



**BARRERAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR
PUENTE RÍO TATISCÚ (RÍO YERBABUENA)
RUTA NACIONAL N° 219**

DIRECCIÓN GENERAL DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

MOPT - 03 - 05 - 01 - 0214 - 2023

MOPT - 03 - 05 - 01 - 0214 - 2023

Ficha técnica del documento		
1. Número de Informe: MOPT - 03 - 05 - 01 - 0214 - 2023	2. Número de Expediente: ED-EB-22-0088	
3. Título: BARRERAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR PUENTE RÍO TATISCÚ (RÍO YERBABUENA) Ruta Nacional N° 219	4. Fecha del Informe: mayo de 2023	
5. Institución Ejecutora: Dirección General de Ingeniería de Tránsito	6. Institución Receptora: Consejo Nacional de Vialidad Depto. Señalamiento Vial Lanamme, UCR.	
7. Tipo de reporte y periodo de extensión: Final, Mayo, 2023	8. Colaboró: Tecn. Osvaldo Piedra Mora.	
9. Elaboró:  Bach. Miguel Cubillo E. Nombre y firma	10. Revisó:  Ing. Rony Rodríguez Vargas Nombre y firma	
11. Resumen: Tomando en consideración el informe EIC-Lanamme-INF-0413-2021 del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales se recomienda la colocación de barreras de contención en dicha zona, con el fin de reducir la severidad de los accidentes en caso de salida de la vía.		
12. Palabras clave: Márgenes seguras, barreras de contención	13. Nivel de seguridad: Público	14. N° páginas 15

1 Introducción

1.1 Origen del Estudio

Tomando en consideración el traslado de correspondencia DVT-DGIT-TC- 2022-134 remitido por el ingeniero Junior Araya Villalobos, como Director General de Ingeniería de Tránsito, en donde se el informe EIC-Lanamme-INF-0413-2021 del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, en donde se plasman las deficiencias a nivel de seguridad vial en el puente y las zonas de aproximación, con el fin de mejorar las condiciones a todos los usuarios que pasan por la zona.

Por tal razón, el Departamento de Estudios y Diseños le asigno el número de expediente ED-EB-22-0088, para el trámite y análisis respectivo.

1.2 Objetivos

A continuación, se detallan los objetivos establecidos para este estudio, tanto general, como específicos:

1.2.1 Objetivo General

Llevar a cabo estudio técnico para determinar los dispositivos que brinden seguridad y comodidad a todos los usuarios de la zona del puente sobre el río Tatiscú.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar visualmente la condición actual del señalamiento vertical y horizontal en la zona de estudio.
- Definir la composición vehicular que pasa por la zona.
- Determinar los posibles obstáculos o peligros en caso de salida de un vehículo de las vías.
- Establecer recomendaciones para mejorar las condiciones actuales y reducir la incidencia de accidentes con severidad alta.

1.3 Alcance

La elaboración de este estudio consiste en un análisis de los márgenes de la zona adyacente al puente sobre el río Tatiscú, sobre la Ruta Nacional N° 219.

1.4 Limitaciones

Entre las circunstancias o incidentes que implicaron un efecto negativo en el desarrollo del estudio, son:

- Existe un cierto grado de incertidumbre con respecto al tránsito promedio diario (TPD) que pasa por la zona, ya que se utilizan datos del Anuario de Tránsito del año 2015.
- Se lleva a cabo una proyección de los volúmenes usando la tasa de crecimiento calculada por Planificación Sectorial en el año 2015.

1.5 Metodología Aplicada

A continuación, se describe la metodología utilizada en la realización del estudio:

- Inspección técnica a campo con el fin de analizar las condiciones actuales de la vialidad vehicular y peatonal en la zona de análisis para determinar e identificar posibles puntos de conflicto en la zona en estudio, mediante el uso de instrumentos como odómetro, cinta métrica y cámara fotográfica. Cada uno de los anteriores según los requerimientos de este estudio.
- Elaboración de planimetría del área de influencia, incluyendo todas las características importantes: anchos de calzada y carril, facilidades peatonales, la señalización vertical, horizontal y cualquier otro aspecto importante que pueda afectar al momento de recomendar una solución.
- Identificar los elementos potencialmente más peligrosos que se ubican en las márgenes de la vía.
- Especificar los criterios técnicos para evaluar el potencial riesgo que producen según sus características y sus posibles tratamientos.

