingeniero en los procesos constructivos ¿Qué datos cree más importantes en los aspectos de Drenaje , tubería, o mallas de Filtración (con respecto a materiales, maquinaria y/o normativas)?

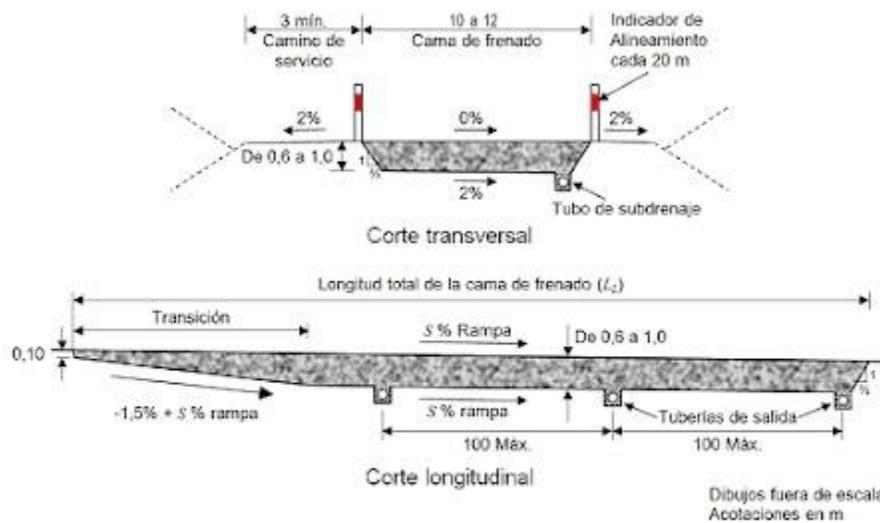


Figura 4.- Disposición en corte de la cama de frenado de rampas de emergencia para frenado tipos RE-2, RE-3 y RE-4

18. ¿Recomienda o Conoce algún proveedor de Tuberías o Mallas de Filtración para el drenaje a nivel nacional o extranjero? Menciónelo

19. ¿Cuál cree que sea la barrera de protección más indicada para las R.F.E? *

Marca solo un óvalo.

- Barrera de Protección Metálica
- Barrera de Protección de concreto
- Otro:

20. ¿Conoce algún proveedor nacional o extranjero que venda amortiguadores de impacto?
¿Conoce alguna normativa acerca del tema respecto a la ubicación, materiales, cantidad?
Menciónelos



21. Como ingeniero en la parte constructiva de señalización ¿Qué normativas recomienda, sobre el uso de la pintura termorefectante blanca, amarilla, y roja?

22. Como ingeniero que otros aspectos importantes recomendaría en la parte constructiva de señalización tanto horizontal y vertical

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Formato de encuesta para conductores

1. ¿Qué tipo de vehículo maneja? *

Marca solo un óvalo.

- Pickup
 Turismo
 Motocicleta
 Mototaxis
 Rastra/Camión de carga o similar
 Otro:

2. ¿Qué tan angustiado se siente al ver en las noticias la actual cantidad de accidentes de tránsito que involucra tanto equipo pesado como liviano en los principales ejes carreteros del país?

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Poco/Nada angustiado Muy angustiado

3. ¿Qué tanto miedo o estrés le produce manejar al lado de una Rastra o Camión de Carga?

*

Marca solo un óvalo.

1 2 3 4 5

Poco/Nada de miedo o estrés Mucho miedo o estrés

4. ¿Qué tanto estrés le ocasiona saber que el sistema de frenos de una Rastra o Camión de carga puede fallar al sobrecalentarse en pendientes elevadas produciendo esto una colisión mortal? * *Marca solo un óvalo.*

- Nada
- Muy Poco
- Poco
- Mucho

5. ¿Qué tanto sabe sobre las obras auxiliares en las carreteras como Rampas de Frenado de Emergencia que ayudan a mitigar los accidentes de tránsito cuando los frenos fallan? *

Marca solo un óvalo.

