

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS EN CARRETERAS
GENERADOS POR EL FENÓMENO EL NIÑO 2017 – CASO DE
ESTUDIO PIURA**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Richard Cueto Calderon

ASESOR:

Eduardo Parodi Gonzales Prada


Lima, septiembre, 2025

INFORME DE SIMILITUD

Yo, EDUARDO PAOLO PARODI GONZALES PRADA, docente de la Facultad de INGENIERÍA de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado CARACTERIZACIÓN DE LOS DAÑOS EN CARRETERAS GENERADOS POR EL FENÓMENO EL NIÑO 2017 – CASO DE ESTUDIO PIURA del autor Richard Cueto Calderon dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14 %. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 22/08/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima 22 de agosto del 2025

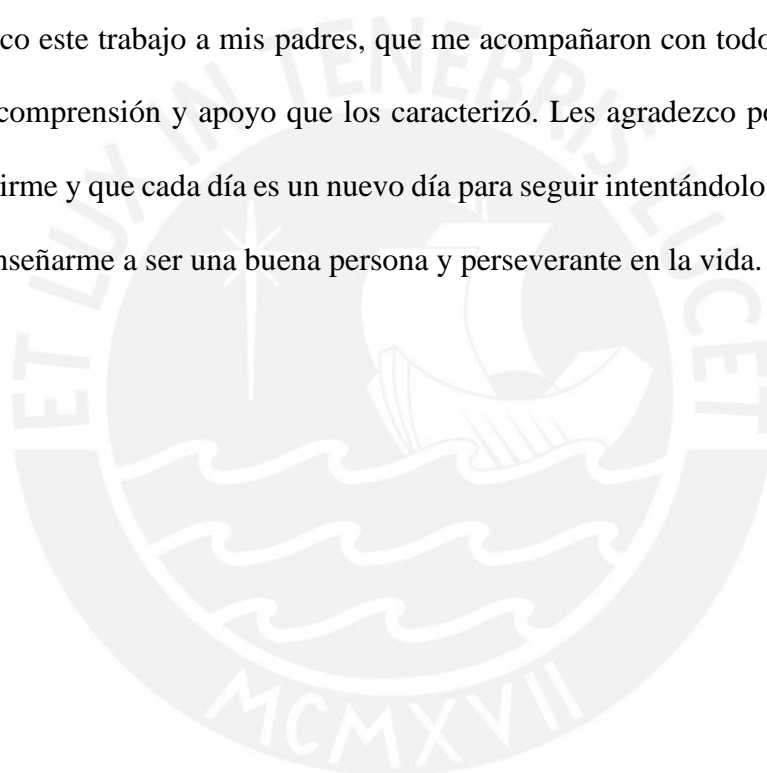
Apellidos y nombres del asesor:	
PARODI GONZALES PRADA EDUARDO PAOLO	
<i>Paterno Materno, Nombre1 Nombre 2</i>	
DNI: 07831717	Firma 
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2239-5173	

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi región Piura con la finalidad de contribuir a un mejor entendimiento de los daños que el Fenómeno El Niño causa a la red vial regional y con ello promover la mitigación de los daños sociales y económicos en beneficio de la región.

Dedico también este trabajo a las distintas entidades que estudian estos fenómenos y tratan de mitigar su impacto.

Por último, dedico este trabajo a mis padres, que me acompañaron con todo el cariño en esta travesía con su comprensión y apoyo que los caracterizó. Les agradezco por enseñarme que nunca debo rendirme y que cada día es un nuevo día para seguir intentándolo sin rendirme. Les agradezco por enseñarme a ser una buena persona y perseverante en la vida.



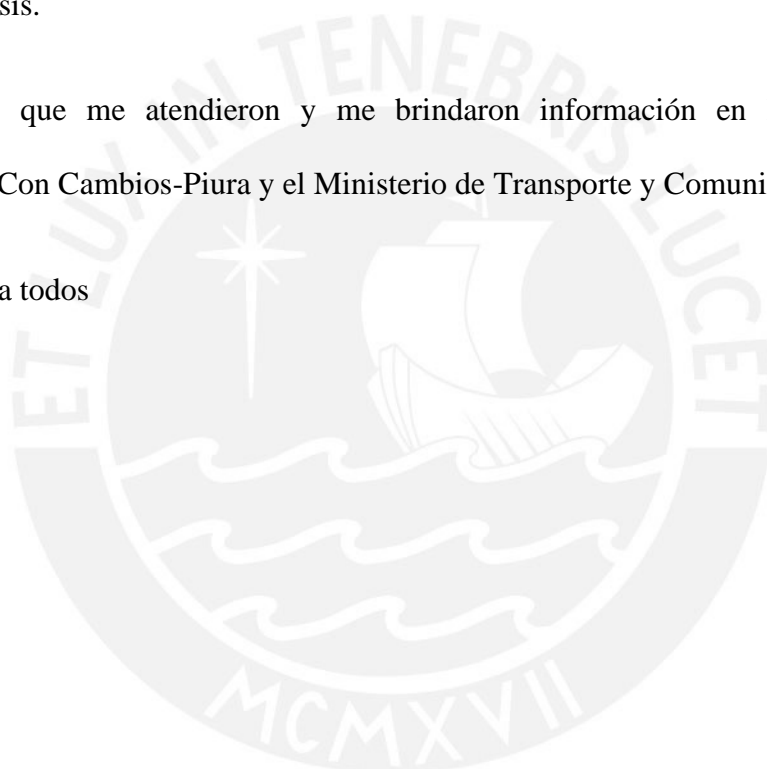
AGRADECIMIENTOS

A mis mejores amigos tanto de la universidad como conocidos que me apoyaron a cumplir con mi objetivo con su empuje y buenas vibras a los malos momentos que pudieron suceder.

A mi asesor el Ing. Eduardo Parodi Gonzales Prada, quien me apoyó en cada momento con sus correcciones y apoyo de información, y de quién tuve la oportunidad de aprender mucho en la parte de la gestión de la información sobre desastres; también de sus horas brindadas en apoyo a culminar mi tesis.

A las personas que me atendieron y me brindaron información en las entidades de Reconstrucción Con Cambios-Piura y el Ministerio de Transporte y Comunicación.

Muchas gracias a todos



RESUMEN

En las últimas décadas, el Perú ha sido afectado por diversos fenómenos naturales, entre ellos el Fenómeno El Niño (FEN), un evento climático de gran intensidad cuya ocurrencia es irregular, con ciclos que varían entre 2 y 7 años (Climate.gov, 2024). El FEN, es el evento climático que mayores daños ocasiona al Perú, Piura es la Región más afectada por este evento y son la reconstrucción de carreteras las partidas más costosas de atender.

La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar los daños de la red vial de la región Piura ocasionados por el FEN del 2017. La caracterización se realizó mediante el uso de siete parámetros de evaluación para cada distrito: kilómetros (km) dañados, costo de reconstrucción, porcentaje del costo de reconstrucción en relación con el total de Piura, relación de km dañados con relación a los km existentes en el distrito, costo unitario de km reconstruido, gasto per cápita de reconstrucción y costo de reconstrucción con relación a la extensión territorial. En adicional se realizó una puntuación por cada indicador mediante la normalización de estos, es decir, se dividió cada valor entre el mayor valor registrado en cada categoría.

