



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

MEJORA DEL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS EN LA RED VIAL
NACIONAL CON BERMAS-CUNETAS PARA EL TRÁNSITO VEHICULAR Y
DRENAJE LONGITUDINAL

Línea de investigación:

Seguridad vial e infraestructura de transporte

Tesis para optar el Grado de Maestro en Gerencia de Proyectos de
Ingeniería

Autor

Villena Carpio, Richard Adhemar

Asesor

Quispe Prado, Wilber

ORCID: 0000-0003-2452-3669

Jurado

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

García Urrutia Olavarría, Roque Jesús Leonardo

Bazán Briceño, José Luis

Lima - Perú

2024

MEJORA DEL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS EN LA RED VIAL NACIONAL CON BERMAS-CUNETAS PARA EL TRANSITO VEHICULAR Y DRENAJE LONGITUDINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	www.ositran.gob.pe Fuente de Internet	2%
3	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
7	fliphtml5.com Fuente de Internet	1%
8	repository.unimilitar.edu.co Fuente de Internet	<1%



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO
MEJORA DEL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS EN LA RED VIAL
NACIONAL CON BERMAS-CUNETAS PARA EL TRÁNSITO VEHICULAR Y
DRENAJE LONGITUDINAL

Línea de Investigación:

Seguridad Vial e Infraestructura de Transporte

Tesis para optar el Grado de Maestro en Gerencia de Proyectos de Ingeniería

Autor (a):

Villena Carpio, Richard Adhemar

Asesor (a):

Quispe Prado, Wilber

ORCID: 0000-0003-2452-3669.

Jurado:

Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique

García Urrutia Olavarría, Roque Jesús Leonardo

Bazán Briceño, José Luis

Lima, Perú

2024

Dedicatoria

A mi esposa Tatiana Villena, quien me acompaña y apoya en las decisiones de mi desarrollo profesional,

A mi madre Jobita Carpio, a mi hermana Ingeborg Villena y a mis hijas Adheli Villena y Marly Villena.

Agradecimiento

Y muy especial reconocimiento, agradezco a mi amigo y compadre Adolfo Chávez Loaiza por su permanente apoyo y que ya descansa en paz, así como a mi gran amigo y compadre Roger Flores Vizcardo, distinguido Arquitecto.

En general a todos familiares y amigos que estuvieron presentes desde el inicio de mi carrera profesional.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Descripción del problema	28
1.3 Formulación del problema	32
<i>1.3.1 Problema general.....</i>	<i>32</i>
<i>1.3.2 Problemas específicos.....</i>	<i>32</i>
1.4 Antecedentes.....	33
1.5 Justificación	34
<i>1.5.1 Justificación teórica.....</i>	<i>36</i>
<i>1.5.2 Justificación metodológica.....</i>	<i>36</i>
<i>1.5.3 Justificación social.....</i>	<i>37</i>
1.6 Limitaciones.....	37
<i>1.6.1 Limitaciones bibliográficas.....</i>	<i>37</i>
<i>1.6.2 Limitaciones teóricas</i>	<i>38</i>
<i>1.6.3 Limitación institucional</i>	<i>38</i>
1.7 Objetivos de la investigación	38
<i>1.7.1 Objetivo general.....</i>	<i>38</i>
<i>1.7.2 Objetivos específicos.....</i>	<i>38</i>
II. MARCO TEÓRICO	40
2.1 Marco Conceptual en la Gerencia de Proyectos de Ingeniería	40

2.2 La vialidad y el desarrollo de componentes hidráulicos.....	41
2.3 Las Bermas-Cunetas como solución para la descarga de las aguas de lluvia y mayor seguridad para el usuario de carreteras	42
2.4 La gerencia de proyectos asistido por programas de cómputo	48
2.5 Asana, MS Project, HCanales y el Caldren	49
2.5.1 <i>Asana Software</i>	49
2.5.2 <i>Ms Project Software</i>	49
2.5.3 <i>HCanales Software</i>	49
2.5.4 <i>Caldren Software</i>	50
2.6 Mejorar los tiempos y administrar los recursos para la ejecución completa del proyecto	50
2.7. Propuesta de Berma Cuneta	51
III. MÉTODO	53
3.1 Tipo de investigación.....	53
3.2 Población y muestra.....	53
3.3 Operacionalización de variables	56
3.4 Instrumentos para la recolección de datos	57
3.5 Procedimientos.....	57
3.6 Análisis de los datos	64
3.7 Consideraciones éticas.....	65
3.7.1 <i>Seguridad vial</i>	65
3.7.2 <i>Transparencia y divulgación</i>	65
3.7.3 <i>Impacto ambiental</i>	65
IV. RESULTADOS	66
4.1. Interpretación de Resultados.....	66
4.1.1 <i>Nivel Descriptivo</i>	66
4.1.2 <i>Resultados analíticos</i>	68

V. DISCUSION DE RESULTADOS.....	72
VI. CONCLUSIONES.	74
VII.RECOMENDACIONES	75
VIII. REFERENCIAS.....	76
IX. ANEXOS.....	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Accidentes de tránsito en carreteras desde 2017 hasta 2022	14
Tabla 2	Tipo de Accidentes y Porcentajes en Carreteras desde año 2017 hasta 2022..	15
Tabla 3	Tipo de Accidentes y Porcentajes desde año 2017 hasta 2022.....	16
Tabla 4	Cantidad de Fallecidos por Año en Carreteras desde año 2017 hasta 2022	18
Tabla 5	Heridos por Accidentes de Tránsito en Carreteras desde año 2017 hasta 2022.....	19
Tabla 6	Accidentes de Tránsito, Cantidad de Fallecidos y Heridos por Región año 2022.....	20
Tabla 7	Cantidad de Accidentes de Tránsito por Tipo año 2022.....	24
Tabla 8	Cantidad de Accidentes por Día de Ocurrencia año 2022	25
Tabla 9	Relación Profundidad/Ancho de Cunetas por Región	46
Tabla 10	Operacionalización de variables	57
Tabla 11	Intensidad de duraciones menores a 24 hrs – Estación San Ramón	60
Tabla 12	Velocidades recomendadas del flujo.	64
Tabla 13	Accidentes, fallecidos, heridos, tipo de accidente periodo 2017 al 2022	66
Tabla 14	Verificación de Resultados de la Encuesta Realizada en la Vía Chosica – Satipo.....	67
Tabla 15	Verificación de Datos y Resultados Hidráulicos de Alternativa Propuesta....	69
Tabla 16	Velocidades Permitidas en Tipos de revestimiento de Estructuras Hidráulicas.....	69
Tabla 17	Resultados de Fallecidos y Heridos con proyecto de Berma-Cuneta - data 2017-2022.....	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Accidentes de Tránsito en Carreteras desde 2017 hasta 2022.....	15
Figura 2 Accidentes de Tránsito por Tipo en Carreteras desde el año 2017 hasta 2022.....	16
Figura 3 Accidentes de Tránsito en Carreteras por Tipo y Porcentaje desde el año 2017 hasta 2022	17
Figura 4 Fallecidos por accidentes de tránsito en carreteras desde el año 2017 hasta 2022.....	18
Figura 5 Heridos por Accidentes de Tránsito en carreteras desde el año 2017 hasta 2022.....	19
Figura 6 Cantidad de Fallecidos por Región año 2022.....	21
Figura 7 Porcentaje de Heridos por Región año 2022	22
Figura 8 Cantidad de heridos por Región año 2022	22
Figura 9 Porcentaje de heridos por Región año 2022	23
Figura 10 Porcentaje de Accidente por Tipo año 2022	24
Figura 11 Accidentes por día de ocurrencia año 2022.....	25
Figura 12 Carreteras Más Peligrosas del Mundo – Posición Décima del Perú	27
Figura 13 Localidad de Acos, ruta de Proyecto Vial Chancay-Pucallpa.....	29
Figura 14 Imagen de la vía asfaltada del primer tramo de proyecto vial Chancay-Pucallpa Km.52.....	30
Figura 15 La vía asfaltada del primer tramo de proyecto vial Chancay-Pucallpa Km.52.....	31
Figura 16 Imagen de la Vía en Carretera Central sin Berma y con Cuneta al borde del Carril.....	35
Figura 17 Imagen de la vía asfaltada del tramo Mazamari – Puerto Ocopa - Junín.....	35
Figura 18 Imagen de la vía asfaltada del tramo Mazamari – Puerto Ocopa - Junín.....	36
Figura 19 Parámetros elementales de una cuneta triangular según manual del MTC...43	43
Figura 20 Sección transversal de la zona a intervenir en la propuesta de solución	43
Figura 21 Vista de Accidente por cuneta profunda con respecto rasante de la vía	44
Figura 22 Vista de accidente por invasión de carril, berma angosta y cuneta profunda.....	45
Figura 23 Uso de Berma-Cuneta desde límite de vía - línea blanca en España	47
Figura 24 Uso de Berma-Cuneta en carreteras en Brasil.....	48
Figura 25 Dimensiones de cunetas en zona muy lluviosa de sierra y selva	52

Figura 26 Dimensiones de bermas - cunetas en zona muy lluviosa de sierra y selva ...	52
Figura 27 Control de tráfico de Vehículos en Carretera Central	54
Figura 28 Registro de vehículos por tipo en 3 estaciones de peaje años 2019 y 2020 ..	55
Figura 29 Proyecto de Carretera de doble sentido Chancay – Pucallpa	56
Figura 30 Modelo de diagrama de Gantt del software MS Project	59
Figura 31 Software HCanales para determinación de cálculos hidráulicos.....	62
Figura 32 Software Caldren - cálculos hidrológicos e hidráulicos.....	63
Figura 33 Presentación de actividades del proyecto con el Asana	64
Figura 34 Tendencia estadística de accidentes, fallecidos y heridos periodo 2017 - 2022.....	66
Figura 35 Verificación de Resultados de la Propuesta en la zona de análisis – San Ramón.....	69
Figura 36 Verificación de Resultados de la Propuesta en la zona de análisis – San Ramón.....	71
Figura 37 Tasa de Mortalidad en América del Sur, muerte de personas en carreteras por cada 100,000 habitantes.....	73

RESUMEN

El objetivo de proponer la incorporación de bermas-cunetas en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, en lugar de las soluciones tradicionales utilizadas para el diseño de carreteras pavimentadas en la Red Vial Nacional, es mejorar la seguridad del tráfico vehicular y del drenaje longitudinal, brindando mayor visibilidad y protección a los usuarios. La metodología empleada se basa en la revisión documental y en la experiencia profesional en Hidráulica y Obras de Arte, lo que representa un trabajo importante y de enfoque no experimental, respaldado por una investigación de campo, con recolección de datos a través de observaciones y la aplicación de instrumentos, con un alcance descriptivo, donde se busca detallar los datos estadísticos registrados por SUTRAN sobre los incidentes ocurridos. La Gerencia de Proyectos de Ingeniería Vial participa en todo el proceso de mejoramiento de las condiciones de la infraestructura, los plazos programados y la administración de recursos, dando mayor prioridad a la seguridad de las personas que al costo del proyecto vial. Mejorar las carreteras de doble vía debe ser una prioridad en la toma de decisiones. La implementación de un tercer carril de al menos 3.30 metros de ancho, en lugar de la actual cuneta de aproximadamente 1.20 metros, permitiría a los vehículos pesados transitar incluso en épocas de lluvia, dejando libre un carril para que los vehículos de pasajeros y livianos puedan avanzar a las velocidades permitidas. Esto reduciría significativamente el riesgo de choques y maniobras peligrosas durante los adelantamientos, brindando una mayor seguridad vial

Palabras claves: Bermas, Cunetas, mejora, diseño, vidas, muertes, accidentes. carreteras.

ABSTRACT

The objective of proposing the incorporation of berms-ditches in the Manual of Hydrology, Hydraulics and Drainage, instead of the traditional solutions used for the design of paved roads in the National Road Network, is to improve the safety of vehicular traffic and longitudinal drainage, providing greater visibility and protection to users. The methodology used is based on documentary review and professional experience in Hydraulics and Works of Art, which represents an important work with a non-experimental approach, supported by a field research, with data collection through observations and the application of instruments, with a descriptive scope, which seeks to detail the statistical data recorded by SUTRAN on the incidents that have occurred. The Road Engineering Project Management participates in the entire process of improving infrastructure conditions, scheduled deadlines and resource management, giving greater priority to the safety of people than to the cost of the road project. Improving dual carriageways should be a priority in decision making. The implementation of a third lane of at least 3.30 meters wide, instead of the current ditch of approximately 1.20 meters, would allow heavy vehicles to travel even in rainy weather, leaving one lane free for passenger and light vehicles to travel at permitted speeds. This would significantly reduce the risk of crashes and dangerous maneuvers during overtaking, providing greater road safety.

Keywords: berms, curbs, improvement, design, lives, fatalities, accidents. roads.

I. INTRODUCCIÓN

La Red Vial Nacional es el pilar fundamental para el desarrollo económico y social del Perú y otros países, por tanto, el diseño, la construcción y mantenimiento adecuado de las carreteras pavimentadas sigue siendo un desafío constante (Romero & Quispe, 2024). En este contexto, la investigación propuesta sobre "Mejora del diseño de carreteras pavimentadas en la red vial nacional con bermas-cunetas para el tránsito vehicular y drenaje longitudinal" cobra una relevancia crucial (Oviedo , 2023).

El presente estudio busca abordar problemáticas clave relacionadas con el diseño de carreteras, enfocándose en la incorporación de elementos críticos como las bermas, cunetas y el drenaje longitudinal. Estos componentes desempeñan un papel fundamental en la seguridad, durabilidad y eficiencia del tránsito vehicular, así como el drenaje adecuado del agua de lluvias y la prevención de daños a la infraestructura vial (Luna et al., 2019).

A través de un enfoque innovador y multidisciplinario, esta investigación pretende evaluar el estado actual de la Red Vial Nacional, identificar las deficiencias y errores en el diseño de carreteras, finalmente, proponer soluciones integrales que optimicen la experiencia de los usuarios y mejoren la sostenibilidad de la infraestructura.

Los hallazgos de este estudio tendrán un impacto significativo en la formulación de políticas públicas, la planificación y la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo y mantenimiento de la Red Vial Nacional. Además, los resultados obtenidos servirán como una valiosa referencia para ingenieros, planificadores y tomadores de decisiones, contribuyendo así a la mejora continua de la infraestructura vial del país (Tavera Medina, 2020).

1.1 Planteamiento del problema

Las carreteras pavimentadas y los caminos compactados en Perú han jugado un papel crucial en el desarrollo del tráfico y las conexiones entre diferentes regiones del país. Desde la concepción y el diseño inicial de una carretera, ésta debe cumplir con requisitos básicos de construcción para brindar la máxima seguridad posible a los usuarios de vehículos de carga, pasajeros y livianos que circulan por la Red Vial Nacional, registrada en la Plataforma Nacional de Datos Abiertos del MTC. Sin embargo, en la práctica esto no siempre se cumple, ya que los diseños de las cunetas ya no son adecuados para la cantidad de vehículos, incluidos los de carga pesada y transporte de pasajeros, que transitan por ellas, lo que aumenta dramáticamente el riesgo de seguridad en el tráfico (Bravo & Mires, 2020).

Con mayor precisión, puedo afirmar que uno de los factores relevantes es el sistema de drenaje longitudinal presente en todas las carreteras de la Red Vial Nacional. Su uso más importante se da durante la temporada de lluvias, que en el Perú dura de 4 a 6 meses, o cuando se presentan fenómenos como El Niño o La Niña, tal como se menciona en el Informe N° 34-2023/SEHAMHI-DMA-SPC. En los restantes 6 a 8 meses del año, este sistema de drenaje suele permanecer sin uso efectivo, dependiendo de la zona. No obstante, a lo largo de su vida útil, se han convertido en elementos de alto riesgo, especialmente en los radios de giro de las vías de dos carriles, debido a que los vehículos de carga pesada o de pasajeros, al ingresar a las curvas, invaden sin consideración el carril contrario, incrementando así la cantidad de accidentes de tránsito con consecuencias fatales.

En este sentido, es necesario considerar cuidadosamente la manera en que se disponen los elementos de drenaje longitudinal a lo largo de la carretera. Estos elementos, diseñados y construidos de acuerdo con la normativa vigente, tienen el propósito de descargar los caudales de lluvia que se acumulan en las vías pavimentadas hacia las obras de drenaje transversal. Estos

fundamental para prevenir accidentes, ya que las profundidades y anchos de estos sistemas de drenaje se determinan en función de la información hidrológica y la topografía, tal como se establece en los Expedientes Técnicos.

Para evitar mayores costos, se tiende a diseñar de manera inadecuada, lo que conlleva a accidentes fatales en los taludes rocosos o precipicios, debido a la limitada infraestructura de la vía, que suele contar solo con dos carriles, sin cunetas o bermas suficientes, como se observa claramente en el tramo Chosica-La Oroya de la Carretera Central y otras vías de la Red Vial Nacional, además, las imprudentes maniobras de los conductores al intentar adelantar a vehículos más lentos en vías de doble sentido, sin el espacio necesario, contribuyen a aumentar el riesgo de siniestros.

Para demostrar lo mencionado, se han obtenido los Reportes Estadísticos de la Dirección de Protección de Carreteras (DIRPRCAR) de la Policía Nacional del Perú (PNP), en coordinación con el Centro de Gestión y Monitoreo (CGM) de la Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Cargas y Mercancías (SUTRAN). Desde el 2017 hasta el 2022, se han registrado 25,877 accidentes de tránsito en las carreteras de la Red Vial Nacional, tal como se muestra en la tabla 1 y la figura 1.