- Análisis de resultados y diseño de soluciones a partir de los datos obtenidos en campo. Se utiliza como guía el Manual SCV Guía para el Análisis y Diseño de Seguridad Vial de Márgenes de Carreteras.

1.6 Generalidades

En cuanto a la fundamentación jurídica que acompaña la ejecución de este estudio se tiene:

“El Departamento de Estudios y Diseños recibe las solicitudes de los interesados relacionadas con el mejoramiento de la seguridad vial. Para lo cual el Departamento de Estudios y Diseños cuenta con el tiempo establecido en la normativa vigente para dar respuesta. Lo anterior según lo señalado en el Capítulo III: De la Dirección de Ingeniería de Tránsito, Artículos 11 y 14 de la Ley de Administración Vial, N° 6324.”

Con respecto a la seguridad vial se utiliza el Manual para el Desarrollo de Proyectos de Infraestructura desde la Óptica de la Seguridad Vial (edición 2013) (Manual de Seguridad Vial), del Consejo de Seguridad Vial, en donde se da una guía orientada a la “prevención de accidentes” mediante la incorporación de factores clave relacionados con la seguridad vial durante la planificación, diseño, construcción y operación de carreteras y redes viales.

Como también se utilizará el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito (edición 2014) (Manual de Señales), en donde se establecen los mecanismos de regulación, prevención e información necesaria para la circulación por las vías públicas y el Manual SCV Guía para el Análisis y Diseño de Seguridad Vial de Márgenes de Carreteras.

2 Desarrollo

La zona de estudio se emplaza en la provincia de Cartago, en el cantón de Oreamuno, con las coordenadas geográficas según el sistema de ubicación geográfica “Costa Rica Transversal Mercator 05” (CRTM 05) 513410,56 Este, 1098461,48 Norte.

En la siguiente imagen se localiza la zona en estudio.



Imagen 1. Zona de Estudio

La zona en estudio forma parte de la Ruta Nacional N° 219, esta vía inicia en Taras de Cartago (R.N. 2) y llega hasta el ingreso al Parque Nacional Volcán Irazú, en la zona se desarrolla una actividad agrícola y de turismo, debido a la presencia del Volcán y del Sanatorio Doctor Carlos Duran.

Según el Anuario de Transito del año 2015 realizado por la Dirección de Planificación Sectorial se presenta en la sección 30250 estación 625 un TPD de 2667, en donde un 37,53% corresponde a vehículos tipo automóvil, 49,7 % carga liviana, 3,85 % autobuses, 7,91 % camiones de 2 ejes y 1,01 % pertenece a camiones de 3 ejes.

Según los datos de la Dirección de Planificación Sectorial hay una tasa de crecimiento del 4,74 %, haciendo uso de la formula $V_f = V_i (1 + i)^a$, en donde i = tasa crecimiento y a "son los años de proyección, se tiene que el TPD es de 3928.

2.1.1 Condición real

El tramo antes y después del puente en cuestión presenta terreno ondulado con pendientes que van desde 15 al 25 %, la vía consta de un carril por sentido, en donde la vía presenta un ancho de 6.0 m, en las siguientes imágenes se muestran los accesos al puente. En donde la velocidad máxima es de 40 kph.



Imágenes 2 y 3. Vista de accesos este y oeste del puente.

El puente tiene un ancho de aproximadamente 5.0 m, por lo que existe una regulación por medio de un "CEDA" en el acceso oeste. El puente carece de facilidades peatonales o aceras para los usuarios que caminan por la zona, En la siguiente imagen se muestra la condición geométrica del puente.