Finalmente, los resultados se expresaron de manera geoespacializada en 7 mapas de intensidad de daño y un mapa de daño acumulado de los 7 indicadores normalizados, que resume los niveles de afectación distrital. Este enfoque permite una mejor comprensión de la magnitud y distribución del impacto de este evento en la infraestructura vial. Los resultados se compartieron mediante un repositorio en línea para de libre acceso.

La metodología aplicada incluyó recopilación de data de fuentes directas e indirectas, transformación de la data en información a través del Excel, explicar la intensidad de daños en 7 criterios con 1 acumulado de normalización y geoespacializar los daños en QGIS a nivel distrital.

El resultado reveló que para maximizar los recursos se debe intentar proteger los distritos que más le cuestan al presupuesto de reconstrucción como lo son Sechura, Ayabaca y Tambo Grande, de otro lado, los distritos con mayor nivel de daño calculado mediante la acumulación de daños normalizada para cada categoría son los distritos de: Amotape, Lancones, Huarmaca, Sechura, Ayabaca, Suyo, Paimas, Tambo Grande y Sullana, distritos en los que los daños y costos de reconstrucción de vías afectadas es particularmente crítica.

En conclusión, los hallazgos de este estudio proporcionan información clave para la formulación de estrategias de prevención y mitigación del impacto del FEN en la infraestructura vial en los distritos de Piura, impacto que se extiende más allá de los daños físicos y presupuestos de reconstrucción reportados dado que los costos de reconstrucción son finalmente sensiblemente más altos que los costos presupuestados por lo que parte importante del daño por el FEN sería a consecuencia de la deficiente gestión de la reconstrucción.

Finalmente, se espera que los resultados obtenidos contribuyan a una mejor toma de decisiones por parte de las autoridades, permitiendo una planificación más eficiente y sostenible de la red vial existen de Piura en futuras ocurrencias de este fenómeno.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	JUSTIFICACIÓN	3
2.	OBJETIVOS.....	5
3.	METODOLOGÍA	6
4.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
4.1.	ASPECTOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE LAS CARRETERAS	
	11	
4.1.1.	El FEN 2017	11
4.1.2.	IMPORTANCIA DE LA CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO EN CARRETERAS.....	12
4.1.3.	SITUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA EN EL PERÚ DURANTE LOS FEN	
	13	
4.1.4.	ENTIDADES QUE REPORTAN LOS DAÑOS EN CARRETERAS	14
4.1.5.	MITIGACIÓN DE DAÑOS	15
4.1.6.	RESILIENCIA EN CARRETERA.....	18
4.2.	ASPECTOS QUE PERMITEN CARACTERIZAR DAÑOS EN CARRETERAS....	18
4.2.1.	ADMINISTRACIÓN DE LAS VÍAS EN EL PERÚ	18
4.2.2.	CLASIFICACIÓN DE VIAS EN EL PERÚ	21
4.2.3.	VÍAS AFECTADAS O DESTRUIDAS	24
4.2.4.	DAÑOS EN INFRAESTRURA VIAL DEL PERÚ.....	24
4.3.	ANÁLISIS DE CASOS DE CARRETERAS DAÑADAS	30
4.4.	TIPOLOGÍA DE DAÑOS EN CARRETERAS.....	36

4.4.1.	DAÑOS POR EROSIÓN DE SUBRASANTE O FALLA DE TALUD	36
4.4.2.	CORTE TRANSVERSAL EN CARRETERAS	37
4.4.3.	COLAPSO DE PUENTES	38
4.4.4.	DAÑO LONGITUDINAL EN CARRETERAS	39
5.	RESULTADOS	40
6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	50
6.1.	LIMITACIONES DE LOS RESULTADOS	52
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
7.1.	CONCLUSIONES	54
7.2.	RECOMENDACIONES	55
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	58
9.	ANEXO	65
9.1.	ANEXO A.....	65
9.2.	ANEXO B.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Pasos realizados para poder explicar el riesgo materializado del FEN 2017 en las carreteras de la región Piura.....	6
Figura 2.	Intensidades de ocurrencia del FEN de los últimos 500 años (1578-2021).....	11
Figura 3.	Ratio de inversión entre infraestructura y prevención en la región Piura.....	17
Figura 4.	Daño entre caminos rurales vs carreteras en Piura	25
Figura 5.	Daño de 3 carreteras concesionadas.	27
Figura 6.	Daño en la RVN no concesionada.	29
Figura 7.	Daño en la Red Vial Departamental Y Vecinal	29
Figura 8.	km 66-Piura-Olmos previo al daño.....	30
Figura 9.	km 66 Piura-Olmos posterior al daño	31
Figura 10.	Tramo Chiclayo – Bayóvar previo al daño	32
Figura 11.	Vista en planta de efluentes y tramo de Chiclayo-Bayóvar.....	32
Figura 12.	Tramo Chiclayo-Bayóvar posterior al daño con afectación transversal	33
Figura 13.	Tramo Chiclayo-Bayóvar posterior al daño con afectación longitudinal	33
Figura 14.	Carretera Piura – Chiclayo previo al daño.....	34
Figura 15.	Vista en planta de dos efluentes y tramo de vía.....	35
Figura 16.	Daño longitudinal en la carretera Piura-Chiclayo posterior al daño.....	36
Figura 17.	Ubicación de la subrasante y verificación de su falla	37
Figura 18.	Falla por talud y su verificación tras una inundación	37
Figura 19.	Daño transversal en carreteras por inundaciones.....	38
Figura 20.	Erosión del pilar central que termina en colapso del puente	38
Figura 21.	Daño longitudinal en carreteras por inundaciones.....	39
Figura 22.	Kilómetros dañados por distrito por el FEN del 2017 en el departamento de Piura 40	
Figura 23.	Costo de reconstrucción de vías dañadas por distrito por el FEN del 2017 en el departamento de Piura.....	41
Figura 24.	Porcentaje del costo de reconstrucción vial del distrito en relación con el costo total del departamento de Piura.....	42
Figura 25.	Porcentaje de vías dañadas por el FEN del 2017 en relación con el total distrital en el departamento.....	43
Figura 26.	Costos por kilómetro de vía reconstruida por los daños del FEN del 2017.....	44
Figura 27.	Costo de reconstrucción vial per cápita de las vías distritales en el departamento de Piura afectadas por el FEN del 2017	45
Figura 28.	Costo de reconstrucción vial en relación con la extensión superficial por distrito (Ha.) en el departamento de Piura.....	46
Figura 29.	Categorización de niveles de daños en vías de los distritos de Piura causados por el FEN del 2017.	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Costos totales de reconstrucción de daños del FEN 2017	13
Tabla 2.	Inversión para la reconstrucción de daños del FEN 2017.....	14
Tabla 3.	Actividades y proyectos contra en FEN en el Perú.....	16
Tabla 4.	Administración Local del Agua en la región Piura.....	17
Tabla 5.	Las 16 carreteras concesionadas en el Perú según su tipo de financiamiento	20
Tabla 6.	Vías según su ámbito de aplicación y representación.....	22
Tabla 7.	Vías clasificadas por demanda según el IMDA.....	23
Tabla 8.	Vías clasificadas por orografía según su pendiente longitudinal y transversal ...	23
Tabla 9.	Vías clasificadas por rodadura según tipo de pavimento.....	24
Tabla 10.	Destrucción y afectación de vías en 13 regiones del Perú.....	25
Tabla 11.	Carreteras dañadas por el FEN en 9 concesiones viales	26
Tabla 12.	Carreteras dañadas por el FEN en la RVN No Concesionada	28
Tabla 13.	Carreteras dañadas por el FEN en la RVD Y RVV	28
Tabla 14.	Valores normalizados para cada criterio evaluado de daños en vías de los distritos de Piura por el FEN del 2017 y puntaje.....	47