Tabla 1

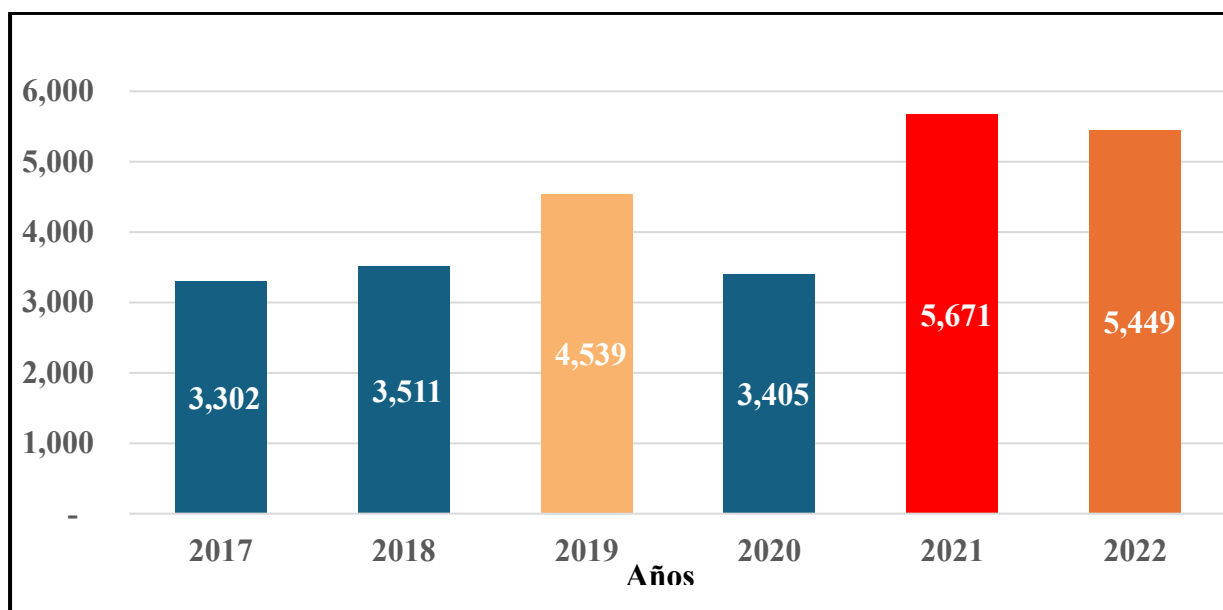
Accidentes de tránsito en carreteras desde 2017 hasta 2022

Año	Cantidad	%
2017	3,302	13%
2018	3,511	14%
2019	4,539	18%
2020	3,405	13%
2021	5,671	22%
2022	5,449	21%
Totales	25,877	100%

Nota: Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Figura 1

Accidentes de Tránsito en Carreteras desde 2017 hasta 2022



Nota: Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

De acuerdo con la clasificación de la DIRPRCAR, de los 25,877 accidentes ocurridos entre 2017 y 2022, los tipos más comunes fueron choques, despistes, atropellos, accidentes especiales y vuelcos, tal como se detalla en la tabla 2 y en la figura 2.

Tabla 2

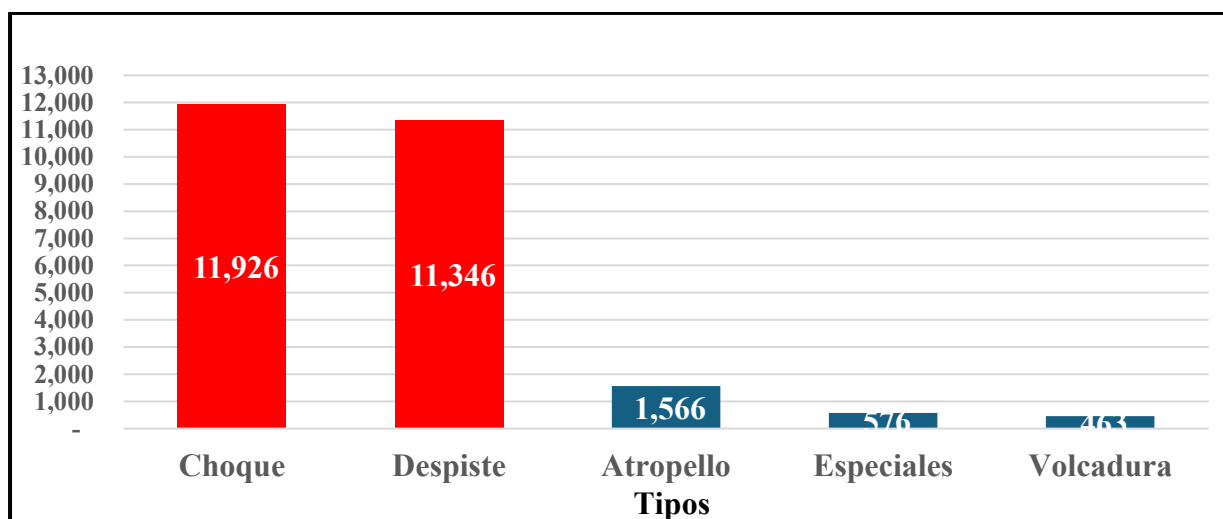
Tipo de Accidentes y Porcentajes en Carreteras desde año 2017 hasta 2022

Tipo de Accidente	Cantidad	%
Choque	11,926	46%
Despiste	11,346	44%
Atropello	1,566	6%
Especiales	576	2%
Volcadura	463	2%
Totales	25,877	100%

Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Figura 2

Accidentes de Tránsito por Tipo en Carreteras desde el año 2017 hasta 2022



Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Según los datos proporcionados por SUTRAN, los tipos de accidentes que se presentan con mayor frecuencia son los choques, con un 46%, los despistes, con un 44% de los 25,877 accidentes registrados. En menor medida, son los atropellos, que conforman el 6% de los casos, mientras que los accidentes especiales, como incendios o causas involuntarias, y los vuelcos, representan el 2% restante, respectivamente. Estas cifras se reflejan en la Tabla 3 y la figura 3.

Tabla 3

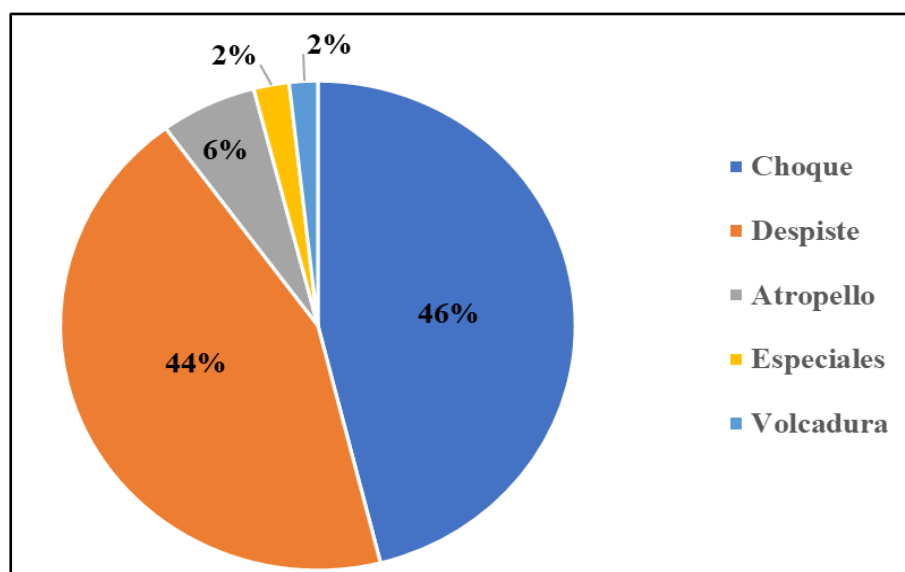
Tipo de Accidentes y Porcentajes desde año 2017 hasta 2022

Tipo de Accidente	Cantidad	%
Choque	11,926	46%
Despiste	11,346	44%
Atropello	1,566	6%
Especiales	576	2%
Volcadura	463	2%
Totales	25,877	100%

Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Figura 3

Accidentes de Tránsito en Carreteras por Tipo y Porcentaje desde el año 2017 hasta 2022

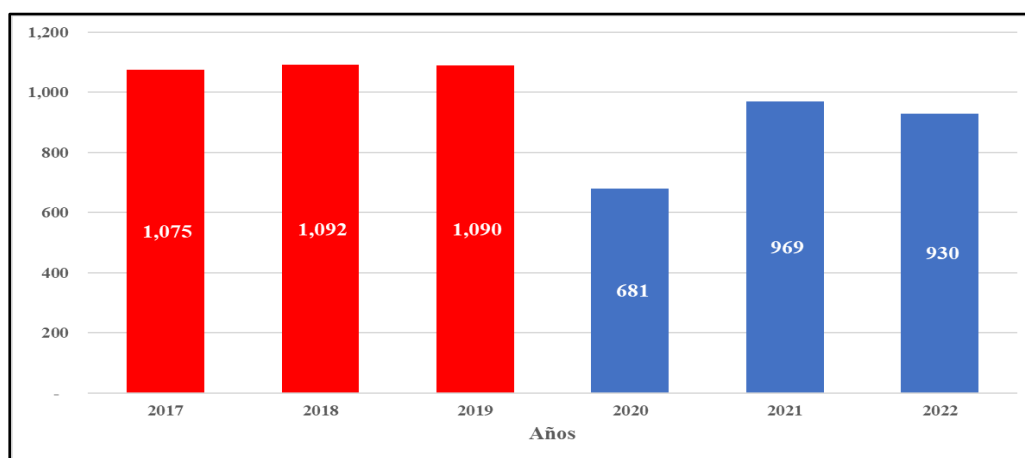


Nota. Datos DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

En el período comprendido entre el año 2017 y el 2022, se registraron 5,837 fallecimientos. El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró la pandemia de COVID-19 en 112 países, y el 15 de marzo del mismo año, el gobierno de turno del Perú decretó el estado de emergencia sanitaria, permaneciendo vigente hasta el 25 de octubre de 2022. La OMS mantuvo su declaración de pandemia hasta el 25 de mayo de 2023. No obstante, desde 2020 hasta 2022, continuaron ocurriendo accidentes de tránsito con víctimas fatales, como se muestra en la tabla 4 y figura 4.

Tabla 4*Cantidad de Fallecidos por Año en Carreteras desde año 2017 hasta 2022*

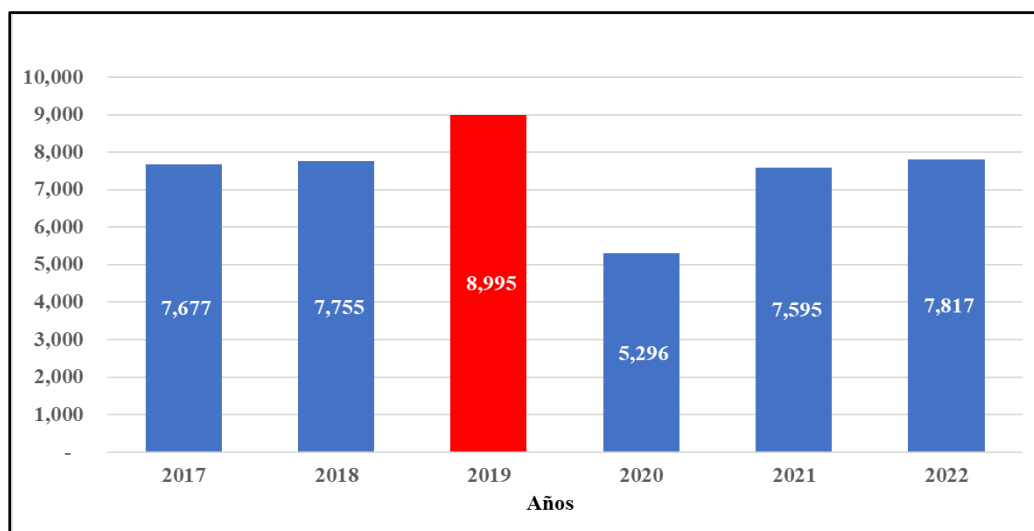
Año	Cantidad	%
2017	1,075	18%
2018	1,092	19%
2019	1,090	19%
2020	681	12%
2021	969	17%
2022	930	16%
Totales	5,837	100%

Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC**Figura 4***Fallecidos por accidentes de tránsito en carreteras desde el año 2017 hasta 2022**Nota.* Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Según los registros de SUTRAN, en los últimos seis años, se observa que los años 2017, 2018 y 2019 presentaron la mayor cantidad de accidentes, siendo 2018 el año con el mayor número. Incluso durante la pandemia de COVID-19 a finales de 2019, cuando se declaró el estado de emergencia nacional, también se produjeron accidentes fatales con pérdida de vidas y heridos. En total, en el período comprendido entre 2017 y 2022, se registraron 5,837 fallecidos y 45,135 heridos, como se muestra en la Tabla 5 y la figura 5.

Tabla 5*Heridos por Accidentes de Tránsito en Carreteras desde año 2017 hasta 2022*

Año	Cantidad	%
2017	7,677	17%
2018	7,755	17%
2019	8,995	20%
2020	5,296	12%
2021	7,595	17%
2022	7,817	17%
Totales	45,135	100%

Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC**Figura 5***Heridos por Accidentes de Tránsito en carreteras desde el año 2017 hasta 2022**Nota.* Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

En 2022, los datos registrados y ordenados de mayor a menor en la Tabla 6 ofrecen un panorama detallado de los accidentes de tránsito ocurridos en todo el Sistema de la Red Vial Nacional, facilitando un conocimiento más claro de la situación por región y permitiendo fundamentar adecuadamente el problema y plantear soluciones. Se contabilizaron 5,499

accidentes en carreteras nacionales y departamentales, con 930 víctimas mortales y 7,817 heridos. Las regiones de Lima, Puno, Arequipa, Junín y Ancash encabezan la lista de las 25 existentes en el país (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2008).

Tabla 6

Accidentes de Tránsito, Cantidad de Fallecidos y Heridos por Región año 2022

N°	Región	Accidentes	Fallecidos	Heridos
1	Lima	1,010	124	1,322
2	Arequipa	556	85	712
3	Puno	394	119	545
4	Junín	384	69	667
5	Ancash	376	57	552
6	La Libertad	371	80	654
7	Cajamarca	254	33	401
8	Ica	243	63	364
9	Piura	202	46	320
10	San Martín	193	29	211
11	Lambayeque	191	35	328
12	Cusco	164	58	286
13	Moquegua	157	15	213
14	Apurímac	136	10	119
15	Madre de Dios	126	14	131
16	Ayacucho	120	9	234
17	Huánuco	110	23	130
18	Tacna	98	17	126
19	Ucayali	97	16	104
20	Pasco	89	13	98
21	Amazonas	79	8	137
22	Huancavelica	56	2	113
23	Tumbes	25	1	29
24	Callao	16	4	14
25	Loreto	2	-	7
Totales		5,449	930	7,817

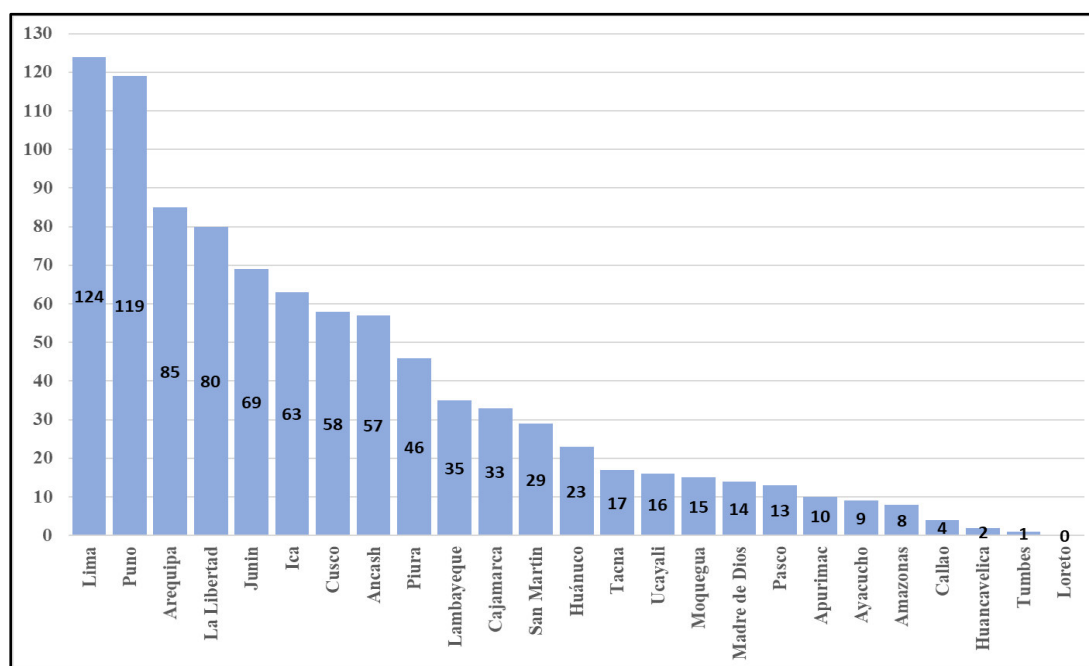
Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2008), menciona que, de los 930 decesos acaecidos en todo el territorio nacional durante el año 2022, Lima encabeza la lista de

las 10 principales regiones con 124 fallecidos, que representan el 13.33% del total. Le sigue Puno con 119 defunciones, equivalentes al 12.88%. Arequipa ocupa el tercer lugar con 85 muertes, correspondientes al 9.14%. La Libertad se ubica en cuarto lugar con 80 fallecimientos, que son el 8.60%. Junín registra 69 decesos, conformando el 7.24% del total. Ica alcanza 63 defunciones, que equivalen al 6.77%. Cuzco contabiliza 58 fallecimientos, que constituyen el 6.24%. Ancash presenta 57 decesos, que representan el 6.13%. Piura registra 46 muertes, que suponen el 4.95%. Por último, Lambayeque acumula 35 fallecimientos, equivalente al 3.76%. Figuras 6 y 7.

Figura 6

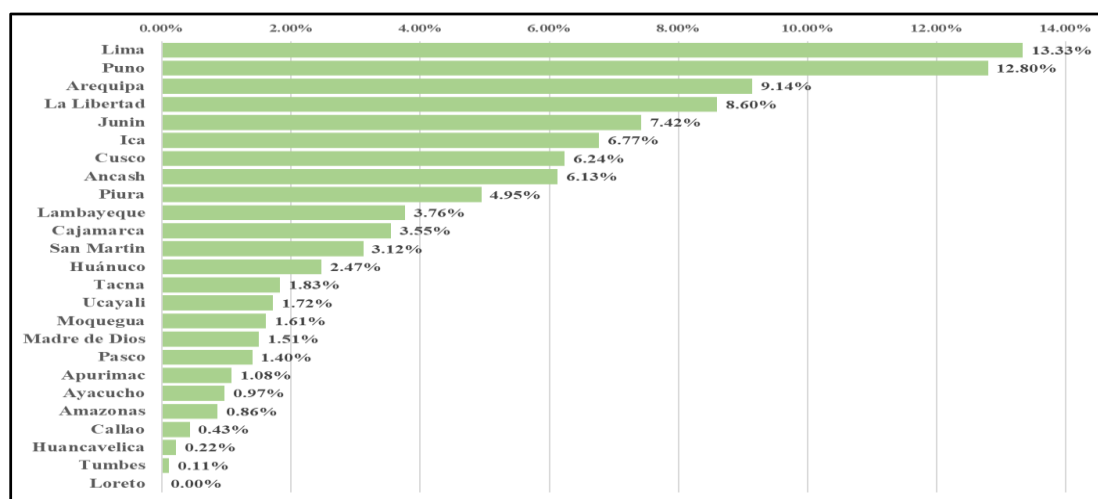
Cantidad de Fallecidos por Región año 2022



Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Figura 7

Porcentaje de Heridos por Región año 2022

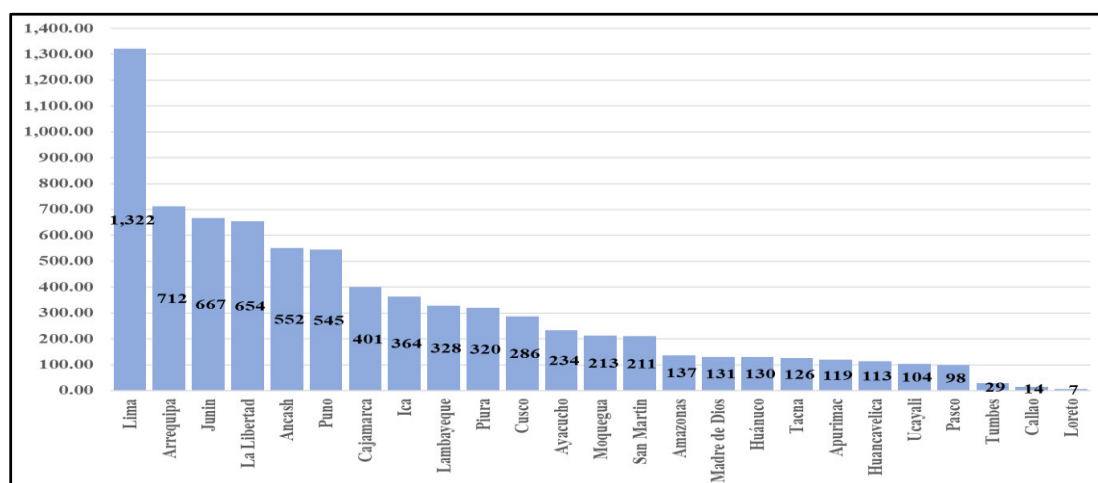


Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Sobre los 7,817 heridos, no se debe restar importancia, ya que muchos de ellos sufrieron contusiones, fracturas y problemas psicológicos graves. En el 2022, a nivel nacional, Lima encabeza la lista de las 5 primeras regiones con 1,322 heridos, representando el 16.91% del total. Le sigue Arequipa con 712 (9.11%), Junín con 667 (8.53%), La Libertad con 654 (8.37%) y Ancash con 552 (7.06%) heridos. Ver figuras 8 y 9.