- Nada
- Muy Poco
- Poco
- Mucho

6. ¿Sabía usted que países como México, Estados Unidos, España y Francia cuentan con Rampas de Frenado de Emergencia desde la década de los noventa? * *Marca solo un óvalo.*

- Si estaba informado
- No estaba informado

7. ¿Qué tan seguro se sentiría si se construyeran estas Rampas de Frenado de Emergencia para ayudar a mitigar las colisiones mortales cuando falle el sistema de frenos de un vehículo? * *Marca solo un óvalo.*

| | | | | | | |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Nada/Poco seguro | <input type="radio"/> | Muy seguro |

8. ¿Apoyaría usted la moción para el desarrollo de un manual para la construcción de Rampas de Frenado de Emergencia, sabiendo que esto podría ayudar a mitigar colisiones mortales cuando falle el sistema de frenos en los vehículos que circulan en los principales ejes carreteros del país?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

Fuente: (Matute, J. & Onan, A., 2021)

Ejemplo 1 de respuesta de ingenieros civiles

¿Cómo ingeniero civil, cual es la especialidad/campo de trabajo a la que pertenece? *

Carreteras

Hidráulica

Estructural

Geología

Project Manager

Otro:

¿Conoce sobre la tematica de Rampas de Frenado de Emergencia? como objetivo de informacion se agregaron links que contienen formulas y documentos que le podrian servir *

Si, tengo amplio conocimiento

Muy poco, de manera superficial

No conocia el tema

¿Qué normas de diseño recomendaría para el desarrollo de las Rampas de Frenado de Emergencia?

A continuación se mencionan las normativas internacionales y sus categorías de mayor relevancia. Si desea conocer más información sobre las normas, por favor ingresar al link <https://drive.google.com/file/d/1@jawn5Va0LIegS29m5HakcWF59f7dC/view?up=sharing> aquí encontrará una tabla resumen

- AASHTO (EE.UU): Formulas y criterios para el diseño geométrico
- SIECA (Centroamérica): Señalética
- NOM-036-SCT2-2016 (México): Formulas y criterios para diseño geométrico, drenaje y señalización vertical y horizontal
- NORMA3.1-IC (España): Longitud de rampa para velocidades de entrada, ubicación para vías con pendiente mayores del 5%
- Manual de Carreteras (Chile): Longitud de rampa de frenado con factor de seguridad

Ademas de las normativas ya mencionadas, ¿Conoce otro documento o norma para el diseño de las rampas de frenado de emergencia? Mencionalo *

Ninguno

Como ingeniero ¿Que otras recomendaciones de Diseño Geometrico puede brindar para el desarrollo y construccion de rampas de frenado de emergencias en Honduras?

Como ingeniero ¿Cual es la informacion mas importante que debe contener un plano de localizacion? Seleccione las casillas que crea mas importante?*

- Tabla de Coordenadas
- Eje de alineamiento de inicio a fin 0+000 a 4+500
- Nombre la carretera
- Imagen de Google Earth
- Imagen de Hoja Cartografica
- Colindancias
- Ubicacion del norte (simbologia)

¿Que otra informacion considera que deberia llevar un plano de localizacion?

Como ingeniero ¿Cual es la informacion mas importante que debe contener un plano topografico? Seleccione las casillas que crea mas importante*.

- Curvas de nivel (mayor y menor)
- Coordenadas UTM y Ubicacion del Norte
- Representacion de Construcciones existentes
- Representacion de Derecho de Via
- Representacion de arboles existentes
- Representacion de Bancos de Nivel o Puntos de Referencia
- Representacion de Alineamientos Existentes
- Representacion de Cauce o nivel de Rio

¿Que otra informacion considera que deberia llevar un plano Topografico?

¿Que otra informacion considera que deberia llevar un plano de Planta y Perfil?

.....

Como ingeniero ¿Qué información es la que busca o necesita observar en un plano de detalles constructivos? *

COTAS, SECCIONES, ESPECIFICACIONES DE ACERO Y CONCRETO

Como ingeniero ¿Cual es la informacion mas importante que debe contener un plano de Planta y Perfil? Seleccione las casillas que crea mas importante*

- Estaciones y Alineamientos (inicio y final)
- Coordenadas UTM
- Representacion de Derecho de Via
- Representacion de Accesos, Cruces e Interseccion
- Pc, Pt, Longitud de Transicion, Radios de Curva, Cotas Ancho de Carril
- Seccion Tipica
- Pendiente de la Carretera
- Elevacion

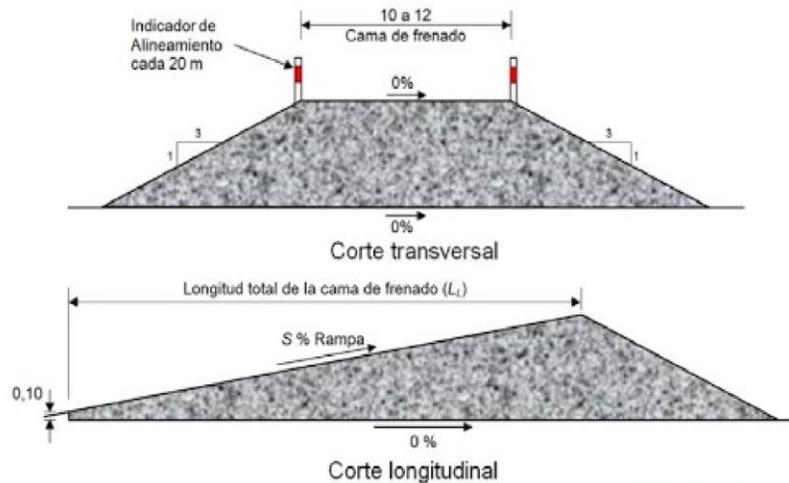
Como ingeniero ¿Que informacion considera que deberia llevar un plano Señalización? Seleccione las Casillas que cree mas importante *