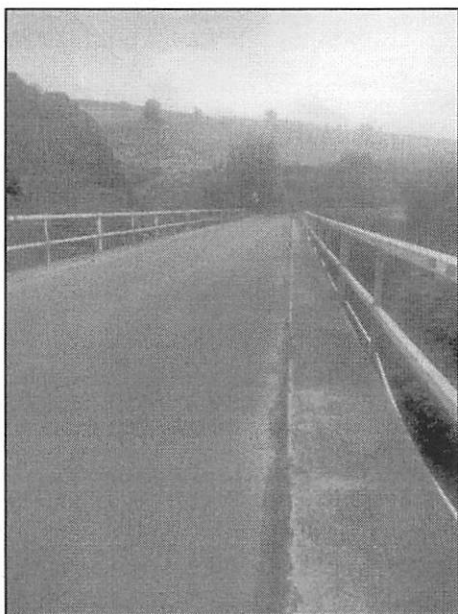


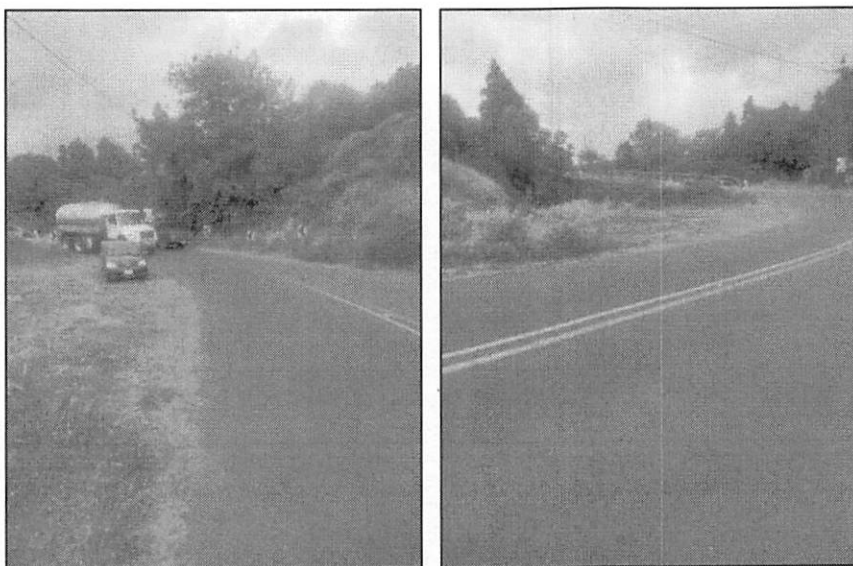
Imagen 4. Vista del puente.

El puente posee una baranda que ha sido colisionada o carece de algunos elementos como se muestra en las siguientes imágenes.



Imágenes 5 y 6. Deficiencias de las barandas del puente.

A continuación, se presentan las zonas de aproximación al puente en el acceso este se presenta un talud de pendiente positiva y al otro margen hay una zona plana que finaliza en la margen del río.



Imágenes 7 y 8. Vista de acceso este del puente.

En el acceso oeste las zonas de aproximación al puente hay una curva en donde en la margen derecha hay una cerca de madera y a la izquierda se presenta un bordillo de aproximadamente 20 cm con algunas señales preventivas del tipo P-1-9 "Chevron" (Delineadores de Dirección), en las siguientes imágenes se muestra lo mencionado anteriormente.

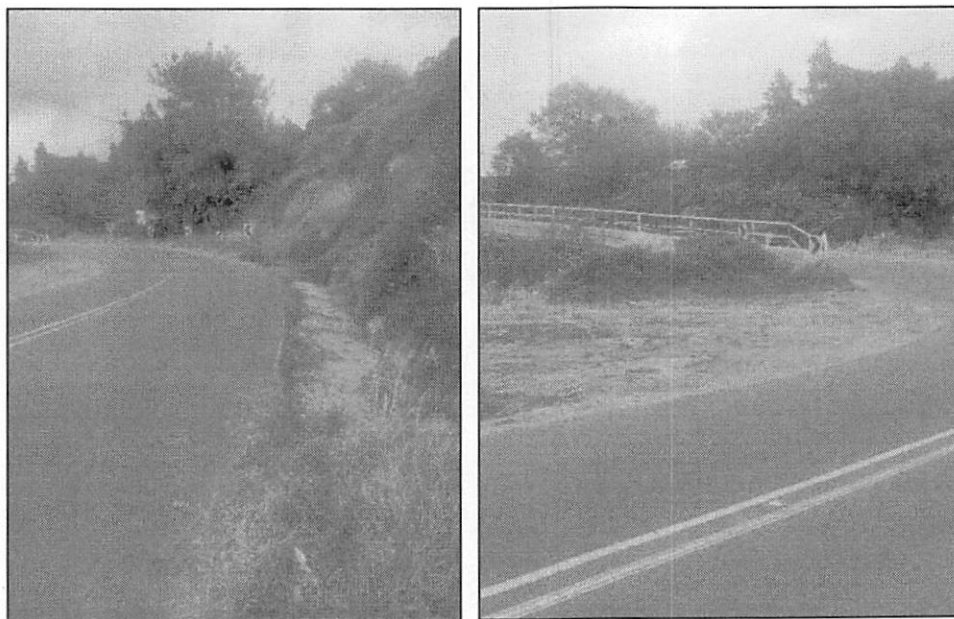


Imágenes 9 y 10. Vista de acceso oeste del puente.