Figura 8

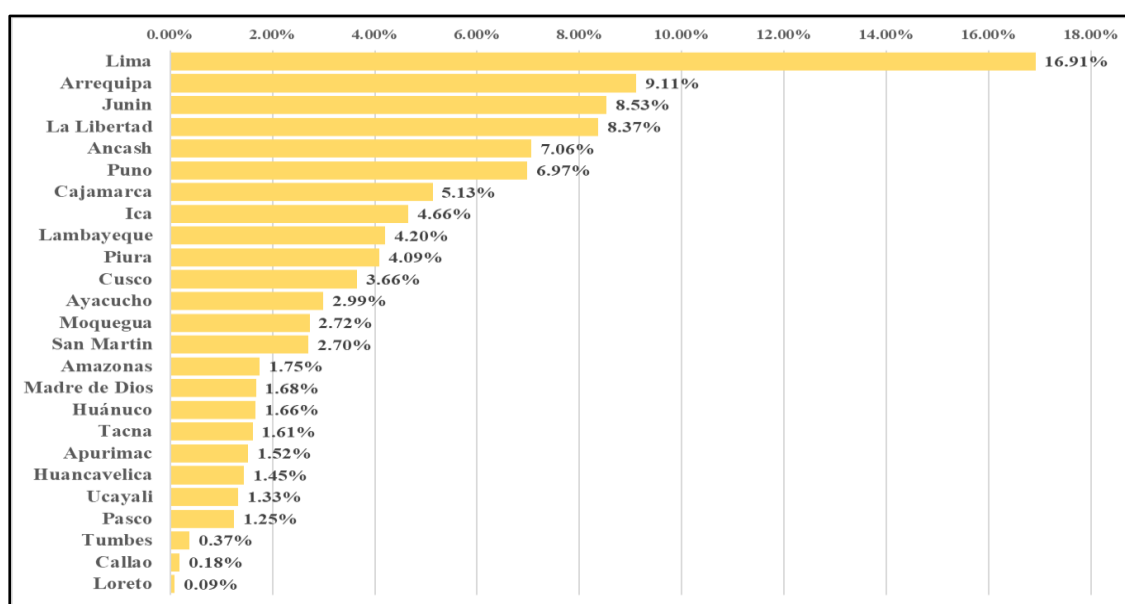
Cantidad de heridos por Región año 2022



Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Figura 9

Porcentaje de heridos por Región año 2022



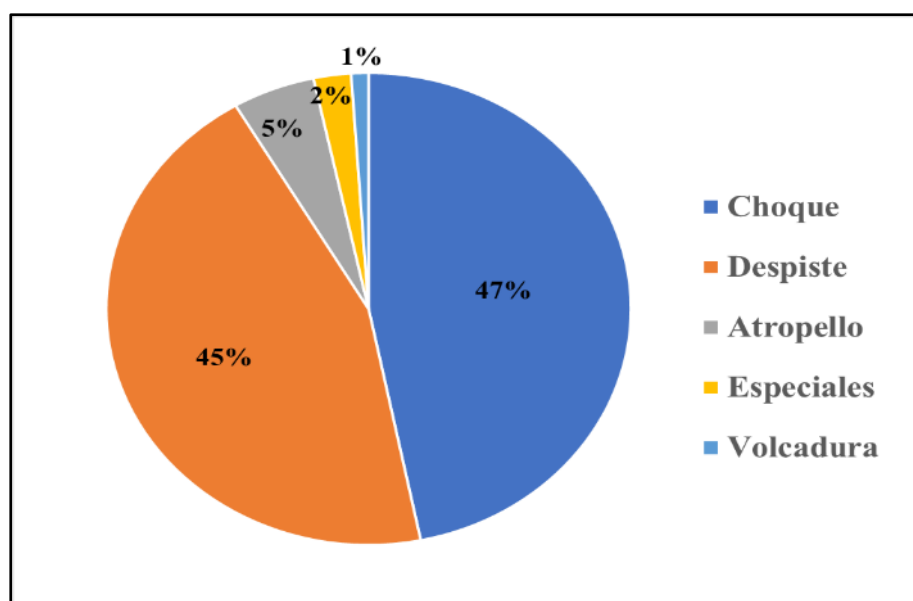
Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Según los datos proporcionados, en el año 2022 se registraron un total de 5,449 accidentes de tránsito en todo el país. De estos, los choques representaron el 47% con 2,551 casos, los accidentes por despiste alcanzaron el 45% con 2,437 incidentes. En menor medida, se registraron 277 atropellos (5%), 277 casos especiales (2%) y 58 volcaduras (1%). Estos números reflejan la importancia de analizar el tipo de accidentes para comprender mejor la problemática y tomar las decisiones más adecuadas.

El análisis revela un problema fundamental, independientemente del comportamiento de los conductores. Los choques y despistes representan un abrumador 92% de los 4,988 accidentes registrados, como se detalla en la Tabla 7 y la figura 10. Al profundizar en la situación, surge una pregunta clave: ¿Las carreteras de la Red Vial Nacional, a excepción de algunos tramos de la Panamericana de 4 carriles, están realmente preparadas para recibir el volumen actual de vehículos, con las dimensiones asociadas a la modernidad, y garantizar su seguridad durante el transporte? La respuesta es clara: No.

Tabla 7*Cantidad de Accidentes de Tránsito por Tipo año 2022*

Tipo de Accidente	Cantidad	%
Choque	2,551	47%
Despiste	2,437	45%
Atropello	277	5%
Especiales	126	2%
Volcadura	58	1%
Totales	5,449	100%

Nota. Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC**Figura 10***Porcentaje de Accidente por Tipo año 2022**Nota.* Datos según DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Conocer la distribución diaria de los accidentes es importante. Según la información presentada en la tabla 8 y figura 11, los días con mayor número de accidentes son viernes, sábado y domingo, con porcentajes del 15%, 16% y 17% respectivamente. Esto se debe a los viajes realizados durante los fines de semana, ya sea por motivos turísticos, laborales o familiares. Por

otro lado, los días restantes de la semana, como lunes, martes, miércoles y jueves, presentan porcentajes ligeramente menores, pero aún significativos, oscilando entre el 12% y 13%.

Tabla 8

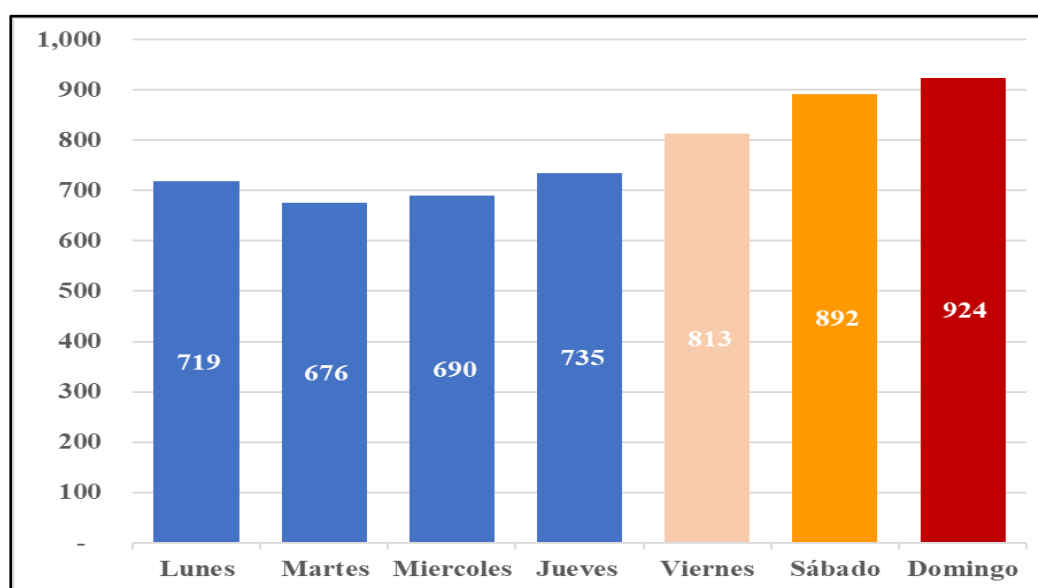
Cantidad de Accidentes por Día de Ocurrencia año 2022

Día de Ocurrencia	Cantidad	%
Lunes	719	13%
Martes	676	12%
Miércoles	690	13%
Jueves	735	13%
Viernes	813	15%
Sábado	892	16%
Domingo	924	17%
Totales	5,449	100%

Nota. Datos DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Figura 11

Accidentes por día de ocurrencia año 2022



Nota. Datos DIRPRCAR-PNP, CGM-SUTRAN-MTC

Es ampliamente conocido que, con la inauguración del nuevo Puerto de Chancay, Perú alcanzará un alto nivel en el transporte marítimo de mercancías desde los países asiáticos. Esto permitirá la llegada de buques de gran calado con capacidad para 18,000 contenedores, demostrando la capacidad del país para gestionar operaciones de comercio exterior a gran escala. Los países interesados en aprovechar esta infraestructura incluyen a Brasil, Argentina, Bolivia, Ecuador, Colombia y, con cierta cautela, a Chile (Ventura Diaz, 2019). En consecuencia, como Estado comprometido con el medio ambiente y el desarrollo sostenible, tenemos la obligación de iniciar un plan de mejora de nuestra Red Vial Nacional, ya que se prevé un aumento significativo en el tráfico de vehículos de carga pesada y otros.

Casteño (2010) “Las cunetas a menudo se consideran una solución sencilla, pero en realidad representan casi el 25% de los accidentes mortales por salida de vía. A pesar de ello, aún se siguen instalando en lugares donde no son necesarias, priorizando el costo más bajo del proyecto por sobre la seguridad vial. Esta percepción errónea debe cambiar, ya que el valor de una vida humana debería ser la principal consideración al tomar decisiones sobre la infraestructura de las carreteras.

Una opción sugerida es llenar los canales laterales con materiales permeables, como balasto, que permiten el filtrado del agua. A su vez, esto proporciona una superficie nivelada, sin impedimentos, para que los conductores puedan circular de manera segura y evitar accidentes. No obstante, esta alternativa no se ha implementado debido al mayor costo de mantenimiento de estos canales laterales (Vargas Aravena, 2023).

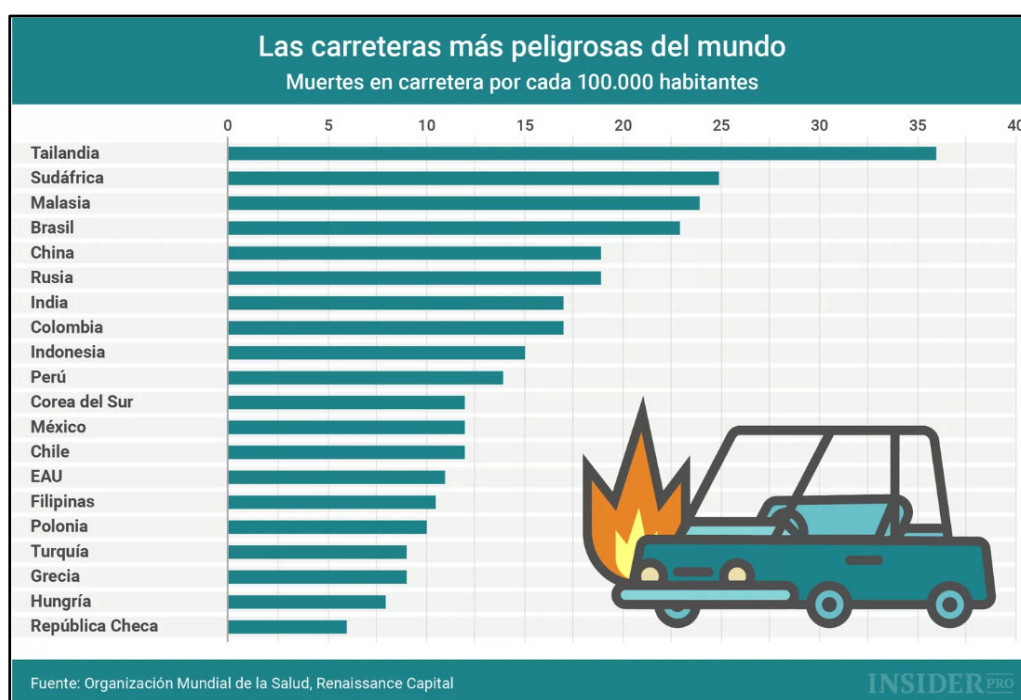
Según lo anterior, se evidencia que la problemática no recae únicamente en el componente del drenaje longitudinal, sino que también se refleja en la forma en que la administración de los recursos, motivada por la reducción de costos y alcances, influye en el diseño y la proyección de estos elementos. Perú no es ajeno a esta realidad, pues, de acuerdo con

la evaluación efectuada por la Organización Mundial de la Salud, el país se ubica en el puesto 10 entre los 20 países con las carreteras más peligrosas del mundo, según lo reportado por Renaissance Capital – INSIDER PRO. (Ver figura 12).

Lamentablemente, las carreteras de nuestro país sufren de múltiples problemas que contribuyen a la alta tasa de accidentes de tránsito vehicular. Por un lado, la naturaleza accidentada de nuestro territorio y las deficientes condiciones de la infraestructura vial, como el inadecuado diseño de las vías y el mal estado del pavimento y las obras de drenaje, incrementando como consecuencia los riesgos para los conductores. Por otro lado, la negligencia de algunos conductores, sumada a las adversas condiciones climáticas, especialmente durante la temporada de lluvias y el Fenómeno del Niño, agravan aún más esta problemática. En conjunto, estos factores generan un entorno peligroso en nuestras carreteras, lo que se refleja en la preocupante cantidad de accidentes de tránsito descrita en el cuarto párrafo de este documento.

Figura 12

Carreteras Más Peligrosas del Mundo – Posición Décima del Perú



Nota. Datos de la Organización Mundial de la Salud 2023 – INSIDER PRO

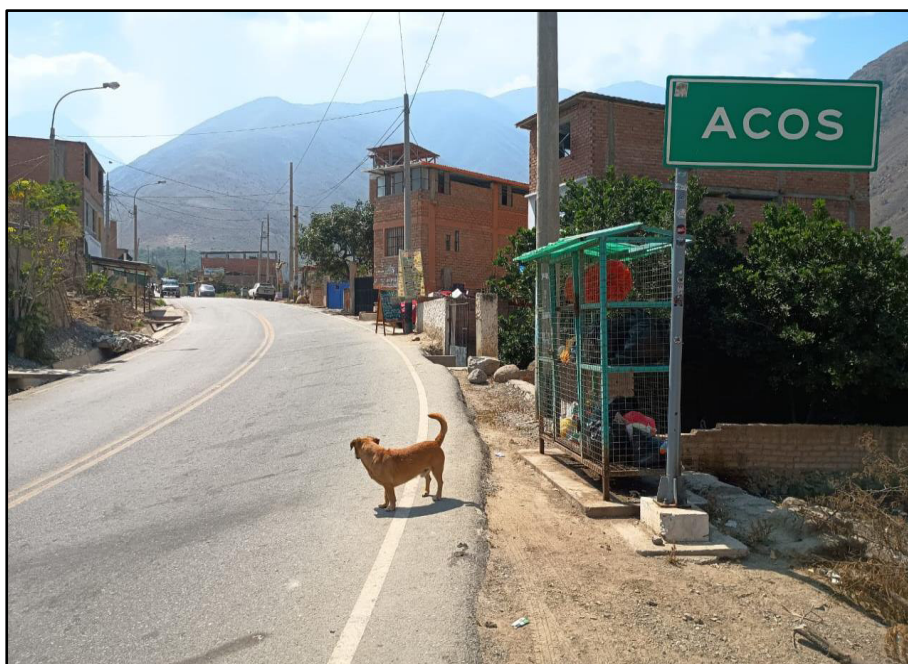
1.2 Descripción del problema

El problema radica en gran medida en las políticas gubernamentales, que subestiman el bienestar y seguridad de los usuarios que transitan por la Red Vial Nacional. Se prioriza minimizar los costos de diseño y construcción de la infraestructura vial, dejando de lado la importancia de implementar soluciones más innovadoras y seguras para el diseño de carreteras de doble sentido y alto tráfico. En cuanto a los sistemas de drenaje longitudinal para el agua de lluvia, estas mejoras se pueden ir implementando, sobre todo ante situaciones de peligro por falta de visibilidad y seguridad, las cuales se acentúan con el aumento del tráfico vehicular y la antigüedad de las carreteras. Por lo tanto, es importante y necesario proponer contribuciones y soluciones que puedan reducir la cantidad de accidentes en las vías que se integran a la Red Vial Nacional (Figueroa, 2021).

En la figura 13, se puede observar la localidad que forma parte del primer tramo de una carretera asfaltada en la zona costera, con una ruta hacia la sierra. Este proyecto se inicia en el Puerto de Chancay y el tramo ya asfaltado cuenta con 57.6 km. Sin embargo, las dimensiones de la vía no son las adecuadas para el tránsito seguro de vehículos pesados, debido a problemas en los radios de giro y el diseño geométrico, incluyendo el drenaje longitudinal. Aunque se construyeron cunetas bien diseñadas en el 2012, según los requerimientos del OSITRÁN, la mayor parte del año no cumplen su propósito, ya que en la zona las precipitaciones son escasas y esporádicas. Las figuras 13, 14 y 15 evidencian la falta de disponibilidad de berma, las condiciones deficientes de la vía y las cunetas, lo que demuestra la necesidad de mejorar la carretera para brindar mayor seguridad al tránsito vehicular que se generará con el inicio de operaciones del Mega Puerto.