- Tabla de Descripcion de Pintura
- Numero de Cada Señal utilizada
- Tabla de Tipos de Linea de Pintura (simbologia)
- Acotacion de lineas de Señalización y Anchos de Carril
- Detalles de Señalización Horizontal y Vertical

Como Ingeniero, además de los planos ya mencionados: Plano de Localización, Plano Topográfico, Plano de Detalles, Plano de Señalización ¿Qué otros planos cree que se deben incluir para el desarrollo y construcción de las rampas de Frenado de Emergencia en Honduras?

¿Qué otra Información considera que debería llevar un plano de Señalización?

Como ingeniero en los procesos constructivos ¿Qué datos cree mas importantes en los aspectos de terracería, construcción de Terraplenes y excavaciones, (con respecto a materiales, maquinaria y/o normativas)? *



Pendiente. calzada, cotas

¿Recomienda o Conoce algún proveedor de geomallas para refuerzo de terraplenes a nivel nacional o extranjero? Mencínelo

Como ingeniero en los procesos constructivos ¿Qué datos cree mas importantes en los aspectos de Drenaje , tubería, o mallas de Filtración (con respecto a materiales, maquinaria y/o normativas)?

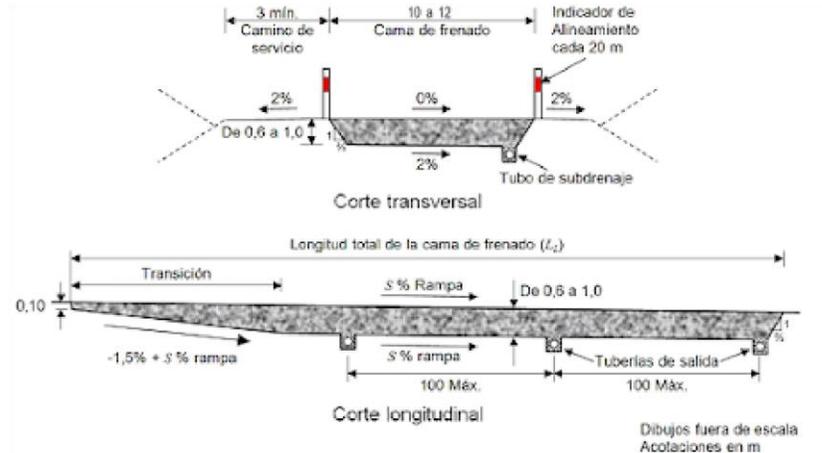


Figura 4.- Disposición en corte de la cama de frenado de rampas de emergencia para frenado tipos RE-2, RE-3 y RE-4

pendiente, calzada, cotas

¿Recomienda o Conoce algún proveedor de Tuberías o Mallas de Filtración para el drenaje a nivel nacional o extranjero? Mencionalo

¿Cuál cree que sea la barrera de protección más indicada para las R.F.E? *

- Barrera de Protección Metalica
- Barrera de Protección de concreto
- Otro:

¿Conoce algún proveedor nacional o extranjero que venda amortiguadores de impacto?
¿Conoce alguna normativa acerca del tema respecto a la ubicación, materiales, cantidad?
Menciónelos



Como ingeniero en la parte constructiva de señalización ¿Qué normativas recomienda, sobre el uso de la pintura termorefectante blanca, amarilla, y roja?

Como ingeniero que otros aspectos importantes recomendaría en la parte constructiva de señalización tanto horizontal y vertical

Ejemplo 2 de respuesta de ingenieros civiles

¿Cómo ingeniero civil, cual es la especialidad/campo de trabajo a la que pertenece? *

- Carreteras
- Hidráulica
- Estructural
- Geología
- Project Manager
- Otro:

¿Conoce sobre la tematica de Rampas de Frenado de Emergencia? como objetivo de informacion se agregaron links que contienen formulas y documentos que le podrian servir *

- Si, tengo amplio conocimiento
- Muy poco, de manera superficial
- No conocia el tema

¿Qué normas de diseño recomendaría para el desarrollo de las Rampas de Frenado de Emergencia?