Imágenes 11 y 12 Bordillos existentes en las márgenes.

En el acceso este posterior al talud se presenta un bordillo y señales preventivas del tipo P-1-9 "Chevron" (Delineadores de Dirección), en las siguientes imágenes se muestra lo mencionado anteriormente.



Imágenes 13 y 14 Señales tipo "Chevron" en el acceso este del puente.

Aunado a lo anterior se puede observar que hay en la margen derecha una cuneta traspasable y recuperable y posterior a esta hay un talud de pendiente positiva, los cuales finalizan en la depresión del río.

2.1.2 Condición Propuesta según la norma

Según el Manual de Seguridad Vial la mayoría de los accidentes no pueden atribuirse a una sola causa, sino que son el resultado de una compleja secuencia de acciones e interacciones entre varios componentes del sistema humano-ambiente-vehículo (HAV). La experiencia indica que ejecutando acciones simultáneas en varios de estos componentes puede ser una estrategia muy efectiva para resolver un problema específico. Esto genera un efecto de sinergia que incrementa el beneficio que se obtiene de acciones individuales.

Con el propósito de lograr una operación segura del tráfico, se debe respetar el principio de calidad: cumpliendo completamente cinco requerimientos básicos:

- Visibilidad,
- Vías con diseño auto explicativo,
- Adecuación de la infraestructura a la dinámica de los vehículos,
- Posibilidades de maniobra y recuperación,
- Reducción de la severidad de impacto.

A continuación, se presentan elementos que se deben considerar para mejorar la seguridad vial y comodidad a la hora de pasar por la zona.

Tomando en consideración lo que dicta el Manual de Seguridad vial las zonas de aproximación al puente, como también el paso son un posible peligro en caso de pérdida de control, salida de la vía y caída al cuerpo de agua (Río) y precipicio, el Manual de Seguridad vial nos remite al Manual SCV, Guía para el Análisis y Diseño de Seguridad Vial de Márgenes de Carreteras para el respectivo tratamiento de dicho hallazgo.

Según esa norma el tratamiento a seguir es el siguiente: Las opciones de diseño para evitar que elementos de la infraestructura, obstáculos y otros elementos sean potenciales peligros en los márgenes de una carretera son, en orden de preferencia, los siguientes:

1. Remover o eliminar el obstáculo o peligro.
2. Rediseñar o modificar el obstáculo para que sea traspasable de forma segura.
3. Relocalizar el obstáculo a un sitio donde sea menos probable colisionar contra él.
4. Reducir la severidad de un potencial impacto usando un dispositivo fusible apropiado.
5. Proteger del obstáculo mediante un sistema de contención vial (como una barrera de seguridad o un amortiguador de impactos, entre otros) diseñado para contener y redireccionar a los vehículos.
6. Delinear o demarcar el obstáculo en caso de que las opciones anteriores no sean factibles o apropiadas.

Debido a las condiciones que existen en la zona, solo es posible implementar los dos últimos tratamientos, ya que la infraestructura ya está construida. En el caso de colocar una barrera de contención vehicular la Guía de Márgenes Seguras en el apartado 4.6 se establece la metodología para calcular la longitud de la barrera de contención tanto antes y después del obstáculo. En donde en el caso de una barrera paralela a la vía se utiliza la siguiente formula:

$$X = \frac{LA-L2}{\frac{LA}{LR}} \text{ Longitud para barrera paralela.}$$

Las zonas de aproximación al puente presentan curvas por lo que la longitud de la barrera en un tramo curvo de carretera se debería calcular por medio de una metodología gráfica. Se asume que la trayectoria de salida de la vía del vehículo es tangente a la curva. Este será el caso si la zona libre disponible en los márgenes de la vía es plana y traspasable.