ANEXO A

Tabla A1.	RED VIAL NACIONAL EXISTENTES EN PIURA.....	65
Tabla A2.	RED VIAL DEPARTAMENTAL EXISTENTES EN PIURA.....	67
Tabla A3.	RED VIAL VECINAL EXISTENTES EN PIURA	69
Tabla A4.	DAÑOS EN LA RED VIAL NACIONAL POR EL FEN 2017	71
Tabla A5.	DAÑOS EN LA RED VIAL DEPARTAMENTAL POR EL FEN 2017	73
Tabla A6.	DAÑOS EN LA RED VIAL VECINAL POR EL FEN 2017.....	75

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AFIN: Asociación para el Fenómeno de la Infraestructura Nacional

ALA: Administración Local del Agua medio y bajo Piura

ANA: Autoridad Nacional del Agua

ARCC: Autoridad para la Reconstrucción Con Cambios

ENFEN: Estudio Nacional del Fenómeno El Niño

FEN: Fenómeno El Niño

IIRSA: Integración de la Infraestructura Regional Suramericana

km: Kilometro de carretera

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

RVD: Red Vial Departamental

RVN: Red Vial Nacional

RVV: Red Vial Vecinal

SINAC: Sistema Nacional de Carreteras

shapefile: Archivo vectorial que guarda información geográfica

Ha: Hectárea

1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El mundo enfrenta constantemente diferentes problemas, entre ellos los desastres naturales, que afectan a millones de personas y generan significativas pérdidas económicas. Según el reporte del primer semestre de 2017 por EM-DAT (The International Disaster Database), se registraron 149 desastres en 73 países. De estos, los más golpeados en términos de ocurrencia, número de muertes y daños económicos se encuentran en el continente asiático. Estos eventos resultaron en 3,162 muertes, afectaron a más de 80 millones de personas y generaron pérdidas económicas estimadas en aproximadamente 32.4 billones de dólares. Entre los desastres más prevalentes se encuentran las inundaciones y los deslizamientos de tierra, que impactaron principalmente a Asia, Sudamérica y África. En Sudamérica, Perú es uno de los países más afectados por inundaciones, como ocurrió en marzo de 2017, cuando 177 personas fallecieron y los daños económicos fueron valorados en más de 3,140 millones de dólares (CRED, 2017).

Uno de los fenómenos climáticos más relevantes en la generación de desastres naturales en Perú es el Fenómeno El Niño (FEN), el cual es responsable de intensas lluvias que propician desbordes de ríos y huaicos, generando severos daños en la infraestructura y la economía del país (Timaná, 2015). En particular, la región de Piura es la más vulnerable a los efectos del FEN debido a su ubicación geográfica y a sus condiciones climáticas, tal es el caso del FEN 2017 donde de los daños en las regiones del norte del Perú Piura concentró el 31.1% de daño sobre la Red Vial Nacional de 5 regiones (MTC, 2022).

El Fenómeno El Niño representa un riesgo de desastre único y significativo para el país, el cual amenaza con daños significativos a la economía nacional con reducción del PBI del orden de 2.8% e incremento de la pobreza del orden de 1.9%. Sin embargo, a pesar de la gravedad de los

perjuicios, se puede lograr reducir los daños mediante construcciones más resistentes y resilientes (Montaud et al, 2017).

Uno de los efectos de este evento hidrometeorológico extremo es la afectación a la infraestructura vial con consecuencias directas sobre la conectividad y la movilidad de las poblaciones. A nivel internacional, diversas regiones han enfrentado problemas similares. Por ejemplo, en Malasia, las precipitaciones estacionales generadas por monzones afectan una extensión de 29,000 km² y al 22% de la población, interrumpiendo la conectividad entre regiones (Chan, 2015). En China, las megaciudades han experimentado pérdidas en accesibilidad y congestión vehicular debido a la incapacidad de los sistemas de drenaje urbano para manejar lluvias intensas (Lu et al., 2022). A nivel global, las inundaciones urbanas causan anualmente el 39% de los daños en infraestructura de transporte (Koks et al., 2019).

El 2017 en el Perú existía una infraestructura vial de 173,057 km de carreteras, de los cuales el 82.6% no estaba pavimentado, a nivel de Piura se tenía 5.1% (8,797 km) (MTC, 2023). Durante el FEN 2017, la red vial de Piura fue la más afectadas de todas las regiones con numerosas carreteras colapsadas debido a la erosión, la saturación de la subrasante y el colapso de plataformas. Estos daños no solo interrumpieron la movilidad y el comercio, sino que también dificultaron la respuesta ante emergencias y la distribución de ayuda humanitaria (Aquino et al., 2012).

La caracterización de daños sobre la infraestructura vial en conjunción con herramientas tecnológicas como los sistemas de información geográfica (SIG) permiten un diagnóstico más preciso de las afectaciones y facilita la planificación de acciones para la gestión de la infraestructura vial (Morales, 2025).

1.2. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación es de gran relevancia debido al gran riesgo materializado de la infraestructura vial en Piura frente a eventos climáticos extremos como el Fenómeno El Niño (FEN). La recurrencia de este fenómeno y la magnitud de los daños registrados en 2017 hacen imprescindible una caracterización detallada de los efectos sobre las carreteras, con el fin de mejorar la gestión vial, optimizar la planificación de infraestructura resiliente y fortalecer las estrategias de reducción de daños.

Por ello, esta investigación pretende explicar la intensidad del daño a nivel distrital sobre la red vial existente en Piura del 2017 con la finalidad de que sirva como aporte tanto para estudios previos como para investigaciones por venir (UDEP, 2015). Dado que este fenómeno natural se repite cíclicamente resulta fundamental caracterizar los daños que produce en las carreteras para desarrollar estrategias efectivas de prevención y mitigación.