Figura 13

Localidad de Acos, ruta de Proyecto Vial Chancay-Pucallpa



Nota. Visita de Campo a Carretera Huaral- Acos, junio 2024

Este primer segmento, finalizado el 2012, no estaba diseñado para soportar el paso de vehículos de carga pesada. Sin embargo, con la incorporación del puerto de Chancay, se han realizado algunos ajustes. En cuanto al drenaje longitudinal, la cuneta tiene un ancho de 1 metro desde el borde del agua y una profundidad de 0.50 metros, con una berma de 0.40 metros desde el borde de la cuneta hasta el límite de la vía, marcado por una línea blanca continua.

Es probable que surjan problemas cuando se terminen de asfaltar los demás tramos, ya que el flujo de tráfico aumentará de forma considerable. En ese escenario, el diseño actual no será capaz de soportar la demanda, lo que puede derivar en un incremento de los accidentes, elevando las cifras reportadas en la introducción de este documento.

En consecuencia, las vías de la Red Vial Nacional deben ser mejoradas de forma prioritaria y urgente para afrontar este grave problema de seguridad vial que deja consecuencias fatales con numerosos muertos y heridos cada año. Es imprescindible llevar a cabo una profunda

revisión y modernización de la infraestructura de carreteras a nivel nacional, destinando los recursos necesarios para reparar los tramos deteriorados, ampliar los carriles, mejorar la señalización y aumentar las medidas de seguridad. Asimismo, se deben implementar campañas de concientización y educación vial dirigidas a conductores y peatones, con el fin de promover una cultura de respeto a las normas de tránsito y fomentar hábitos de manejo responsable. Solo a través de un abordaje integral, que combine la mejora de las vías con la capacitación y sensibilización de la población, se podrá reducir de manera efectiva la siniestralidad en las carreteras y evitar las trágicas consecuencias que este problema genera en nuestra sociedad.

Figura 14

Imagen de la vía asfaltada del primer tramo de proyecto vial Chancay-Pucallpa Km.52



Nota. Visita de Campo a Carretera Huaral – Acos, junio 2024

Figura 15

La vía asfaltada del primer tramo de proyecto vial Chancay-Pucallpa Km.52



Nota. Visita de Campo a Carretera Huaral – Acos, junio 2024

En esta propuesta, se plantea una alternativa de solución conocida como Berma-Cuneta, la cual se aborda con mayor énfasis en este documento. Cabe mencionar que, una vez que esta alternativa se desarrolle a nivel de Tesis y sea aprobada, se presentará ante el MTC-PROVIAS NACIONAL para su consideración. En esta propuesta, se plantea una alternativa de solución que aborda con mayor énfasis en este documento.

Invias (2018) en su manual sobre diseño de carreteras, las bermas se describen como franjas ubicadas entre los márgenes de la calzada y los canales adyacentes. Estas bandas laterales tienen la función de contener los bordes de la superficie de rodadura, así como de controlar la humedad y evitar la erosión de la calzada.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2008) destaca que las cunetas son canales alargados, que pueden estar recubiertos o no, ubicados a uno o ambos lados de la carretera. Su propósito es recoger, guiar y desalojar de manera apropiada el flujo de agua superficial.

Se colocarán protecciones a lo largo de los bordes de los taludes de corte, justo al lado de la carretera. Estas serán hechas de concreto armado en el lugar, prefabricadas o de cualquier material que controle la erosión, y se extenderán paralelamente a la vía.

Las cunetas tendrán una forma de triángulo, trapecio o rectángulo, siendo preferiblemente de sección triangular, donde el ancho se mide desde el borde de la superficie del camino hasta la línea vertical que pasa por la parte más baja de la cuneta. La profundidad se mide verticalmente desde el nivel del borde de la superficie del camino hasta el fondo o parte más baja de la cuneta (MTC, 2024).

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿La presencia de cunetas convencionales diseñadas y construidas para el drenaje longitudinal de la Red Vial Nacional en carreteras pavimentadas de dos carriles, sin presencia de bermas contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito con consecuencias fatales?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿La incorporación de mejoras en el diseño de carreteras pavimentadas en la red vial nacional con bermas-cunetas permitirá mayor espacio y visibilidad para disminuir accidentes fatales de vehículos?
- ¿La gestión para la mejora del diseño de carreteras pavimentadas en la red vial nacional con bermas-cunetas para el drenaje longitudinal permitirá el tránsito más libre para los conductores de vehículos?

1.4 Antecedentes

La Gerencia de Proyectos es una disciplina de gestión que tiene muchas vertientes y muchos caminos para dar soluciones adecuadas y óptimas en el desarrollo de alternativas relacionadas con la innovación, desarrollo sostenible, economía y mejoras en la calidad de los productos finales. En este sentido, el trabajo de investigación tendrá como referencia, otros trabajos de tesis que ya han sido diseñados en varias carreteras con alta y mediana presencia de lluvias, puestas en práctica para la solución de los problemas hidráulicos y de circulación de los vehículos en las calzadas con pendientes pronunciadas y de largo recorrido (Vicente, 2023).

Niño (2020) plantearon como objetivo principal de su investigación la creación de un modelo de Gerencia de Proyectos de Infraestructura Vial, basado en estándares internacionales, el que se fundamentó en las características y componentes de la Gerencia de Proyectos Viales que existían en la ciudad de Bogotá; aplicando para la investigación un diseño de metodología mixta y utilizando también como instrumento, una encuesta que se dirigió a los profesionales y gerentes ligados estrictamente con la ejecución de estos proyectos. En sus resultados obtuvieron que, de implementar el modelo, se tenían que sobrellevar numerosos inconvenientes relacionados con las bases y niveles de las gerencias que ejecutan las obras en esta ciudad.

Orellana (2023) presentó un estudio donde la investigación describe el desarrollo de una propuesta estándar, que permite incorporar la gestión de riesgos dentro de la lista de proyectos que maneja la Subdirección de Conservación Vial, adaptando la propuesta metodológica a referencias internacionales, las mejores prácticas con el propósito de dotar a las Entidades de mayores instrumentos de gestión y madurez organizacional en los contratos de Proyectos de construcción y conservación vial por niveles de servicios en la Red Vial Nacional. Esta cita es tomada en consideración.

Según Casteno (2010), el investigador analiza la variabilidad del porcentaje de retraso de los proyectos a través del control estadístico de procesos, obteniendo como resultado la existencia de una falla en el área de conocimiento de manejo de riesgos y la definición de alcances, como principales factores en el retraso de las obras en este país. Este archivo se toma como referencia para tratar de proponer proyectos desde el inicio del desarrollo del proyecto, estimular a los entes a que mantengan a los profesionales que tengan en cuenta los conocimientos necesarios sobre los riesgos que se adquieren al momento de desarrollar una inversión para carreras pavimentadas.

1.5 Justificación

La importancia de esta investigación se encuentra enmarcada dentro del área de la Ingeniería Vial (Bravo & Mires, 2020), por la razón de proponer innovar los diseños y persistir en la incorporación de una Berma-Cuneta en las carreteras pavimentadas de doble sentido de la Red Vial Nacional del territorio peruano, la que permitirá sin ninguna duda, mejorar la visibilidad, el mantenimiento y, por ende, mayor seguridad en la conducción, respetando la normativa vigente de infraestructura vial de transporte terrestre. Con esta opción se podrá proponer y gestionar la incorporación de dicha solución en algunos de los tramos más críticos de las carreteras existentes al MTC- PROVIAS NACIONAL como ente rector, también con el fin de tener argumentos para continuar con el mejoramiento en los diseños y construcción de vías en el futuro, dado que el Perú requiere desde algunos años, tener vías terrestres modernas, adecuadas, sostenibles y seguras, para el tránsito de vehículos con nuevas dimensiones y modernas. Ver figura 16.

Figura 16

Imagen de la Vía en Carretera Central sin Berma y con Cuneta al borde del Carril



Nota. Visita de Campo a Carretera Chosica – Satipo, junio 2024

Figura 17

Imagen de la vía asfaltada del tramo Mazamari – Puerto Ocopa - Junín



Nota. Figura adaptada de <https://desarrolloperuano.blogspot.com>

Figura 18

Imagen de la vía asfaltada del tramo Mazamari – Puerto Ocopa - Junín



Nota. Figura adaptada de <https://desarrolloperuano.blogspot.com>

1.5.1 Justificación teórica

Esta investigación se justifica teóricamente por la experiencia profesional desarrollada en el sector, la educación y la conducta de los conductores de vehículos y las decisiones que se toman previos a los acontecimientos o en el instante en que se genera la acción que produce la consecuencia del accidente fatal con pérdida de vidas y heridos, así como la inacción del Estado ante la problemática.

1.5.2 Justificación metodológica

Metodológicamente se justifica encontrando primeramente la información de la data de ocurrencias de conductores y pasajeros, así como los antecedentes y consecuencias registrados en los accidentes con lamentables pérdidas de vida y heridos, agregando la propia experiencia de los conductores en las carreteras y la inacción de las autoridades respecto a la búsqueda de soluciones paralelas al comportamiento de los seres humanos en la conducción de vehículos, es

decir velocidad limite y seguridad en vías de doble sentido, con falta de espacio para el adelantamiento a los vehículos de carga pesada, sobre todo los que transitan en cantidades superiores a dos, a una velocidad aproximada de 20 a 50 km/h.

1.5.3 Justificación social

Ver las consecuencias que trae el resultado de los accidentes por el hecho de no contar con las vías adecuadas, el lamentable dolor de los familiares y amigos que pierden sus seres queridos producto de dificultades en la conducción y la falta de visibilidad en vías de doble sentido, las noticias con las criticas policiales y publicitarias por los accidentes ocurridos reiteradamente en zonas peligrosas por la acción del adelantamiento a vehículos de carga, son una constante que va en decremento de estar en un país más seguro en las carreteras a nivel nacional; Por consiguiente, la alternativa de gestionar la incorporación de una Berma-Cuneta es una solución para disponer de mayor espacio en la vía, mejorar el tránsito de vehículos de menor velocidad y a su vez para un drenaje longitudinal eficiente y su facilidad para el mantenimiento, evitando embotellamientos por derrumbes en temporada de lluvias o por algún desperfecto en un vehículo que no tiene una berma para orillarse y deja a disposición solo un carril para el doble sentido del tráfico en la carretera.

1.6 Limitaciones

1.6.1 Limitaciones bibliográficas

La disponibilidad de fuente bibliográfica para este tema en particular no es muy abundante, es necesario disponer de la bibliografía del exterior y nacional que tengan que ver en el tema de hidrología e hidráulica y un mejor diseño de vías pavimentadas, pero es importante no dejar de tomar los ejemplos de las carreteras construidas con este sistema en otros países más avanzados en infraestructura vial (Campos, 2024).

1.6.2 Limitaciones teóricas

Es de pleno conocimiento que no existen trabajos específicos de investigación relacionados con las Bermas-Cunetas, en los países que cuentan con este componente en la vía ha sido producto de toma de decisiones institucionales o políticas de Estado, por citar un ejemplo muy cercano, el país vecino del Ecuador tuvo un repunte en la construcción de carreteras durante dentro del periodo 1930-1960 como lo describe la Revista Uruguaya de Historia Económica - Año XII - No. 22 / diciembre de 2022, superando al Perú y han incorporado Bermas-Cunetas de concreto hidráulico en la mayoría de vías de la red vial nacional como diseño estandarizado.

1.6.3 Limitación institucional

El MTC a través de PROVIAS NACIONAL tiene la responsabilidad de aprobar todos los Estudios y Expedientes Técnicos que se realizan para la Red Vial Nacional, pero aún no se cuenta con políticas de Estado ni mejoras en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018 ni en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2011, para construcción de vías modernas, con un criterio de seguridad vial, sostenibilidad de mayor alcance en los periodos de retorno de diseño considerados en la actualidad (MTC, 2024).

1.7 Objetivos de la investigación

1.7.1 Objetivo general

Demostrar que las cunetas existentes aledañas al borde del carril en carreteras pavimentadas, sin existencia de bermas y con profundidades superiores a los radios de los neumáticos de los vehículos que transitan en la Red Vial Nacional contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito con consecuencias fatales.

1.7.2 Objetivos específicos

- Incorporar Bermas-Cunetas adecuadas para ser consideradas en los Diseños y Expedientes Técnicos de la Red Vial Nacional, garantizarán la conducción de vehículos

con mayor visibilidad y seguridad, por el mayor espacio disponible, así como la facilidad para el drenaje longitudinal y el mantenimiento de la vía.

- Gestionar la petición para que sea asumido como política de Estado, proponiendo a las autoridades competentes que se utilice las Bermas-Cunetas en reemplazo de las cunetas existentes significa la decisión de mejorar los diseños y obras obteniendo como resultado la disminución de muertos y heridos en la Red Vial Nacional.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual en la Gerencia de Proyectos de Ingeniería

Al momento de contratar Consultores y Ejecutores de Obras para desarrollar los Estudios, Expedientes Técnicos y Ejecución de Obras, las empresas que se encargan de ejecutar las mismas, tienden a buscar partidas adicionales y consecuentemente producen variación en los plazos de ejecución, originando resultados en las liquidaciones de obras muy por encima de lo presupuestado; en consecuencia, para la gestión eficiente de proyectos, estos debe ser adecuadamente planificados desde el inicio de la idea del trazo de la vía, en la etapa de pre inversión (Trujillo, 2022). Sumado a ello, es de conocimiento público la crítica a los ministerios y gobiernos locales por el hecho de no lograr gastar el presupuesto programado para el año fiscal destinado; esta situación sugiere proponer medidas y mejoras en la toma de decisiones y una adecuada planificación de las actividades inherentes a las inversiones, sin propiciar actos de corrupción en el gasto público (Acuña & Ayala, 2022).

Dentro del contexto de la presente Tesis, es de suma importancia señalar lo que se describe en el PMBOK® Guide – Séptima Edición, basándose en 4 valores que fueron identificados como los más importantes para la comunidad de dirección de proyectos:

- Responsabilidad.
- Respeto.
- Imparcialidad
- Honestidad.

Los principios de la dirección de proyectos fueron identificados y desarrollados mediante la participación de una comunidad mundial de profesionales de proyectos. Los que representan diferentes industrias, orígenes culturales y organizaciones en diferentes roles y con experiencia en diversos tipos de proyectos. Múltiples rondas de retroalimentación dieron como

resultado 12 principios que proporcionan orientación para una dirección de proyectos eficaz, dentro de los cuales considero importante señalar 2 de ellos para este caso en particular:

- Crear un Entorno Colaborativo del Equipo de Proyecto.
- Permitir el Cambio para Lograr el Estado Futuro Previsto.

Es importante aclarar que debemos tener presente que cada proyecto es independiente y representa una situación particular desde sus inicios, tiene características propias, unas más complejas que otras. En base a la experiencia, en algunas ocasiones la obra más sencilla resulta siendo la más complicada, por citar un ejemplo, podemos describir el caso de la remodelación de una casa; aunque solo es cuestión de demoler una pared aquí y otra allá, cambiar una tubería, remover un inodoro y sustituirlo, no se tiene presente lo que está por debajo, esto, porque solo se puede ver lo exterior y se terminan complicando por el hecho de no haberlo planificado ni haber realizado una adecuada revisión de los planos, peor aún si no se disponen de planos se hace difícil como es el caso de las casas antiguas (Niño, 2020).

En este sentido, la Dirección de Proyectos o la Gerencia de Proyectos debe considerar permanentemente en la toma de decisiones cualquier eventualidad en beneficio del cliente; considera en la toma de decisiones afrontar cualquier eventualidad permanentemente en beneficio del interesado; en este caso particular de infraestructura vial, es el Estado y su población usuaria, por el hecho de que se utilizan fondos públicos para este tipo de proyectos, más aún en contratos de concesión, por la propia ejecución de las obras que deben retornar al MTC en el periodo fijado en el contrato (Mendoza, 2016).

2.2 La vialidad y el desarrollo de componentes hidráulicos

En la actualidad existen muchos componentes hidráulicos construidos en las vías de la Red Nacional del Perú, que además de cumplir con sus funciones de drenaje de aguas de lluvia, están afectando el tránsito de los vehículos. Esto viene sucediendo, debido a que existen

muchas vías que presentan desniveles muy pronunciados y producto del cálculo hidrológico e hidráulico, se llega a profundidades del tirante “y” superiores 0,70 m, y, en algunos casos, están al tope de su caudal, ocasionando la falta de visibilidad, provocando que los conductores terminan cayendo y volcando sus vehículos dentro de estas. Cuando el talud superior es vertical y de roca, la consecuencia es el aplastamiento lateral del vehículo, y el pasajero o el conductor y otros pasajeros terminan gravemente heridos o sufren la lamentable pérdida de la vida (Arizón, 2022).

Para continuar con la mejora de la infraestructura de la Red Vial Nacional, es conveniente que el sistema de drenaje longitudinal esté diseñado de una mejor manera. Estas mejoras se deben implementar con el propósito de ser más eficientes en el drenaje de las aguas de lluvia, de fácil mantenimiento, pero, con mayor relevancia, que proporcionen mayor seguridad al tránsito vehicular y usuarios que se trasladan por estas vías de comunicación (Ventura, 2019).

2.3 Las Bermas-Cunetas como solución para la descarga de las aguas de lluvia y mayor seguridad para el usuario de carreteras

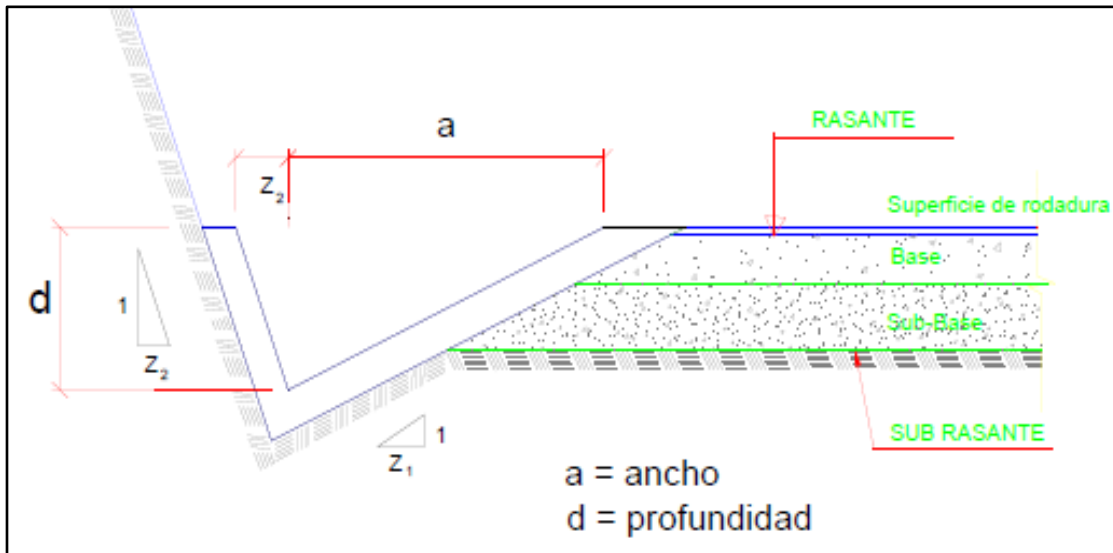
Las cunetas, desde hace muchos años atrás, se consideran componentes hidráulicos que se proyectan longitudinalmente en las carreteras; son zanjas y canales triangulares estandarizados que pueden estar o no recubiertas para la protección de la abrasión del agua que es drenada desde el pavimento, pueden colocarse en uno o ambos lados de la vía, dependiendo de la necesidad determinada por el previo estudio hidrológico, hidráulico, la topografía y la morfología de la zona (Acuña & Ayala, 2022).