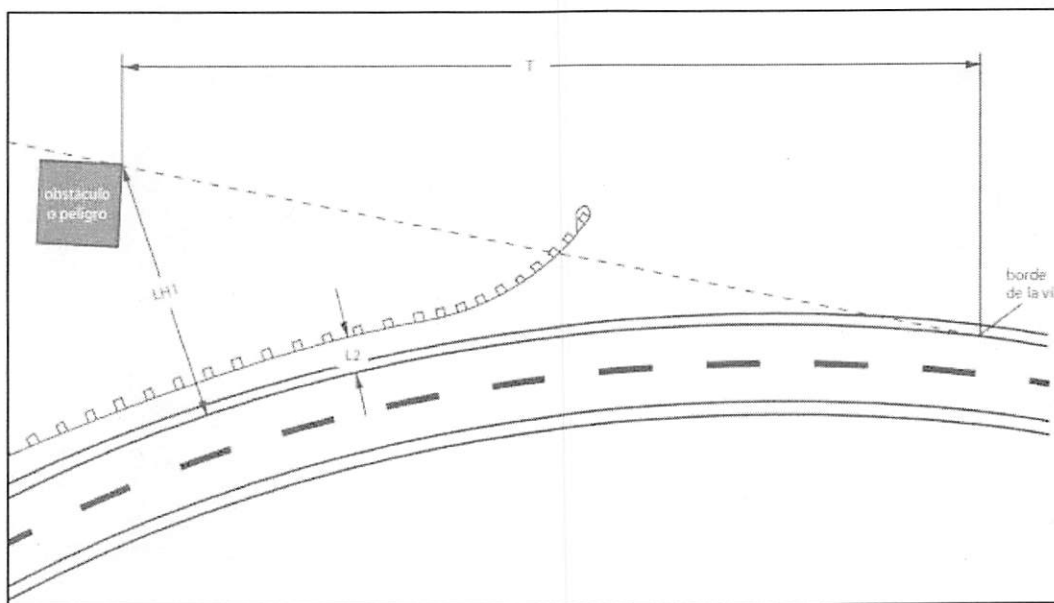


Imagen 15 Longitud de barrera de contención en tramo curvo.

2.1.3 Causa

En la zona en estudio se logran ubicar los siguientes obstáculos que pueden ocasionar accidentes en caso de salida de la vía.

Hallazgos Encontrados			
Descripción	Nivel de riesgo	Tipo de accidente	Gravedad
Puente sin pretil	Alto	Caída desde plataforma de un puente	Muy grave
Zona de aproximación a puente	Alto	Caída a un precipicio y cuerpo de agua	Muy grave
Bordillo	Normal	Colisión con el elemento	normal
Talud positivo	Normal	Colisión con el elemento	normal

En el acceso este es muy evidente que han colisionado el inicio de las barandas del puente en donde es posible caer a la depresión del río y ocurrir un accidente muy grave, por lo que es fundamental reducir dicho riesgo.