En este contexto, desde un enfoque social la interrupción de las vías de comunicación tiene un impacto significativo en la calidad de vida de la población, ya que dificulta el acceso a servicios básicos como salud, educación y comercio. En particular, las comunidades rurales y periurbanas son las más afectadas, pues la pérdida de conectividad incrementa su aislamiento y limita la capacidad de respuesta ante emergencias y la distribución de ayuda humanitaria (OSITRAN, 2021). La rehabilitación oportuna y eficiente de la infraestructura vial es clave para garantizar la seguridad y bienestar de los habitantes de las zonas afectadas.

Por otro lado, desde un enfoque económico, los daños a la red vial generan costos elevados de rehabilitación y mantenimiento para el Estado, lo que representa una carga significativa en el presupuesto nacional. Esto afecta el comercio, la producción y el turismo, lo cual genera un

incremento en el costo de bienes y servicios que impacta en la economía local y nacional OSITRAN (2021).

Por tal motivo, esta investigación es clave para la formulación de políticas públicas y estrategias de infraestructura resiliente que minimicen los efectos del FEN y maximicen los recursos en la gestión de carreteras de Piura. La caracterización y geoespacialización de los daños en mapas temáticos contribuye a mejorar la adopción de medidas de prevención y mitigación, permitiendo una gestión vial más eficiente y sostenible ante futuros eventos climáticos extremos.



2. OBJETIVOS

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar las características de los daños ocasionados por el FEN 2017 en las carreteras de la región Piura mediante el análisis intensidades de daños a nivel distrital con el fin de comprender la magnitud en términos materiales y económicos.

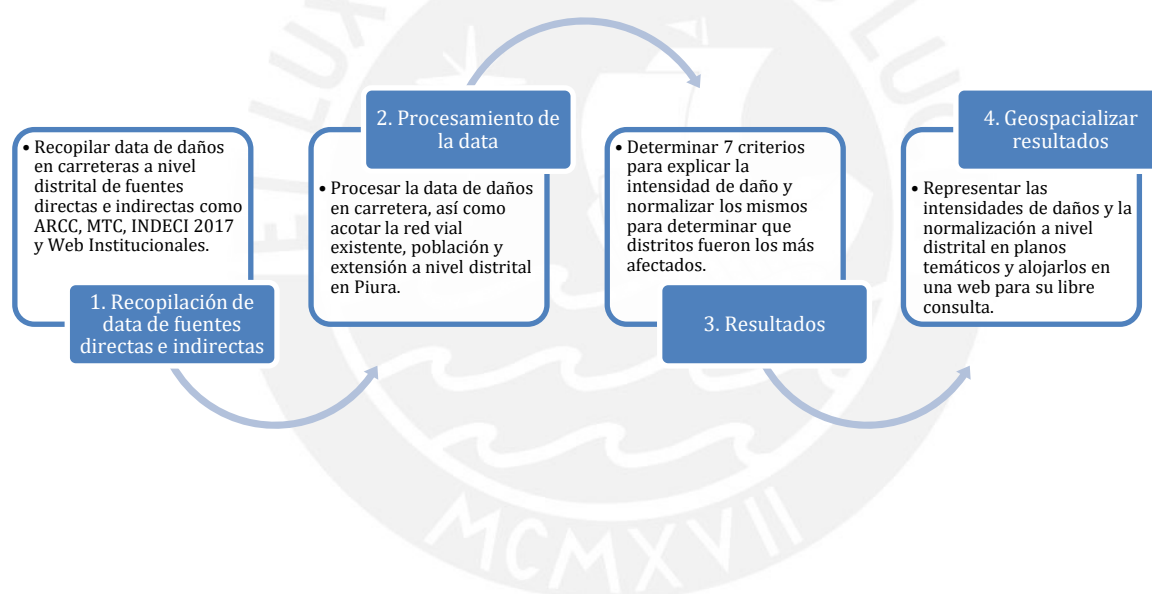
El objetivo secundario es entender la distribución geográfica de los daños en carreteras a nivel distrital. Para ello, se buscará geoespacializar las intensidades de daños en mapas temáticos donde se podrá identificar los distritos y carreteras más vulnerables.



3. METODOLOGÍA

La metodología planteada para investigar y determinar cuál fue el riesgo materializado de los distritos de la región de Piura se realizó en 4 pasos, los cuales partieron desde la recopilación de la información de fuentes directas e indirectas, procesamiento de data, resultados expresados en 7 criterios y por último presentar estos resultados en mapas temáticos. Estos pasos se detallan en la Figura 1.

Figura 1. Pasos realizados para poder explicar el riesgo materializado del FEN 2017 en las carreteras de la región Piura.



Fuente: Propia (2025)

Paso 1

En primer lugar, la metodología utilizada en esta investigación comprendió en la recopilación de data sobre daños en carreteras a nivel distrital que sean proveniente de fuentes directas e indirectas.

Las fuentes directas incluyeron solicitudes de peticiones virtuales vía mesa de partes a gobiernos locales, regionales y entidades como Autoridad de Reconstrucción Con Cambios

(ARCC) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Asimismo, esta data se recabó indistintamente de si se trataba de carreteras afectadas o destruidas.

Por otro lado, las fuentes indirectas consistieron en información oficial publicada en sitios web institucionales como el compendio estadístico del INDECI 2017 de gestión reactiva (INDECI, 2017), Anuario estadístico 2017 (MTC, 2017) e informes confiables como el MEMORANDO N°-2022-ARCC/DE/DIST de la dirección de intervenciones del sector transportes de la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC, 2022). Esto incluye los shapefile de distribución de carreteras existentes del 2017 que el MTC comparte a través de su sitio web de datos abiertos.

Paso 2

En segundo lugar, se procesó la data que la ARCC compartió sobre daños en carreteras ocurridos en el FEN 2017 en el departamento de Piura, de la cual se pudo obtener la cantidad de kilómetros dañadas por vía, así como el presupuesto y gasto de reconstrucción hasta el 2022. Asimismo, la data sobre la red vial existente de los archivos shapefile que comparte el estado en sus plataformas oficiales se acotó a la región de Piura y en particular a nivel distrital. En este punto hubo la necesidad de realizar intersecciones vectoriales de capas de los archivos shapefile de red vial existente con los límites políticos distritales, ya que la red vial existente en algunos casos como red vial vecinal estaba limitada a nivel departamental y no a nivel distrital.

Por último, la data de población recabada de fuentes oficiales y la extensión en hectáreas (Ha) que existía en el Perú hasta el 2017 se acotó a cada distrito de Piura.

Paso 3

En tercer lugar, la data previamente procesada de daños en carreteras, así como la acotada de la red vial existente, población y extensión distrital fueron estructuradas en siete criterios que permiten medir la intensidad de daños. Para ello, se utilizó las hojas de cálculo del Software Excel.

Estos criterios de intensidad de daños en carreteras fueron los siguientes:

1. Total de vías dañadas en km por distrito

Es la cantidad de kilómetros dañados de carreteras que cada distrito de la región de Piura tuvo producto del FEN 2017. Esto es importante debido a que nos permite tener una distribución de daños materiales.