A continuación se mencionan las normativas internacionales y sus categorías de mayor relevancia. Si desea conocer más información sobre las normas, por favor ingresar al link: <https://drive.google.com/file/d/1Fgiawm5Va0LIEgS29m5HakcW-F59f7dC/view?usp=sharing> aquí encontrara una tabla resumen

- AASHTO (EE.UU): Formulas y criterios para el diseño geométrico
- SIECA (Centroamérica): Señalética
- NOM-036-SCT2-2016 (México): Formulas y criterios para diseño geométrico, drenaje y señalización vertical y horizontal
- NORMA 3.1-IC (España): Longitud de rampa para velocidades de entrada, ubicación para vías con pendiente mayores del 5%
- Manual de Carreteras (Chile): Longitud de rampa de frenado con factor de seguridad

Ademas de las normativas ya mencionadas, ¿Conoce otro documento o norma para el diseño de las rampas de frenado de emergencia? Mencionalo *

No

Como ingeniero ¿Que otras recomendaciones de Diseño Geometrico puede brindar para el desarrollo y construccion de rampas de frenado de emergencias en Honduras?

Como ingeniero ¿Cual es la informacion mas importante que debe contener un plano de localizacion? Seleccione las casillas que crea mas importante?*

- Tabla de Coordenadas
- Eje de alineamiento de inicio a fin 0+000 a 4+500
- Nombre la carretera
- Imagen de Google Earth
- Imagen de Hoja Cartografica
- Colindancias
- Ubicacion del norte (simbologia)

¿Que otra informacion considera que deberia llevar un plano de localizacion?

Como ingeniero ¿Cual es la informacion mas importante que debe contener un plano topografico? Seleccione las casillas que crea mas importante*

- Curvas de nivel (mayor y menor)
- Coordenadas UTM y Ubicacion del Norte
- Representacion de Construcciones existentes
- Representacion de Derecho de Via
- Representacion de arboles existentes
- Representacion de Bancos de Nivel o Puntos de Referencia
- Representacion de Alineamientos Existentes
- Representacion de Cauce o nivel de Rio

¿Que otra informacion considera que deberia llevar un plano Topografico?

.....

¿Que otra informacion considera que deberia llevar un plano de Planta y Perfil?

.....

Como ingeniero ¿Qué información es la que busca o necesita observar en un plano de detalles constructivos? *

Incluir aquellos elementos que no se aprecian claramente en los planos comunes.

Como ingeniero ¿Cual es la informacion mas importante que debe contener un plano de Planta y Perfil? Seleccione las casillas que crea mas importante*

- Estaciones y Alineamientos (inicio y final)
- Coordenadas UTM
- Representacion de Derecho de Via
- Representacion de Accesos, Cruces e Interseccion
- Pc, Pt, Longitud de Transicion, Radios de Curva, Cotas Ancho de Carril
- Seccion Tipica
- Pendiente de la Carretera
- Elevacion

Como ingeniero ¿Que informacion considera que deberia llevar un plano Señalización?
Seleccione las Casillas que cree mas importante *

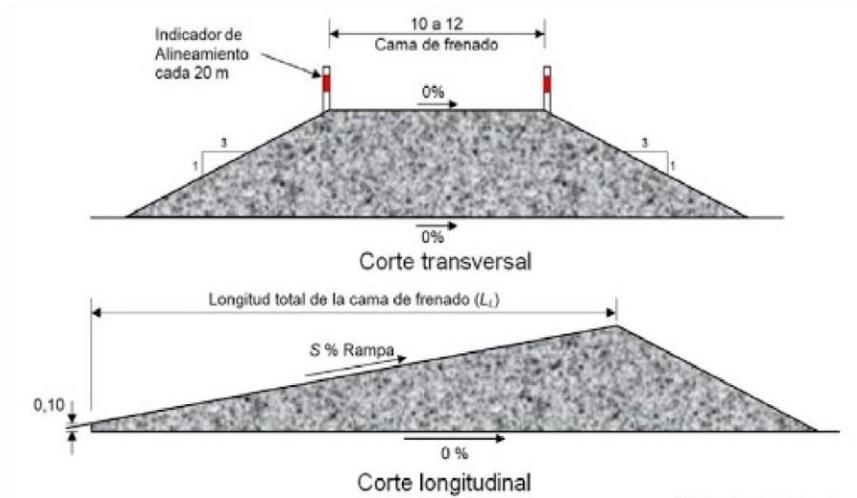
- Tabla de Descripcion de Pintura
- Numero de Cada Señal utilizada
- Tabla de Tipos de Linea de Pintura (simbologia)
- Acotacion de lineas de Señalización y Anchos de Carril
- Detalles de Señalización Horizontal y Vertical

Como Ingeniero, además de los planos ya mencionados: Plano de Localización, Plano Topográfico, Plano de Detalles, Plano de Señalización ¿Qué otros planos cree que se deben incluir para el desarrollo y construcción de las rampas de Frenado de Emergencia en Honduras?