Por tal motivo, el propósito de este trabajo de investigación, es llamar la atención de PROVIAS NACIONAL - Ministerio de Transportes y Comunicaciones para que se tome en

cuenta la incorporación de las Bermas-Cunetas de Concreto Hidráulico como un tercer carril y que sirva a su vez para el drenaje longitudinal eficiente en época de lluvias.

Figura 19

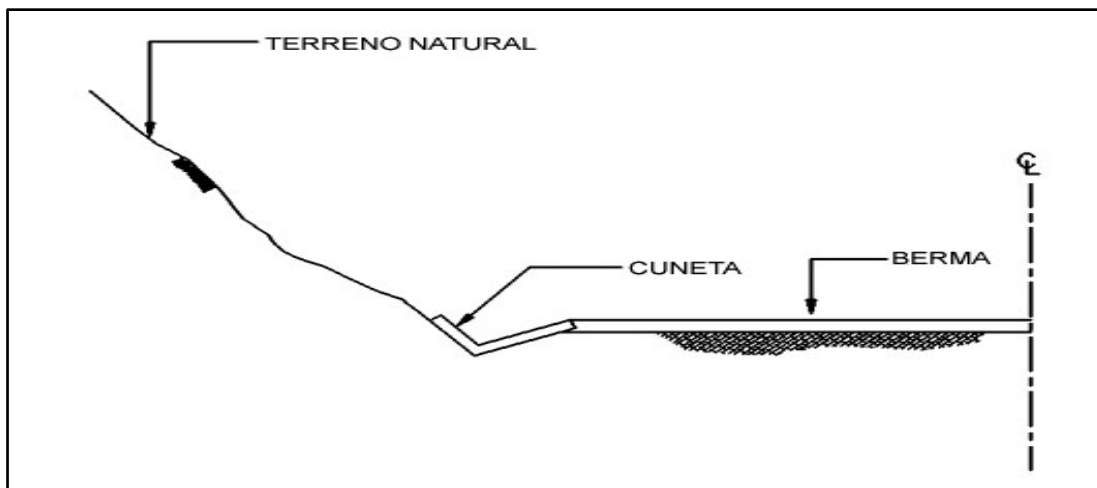
Parámetros elementales de una cuneta triangular según manual del MTC



Nota. Diseño de Cuneta en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2011. Figura 28. Pág. 179. MTC.

Figura 20

Sección transversal de la zona a intervenir en la propuesta de solución



Nota. Esquema de sección transversal de cuneta y berma, se visualiza la sección de la zona intervenir en el presente estudio.

En el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, en la Resolución Directoral N.º 20-2011-MTC/14, se incluye como una solución que contribuiría de manera significativa al mejoramiento de las condiciones de las vías. Además de solucionar los problemas de accidentes vehiculares, es considerada para la mejora de conducción, tanto de aguas de lluvia como también para los usuarios de los vehículos que transitan por la vía; sin embargo, se hace imperativo actualizar los diseños descritos en el manual, por las condiciones de uso de las vías en los años venideros y la modernización permanente en los vehículos de carga pesada, los de transporte público y los ligeros, evitando consecuencias fatales. Ver figuras 21 y 22.

Figura 21

Vista de Accidente por cuneta profunda con respecto rasante de la vía



Nota. Siete personas murieron en un trágico choque de taxis colectivos en la Carretera Central Km 156 (Fotos: Policía Nacional del Perú), Publicación en Diario el Comercio 28/12/2020.

Figura 22

Vista de accidente por invasión de carril, berma angosta y cuneta profunda



Nota. Dos muertos y tres heridos, choque entre bus y auto en Cusco. El auto habría invadido el carril del vehículo interprovincial. Las autoridades continúan investigando. Diario Perú 21 del 05/11/2018.

Las Bermas y Cunetas se utilizan cuando en la vía existen limitaciones de ancho y desniveles pronunciados, como se muestra el caso de las imágenes. Esta propuesta al nivel de la superficie de rodadura puede cumplir la función de drenaje para los mismos caudales calculados en los estudios hidrológicos, y a la vez, como área para un tercer carril de ascenso para los vehículos pesados y para la detención de vehículos en caso de una avería y/o alguna emergencia, teniendo en cuenta la pendiente adecuada para cumplir con la misma área hidráulica. En consecuencia, es pertinente aprovechar esta singularidad y empezar a proyectar estos componentes hidráulicos en sustitución de las cunetas convencionales que se diseñan según el Manual vigente. La diferencia estaría en el diseño y el proceso constructivo, enfatizando que los parámetros hidráulicos como caudal (Q), pendiente (%), Talud (Z1-Z2), revestimiento (C°), coeficiente de rugosidad (n), tirante de agua o altura (y-h), ancho de solera (T), área hidráulica, perímetro mojado, radio hidráulico, velocidad del flujo, número de Froude,

tipo de flujo, borde libre, etc., necesarios para su diseño. De la idea anterior, puede existir una estrecha relación, entre las proporciones que se manejan, respecto a la profundidad mínima y el ancho del componente, de acuerdo con lo que se visualiza en la siguiente tabla 9.

Tabla 9

Relación Profundidad/Ancho de Cunetas por Región

Región	Profundidad (d) m.	Ancho (a) m
Seca (<400mm/año)	0,30	0,50
Lluviosa (De 400mm a <1600 mm/año)	0,30	0,75
Muy lluviosa (De 1600mm a <3000 mm/año)	0,40	1,20
Muy Lluviosa (>3000 mm/año)	0,30	1,20

Nota. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Figura 28. Pg. 179. MTC (2011).

En función de lo visto en las tablas, se infiere que al aumentar el ancho, es decir, la sección que va desde la pared o parámetro “a”, visto en la figura 1, no cambiaría su capacidad de conducción del caudal de aguas de lluvia; muy por el contrario, favorecería la disminución de excavaciones para la construcción de las Bermas-Cunetas y disminuirá significativamente el parámetro “d”, propiciando la existencia de un drenaje longitudinal con profundidades, en la gran mayoría, no mayores a 0,20 m en zonas muy lluviosas, considerando el diseño desde el límite de la vía (línea blanca continua hasta el pie del talud, respetando el bombeo de diseño de la vía de dos carriles, siendo la modificación en el drenaje longitudinal, una excavación a nivel de subbase, relleno con material de préstamo similar o igual al del pavimento, y con compactación adecuada para una capacidad portante que soporte la carga de vehículos de transporte pesado y moderno. Es pertinente construirlos con material de concreto armado, con la resistencia suficiente que pueda recibir las cargas estáticas y dinámicas de los vehículos con un periodo de vida superior a 100 años, considerando dentro de los principios actuales de Desarrollo Sostenible.

Sabemos por experiencia que las condiciones climáticas no son estables, pueden empeorar bruscamente por el fenómeno del Niño y, debido a la situación presentada por el cambio climático que está ocurriendo actualmente a nivel mundial, ningún país está exento de esta situación. En consecuencia, es imperativo proyectar obras viales para mejorar sus condiciones de sostenibilidad con el apoyo de gestión de la ingeniería actualizada y sus procesos en la industria de la construcción, en nuestro caso particular, en Infraestructura Vial; con procedimientos y materiales que contribuyan el respeto del medio ambiente, mejorando las condiciones de la seguridad de la vida del ser humano y toma decisiones que estén a nuestro alcance, disminuyendo principalmente las lamentables pérdidas de vida en las carreteras, en coordinación con las autoridades involucradas. Ver figuras 23 y 24 en el caso de España y Brasil.

Figura 23

Uso de Berma-Cuneta desde límite de vía - línea blanca en España



Nota. Cuneta Tipo VA-75 Puerto «Estacas de Trueba» Cantabria - España. Se puede utilizar la franja para desplazamiento de vehículos.

Figura 24

Uso de Berma-Cuneta en carreteras en Brasil.



Nota. Carretera con drenaje longitudinal a nivel en carretera Federal de Tocantins – Brasil km 348.

2.4 La gerencia de proyectos asistido por programas de cómputo

Actualmente se han desarrollado métodos y programas que contribuyen al mejoramiento de los procesos para el control de los proyectos. Los programas especializados manejan códigos y fuentes que permiten ubicar lo que en la construcción se conoce como ruta crítica, ya que esta pone de manifiesto el riesgo el desarrollo normal de la obra (Mendoza, 2016).

El uso de softwares especializados facilita los procesos y el control de los proyectos, permitiendo reducir los tiempos y administrar los recursos de manera eficiente. Existen muchos, unos más apropiados que otros, que, dependiendo de la complejidad del proyecto, mejorará su control.

2.5 Asana, MS Project, HCanales y el Caldren

2.5.1 Asana Software

El Asana tiene la particularidad que va más allá de ser un software para la gestión de proyectos tradicionales, puesto que brinda una solución completa cuando de gestión de trabajo se trata, adaptándose a necesidades del dinamismo y cambio frecuente que ocurre en las empresas. Este software no solo ayuda en la administración de las tareas, teniendo en cuenta que es una de sus funciones, sino porque se perfecciona para conectar el trabajo que se realiza en la empresa, y lo relaciona con los objetivos y la estrategia general en tiempo real.

2.5.2 Ms Project Software

El Ms Project es una de las aplicaciones del paquete de herramientas de Microsoft, que permite al usuario planificar la ejecución de un proyecto, con la ejecución de rutas de actividades. No solo permite llevar los tiempos de ejecución de estas, sino que también permite administrar los recursos, e inclusive, genera presupuestos y costos asociados a las obras. Es uno de los más usados en el área de ingeniería mediante sus cronogramas Gantt y Pert y Cpm también ha sido mejorado para controlar los presupuestos de obras, siendo uno de los que permiten la reducción de los tiempos en la planificación, dirección, monitoreo, control y cierre del trabajo.

2.5.3 HCanales Software

HCanales es un programa que nos permite determinar las características hidráulicas de canales, triangulares, trapezoidales y rectangulares.

La mayor ventaja de este gran programa es que te permite simplificar los cálculos hidráulicos laboriosos y comprobar rápidamente cualquier proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

- Calcular el tirante crítico

- Calcular el tirante normal
- Calcular la curva de remanso
- Calcular caudales
- Calcular el resalto hidráulico

2.5.4 Caldren Software

Este software es para de uso en la ingeniería hidráulica de vías y permite revisar los diseños, verificar los resultados de los proyectos hidrológicos e hidráulicos para componentes de drenajes superficiales en carreteras y vías, con la ventaja de obtener los resultados de diseño en menor tiempo, evitar el procedimiento una hoja de cálculo. Además, tiene la ventaja de ser un software libre de descarga en la nube, que cumple con los parámetros de diseño y con las especificaciones verificadas por la Federal Highway Administration (FHWA) United States Department of Transportation, además de cumplir con las normas y reglamentos de hidrología, hidráulica y drenaje con estándares internacionales.

2.6 Mejorar los tiempos y administrar los recursos para la ejecución completa del proyecto

La meta de todo gerente de proyectos es poder cumplir con las metas planteadas para la gestión y el cargo que se le fue asignado. Independientemente del área de aplicación, los proyectos conllevan una misma ruta, que es anteproyecto o fase de discusión del proyecto, cuando se está diseñando, calculando y presupuestando, ejecución y control y entrega final, ameritando el mismo cuidado y grado de complejidad.

La búsqueda de los mejores resultados, la ejecución temprana, completa y la administración de los recursos de manera eficiente, son las responsabilidades más relevantes para un gestor de proyectos (Ávalos et al., 2016). Para cumplir con esta responsabilidad, los gerentes se deben apoyar en herramientas y estrategias para la toma de decisiones, que incluyen

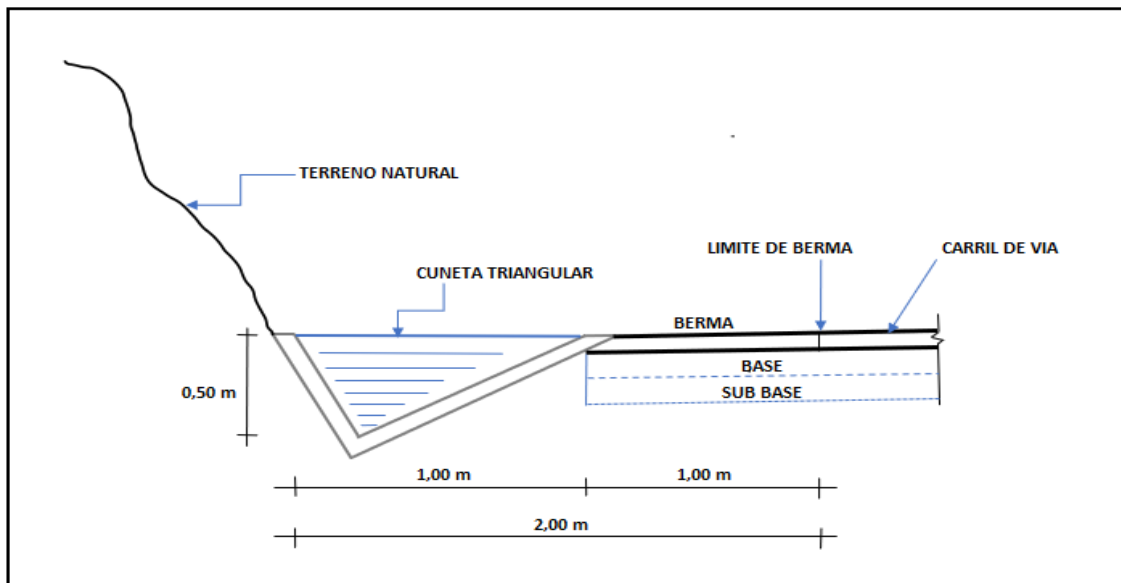
la consecución del trabajo en equipo con un buen recurso humano a su lado, la generación del bienestar de estos, la utilización de herramientas y materiales adecuados y estandarizados, así como la ejecución de las actividades de acuerdo con las normas y los procesos adecuados. Apoyarse en los softwares especializados, complementando las experiencias obtenidas durante la trayectoria de cada profesional. No es solo usar el software, también es necesario saber cómo usarlo e interpretar los resultados que estos brindan en la PC o el celular (Basualda & Castro, 2023).

2.7. Propuesta de Berma Cuneta

Como se señaló en los antecedentes, se estima que para el año 2024, Perú con la inauguración nuevo Puerto de Chancay, se convierte en uno de los ejes de transporte marítimo de mercancías más importante del Pacífico con el Asia, cargando y descargando una gran cantidad de contenedores que serán recibidos y enviados desde los países vecinos que solicitarán el uso del puerto. En consecuencia, es necesario reiterar que estamos en la obligación de mejorar las vías de la Red Nacional que se vean involucradas para que tengan las condiciones adecuadas, y en paralelo, reducir las estadísticas que evidencian su posición dentro de los primeros, con más accidentes de tránsito en carreteras con consecuencias fatales. En ese sentido, la propuesta de la incorporación de Bermas-Cunetas en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje aprobado el año 2011 mediante Resolución Directoral No. 20-2011-MTC-14, podrá ser gestionada técnicamente, en cuanto sea aprobada y presentada al Ministerio de Transportes y Comunicaciones para su evaluación y revisión, haciendo hincapié la situación actual, la que debemos considerar como un aporte sostenible para los siguientes años a mediano y largo plazo, en la Red Vial Nacional (Aruquipa, 2018).

Figura 25

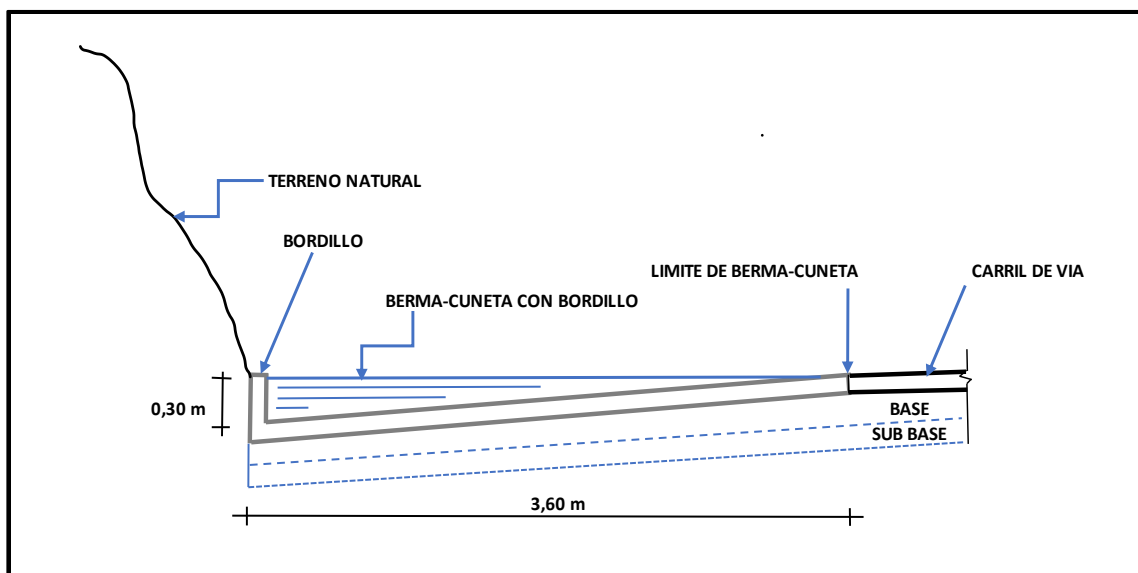
Dimensiones de cunetas en zona muy lluviosa de sierra y selva



Nota. Imagen de la estructura de Cuneta que se usa en zonas lluviosas, en algunos casos no existe berma entre la vía y la cuneta. Fuente Propia.

Figura 26

Dimensiones de bermas - cunetas en zona muy lluviosa de sierra y selva



Nota. Imagen de la estructura de Berma-Cuneta propuesta para zonas lluviosas, se dispone desde el límite de la cuneta con el carril adyacente para ancho de vehículo de carga pesada incluyendo espejos retrovisores. Fuente propia.