2. Costo del gasto de reconstrucción en millones de soles por distrito

Es el valor económico que se ha realizado hasta el 2022 para rehabilitar y reconstruir el daño de los kilómetros de carreteras dañadas en cada distrito. Es importante este criterio pues permite saber en qué distritos se han gastado más en reparación de carreteras.

3. Porcentaje de costo de reconstrucción en relación con el total de Piura

Este criterio permite determinar el porcentaje del presupuesto de costo de recuperación de carreteras afectadas y destruidas que tuvo cada distrito. Asimismo, es de aclarar que está estrechamente relacionado con el criterio 1, ya que al final los kilómetros llegan a materializarse en costo.

4. Porcentaje de vías dañadas en relación con el total distrital

Este criterio permite ver el impacto que tuvo las vías dañadas sobre la red vial existente que tiene cada distrito. Es importante aclarar que se parte del criterio 1 y se intenta comprender el impacto sobre la infraestructura vial existente a nivel distrital.

5. Costo por kilómetro de vía reconstruida

Este valor permite saber en qué distrito se encuentran las carreteras que fueron más costosas de reconstruir por el FEN 2017. Es de aclarar que este valor se obtiene de dividir el criterio 2/criterio 1.

6. Intensidad de soles per cápita del costo de reconstrucción

Este criterio representa el costo de reconstrucción de carreteras por persona a nivel distrital que se ha realizado hasta el 2022. Es de aclarar que este valor se obtiene de dividir el criterio 2 entre la densidad poblacional.

7. Intensidad de soles por Ha

Este criterio representa el costo de reconstrucción de carreteras por hectárea a nivel distrital que se ha realizado hasta el 2022. En concreto, este valor se obtiene de dividir el criterio 2 entre la extensión territorial.

Normalización de criterios

Con los criterios antes mencionados se ha buscado determinar cuáles son los distritos más afectados, para ello, se ha normalizado estos criterios con la posición relativa de cada uno de ellos que se obtiene de dividir cada criterio entre su máximo valor para luego sumar todas las posiciones relativas y ordenarlos en base a su puntaje final. Por último, en base al puntaje final se han agrupado en cinco niveles de impacto que son muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

Paso 4

En cuarto lugar, los criterios y la normalización del paso 3 se han representados en planos temáticos con la finalidad de interpretarlos fácilmente. Asimismo, se aloja estos planos en una web de la plataforma github.com con la finalidad de mostrar la información de manera interactiva para su libre consulta.



4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

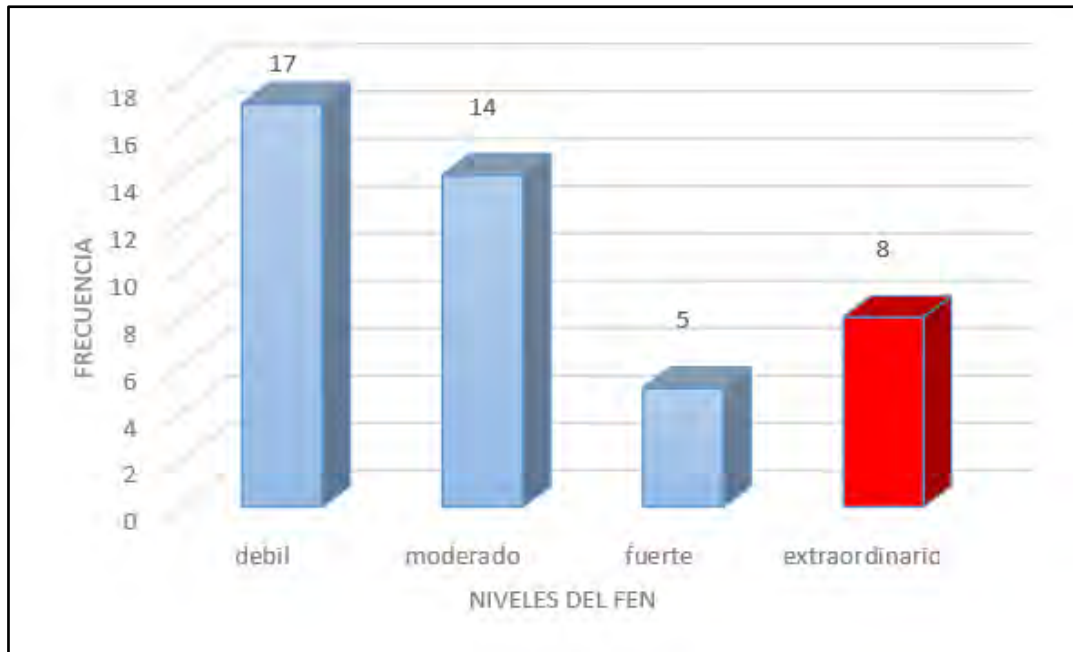
4.1. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA AFECTACIÓN DE LAS CARRETERAS

4.1.1. El FEN 2017

El FEN es un evento de alteración climática cuya frecuencia de ocurrencia oscila entre 2 a 7 años (Climate.gov, 2024). Asimismo, se caracteriza entre otros elementos oceanográficos y atmosféricos, por el anormal e intenso calentamiento de las aguas superficiales del Océano Pacífico Ecuatorial y del mar frente a las costas peruanas asociadas a precipitaciones extremas en la costa norte del país. Esta anomalía genera también cambios en el comportamiento climático global y genera alteraciones oceanográficas, meteorológicas y biológicas en todo el planeta (ENFEN, 2017).

Según el INDECI, en el Perú se han registrado 44 Fenómenos de El Niño, de los cuales 8 fueron extraordinarios. El primer Mega Niño del que se tiene información escrita ocurrió en 1578 y las zonas que más han sido afectadas desde que se tiene reportes son Lambayeque, La Libertad y Piura (INDECI, 2017). La presente tesis tiene por alcance el FEN 2017 que fue un Niño extraordinario, del cual se cuenta con registro detallado en INDECI. En la Figura 2, se muestra la frecuencia con la que se presenta el FEN, siendo el FEN extraordinario el 18% de los registrados en los últimos 500 años en el Perú.

Figura 2. Intensidades de ocurrencia del FEN de los últimos 500 años (1578-2021)



Fuente: INDECI (2017)

Por otro lado, según el EFEN el FEN 2017 presentó peculiaridades difíciles de detectar, ya que alcanzó intensidades moderadas durante el verano de los meses de diciembre del 2016 y mayo del 2017; sin embargo, cuando ocurrió ocasionó severos daños por inundaciones, por lo cual, se le consideró como uno de los tres FEN más fuertes desde 1925, aunque sus características fueron más similar al FEN de 1925 que a los eventos de 1982-1983 y 1997-1998 (ENFEN, 2017).

4.1.2. IMPORTANCIA DE LA CARACTERIZACIÓN DEL DAÑO EN CARRETERAS

La estimación del riesgo materializado en nuestro país producto de fenómenos naturales ayuda a orientar medidas preventivas para la mitigación de desastres. Además, ayuda a cuantificar el impacto social y económico en un determinado lugar. Por ende, al conocer los daños permite elaborar estrategias de prevención estructurales como los elementos de diseño y no estructurales como la educación de la población ante este tipo de emergencias en el lugar de afectación (CENEPRED, 2014). En conclusión, estimar el daño nos sirve como país para poder racionalizar los recursos (INDECI, 2006).