.....
Materiales de cobertura de la calzada

¿Qué otra Información considera que debería llevar un plano de Señalización?
.....

Como ingeniero en los procesos constructivos ¿Qué datos cree mas importantes en los aspectos de terracería, construcción de Terraplenes y excavaciones, (con respecto a materiales, maquinaria y/o normativas)? *



Ensayos de Compactacion,

¿Recomienda o Conoce algún proveedor de geomallas para refuerzo de terraplenes a nivel nacional o extranjero? Mencínelo

Lazarus y Lazarus

Como ingeniero en los procesos constructivos ¿Qué datos cree mas importantes en los aspectos de Drenaje , tubería, o mallas de Filtración (con respecto a materiales, maquinaria y/o normativas)?

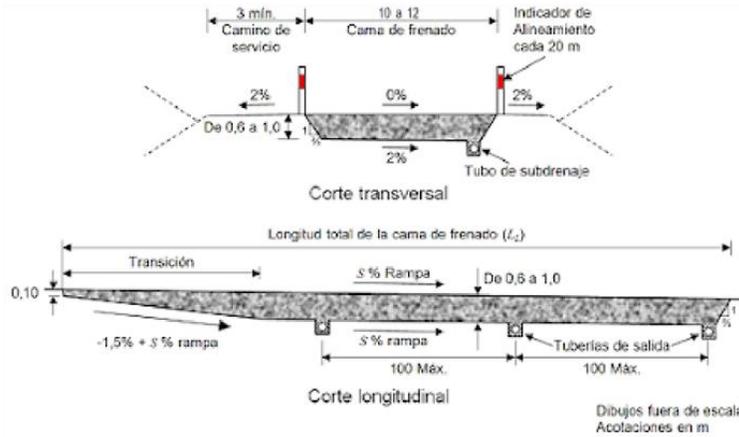


Figura 4.- Disposición en corte de la cama de frenado de rampas de emergencia para frenado tipos RE-2, RE-3 y RE-4

¿Recomienda o Conoce algún proveedor de Tuberías o Mallas de Filtración para el drenaje a nivel nacional o extranjero? Mencionalo

Mexichem

¿Cuál cree que sea la barrera de protección más indicada para las R.F.E? *

- Barrera de Protección Metalica
- Barrera de Protección de concreto
- Otro:

¿Conoce algún proveedor nacional o extranjero que venda amortiguadores de impacto?
¿Conoce alguna normativa acerca del tema respecto a la ubicación, materiales, cantidad?
Menciónelos



No

Como ingeniero en la parte constructiva de señalización ¿Qué normativas recomienda, sobre el uso de la pintura termorefectante blanca, amarilla, y roja?

AASHTO

Como ingeniero que otros aspectos importantes recomendaría en la parte constructiva de señalización tanto horizontal y vertical

Ejemplo 1 de respuesta de conductores

Encuesta para conductores

¿Qué tipo de vehículo maneja? *

- Pickup
- Turismo
- Motocicleta
- Mototaxis
- Rastra/Camión de carga o similar
- Otro: camioneta

¿Qué tan angustiado se siente al ver en las noticias la actual cantidad de accidentes de tránsito que involucra tanto equipo pesado como liviano en los principales ejes carreteros del país?

- 1 2 3 4 5
- Poco/Nada angustiado Muy angustiado

¿Qué tanto miedo o estrés le produce manejar al lado de una Rastra o Camión de Carga?*

- 1 2 3 4 5
- Poco/Nada de miedo o estrés Mucho miedo o estrés

¿Qué tanto miedo o estrés le produce manejar al lado de una Rastra o Camión de Carga?*

| | | | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Poco/Nada de miedo o estres | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | Mucho miedo o estres |

¿Qué tanto estrés le ocasiona saber que el sistema de frenos de una Rastra o Camión de carga puede fallar al sobrecalentarse en pendientes elevadas produciendo esto una colisión mortal?