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

La investigación se realiza basándose en revisiones documentales y en experiencias propias del desarrollo profesional en Hidráulica y Obras de Arte, de manera que, representa un trabajo con significativa relevancia y de diseño no experimental, apoyado en una investigación de campo, con recolección de datos a través de observaciones y la aplicación de instrumentos, con un alcance descriptivo, donde se pretende describir los datos estadísticos registrados por SUTRAN ocurridos en las vías de la Red Vial Nacional. La Gerencia de Proyectos Viales interviene en todo el proceso de mejoramiento de las condiciones de la infraestructura, de los plazos programados y la administración de recursos.

3.2 Población y muestra

Para la recolección de los datos se tomó como población muestra a los conductores que transitan por una de las rutas de la Red Vial Nacional, específicamente a los que utilizan la ruta de la carretera Lima, La Oroya, Tarma, La Merced, Satipo, Puerto Inca, Atalaya en Pucallpa (619 Km) se considera una población finita y en permanente crecimiento en la compra de nuevas unidades con tecnología moderna; debido a que se conoce la cantidad promedio de conductores que transitan a diario por estos tramos a través de los peajes ubicados a lo largo de la vía. es importante también tener en cuenta la información de la Policía Nacional que procesa la información en el lugar de los accidentes y es procesada estadísticamente por SUTRAN.

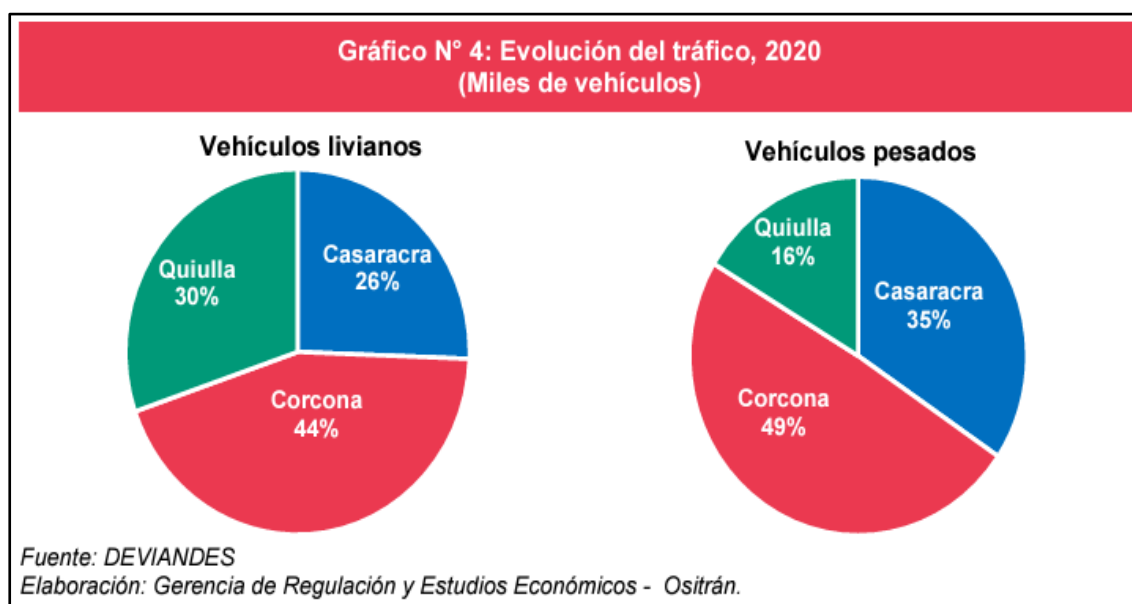
A lo largo de la vía se ubican tres estaciones de peaje:

- Unidad de Peaje de Corcona (km 48+500 Subtramo 1)
- Unidad de Peaje de Quiulla (km 18+900 Subtramo 2)
- Unidad de Peaje de Casaracra (km 10+500 Subtramo 3)

En función al tipo de vehículo, durante 2020, la estación de Corcona registró el 44,1% del tráfico liviano y el 49,2% del tráfico pesado respecto del tráfico total de la vía. En la estación de Casaracra se registró el 25,6% y 34,5% del tráfico vehicular livianos y pesados, respectivamente.

Figura 27

Control de tráfico de Vehículos en Carretera Central



Nota. Figura recopilada de la Gerencia de regulación y estudios económicos- OSITRAN

Al analizar el tráfico según tipo de vehículo, se observa que, en el caso de vehículos pesados, el tráfico en la estación de Corcona se redujo 19,2% entre 2019 y 2020, al pasar de 1 299 mil a 1 050 mil vehículos. En ese mismo periodo, el flujo de vehículos pesados también experimentó reducción de 16,5% y 24,9% en las estaciones de peaje de Casaracra y Quiulla, respectivamente por la presencia del COVID 19. En la estación de Corcona que registró el mayor flujo de vehículos livianos (48,1% del total), se produjo una reducción de 24,9% en el tráfico de dichos vehículos entre 2019 y 2020, al pasar de 1 370 miles a 1 028 miles. La misma tendencia se registró en el resto de las estaciones de peaje.

Figura 28

Registro de vehículos por tipo en 3 estaciones de peaje años 2019 y 2020

Cuadro N° 4 Variación del tráfico por tipo de vehículo y estación de peaje, 2019 – 2020					
(Miles de vehículos)					
Tipo de vehículo	Unidad de peaje	2019	2020	Flujo	var. %
Livianos	Casaracra	774	597	-177	-22,9%
	Corcona	1 370	1 028	-341	-24,9%
	Quiulla	947	706	-241	-25,5%
Pesados	Casaracra	881	736	-145	-16,5%
	Corcona	1 299	1 050	-249	-19,2%
	Quiulla	466	350	-116	-24,9%
Total	Casaracra	1 655	1 333	-322	-19,5%
	Corcona	2 668	2 078	-590	-22,1%
	Quiulla	1 413	1 056	-357	-25,3%

Nota. Figura recopilada de la Gerencia de regulación y estudios económicos- OSITRAN

La muestra estará desarrollada con un mínimo de 30 personas encuestadas, entre choferes de vehículos particulares, transporte público y carga pesada, que son los que, además de usar las vías de manera adecuada o inadecuada, pueden tener conocimiento o haber estado involucrados o ser testigos directos en incidentes, por las condiciones en las que se encuentran las vías de dos carriles con doble sentido y por la construcción de obras de mantenimiento de carreteras.

Es necesario precisar que el nuevo tramo proyectado Chancay, Huaral, San Miguel de Acos, Huayllay, Vicco, Ninacaca, Huachón, Huancabamba, Pozuzo, Codo de Pozuzo, Puerto Inca, Pucallpa que ya ha sido considerado por el MTC y aprobado por el Congreso de la República con 102 votos mediante Dictamen N° 5121-2022-CR, es una de las vías propuestas para la conexión con la república de Brasil, liberando significativamente el alto tráfico de la Carretera Central referido a transporte de carga pesada, vehículos de transporte de pasajeros y ligeros, razón por la cual debe ser ejecutada con las condiciones necesarias de diseño para el

transporte de mercancías desde el vecino país y evitar los riesgos de accidentes con pérdidas de vidas y heridos de gravedad.

Figura 29

Proyecto de Carretera de doble sentido Chancay – Pucallpa



Nota. Figura recopilada del Diario Gestión 2023

3.3 Operacionalización de variables

Para la operacionalización de variables se partió de los objetivos específicos, desglosándolos en variables para medir lo que se quiere en el presente trabajo, dándole dimensiones que se pueden cuantificar a partir del uso de indicadores con el instrumento de recolección de los datos, teniendo en cuenta que en su gran mayoría, los accidentes se producen por la existencia de vías de dos carriles que en gran medida tiene bermas muy angostas y cunetas triangulares profundas, y en muchos casos no existe la berma y el carril es el límite con la cuneta. Los conductores de vehículos de pasajeros y de livianos no dejan de adelantar arriesgadamente a los vehículos pesados por la velocidad en la que debe transitar cada vehículo,

encontrándose con otro vehículo que viene en sentido contrario y se produce el impacto o uno de ellos sale de la vía cae a la cuneta con consecuencias de aplastamiento o se precipita al abismo.

Tabla 10

Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador
Dimensiones de la Berma Cuneta.	Dimensiones de Ancho.	Ancho.
	Dimensión de Profundidad.	Profundidad.
	Dimensiones de Espesor.	Espesor.
Estrategias.	Estrategias Económicas	Economía.
	Estrategias Operativas	Operatividad
	Estrategias de seguridad	Seguridad

3.4 Instrumentos para la recolección de datos

Para la recolección física de datos, se proyectó la construcción de un modelo de encuesta, con preguntas de selección, preguntas cerradas, donde se pretende recoger las impresiones de conductores y policía de carreteras, a fin de recoger sus apreciaciones reales sobre las dificultades que se presentan al conducir en la carretera propuesta como muestra del presente documento, en el acápite 3.2 Población Muestra.

3.5 Procedimientos

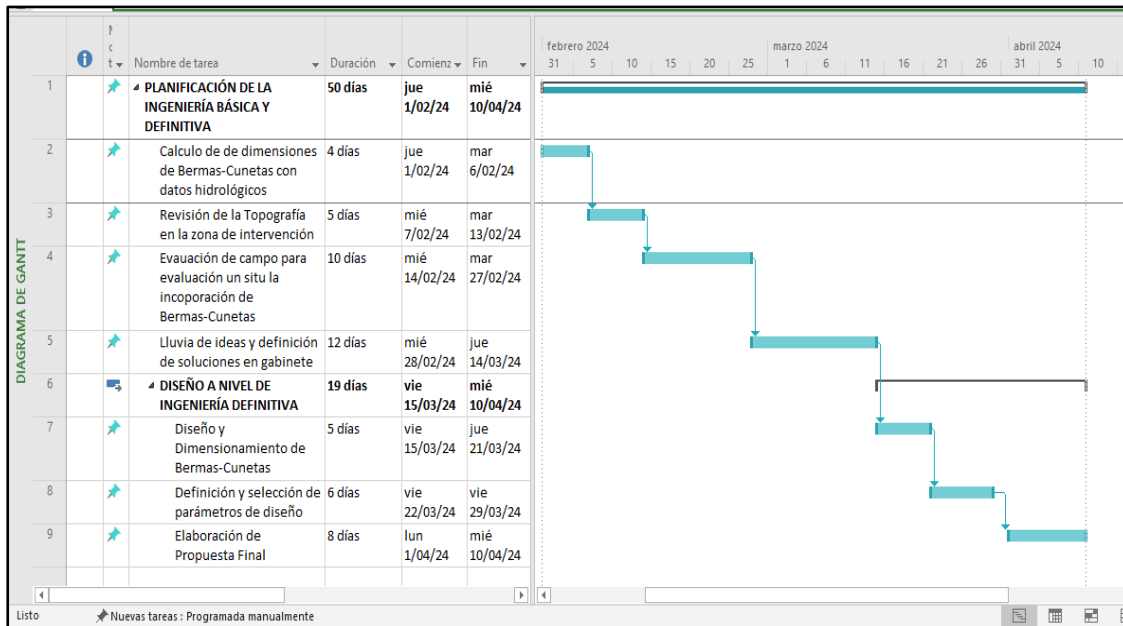
Los procedimientos para la recolección de información se iniciarán con la aplicación de las encuestas a la población muestra, a fin de dar a conocer la propuesta de solución que se

propone incorporar en las vías, lo que producirá un resultado de apreciación real. Consecuentemente, se ha establecido la planificación de un proyecto de construcción de Bermas-Cunetas, asistido con el uso de los programas propuestos, como el Ms Project y el Asana, para control del proyecto; el HCanales y Caldren para la verificación de los parámetros hidrológicos e hidráulicos de los diseños realizados y aprobados por PROVIAS NACIONAL en algún tramo de los señalados en el acápite 3.2 Población muestra, se presentará como propuesta para el mejoramiento de vías y construcción en las nuevas que serán proyectadas por el MTC para los próximos 100 años.

Al introducir los datos para la planificación, el director o gerente de la obra estima un tiempo en función de los rendimientos calculados para la ejecución de la obra, por la experiencia en hojas de cálculo o a través de programas de administración de obras, en función de lo proyectado para la ejecución física. De la misma manera, como se introducen los datos en la aplicación del MS Project y el Asana, encontramos una estructura donde se puede gestionar los plazos estimados de tiempo, los especialistas responsables necesarios para la ejecución de las tareas en línea y en tiempo real, permitiendo la ejecución, la dirección, monitoreo y control del proyecto.

Figura 30

Modelo de diagrama de Gantt del software MS Project



Nota. Se aprecia un fragmento del Diagrama de Gantt, con la introducción de actividades y tareas asociadas a estas actividades. (2023)

Con los datos hidrológicos obtenidos en el Estudio de Hidrología e Hidráulica del Expediente Técnico de la obra: 17 Puentes por Reemplazo en Ancash y Junín – Obra 03. (2018) y constatando con la aplicación de la fórmula de Intensidad para la zona en estudio:

$$I = \frac{10^k T^m}{t^n}$$

$$\frac{10^{2.8325} T^{0.1687}}{t^{0.75}}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n = factores característicos

T = período de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Tabla 11*Intensidad de duraciones menores a 24 hrs – Estación San Ramón*

HR	DURACIÓN		PERIODO DE RETORNO							
	MIN		5	10	30	35	50	71	140	500
0.17	10		158.64	178.32	214.63	220.28	233.95	248.20	278.32	345.00
0.33	20		94.33	106.03	127.62	130.98	139.11	147.58	165.49	205.14
0.50	30		69.59	78.23	94.16	96.64	102.63	108.88	122.10	151.35
0.67	40		56.09	63.05	75.88	77.88	82.71	87.75	98.40	121.98
0.83	50		47.44	53.33	64.19	65.88	69.97	74.23	83.24	103.18
1.00	60		41.38	46.51	55.99	57.46	61.02	64.74	72.60	89.99
1.50	90		30.53	34.32	41.31	42.39	45.02	47.77	53.56	66.39
4.00	240		14.63	16.45	19.79	20.32	21.58	22.89	25.67	31.82
6.00	360		10.79	12.13	14.60	14.99	15.92	16.89	18.94	23.47
7.00	420		9.62	10.81	13.01	13.35	14.18	15.04	16.87	20.91
8.00	480		8.70	9.78	11.77	12.08	12.83	13.61	15.26	18.92
10.00	600		7.36	8.27	9.96	10.22	10.85	11.51	12.91	16.00
11.00	660		6.85	7.70	9.27	9.51	10.10	10.72	12.02	14.90
12.00	720		6.42	7.21	8.68	8.91	9.46	10.04	11.26	13.96
24.00	1440		3.82	4.29	5.16	5.30	5.63	5.97	6.70	8.30

Nota: Data del Expediente Técnico: 17 Puentes por Reemplazo Ancash y Junín-Obra 03 (2018)

Se ha determinado la Intensidad duración y frecuencia para la zona en diseño de la Berma Cuneta, un tramo de 200 m de longitud para descargar en el nuevo puente reemplazado, denominado Salsipuedes III cuya área de la cuenca es de 50.84 Km² y un caudal de diseño de 47.71 m³/s, para un periodo de retorno de 140 años.

El método que se utiliza en este trabajo de Tesis por considerar una microcuenca para el cálculo de Berma Cuneta con un área inferior a 10 Km² en base al Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, se aplica la fórmula del Método Racional para la determinación del Caudal:

$$Q = 0,278 CIA$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

C = Coeficiente de escorrentía (según tabla 8 del Manual de HHD del MTC)

I = Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A = Área de la cuenca (Km²)

Como descarga del drenaje longitudinal de la Berma Cuneta propuesta, mediante el Método Racional, se obtiene un caudal de diseño de 1.49 m³/s de larga duración y con un periodo de retorno de 50 años para darle las condiciones adecuadas de una calzada de concreto armado y pueda ser utilizada por vehículos pesados, a diferencia de la cuneta existente que ha sido diseñada con de un periodo de retorno de solo 10 años, brindando la posibilidad de contar con un tercer carril, utilizando la información geomorfológica e hidrológica. aplicamos la fórmula de Manning para la determinación del caudal de diseño del área de drenaje del talud superior y la mitad de la calzada y corroboramos con el Método Racional, obteniendo los resultados similares, dando conformidad al cálculo de dimensiones para la intensidad de lluvias, el caudal de aporte y el diseño final de la Berma Cuneta en reemplazo de la cuneta existente.

$$Q = A \times V = \frac{(A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

Donde:

Q = Caudal en (m³/s)

V = Velocidad media (m/s)

A = Área de la Sección (m²)

S = Pendiente de fondo (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad Manning.

Los resultados hidráulicos con los datos hidrológicos procesados, determinan un caudal de diseño es 1.49 m³/s con una pendiente longitudinal de 5.0 % en un tramo de 200 m, según los parámetros hidrológicos determinados por el MTC se procede a la verificación con el caudal determinado para el puente Salsipuedes III, nos permite proponer el mejoramiento de una

sección de la vía reemplazando la cuneta triangular convencional existente que cuenta con una profundidad (y) de 0.53 m con un ancho hidráulico de 1.07 m (T) y pendiente longitudinal en los 200 m de 0.05 m/m con sus condiciones hidráulicas típicas como se muestra en la Figura 31.

Figura 31

Software HCanales para determinación de cálculos hidráulicos

Lugar:		Proyecto:	
San Ramón		Bermas Cunetas	
Tramo:		Revestimiento:	
Progr. 101+212 a 101+412		Concreto Armado	

Datos:	
Caudal (Q):	1.49 m ³ /s
Ancho de solera (b):	0 m
Talud (Z):	1
Rugosidad (n):	.014
Pendiente (S):	.05 m/m

Resultados:			
Tirante normal (y):	0.5328 m	Perímetro (p):	1.5070 m
Area hidráulica (A):	0.2839 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1884 m
Espejo de agua (T):	1.0656 m	Velocidad (v):	5.2486 m/s
Número de Froude (F):	3.2467	Energía específica (E):	1.9369 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

Nota. Software que permitirá verificar las dimensiones y parámetros de la berma convencional existente.

Con el objeto de demostrar la conversión de diseño hidráulico, realizamos el cálculo por convertir la cuneta convencional y profunda por una Berma Cuneta para el mismo caudal de diseño de 1.49 m³/s con la misma pendiente de 5 %, pero con 50 años de periodo de retorno y obtenemos los siguientes resultados: de 0.26 m de profundidad (y) y ancho hidráulico de 3.49 m de (T), y también el diseño constructivo con los márgenes adecuados, permitiendo el desplazamiento de vehículos de transporte pesado, sin inconvenientes y a su vez, cumplir con su función de drenaje longitudinal. Ver Figura 32.