4.1.3. SITUACIÓN SOCIAL Y ECONÓMICA EN EL PERÚ DURANTE LOS FEN

La afectación ocasiona por el FEN, ha coincidido con periodos de crisis sociales y económicas en el país, por lo cual, el estado se limitó a dar toda la capacidad para afrontar una situación de emergencia como es el caso de 1982-83 en donde se presentaron distintos problemas sociales; tales como, la aparición de grupos terroristas en el interior del país y la administración de gobiernos militares que no supieron restaurar la productividad nacional luego de la ocurrencia un FEN (Caviedes, 1985). Esta conjunción del FEN con los periodos de crisis social y de gobierno ralentizó la capacidad de respuesta del estado.

Desde una perspectiva económica, el impacto de un FEN en la economía peruana es considerable. En el caso del FEN 2017, la inversión requerida para la reconstrucción de infraestructura, mejoramiento de entidades públicas y la implementación de medidas de prevención ascendió a 25,655 millones de soles. Este monto representó aproximadamente cerca del 4% del PBI nacional de ese mismo año (MTC, 2022; INEI, 2017). En el sector transporte, la inversión equivale a cerca del 1% del PBI nacional, mientras que, a nivel regional, Piura necesita el 9% de su PBI departamental para la reconstrucción de su infraestructura vial. La Tabla 1 presenta el detalle de la inversión requerida para la reconstrucción por el FEN 2017.

Tabla 1. Costos totales de reconstrucción de daños del FEN 2017

	Total, a nivel nacional	Solo carreteras en Piura
Costo de reconstrucción	S/ 25,655 millones	S/. 2,401 millones
Porcentaje	100%	9%

Fuente: MTC (2022)

Cabe resaltar que la infraestructura fue la principal prioridad en el proceso de reconstrucción, con un énfasis especial en el sector transportes, el cual recibió 38% de la inversión total, equivalente a 9,760 millones de soles. De este monto, 4,333 millones de soles fueron destinados

a la Red Vial Nacional (RVN) y 5,427 millones de soles para la Red Vial Departamental, Red Vial Vecinal y puentes (MTC, 2022). Esto evidencia que, pese a los esfuerzos de preparación del país ante el FEN del 2017, los costos de recuperación siguen siendo elevados, en especial en lo referente a la reconstrucción de carreteras. La Tabla 2 presenta la inversión destinada a la reconstrucción de daños del FEN 2017.

Tabla 2. Inversión para la reconstrucción de daños del FEN 2017

Sector	Inversión (millones de soles)	% del total
Transportes	9,760	38%
Red Vial Nacional	4,333	17%
Red Vial Departamental y Vecinal	4,503	18%
Puentes	923	3%
Otros sectores	15,895	62%
Total	25,655	100.00%

Fuente: MTC (2022)

4.1.4. ENTIDADES QUE REPORTAN LOS DAÑOS EN CARRETERAS

INDECI:

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) es un organismo público ejecutor adscrito al Ministerio de Defensa (MINDEF) cuya función es Asesorar y proponer al ente rector Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) la normativa que asegure los procesos de la gestión reactiva. (INDECI, 2024).

LA ARCC:

La Autoridad De Reconstrucción Con Cambios (ARCC) es una entidad que forma parte de la Presidencia del Consejo de ministros (PCM), cuyo carácter es excepcional para la reconstrucción de toda la infraestructura dañada y destruida por el FEN en 13 regiones del País: Áncash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Huancavelica, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque,

Lima, Loreto, Piura y Tumbes (ARCC, 2021). Asimismo, se ha de mencionar que esta entidad dejó de ejercer funciones el 31 de diciembre de 2023, fecha posterior a la que solicitamos el registro de daños en carreteras que fue el 2022.

MTC:

El Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) tiene por función informar a la población a través de campañas sobre los avances en reconstrucción de proyectos y obras que realiza el sector transporte sobre la red vial nacional y subnacional, dando mayor importancia en infraestructura como son los caminos, drenajes y puentes (MTC, 2023).

4.1.5. MITIGACIÓN DE DAÑOS

La mitigación de daños comprende actividades y proyectos destinados a prevenir los efectos de fenómenos naturales. En el primer semestre del 2016 hasta inicios del 2017 el Perú implementó 16 actividades y 627 proyectos contra inundaciones y erosiones de FEN (ANA, 2016).

En la Tabla 3 se presenta las actividades y los proyectos para hacer frente al FEN en el Perú.

Tabla 3. Actividades y proyectos contra en FEN en el Perú

N.º	Actividad	Proyectos	N.º
1	Capacitación	Descolmatación	73
2	Construcción de caballetes	Encauzamiento	73
3	Construcción de dique	Enrocado	276
4	Construcción de dren	Mejoramiento de drenes	2
5	Construcción de espigón	Reforestación	1
6	Construcción con Gavión	Reforzamiento de defensa ribereña	11
7	Construcción de muro de contención	Rehabilitación de dren	1
8	Delimitación de faja marginal	Encausamiento	1
8-16	Actividades en metas	Proyectos en metas	184
16	Total	Total	627

Fuente: ANA (2016)

Las Administraciones Locales del Agua (ALA) son entidades encargadas de la gestión y regulación de los recursos hídricos en sus respectivas jurisdicciones. En la región Piura, se han identificado 27 proyectos destinados a la prevención de inundaciones, de los cuales los más importantes son enrocados y espigones de roca. Estas iniciativas buscan contener eventos de inundación y reducir su impacto en la infraestructura y la población (ANA ,2010)

En la Tabla 4 se presentan los proyectos de las ALA que desempeñan un papel clave en la mitigación de inundaciones causadas por el FEN en Piura.

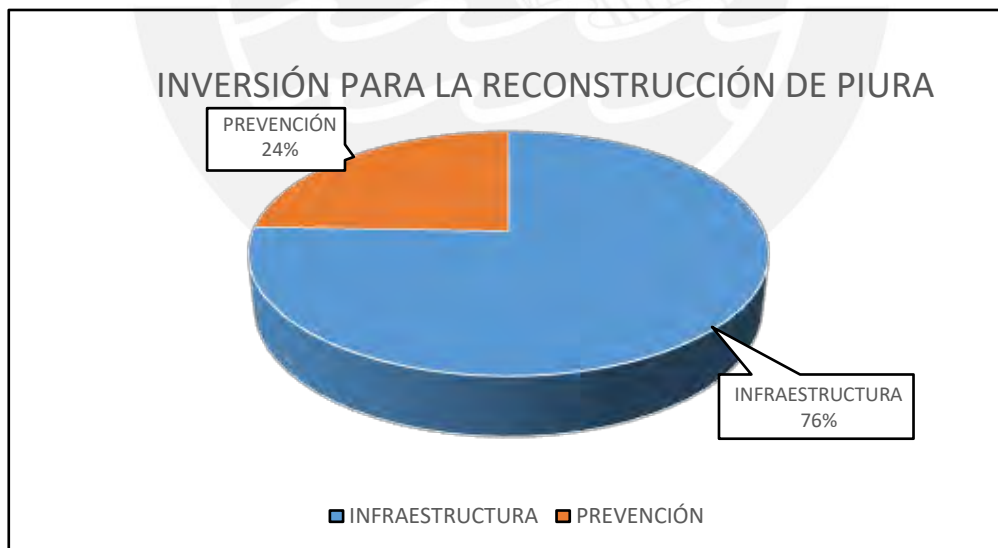
Tabla 4. Administración Local del Agua en la región Piura