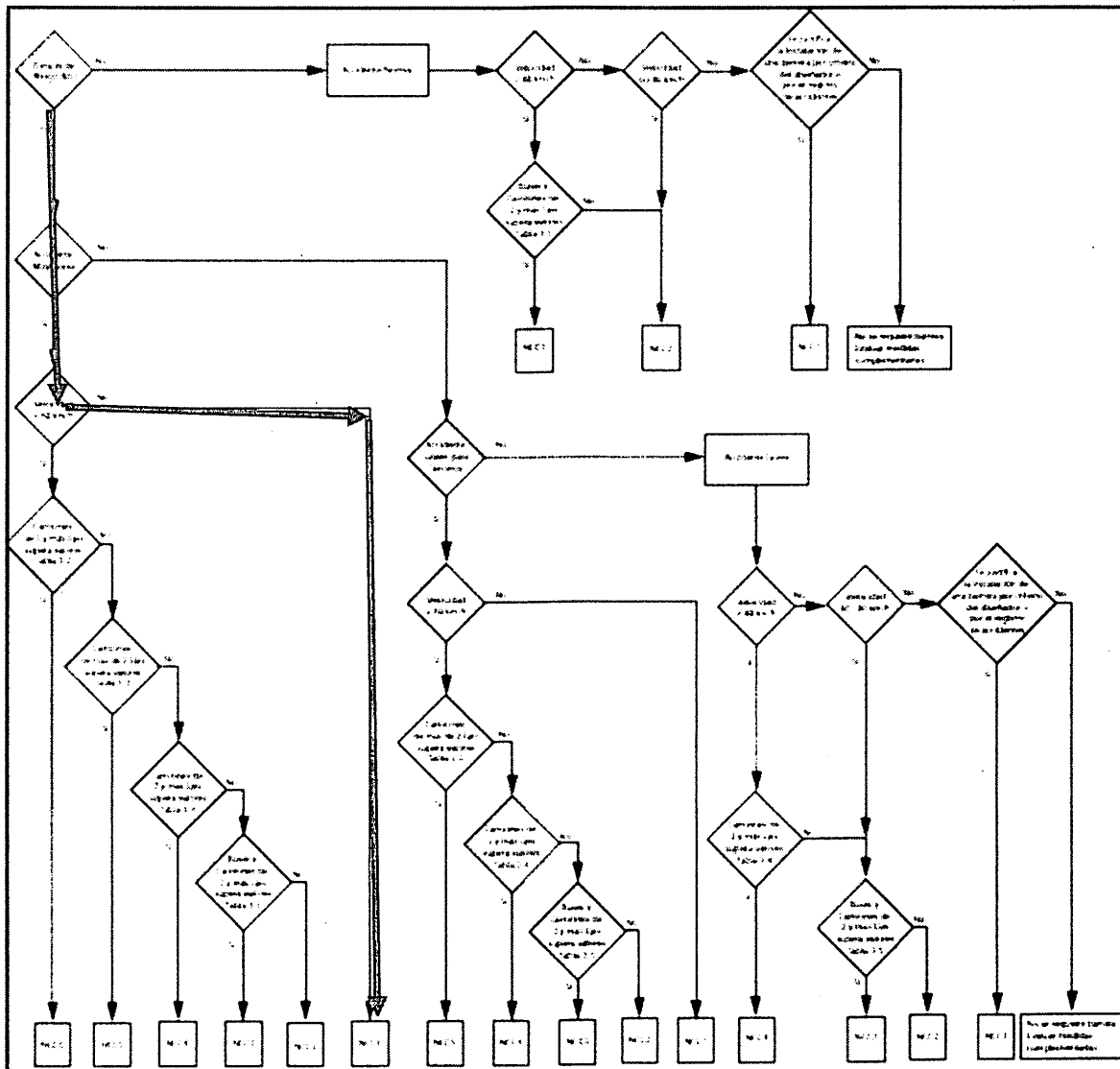
En la zona se mezclan una serie de condiciones que intervienen en el diseño de los márgenes de carreteras. Ya que en el acceso este hay una curva y un talud por lo que no se puede realizar la metodología geométrica para obtener la longitud de la barrera de contención, como también en el acceso oeste hay un acceso en la zona adyacente del puente que restringiría el desarrollo de la barrera de contención.

2.1.4 Efecto

Con la colocación de una barrera de contención tipo "Pretil" en la plataforma del puente se reduce la ocurrencia de un accidente muy grave, como también en sus zonas de aproximación, en donde debido a la falta de espacio se recomienda eliminar el bordillo y en ese espacio colocar las barreras de contención.

Según el algoritmo de escogencia del nivel de contención de la barrera, en la zona se debe colocar una barrera del tipo "NCC1", en donde según la norma EN 1317 corresponde a una barrera con un nivel de contención del tipo "N2" y según normas NCHRP 350 y MASH recae en barreras tipo TL2, las cuales son de contención baja.

A continuación, se muestra la ruta de escogencia en el algoritmo del Manual de Márgenes Seguras.



3 Conclusión

3.1.1 Conclusiones

- En la zona en estudio se requiere reducir la posibilidad de ocurrencia de accidentes catalogados como muy graves, por lo que se requiere colocar barreras de contención tipo pretil en la plataforma del puente y en sus zonas de aproximación.
- Debido a las condiciones y metodología del Manual de Márgenes Seguras se requieren barreras con un nivel de contención del tipo "N2" o "TL2" según la norma.

- Por las condiciones existente en la zona no es posible aplicar la metodología geométrica para determinar la longitud de las barreras.
- Debido a la falta de espacio se requiere eliminar el bordillo existente, en donde se ubicarían las barreras de contención en las aproximaciones al puente.