*

- Nada
- Muy Poco
- Poco
- Mucho

¿Qué tanto sabe sobre las obras auxiliares en las carreteras como Rampas de Frenado de Emergencia que ayudan a mitigar los accidentes de transito cuando los frenos fallan?*

- Nada
- Muy Poco
- Poco
- Mucho

¿Sabía usted que países como México, Estados Unidos, España y Francia cuentan con Rampas de Frenado de Emergencia desde la década de los noventa?*

Si estaba informado

No estaba informado

¿Qué tan seguro se sentiría si se construyeran estas Rampas de Frenado de Emergencia para ayudar a mitigar las colisiones mortales cuando falle el sistema de frenos de un vehículo?*

Nada/Poco seguro 1 2 3 4 5 Muy seguro

¿Apoyaría usted la moción para el desarrollo de un manual para la construcción de Rampas de Frenado de Emergencia, sabiendo que esto podría ayudar a mitigar colisiones mortales cuando falle el sistema de frenos en los vehículos que circulan en los principales ejes carreteros del país?

Sí

No

Ejemplo 2 de respuesta de conductores

Encuesta para conductores

¿Qué tipo de vehículo maneja? *

- Pickup
- Turismo
- Motocicleta
- Mototaxis
- Rastra/Camión de carga o similar
- Otro:

¿Qué tan angustiado se siente al ver en las noticias la actual cantidad de accidentes de tránsito que involucra tanto equipo pesado como liviano en los principales ejes carreteros del país?

- | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Poco/Nada angustiado | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> | Muy angustiado |

¿Qué tanto miedo o estrés le produce manejar al lado de una Rastra o Camión de Carga?*

Poco/Nada de miedo o estres 1 2 3 4 5 Mucho miedo o estres

¿Qué tanto estrés le ocasiona saber que el sistema de frenos de una Rastra o Camión de carga puede fallar al sobrecalentarse en pendientes elevadas produciendo esto una colisión mortal?*

- Nada
- Muy Poco
- Poco
- Mucho

¿Qué tanto sabe sobre las obras auxiliares en las carreteras como Rampas de Frenado de Emergencia que ayudan a mitigar los accidentes de transito cuando los frenos fallan?*

- Nada
- Muy Poco
- Poco
- Mucho

¿Sabía usted que países como México, Estados Unidos, España y Francia cuentan con Rampas de Frenado de Emergencia desde la década de los noventa?*

Si estaba informado

No estaba informado

¿Qué tan seguro se sentiría si se construyeran estas Rampas de Frenado de Emergencia para ayudar a mitigar las colisiones mortales cuando falle el sistema de frenos de un vehículo?*

Nada/Poco seguro 1 2 3 4 5 Muy seguro

¿Apoyaría usted la moción para el desarrollo de un manual para la construcción de Rampas de Frenado de Emergencia, sabiendo que esto podría ayudar a mitigar colisiones mortales cuando falle el sistema de frenos en los vehículos que circulan en los principales ejes carreteros del país?

Sí

No

Asesorías

A continuación, se hace una recopilación de alguna de las asesorías que se realizaron durante el desarrollo de este entregable:

En la Ilustración 69 se tomó una captura de pantalla de la primer asesoría que se realizó en este proceso de desarrollo del manual y tesis, donde se explicó al ingeniero Sergio Paredes cuales eran los objetivos de la temática escogida.



Ilustración 69- Asesoría con ingeniero Sergio Paredes

En la asesoría de la Ilustración 69, el asesor recomendó llevar a cabo la elaboración del manual haciendo referencia a normas extranjeras especialmente AASHTO y adaptar los criterios a las condiciones que poseen las carreteras de Honduras.

La asesoría llevada a cabo por parte del ingeniero Mario Cárdenas, es demostrada en la Ilustración 70:

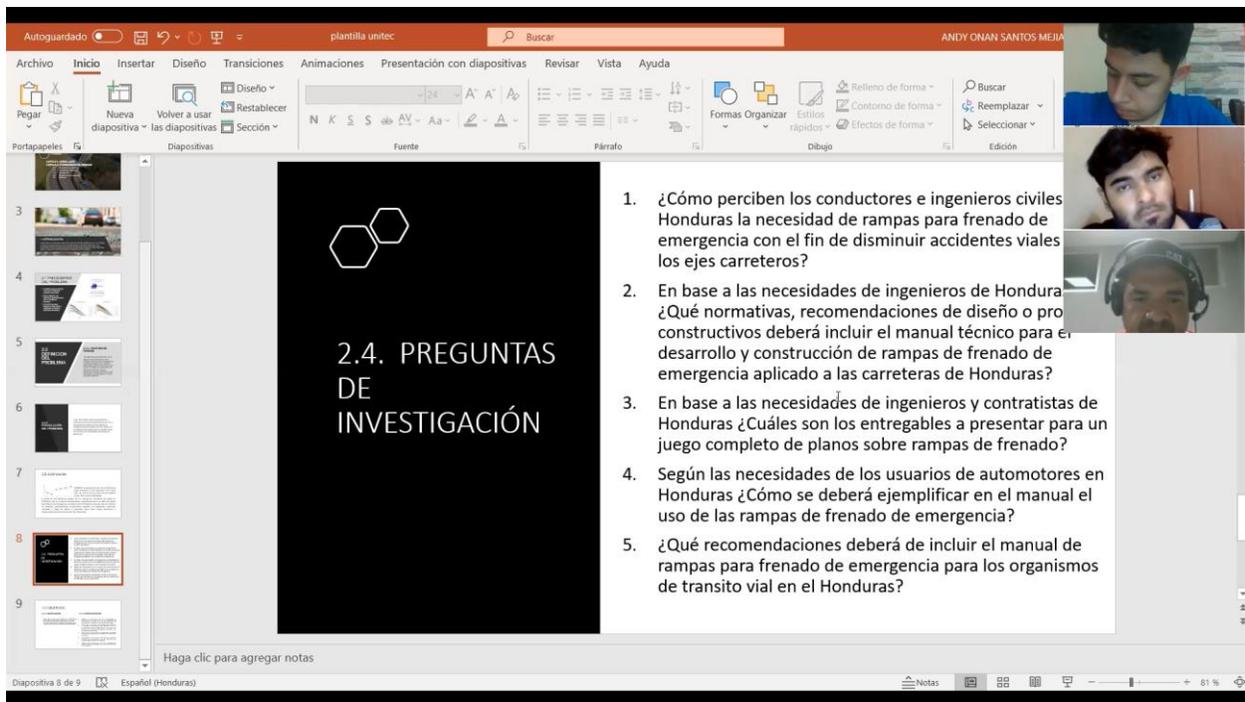


Ilustración 70-Asesoría con ingeniero Mario Cárdenas

Como se logra observar en la Ilustración 70, se dio a conocer al asesor los avances que se habían realizado en las primeras semanas de haber iniciado la investigación de la temática, donde se recomendó buscar otras medidas de seguridad para los ejes carreteros en Honduras, a fin de identificar las falencias de las mismas.

Finalmente, se muestra en la Ilustración 71 la asesoría realizada por parte del ingeniero Ángel Funez:

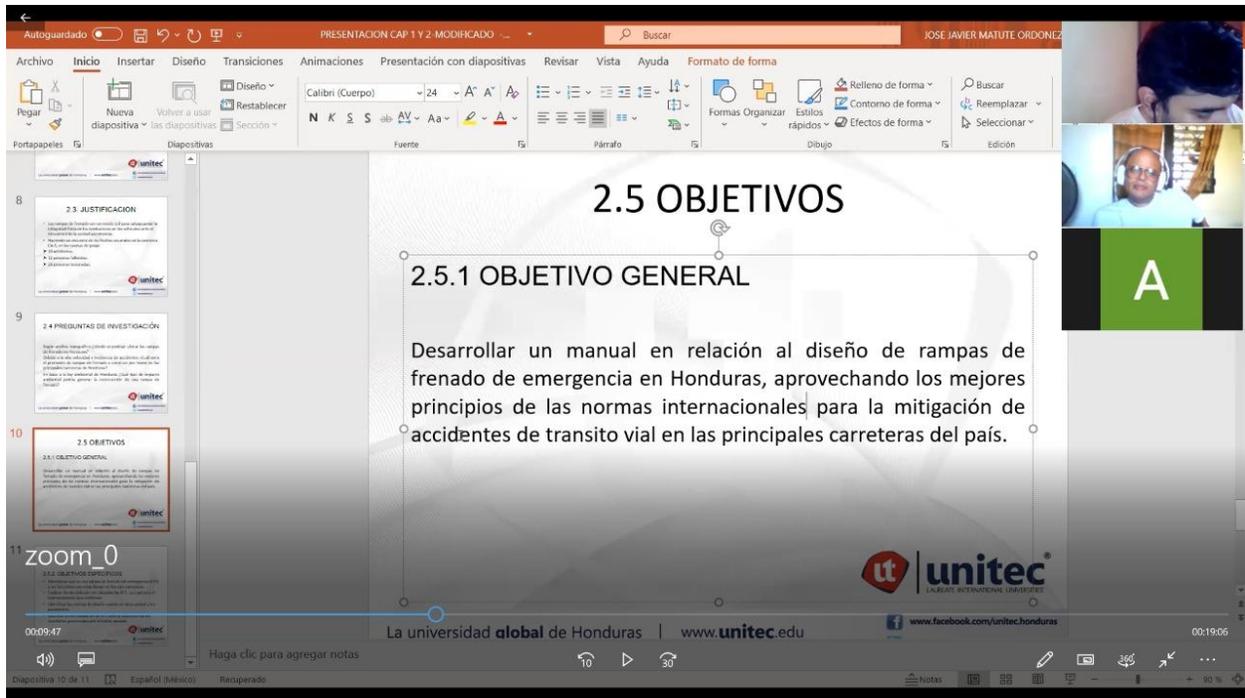


Ilustración 71-Asesoría con ingeniero Ángel Funez

En la Ilustración 71 es evidente que se hizo una revisión de los avances llevados a cabo en la investigación de las R.F.E. De este modo, el asesor revisó el contenido del capítulo 3, 4 y 5, se recomendó buscar información sobre la construcción de terraplenes, especificaciones, materiales y procesos de compactación. También se recomendó incluir información sobre el drenaje.

| SECTOR | SUBSECTOR | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN | CIU-3 | CÓDIGO | CATEGORÍA | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------------|--------------|---------------|----------|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| SECTOR 10. INFRAESTRUCTURA, CONSTRUCCIÓN Y VIVIENDA | | | | | | | | | |
| SECTOR 10. INFRAESTRUCTURA, CONSTRUCCIÓN Y VIVIENDA, SUBSECTOR A. INFRAESTRUCTURA | | | | | | | | | |
| SECTOR 10. INFRAESTRUCTURA, CONSTRUCCIÓN Y VIVIENDA | A. Infraestructura | 001. Construcción de carreteras de tierra | Construcción que incluye apertura y/o ampliación carreteras. Incluye construcción de puentes y obras relacionadas. | SC | 10A001 | ≥1 - 10 km | > 10 – 20 km | > 20 - 100 km | > 100 km |
| | | 002. Construcción de carreteras de material selecto | Construcción que incluye apertura y/o ampliación de carreteras de material selecto. Incluye construcción de puentes y obras relacionadas. | SC | 10A002 | ≥1 - 10 km | > 10 – 20 km | > 20 - 100 km | > 100 km |
| | | 003. Construcción de carreteras pavimentadas | Construcción que incluye apertura y/o ampliación y pavimentación de carreteras. Incluye construcción de puentes, obras relacionadas y mantenimiento. | SC | 10A003 | ≥1 - 10 km | > 10 – 20 km | > 20 - 100 km | > 100 km |
| | | 004. Rehabilitación de red vial pavimentada. | Rehabilitación de red vial pavimentada, que incluye remoción y reconstrucción de la capa asfáltica o concreto hidráulico | SC | 10A004 | ≥1 - 20 km | >20 –50 km | > 50 km | |
| | | 005. Rehabilitación o mantenimiento de red vial de terracería (tierra y material selecto). | Rehabilitación o mantenimiento de red vial de terracería (tierra y material selecto). | SC | 10A005 | ≥1 - 20 km | >20 –50 km | > 50 km | |
| | | 006. Construcción vías férreas. | Construcción que incluye apertura de brechas para vías férreas. Incluye construcción de puentes y obras relacionadas. | SC | 10A006 | ≥15 - 30 km | > 30 – 50 km | > 50 km | |
| | | 007. Rehabilitación y mantenimiento vías férreas. | Rehabilitación y mantenimiento vías férreas. | SC | 10A007 | 0.5 - 20 km | > 20 km | | |
| | | 008. Puentes para carreteras o vías férreas. | Cuando se desarrollen de forma individual y no como parte de un proyecto vial de mayores dimensiones. | SC | 10A008 | ≥10 a 50 m | >50 a 200 m | > 200 m | |
| | | 009. Mantenimiento o reconstrucción de puentes para carreteras o vías férreas. | Mantenimiento o reconstrucción de puentes para carreteras o vías férreas. | SC | 10A009 | TODOS | | | |
| | | 010. Embalsamiento de ríos y quebradas | Embalsamiento de ríos, quebradas permanentes o de invierno | SC | 10A010 | | | TODOS | |

Ilustración 72-Categorización Ambiental de Rampas de Frenado

De acuerdo a la "Tabla de categorización ambiental" de la Ilustración 72, bajo el acuerdo ministerial No. 0740-2019, la categorización de las Rampas de Frenado se definirían de la siguiente forma:

Sector: 10. Infraestructura, construcción y vivienda

Subsector: A. Infraestructura

Categoría: 1

División: CHOC-08

Nombre de actividad: 0.003 Construcción de carreteras pavimentadas

Descripción: Construcción que incluye apertura y/o ampliación y pavimentación de carreteras. Incluye construcción de puentes, obras relacionadas y mantenimiento.

Código CIIU-3: SC