Figura 32

Software Caldren - cálculos hidrológicos e hidráulicos

CUNETA COMUN PARA AEAS URBANAS - TIPO A

Archivo Proyecto

DISEÑO DE CUNETAS TIPO A

Proyecto: Reemplazo de Cunetas Triangulares convencionales por Bermas Cunetas

Nombre del proyectista: Richard Adhemar Villena Carpio

Tramo: Progresiva 101+212 a 101+412 Lugar: San Ramón

Revestimiento: Hormiçon en general

Datos

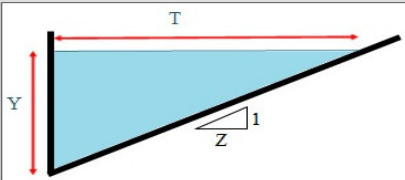
Caudal: 1490 [lt/s]

Pendiente longitudinal: 5.0 [%]

Talud "Z": 14

Tipo de revestimiento: Hormiçon en general

Especificar el coeficiente de rugosidad "n" = .014



Resultados

Angulo del talud: 4.086 [°]

Coficiente de rugosidad: .014

Tirante de agua "Y": 0.24 [m]

Ancho de solera "T": 3.36 [m]

Area Hidraulica: 0.403 [m²]

Perimetro mojado: 3.609 [m]

Radio hidraulico: 0.112 [m]

Velocidad: 3.695 [m/s]

Numero de Froude: 3.41

Tipo de flujo: Supercritico

Bordo libre "B.L": 0.02 [m]

Dimensiones constructivas

Altura "h": 0.26

Ancho total "T": 3.64 [m]

Talud "Z": 14

Longitud lado "L": 3.65 [m]

Angulo "alfa" [°]: 4.086

Pendiente transversal: 7.14 %

CALCULAR

CERRAR

IMPORTAR CAUDAL

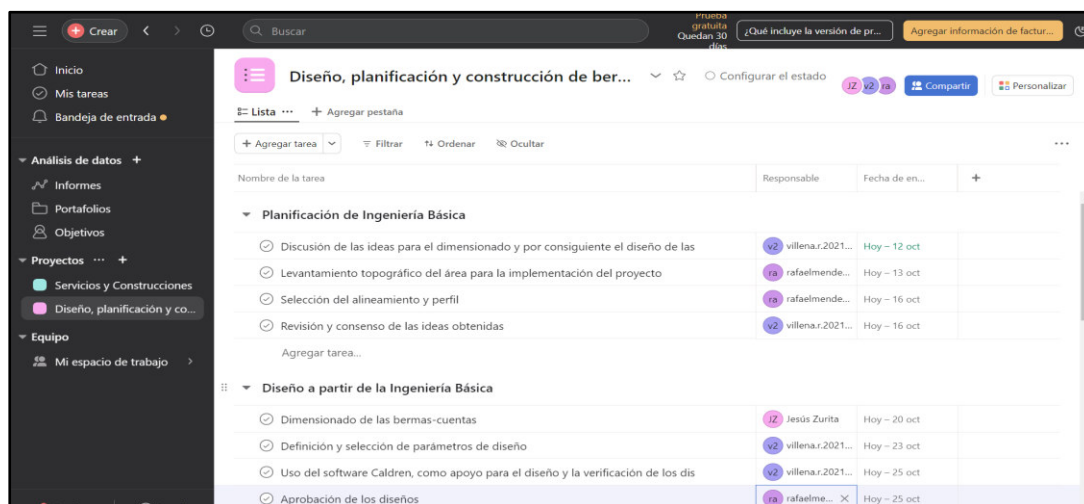
Nota. Software que permitirá verificar las dimensiones y parámetros Berma Cuneta propuestas con Caldren (2023)

En ambos casos, verificamos las velocidades descritas en la Tabla 10 del Manual de Hidrología Hidráulica y Drenaje para el caso de revestimiento de Concreto ambas se encuentran dentro del rango entre 3.0 y 6.0 m/s, lo que garantiza la conducción del caudal estimado de 1.23 m³/s equivalente a 1,490 l/s. con una pendiente longitudinal de 0.05 m/m que equivale al 5.0%. es conforme.

Tabla 12*Velocidades recomendadas del flujo.*

Tipo de revestimiento	Velocidad m/s
Concreto	3.0 - 6.0
Ladrillo con concreto	2.5 - 3.5
Mampostería de piedra y concreto	2

Nota. Tabla 12 pg. 76 Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC, Fuente Máximo Villón B.

Figura 33*Presentación de actividades del proyecto con el Asana*

Nota. En este software de Gerencia de Proyectos, los procesos son medidos en línea y en tiempo real. Asana (2023).

3.6 Análisis de los datos

Con la aplicación de los instrumentos estadísticos registrados en la etapa del 2017 al 2022, que en este caso están evidenciando la cantidad de accidentes de tránsito con consecuencias fatales de fallecidos y heridos, por tipo de accidente, la información hidrológica de la zona de estudio, los cálculos hidráulicos de la cuneta existente, la propuesta de la Berma

Cuneta y la verificación con la Fórmula de Manning y los softwares HCanales, Caldren, y los encuestados en la zona de tránsito de la zona de estudio con el registro de OSITRAN en el Peaje de Corcona con 1,370,000 livianos, 1,299,000 Pesados en el año 2019.

Este procedimiento tiene como objeto verificar los datos y a nivel de Gerencia de Proyectos, tener el conocimiento profesional y técnico, verificar los resultados y de ser aprobado por la entidad competente, monitorear todas las fases del proyecto desde su origen hasta su conclusión, realizando una Gerencia del proyecto integral.

3.7 Consideraciones éticas

3.7.1 Seguridad vial

El presente trabajo involucra el ámbito de la seguridad vial, cualquier intervención propuesta no pondrá en peligro la seguridad de los usuarios, por el contrario, mejorará la situación actual.

3.7.2 Transparencia y divulgación

Los objetivos de la investigación producirán un conocimiento de varios actores involucrados en el tema de mejoramiento de las vías, en consecuencia, una vez culminado y aprobado, se propondrá al MTC para su aprobación y posteriormente a los gobiernos locales

3.7.3 Impacto ambiental

Las mejoras propuestas afectarán el entorno existente mínimamente, como mayor corte de taludes y más rellenos, sin embargo, se considera que el impacto ambiental buscará minimizar daños potenciales y se cumplirá con las regulaciones ambientales dado que se buscan soluciones sostenibles.

IV. RESULTADOS

4.1. Interpretación de Resultados

4.1.1 Nivel Descriptivo

Tabla 13

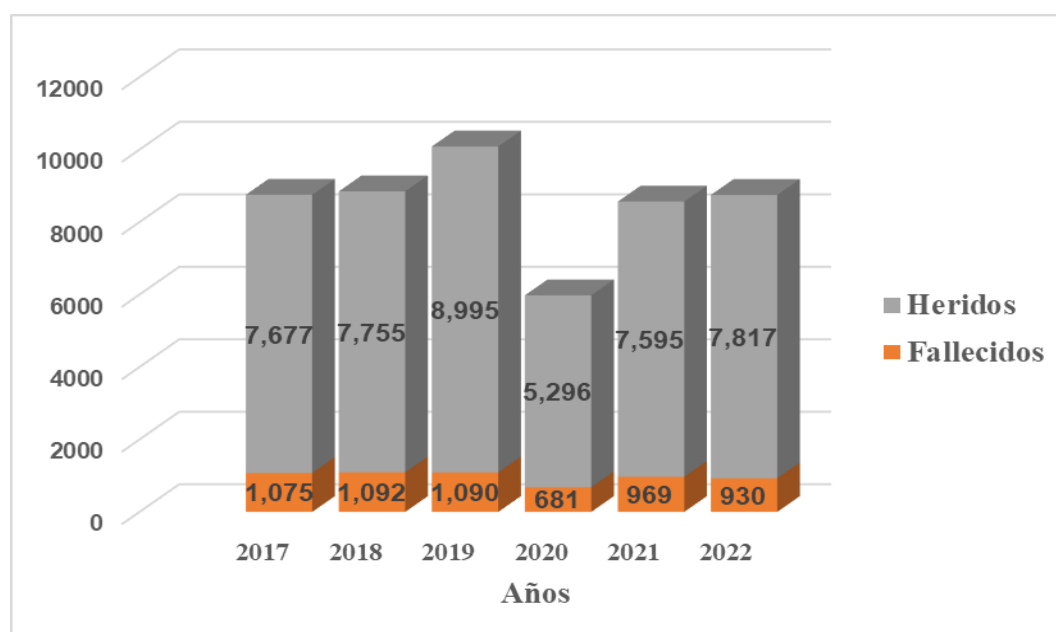
Accidentes, fallecidos, heridos, tipo de accidente periodo 2017 al 2022

Año	Cantidad	Fallecidos	Heridos	Tipos de accidente				
				Choque	Despiste	Atropello	Especiales	Volcadura
2017	3,302.00	1,075.00	7,677.00	1,519	1,453	198.00	66.00	66.00
2018	3,511.00	1,092.00	7,755.00	1,615	1,545	211.00	70.00	70.00
2019	4,539.00	1,090.00	8,995.00	2,088	1,997	272.00	91.00	91.00
2020	3,405.00	681.00	5,296.00	1,566	1,498	204.00	68.00	68.00
2021	5,671.00	969.00	7,595.00	2,609	2,495	340.00	113.00	113.00
2022	5,449.00	930.00	7,817.00	2,507	2,398	327.00	109.00	109.00
Total	25,877.00	5,837.00	45,135.00	11,904.00	11,386.00	1,552.00	517.00	517.00

Nota: Cálculos realizados con data de estadística de SUTRAN

Figura 34

Tendencia estadística de accidentes, fallecidos y heridos periodo 2017 -2022



Nota. El registro de los Fallecidos y heridos marcan tendencia ascendente con excepción del año 2020, año más crítico de Pandemia – COVID 19

En base a los resultados obtenidos en la Tabla 3, durante el periodo de los últimos años 2107 -2022 de un total de 25,877 accidentes de tránsito en la Red Vial Nacional, y con el resultado de 5,837 fallecidos y 45,235 heridos, se hace vitalmente necesario mejorar los diseños de las carreteras de dos carriles y doble sentido, con presencia de cunetas profundas.

Con la Información Hidrológica disponible del Expediente Técnico de puente construido en el año 2019 Denominado Salsipuedes III, se ha realizado los cálculos hidráulicos para verificar las condiciones de la cuneta existente y la verificación de las condiciones hidráulicas proponiendo el reemplazo por una Berma Cuneta.

En las encuestas realizadas en la zona, a 31 conductores de pasajeros se tiene los siguientes resultados:

Tabla 14

Verificación de Resultados de la Encuesta Realizada en la Vía Chosica - Satipo

Preguntas	Dimensiones y Opiniones			
Ancho de Berma Cuneta (T)	1.50 m	2.00 m	2.50 m	3.00 m
Respuesta del Encuestado	No	No	No	SI
Altura de la Berma Cuneta (y)	0.10 m	0.15 m	0.20 m	0.25 m
Respuesta del Encuestado	No	No	No	SI
Espesor del Bordillo y la Base	0.10 m	0.15 m	0.20 m	0.25 m
Respuesta del Encuestado:				
Está de acuerdo con la propuesta				SI
Mejorará las condiciones de la vía				SI
Mejorará la seguridad en el tránsito de la vía				SI
Se debe planificar la mejora de las cunetas actuales				SI
Se debe mejorar los diseños de Ingeniería en las vías				SI

Nota. Los encuestados están de acuerdo con la propuesta de solución en la carretera del tramo Chosica - Satipo

Los encuestado evidenciaron preocupación por los accidentes con consecuencias fatales y solicitaron que las autoridades responsables del diseño, construcción y mantenimiento de la carretera de su zona planteen soluciones para una mejora. Ante la propuesta expuesta de reemplazar la Cuneta existente que en algunos sectores llegan a profundidades mayores a 0.60 m con anchos de 1.20 m, por una Berma-Cuneta de un mínimo de 3.00 m de ancho y una profundidad de 0.25 m, estuvieron de acuerdo porque tendrá la misma función de conducir y drenar el agua de lluvias y brindará mayor seguridad en el adelantamiento de los vehículos pesados que en algunos casos vienen juntos hasta 5 con carga pesada y a velocidades entre 20 y 30 km/h. lo que se hace sumamente difícil y riesgoso el adelantamiento, por la sinuosidad de las vías.

4.1.2 Resultados analíticos

Con los resultados obtenidos en el diseño de la Berma Cuneta y en reemplazo de la existente podemos asegurar que la seguridad en el tránsito de los vehículos en la carretera de dos carriles de doble sentido y sin espacio para berma de emergencia existentes en la Red Vial Nacional, reducirá significativamente las probabilidades de ocurrencia de accidentes de tránsito con consecuencias fatales, especialmente en los de Despiste y Choque. Los resultados de diseño son similares en todos los parámetros con excepción del ancho (T) que varía de 1.07 m a 3.36 m y la velocidad (V) que varía de 5.25 m/s a 3.70 m/s, ambas condiciones cumplen con lo establecido por el Manual, Hidrología y Drenaje del MTC.

Tabla 15

Verificación de Datos y Resultados Hidráulicos de Alternativa Propuesta

Tipo de cuneta	Q(m ³ /s)	V(m/s)	A(m ²)	P(m)	Rh(A/P)	S(m/m)	"n"	Ancho T(m)	Altura "Y"(m)
Triangular típica (HC)	1.49	5.25	0.28	1.51	0.19	0.05	0.014	1.07	0.53
Berma-cuneta (PC)	1.49	3.7	0.28	1.51	0.19	0.05	0.014	3.36	0.24

Nota. Aplicando el software Hcanales en la cuneta existente y Caldren en la propuesta de Berma-Cuneta, las variaciones en Velocidad (m/s) y el Ancho (T), por principios hidráulicos de Manning, al extenderse de 1.07 m a 3.36 m el ancho (T), la velocidad disminuye, estando dentro de lo permitido en un revestimiento de concreto según la tabla 14.

Tabla 16

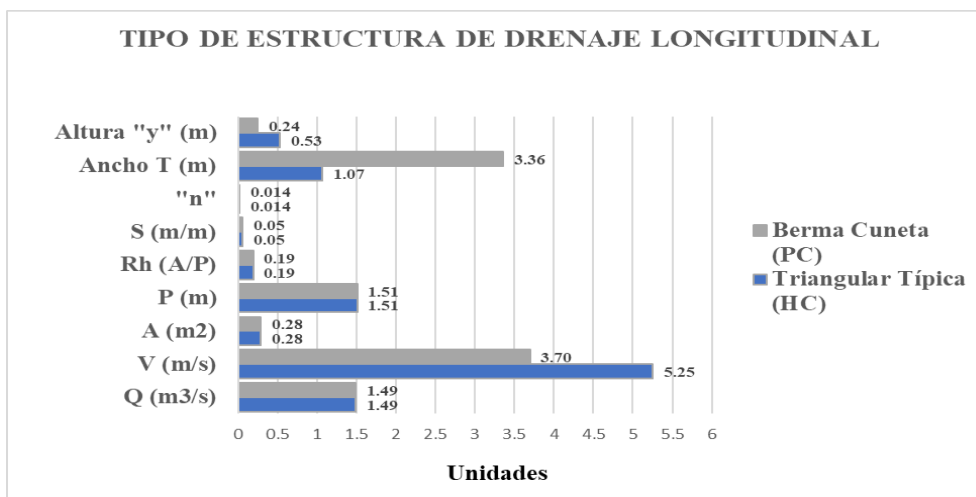
Velocidades Permitidas en Tipos de revestimiento de Estructuras Hidráulicas

Tipo de revestimiento	Velocidad m/s
Concreto	3.0 - 6.0
Ladrillo con concreto	2.5 - 3.5
Mampostería de piedra y concreto	2

Nota. La velocidad de la Berma Cuneta de Concreto Hidráulico es de 3.70 m/s

Figura 35

Verificación de Resultados de la Propuesta en la zona de análisis – San Ramón



Nota. Los Parámetros Hidráulicos de la cuneta existente con la Berma Cuneta propuesta varían con el diseño a un Ancho T de 3.36 m y 3.70 m/s en Velocidad del Flujo.

La incorporación de esta solución en la seguridad del tránsito vehicular de muestra y con la Información Hidrológica disponible del Expediente Técnico del puente construido en el año 2019, denominado Salsipuedes III en la localidad de San Ramón de la Selva Central, se ha realizado los cálculos hidráulicos para verificar las condiciones de la cuneta existente y la verificación de las condiciones hidráulicas de la propuesta de por una Berma Cuneta como ejemplo para todas las carreteras de la Red Vial Nacional, resultando como un tercer carril y a su vez una cuneta de 3.36 m de ancho que permitirá el drenaje longitudinal en épocas de lluvias, permitirá un mantenimiento de vía con suficiente espacio para el ingreso de retroexcavadora o cargador frontal y volquete de 15 m³ de capacidad sin perjudicar dramáticamente el tránsito de vehículos en doubles sentido; en el tiempo de estiaje estará completamente a disposición de la circulación de los vehículos, principalmente para los de carga pesada (Benites & Nuñez , 2024).

Tabla 17

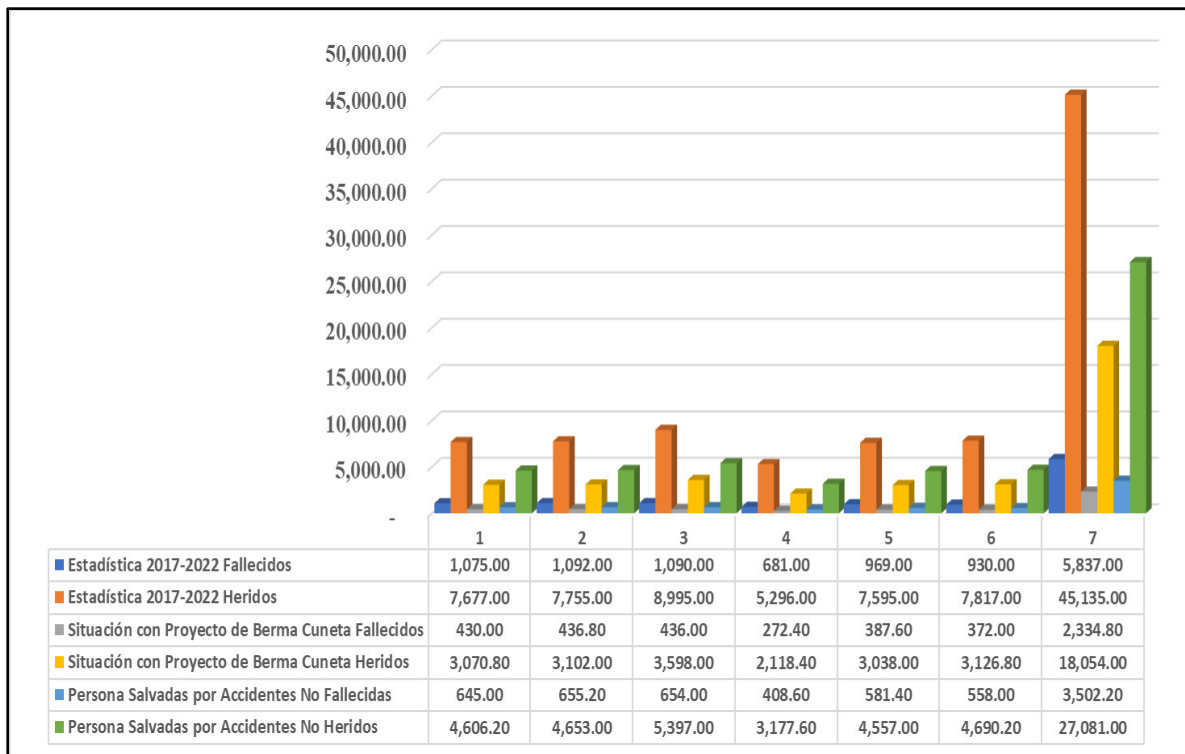
Resultados de Fallecidos y Heridos con proyecto de Berma-Cuneta - data 2017-2022

Cantidad	Estadística 2017-2022		situación con proyecto berma cuneta		personas salvadas por accidentes	
	Fallecidos	Heridos	Fallecidos	Heridos	No fallecidos	No heridos
3,302.00	1,075.00	7,677.00	430.00	3,070.80	645.00	4,606.20
3,511.00	1,092.00	7,755.00	436.80	3,102	655.20	4,653.00
4,539.00	1,090.00	8,995.00	436.00	3,598	654.00	5,397.00
3,405.00	681	5,296.00	272.40	2,118.40	408.60	3,177.60
5,671.00	969	7,595.00	387.60	3,038	581.4	4,557.00
5,449.00	930	7,817.00	372.00	3,126.80	558.00	4,690.20
25,877.00	5,837.00	45,135.00	2,334.80	18,054.00	3,502.20	27,081.00

Nota. Datos de SUTRAN 2017 al 2022 y fuente propia

Figura 36

Verificación de Resultados de la Propuesta en la zona de análisis – San Ramón



Nota. El análisis de este resultado demuestra la cantidad de vidas que pueden salvarse con la incorporación de la propuesta Berma-Cuneta

V. DISCUSION DE RESULTADOS.

Como se puede apreciar en la parte introductoria y antecedentes del presente trabajo, en el Perú no existen propuestas de diseño de solución como política de Estado que se preocupen por la vida de las personas que transitan en la Red Vial Nacional (Rodríguez, 2024), las cunetas existentes en zonas lluviosas y no lluviosas cuentan con las tradicionales de tipo triangular adyacente a la berma existente y en la mayoría de casos, sin existencia de bermas, es por esta razón que en base a los resultados estadísticos que demuestran la cantidad de accidentes de tránsito analizados y con las consecuencias que han podido evidenciarse de fallecidos y heridos, es también responsabilidad de los involucrados en este tema de Gerencia de Proyectos de Ingeniería Vial, hacer notar la situación crítica a las autoridades competentes y a su vez proponer propuestas de solución (Palacios, 2021).