3.1.2 Recomendaciones

AL CONSEJO NACIONAL DE VIALIDAD.

- Colocar una barrera de contención tipo pretil en la plataforma del puente con un nivel de contención del tipo "N2" o "TL2".
- Se debe eliminar el bordillo en las márgenes de la vía con el fin de colocar las barreras de contención.
- Colocar en las zonas de aproximación barreras de contención del tipo "N2" o "TL2", con sus respectivas terminales absorbentes de energía (TAE) como se muestra en el esquema adjunto.

4 Anexos

4.1 Anexo 1. Glosario

Carril: espacio longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitado o no por marcas viales longitudinales, y con anchura suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Coordenada: referencia numérica para la ubicación de un sitio.

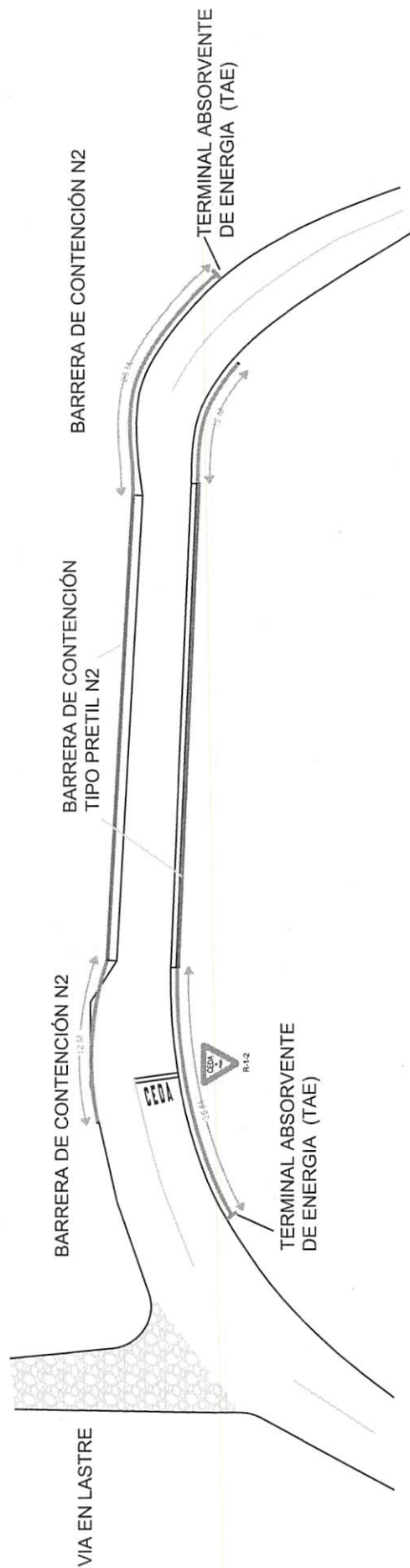
Demarcación horizontal: demarcación constituida por líneas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordes y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ella, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodamiento, con el fin de regular o canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos.

Intersección: aquellos elementos de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos. Estas infraestructuras permiten a los usuarios el intercambio entre caminos.

Odómetro: instrumento utilizado para medir distancias.

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, o para advertir sobre la existencia de algún peligro en la vía y su entorno, o para guiar e informar sobre rutas, nombres y ubicación de lugares.

4.2 Anexo 2. Esquemas.



EXPEDIENTE: ED-EB-22-0088	OFICIO: MOPT-03-05-01-0214-2023	FECHA: 09/5/2023	LÁMINA: 1 / 1	ESCALA: SIN ESCALA	DIBUJO: MIGUEL CUBILLO E.	DISEÑO:  MIGUEL CUBILLO E.	REVISIÓN:  ING. R. RODRIGUEZ VARGAS	APROBACIÓN:  ING. R. RODRIGUEZ VARGAS
PROYECTO: BARRERAS DE CONTENCIÓN RÍO TATISÚ, RUTA NACIONAL N° 219		CONTENIDO: COLOCACIÓN DE BARRERAS DE CONTENCIÓN						

5 Bibliografía

Ley N° 6324: Ley de Administración Vial. (24 de mayo de 1979). Diario Oficial La Gaceta.
Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Secretaría de Integración Económica Centroamericana. (2015). Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control de Tránsito. Guatemala: SIECA.

Consejo de Seguridad Vial, Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial Segunda Edición Octubre del 2013