En este caso particular, la opción de diseño de vías con Berma-Cuneta en sustitución de la Berma triangular o trapezoidal tradicional, se convierte en una solución nueva, cuyo propósito fundamental es disminuir la pérdida de vidas humanas y de heridos con consecuencias físicas y psicológicas lamentables para ellos mismos y sus familiares, es por ello que esta propuesta será presentada al Ministerio de Transportes y Comunicaciones y de ser aceptada e incorporada en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, solicitar que sea difundida a los gobiernos locales y consultores en general (Gómez & Medina, 2021).

Es necesario resaltar que, desde el punto de vista de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, se hace imperativamente necesario mejorar sus objetivos basados en los 3 pilares principales:

Económico: Al promover el crecimiento económico inclusivo y sostenido que genere riqueza y empleo, brindando a la población, mejores vías de comunicación terrestre sin dañar el medio ambiente, los resultados económicos tendrán una evidente mejora.

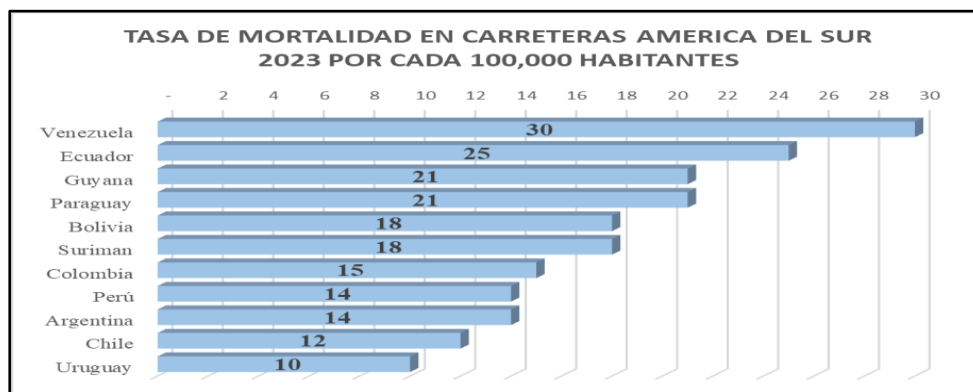
Social: Al fomentar la inclusión social, reducir la pobreza y la desigualdad, asegurando el acceso equitativo a recursos y oportunidades, y el caso particular de la presente propuesta de solución de disminuir los accidentes de tránsito con la propuesta descrita, la sociedad se verá significativamente beneficiada.

Ambiental: Al incorporar en los diseños y consecuentemente la modificación en el drenaje longitudinal por una Berma Cuneta como tercer carril, estaremos protegiendo, conservando y gestionando de manera sostenible los recursos naturales y el medio ambiente de nuestro territorio, que tiene la singularidad de contar con Costa, Sierra y Selva.

En conclusión, al haber analizado los antecedentes, los registros estadísticos de SUTRAN, el reporte de la Organización Mundial de la Salud – INSIDER PRO y la propuesta de solución planteada, se hace vitalmente necesaria la toma de decisiones a nivel de Estado, para disminuir los accidentes de tránsito en la Red Vial Nacional y pasar de un país con una tasa de mortalidad en las carreteras del Perú solo dentro del ámbito de América del Sur es de 14 fallecidos por cada 100,000 habitantes, no se contabiliza los heridos.

Figura 37

Tasa de Mortalidad en América del Sur, muerte de personas en carreteras por cada 100,000 habitantes.



Nota. Pan American Health Organization (PAHO)/Institutional Repository for Information Sharin (IRIS)

VI. CONCLUSIONES.

- a) Se concluye que la cantidad de fallecidos y heridos por cada año en el Perú está relacionada en mayor medida, a la falta de espacio en las vías de dos carriles de doble sentido, la que es usada para el tránsito de vehículos de transporte de carga pesada, transporte de pasajeros y vehículos livianos, sumándose a ello y, en muchas zonas de la Red Vial Nacional, la presencia de cunetas profundas y de anchos superiores a 1.00 m. Por estas razones y ubicando por encima de los costos de inversión la vida de los seres humanos, se hace necesario plantear la alternativa de solución analizada, para disminuir la cantidad accidentes de tránsito que producen lamentables de fallecidos y heridos, reduciendo en un aproximado de 60% en choques y despistes.
- b) La incorporación de un tercer carril denominado Berma-Cuneta en reemplazo de la Cuneta actual y con las dimensiones mínimas de 3.20 m de ancho permitiría que los vehículos de carga pesada puedan utilizarla en temporadas de lluvias y estiaje, dejando libre un carril para permitir el avance de vehículos de transporte de pasajeros y ligeros concordantes con las velocidades permitidas en la normativa.
- c) La mejora de los diseños en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje con la incorporación del diseño de Bermas-Cunetas en las vías asfaltadas de dos carriles de doble sentido será un avance en la mejora de la infraestructura de la Red Vial Nacional. Esto permitirá el desplazamiento del incremento inminente del transporte de mercancías hacia los desde el Puerto de Chancay hasta los diversos destinos y viceversa de forma más segura, disminuyendo los accidentes de tránsito con consecuencias fatales, en consecuencia, la decisión debe ser analizada y tomada en cuenta como política de Estado en la Ingeniería vial.

VII. RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda a las autoridades competentes en el diseño de vías, desde el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, PROVIAS, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, considerar la presente propuesta de diseño e incorporación de Bermas Cunetas en reemplazo de las cunetas convencionales en las vías de interconexión en la Red Vial Nacional para disminuir las ocurrencias evidenciadas en estadísticas de accidentes de tránsito con resultados de fatales de muertos y heridos.
- b) De ser necesario realizar 2 metros más de cortes en los taludes superiores, con banquetas, incrementando el presupuesto de la obra definitiva desde sus diseños. Esto no es comparable con el precio de la vida humana, en consecuencia, se pretende abordar positivamente con los pilares fundamentales de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible, siendo éstos el económico, el social y el ambiental, dando la importancia que corresponde a los usuarios de las vías, quienes tienen la esperanza de llegar a su destino con menos riesgos, sin inconvenientes, y reducir la angustia de los familiares al haber concluido el viaje.
- c) Con la incorporación de un tercer carril denominado Berma-Cuneta en las zonas que la información hidrológica lo requiera, una vez aprobado por el MTC, difundir el propósito de este cambio de diseño a la población y conductores, para explicar su justificación y adecuada utilización durante los meses de lluvias, la presencia del fenómeno del Niño, o en épocas de estiaje, puesto que será de uso permanente por tener que ser diseñada y construida de concreto hidráulico armado, para que tenga una duración superior a 50 años. El mantenimiento de este tercer carril denominado Berma-Cuneta, será con maquinaria pesada, a diferencia de las cunetas triangulares convencionales, las que necesariamente deben realizarse con maquinaria pesada inadecuada y mano de obra con alto riesgo de atropellos y accidentes.

VIII. REFERENCIAS

- Acuña Aylas, E. J., & Ayala Gómez, L. R. (2022). *Influencia del desarrollo turístico cultural en la sostenibilidad económica de la región de Ayacucho para el Bicentenario del Perú*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659456>
- Arizón-Fanlo, J. E. (José E. (2022). *Modelo mejorado de evaluación de la sostenibilidad de los proyectos de infraestructuras*. [Tesis doctoral, Universidad de Navarra].
<https://doi.org/10.15581/10171/64796>
- Aruquipa, G. M. (2018). La vialidad en Bolivia: los ferrocarriles y su impacto en la región: Pasado y Presente. TAKAY. *Revista Boliviana para el Desarrollo*, 1(1), 43-56.
- Ávalos Sigüenza, G. R., Choy Chang, I. del R., Merino Henderson, G., & Moreyra Flores, E. F. (2016). *Planeamiento estratégico del Puerto de Salaverry*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7434>
- Basualda Orellana, L. I., & Castro Quispe, K. Z. (2023). *Propuesta de una metodología estándar para la gestión de riesgos en el planeamiento y ejecución contractual de los proyectos de gestión, mejoramiento y conservación vial por niveles de servicios en la red vial nacional a cargo de Provias Nacional*. [Tesis de grado, Universidad de Piura].
<https://pirhua.udep.edu.pe/items/b560232c-8eb7-479d-92ff-7d8166576159>
- Benites Lozano, J. M., & Nuñez Chavez, G. M. (2024). *La capacidad exportadora y su influencia en la internacionalización de la empresa textil Nini & Co Perú, 2022*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/36900>
- Bravo Chanta, A. A., & Mires Hernández, J. A. (2020). *Diseño de infraestructura vial, Tramo Centro Poblado El Reposo-Caserío Las Pircas, Distrito El Milagro, Amazonas*. [Tesis

de grado, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50405>

Campos Delgado, G. J. (2024). *Inversión pública y desarrollo económico del departamento de Lambayeque en el periodo 2005-2022*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/13191>

Casteno, E. B. (2010). Evaluación de la aplicación de la Gerencia de Proyectos en Venezuela una posición pragmática de un paradigma. *Cuadernos UCAB*, 8. <https://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/cuadernosucab/article/view/5984>

De Hidrologia, M. (2008). *Hidraulica y Drenaje*.(2008). MTC. Lima-Peru.

Figuroa Ochoa, A. D. (2021). *Evaluación funcional y superficial del pavimento flexible en la carretera del distrito de Pimentel-Chiclayo*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64139>

Gómez Sulca, F. J., & Medina De la Cruz, A. (2021). *Implementación de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad en la flota de buses Golden Dragon de la empresa Tracusa, Ate, 2021*. *Repositorio Institucional - UCV*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83552>

Luna Laura, A., Vicente Ortiz, C., Rivera Medina, J. L., & Valdivia Reguerini, E. V. (2019). *Aplicación de la dirección de proyectos en el desarrollo de la ingeniería de detalle para la construcción de la carretera SMCV-estación de transferencia La Joya, según las buenas prácticas del PMI*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicada]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/648615>

Mendoza Quispe, C. (2016). *Propuesta de utilización de emulsión asfáltica modificada en el mantenimiento de la carretera: Lucma-09 de Octubre, para mejorar la transitabilidad vehicular en el distrito de Lucma, provincia Gran Chimú-La Libertad, 2016*. [Tesis de

- grado, Universidad Privada de Trujillo].
<http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/29>
- MTC. (2024, julio 18). Ministerio de Transportes y Comunicaciones—MTC.
<https://www.gob.pe/mtc>
- Niño Morantes, J. N. (2020). *Modelo de gerencia de proyectos de infraestructura vial en la ciudad de Bogotá basado en estándares internacionales*. [Tesis de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/37949>
- Orellana, B. (2023). DSpace Repository: Browsing Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial—Tesis by Author «Basualda Orellana, Leydi Irela». <https://gestionrepo.udep.edu.pe/browse/author?scope=d1ac4671-e1c1-4231-83fc-76d4f15e4125&value=Basualda%20Orellana,%20Leydi%20Irela>
- Oviedo Salas, R. E. (2023). *Análisis de los factores determinantes de la calidad y la mejora de la gestión de industria de la construcción de carreteras a nivel de carpeta asfáltica Macro Región Sur del Perú. 2018*. [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/3065>
- Palacios Tovar, C. A. (2021). *Impacto de la inversión pública en infraestructura vial en el crecimiento económico peruano, 2007-2016*. [Tesis de grado]. <https://repositorio.epnewman.edu.pe/handle/20.500.12892/339>
- Rodríguez Solano, J. G. (2024). *Formulación de proyecto en fase perfil para fortalecer las condiciones de movilidad en la vía nacional 6513 sector Yopal-Guayaque, mediante el uso de la Metodología de Marco Lógico*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/55028>
- Romero Huillca, D., & Quispe Velasquez, F. (2024). Análisis de convergencia económica y gasto público en infraestructura vial en la macro región sur del Perú, 2007-2021. [Tesis

de grado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
<https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/8757>

Tavera Medina, T. N. (2020). *Del istmo de Fitzcarrald a La Pampa: Análisis del sistema de redes de ciudades mineras de la región de Madre de Dios en el área de influencia de la carretera Interoceánica (1980-2018)*. [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/18431>

Trujillo Castro, K. L. (2022). *El ecoturismo y su influencia en el desarrollo económico del distrito del Callao-2022*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal].
<http://190.12.84.13/handle/20.500.13084/6625>

Vargas Aravena, B. (2023). *Estación de ferrocarriles Gustave Verniory*. [Tesis de grado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/195221>

Ventura Diaz, S. P. (2019). *Diseño definitivo de la carretera tramo Motupe-Escuza Baraja, distrito de Motupe, Lambayeque-2018*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40514>

Vicente Vega, K. F. (2023). *Incidencia de la infraestructura vial en el crecimiento económico de las regiones del Perú, 2010-2021*. [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma].
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6696>

IX. ANEXOS

Anexos 1. Matriz de Consistencia

OBJETIVO GENERAL: INCORPORAR BERMAS CUNETAS EN EL MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE EN SUSTITUCIÓN DE LAS CONVENCIONALES EXISTENTES PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS EN LA RED VIAL NACIONAL MEJORARÁ LA SEGURIDAD EN EL TRÁNSITO VEHICULAR Y DRENAJE LONGITUDINAL, BRINDANDO MAYOR VISIBILIDAD Y SEGURIDAD EN LA CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS, DISMINUYENDO ACCIDENTES CON CONSECUENCIAS FATALES.

Objetivos Específicos	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Items
Calcular y analizar las dimensiones de Bermas Cunetas más adecuadas para ser consideradas en los Expedientes Técnicos de la Red Vial Nacional, garantizando la conducción de vehículos con mayor visibilidad y espacio para el adelantamiento de los vehículos de transportes de pasajeros y los ligeros a los vehículos pesados, así como el adecuado funcionamiento de un drenaje longitudinal más eficiente y para mayor facilidad de realizar el mantenimiento de la vía sin alterar críticamente el tráfico en los puntos de derrumbes.	Dimensiones de la Berma-Cuneta.	Son las diferentes medidas en cuanto al ancho, profundidad y espesor que tienen los componentes hidráulicos en su geometría.	Son los parámetros necesarios para que las Bermas Cunetas cumplan con las condiciones de economía, seguridad y operatividad en las carreteras.	Dimensiones de Ancho.	Ancho	Cuestionario	1
				Dimensión de Profundidad.	Profundidad	Cuestionario	2
				Dimensiones de Espesor.	Espesor	Cuestionario	3
Planificar las estrategias y gestionar acciones la petición para que sea asumido como política de Estado, proponiendo a las autoridades competentes puedan tener en cuenta la propuesta de construcción de Bermas Cunetas en sustitución de cunetas triangulares trapezoidales u rectangulares actuales para que los Expedientes Técnicos y Ejecución de Obras brinden como resultado vías más seguras y adecuadas a las nuevas dimensiones de vehículos de transporte de carga y de pasajeros, disminuyendo pérdida de vidas y heridos en accidentes fatales.	Estrategias	Conjunto de medidas a seguir para llegar al cumplimiento de una meta o fin.	Medidas tomadas a consideración en función de implementar el uso del componente hidráulico, para mejorar las condiciones de drenaje y seguridad en las vías.	Estrategias Economicas.	Economía	Cuestionario	4
				Estrategias Operativas.	Operatividad	Cuestionario	5
				Estrategias de seguridad.	Seguridad	Cuestionario	6

Anexos 2. Instrumentos para recolección de datos



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

Encuesta

Marque con una equis (x), la respuesta que considere sea la adecuada, en función de su criterio.

1.- ¿Cuál considera usted que debe ser el ancho de una Berma-Cuneta para que cumpla con las condiciones de desalojar el agua de lluvia y brindar mayor seguridad al conductor?

1,50 m 2,00 m 2,50 m 3,00 m

2.- ¿Cuál debe ser la profundidad de una berma cuneta en función del ancho que escogió anteriormente?

0,10 m 0,15 m 0,20 m 0,25 m

3.- ¿En función de la durabilidad, cual debería ser el espesor de paredes y piso de la Berma-Cuneta de concreto armado?

0,10 m 0,15 m 0,20 m 0,25 m

4.- ¿Está usted de acuerdo que la construcción de las Bermas-Cunetas sería más económica durante el tiempo de vida que la construcción de las cunetas convencionales existentes?

Si No

5.- Considera que si se construyen Bermas-Cunetas ¿se podrían mejorar las condiciones de operatividad en las vías?

7.- ¿Cree usted que cuando se plantea el desarrollo de un proyecto de construcción de un componente hidráulico en las vías de la red nacional, este debería comenzar por una planificación donde se evalúen criterios desde la ingeniería básica e ingeniería de detalle?

Si No

8.- ¿Debería un proyecto de ingeniería de envergadura, como las obras de drenaje en vías terrestres, cumplir con fases de diseño, calculo, documentación y planimetría, antes de poner en ejecución el mismo?