ADMINISTRACIÓN LOCAL DEL AGUA	PROYECTOS ANTE EL FEN EN PIURA
ALA Chira	9 proyectos (Enrocado de Talud, Construcción de dique, Construcción de espigones, Enrocado, Encimado compactado, Dique de Contención)
ALA Medio Bajo Piura	9 proyectos (Encimado de Dique, Construcción de Dique, Espigón de roca, Enrocado de talud)
ALA Alto Piura	9 proyectos (Construcción de espigones a base de roca, Construcción de canal, Construcción de dique, Construcción de dren, Construcción de espigones, Rehabilitación de dren pluvial)

Fuente: ANA (2016).

Por otro lado, los sistemas no estructurales son otra manera de mitigar los daños, dentro de ellos se encuentra la prevención que las autoridades deben tomar para evitar daños en carreteras por venir. En la Figura 3, se explica la ratio de inversión entre prevención e infraestructura de la región Piura en donde la prevención a las justas llegaba al 30%.

Figura 3. Ratio de inversión entre infraestructura y prevención en la región Piura



Fuente: MTC (2022)

4.1.6. RESILIENCIA EN CARRETERA

La resiliencia en carreteras se refiere a la capacidad que tiene una infraestructura para resistir, adaptarse y recuperarse de eventos adversos como desastres naturales, accidentes, o deterioro por el uso y el tiempo. Por ello, es fundamental que una carretera cuente con una estrategia de rápida restauración en caso de ser afectada, y evitar los daños asociados al traslado de personas, bienes o servicios luego de la afectación de estas. Si bien es cierto que lo ideal es que las carreteras deberían resistir cualquier nivel de fenómeno natural, lo cierto es que no es posible construir vías 100% duraderas dado la demanda de muchos recursos como los altos costos de inversión, operación y mantenimiento. Por ello, es mejor hacer un balance tratando de equilibrar los recursos disponibles y la resiliencia a corto, mediano y largo plazo. Por otro lado, construir carreteras poco resistentes, puede llevar a mayores costos económicos cuando ocurran eventos catastróficos (OSITRAN, 2018).

Ante el reto de asignar recursos eficientemente y priorizar las inversiones más urgentes en redes viales, los responsables de la toma de decisiones se deben esforzar en identificar los enlaces más críticos y evaluar su vulnerabilidad ante la incertidumbre de eventos futuros y su impacto. Para ello, pueden utilizar software como el HDM-4 que permite tomar decisiones para inversión de carreteras en base a la documentación asociada de la misma. (Rozenberg et al,2017).

4.2. ASPECTOS QUE PERMITEN CARACTERIZAR DAÑOS EN CARRETERAS

4.2.1. ADMINISTRACIÓN DE LAS VÍAS EN EL PERÚ

La administración de las vías en el Perú se divide en concesionadas y no concesionadas. Dentro de la infraestructura vial concesionadas las entidades que la administran son el MTC, a través

de la Dirección General de Programas y Proyectos en Transporte (DGPPT) y el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN). Por otro lado, la infraestructura vial no concesionada está administrada por entidades como Provias Nacional (PVN), Provias Descentralizado (PVD)

3.2.1.1. CONCESIONADAS

Las carreteras concesionadas en el Perú forman parte de la Red Vial Nacional y su formulación y evaluación están a cargo de la DGPPT, perteneciente al MTC, que actúa como concedente de los contratos de concesión. Por otro lado, OSITRAN es la entidad encargada de supervisar estos contratos.

El esquema de concesiones viales permite la construcción, financiamiento y renovación de la infraestructura durante un tiempo determinado. Su financiamiento puede darse de dos maneras:

- Concesiones autosostenibles: Se financian únicamente con el cobro de peajes.
- Concesiones cofinanciadas: Se financian con una combinación de peajes y subsidios del Estado.

Según OSITRAN, el sistema de concesiones viales en el Perú inició en 1994, con la primera carretera concesionada: Arequipa-Matarani, administrada por la empresa CONCAR. Desde entonces, se han desarrollado más proyectos viales, principalmente sobre la Panamericana y rutas transversales. Las carreteras concesionadas hasta el 2018 eran de 16 con una inversión aproximada de 4,899 millones de dólares. Sin embargo, hasta el cierre de 2017, solo se había ejecutado el 79% del presupuesto, equivalente a 3,870 millones de dólares. (OSITRAN, 2018).

A pesar de estos avances, el Perú aún mantiene una brecha significativa en infraestructura vial. De acuerdo con AFIN (2015), el déficit de inversión en infraestructura asciende a 57,499 millones de dólares, de los cuales 31,850 millones de dólares (54.4%) corresponden a la

infraestructura vial. Esto posiciona al país por debajo de otras naciones de la región, como Bolivia, Chile y Ecuador, en términos de Índice de Competitividad Global (OSITRAN, 2018).

La Tabla 5 presenta las 16 concesiones de carreteras, diferenciando entre 6 concesiones autosostenibles y 10 concesiones cofinanciadas.

Tabla 5. Las 16 carreteras concesionadas en el Perú según su tipo de financiamiento

CONCESIONES	AÑO INICIO CONCESIÓN
AUTOSOSTENIBLES	
1.RED VIAL N°5: ANCÓN-HUACHO-PATIVILCA	2003
2.RED VIAL N°6: PUENTE PUCUSANA-CERRO AZUL-ICA	2005
3.RED VIAL N°4: PATIVILCA-SANTA-TRUJILLO Y PUERTO SALAVERRY	2009
4.AUTOPISTA EL SOL: TRAMO TRUJILLO-SULLANA	2009
5.IIRSA CENTRO-TRAMO 2: PUENTE RICARDO PALMA-LA OROYA HUANCAYO Y LA OROYA-DV. CERRO DE PASCO	2010
6.TRAMO VIAL: DV. QUILCA-DV. AREQUIPA(REPARTICIÓN)-DV.MATARANI-DV.MOQUEGUA-DV.LLO-TACNA-LA CONCORDIA	2013
COFINACIADAS	
1.IIRSA NORTE: PAITA-YURIMAGUAS	2005
2.IIRSA SUR-TRAMO 2: URCOS-INAMBARI	2005
3.IIRSA SUR-TRAMO 3: INAMBARI-IÑAPARI	2005
4.IIRSA SUR-TRAMO 4: AZÁNGARO-INAMBARI	2005
5.EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE	2007
6.IIRSA SUR-TRAMO 1: SAN JUAN DE MARCONA-URCOS	2007
7.IIRSA SUR-TRAMO 5: MATARANI-AZÁNGARO E LLO-JULIACA	2007
8.ÓVALO CHANCAY/DV.VARIANTE PASAMAYO-HUARAL-ACOS	2009
9.TRAMO VIAL: MOCUPE, CAYALTÍ, OYOTÚN	2009
10.LONGITUDINAL DE LA SIERRA-TRAMO 2: CIUDAD DE DIOS, CAJAMARCA-CHIPLE-CAJAMARCA-TRUJILLO-DV.CHILETE-EMP.PE-3N	2014

Fuente: OSITRAN (2018)

3.2.1.2. NO CONCESIONADA

Las carreteras no concesionadas en el Perú comprenden la Red Vial Nacional No Concesionada, la Red Vial Departamental y la Red Vial Vecinal.

El Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PVN) es un órgano adscrito al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), creado mediante el Decreto Supremo

N.º 033-2002-MTC, cuya función principal es la administración de la Red Vial Nacional No Concesionada (PVN, 2023).

Las carreteras de esta red son fiscalizadas por la Dirección de Fiscalización en Transportes (DFIST) del MTC. No obstante, la ejecución, administración y mantenimiento de estos tramos viales están a cargo de Provias Nacional.

Por otro lado, el Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Descentralizado (PVD), creado mediante el Decreto Supremo N.º 029-2006-MTC, tiene la función de asesorar a los Gobiernos Regionales (GORE) y a los Gobiernos Locales en la gestión y mantenimiento de la Red Vial Departamental y Vecinal (PVD, 2023).

4.2.2. CLASIFICACIÓN DE VIAS EN EL PERÚ

Las vías en el Perú se clasificadas de acuerdo con su jerarquía, diseño geométrico y extensión de rodadura

4.2.2.1. JERARQUIA

La jerarquía vial es un tipo de clasificación aprobado por el MTC y publicado en el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Esta clasificación comprende 3 grupos los cuales son la RVN compuesto por 03 ejes longitudinales y 20 transversales; La RVD compuesto por rutas del tipo “Ruta N.º AM-101” donde AM representa el departamento y 101 el número de ruta que es pequeño entre 100-110; y, por último, la RVV, compuesta por rutas del tipo “Ruta N.º AM-500”, donde AM representa el departamento y 500 la ruta que puede tener valores grandes entre 500-1920 (D.S. N.º 017-2007-MTC, 2007).

La Tabla 6 presenta la jerarquía de las vías según su ámbito de aplicación y representación.

Tabla 6. Vías según su ámbito de aplicación y representación.

SINAC	APLICACIÓN	REPRESENTACIÓN
Red Vial Nacional	Interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales.	1N o 1S 3N o 3S 5N o 5S
Red Vial Departamental o Regional	Interés regional conformada por las bifurcaciones de la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural	AM-101 *números pequeños de 100-110
Red Vial Vecinal o Rural	Interés local conformado por las articulaciones de los centros poblados o zonas de influencia local.	AM-500 *números grandes de 500-1920

Fuente: SINAC (2007)

4.2.2.2. DISEÑO GEOMETRICO

Esta clasificación se base en el manual de Diseño Geométrico 2018 aprobado por la dirección de caminos y ferrocarriles del MTC que clasifica a las vías según su demanda y orografía (DG, 2018)

DEMANDA:

La demanda es una clasificación de vías según el índice medio diario anual (IMDA) que calcula cuantos autos circulas sobre una vía en un tiempo determinado. Esta clasificación divide a las vías en 6 ítems (DG,2018).

En la Tabla 7 se presenta la clasificación de demanda según el IMDA.

Tabla 7. Vías clasificadas por demanda según el IMDA

CLASIFICACIÓN SEGÚN DEMANDA	IMD
Autopista de primera clase	6,000 veh/día
Autopista de segunda clase	6,000-4,001 veh/día
Carretera de primera clase	4,000 y 2,001 veh/día
Carretera de segunda clase	2,000 y 400 veh/día
Carretera de tercera clase	< 400 veh/día,
Tochas carrozables	< 200 veh/día

Fuente: DG (2018)

OROGRAFIA:

La orografía es la clasificación de vías según como discurre el trazo del perfil y esto se evalúa con la pendiente transversal y longitudinal. Esta clasificación se divide en 4 ítems (DG,2018).

En la Tabla 8 se aprecia la clasificación de la orografía en base a la pendiente longitudinal y transversal.

Tabla 8. Vías clasificadas por orografía según su pendiente longitudinal y transversal

OROGRAFÍA	PENDIENTE TRANSVERSAL Y LONGITUDINAL
Terreno plano	$P_{trans} \leq 10\%$ $P_{long} \leq 3\%$
Terreno ondulado	$11\% \leq P_{trans} \leq 50\%$ $3\% \leq P_{long} \leq 6\%$
Terreno accidentado	$51\% \leq P_{trans} \leq 100\%$ $6\% \leq P_{long} \leq 8\%$
Terreno escarpado	$P_{trans} \geq 100\%$ $P_{long} \geq 8\%$

Fuente: DG (2018)

4.2.2.3. EXTENSIÓN DE RODADURA

La extensión de rodadura es el cuerpo de la carretera y su clasificación se divide en Pavimentadas y No Pavimentadas. En la Tabla 9 se presenta la clasificación de extensión de rodadura en función de los materiales presentes para cada tipo.

Tabla 9. Vías clasificadas por rodadura según tipo de pavimento.

EXTENSIÓN DE RODADURA				
PAVIMENTADA		NO PAVIMENTADA		
Asfáltica (material compuesto de petróleo)	Solución Básica (alternativa económica y ambiental del asfalto)	Afirmada (material granular con gradación específica)	Sin Afirmar (extensión que ha perdido el afirmado)	Trocha (carretera improvisada tipo camino)

Fuente: DGCF (2013)

4.2.3. VÍAS AFECTADAS O DESTRUIDAS

La contabilización de los kilómetros de vías afectadas o destruidas es una forma de desglosar el daño de la infraestructura vial ante los desastres naturales. Las vías afectadas son aquellas cuya recuperación es rápida tras un desastre natural, mientras que las vías destruidas requieren un mayor tiempo de restauración o, en algunos casos, la construcción de una nueva vía.

4.2.4. DAÑOS EN INFRAESTRUCTURA VIAL DEL PERÚ

El daño sobre la infraestructura vial en el Perú es recurrente en cada FEN, según el informe del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) presentado en el 2017 las vías afectadas y destruidas por el FEN ocasionaron daños significativos en la infraestructura vial de 13 departamentos del país (INDECI, 2017). En la Tabla 10, se presenta el desglose de los daños, donde se evidencia que el 42 % de las vías destruidas y el 78 % de las vías afectadas corresponden a la región Piura.

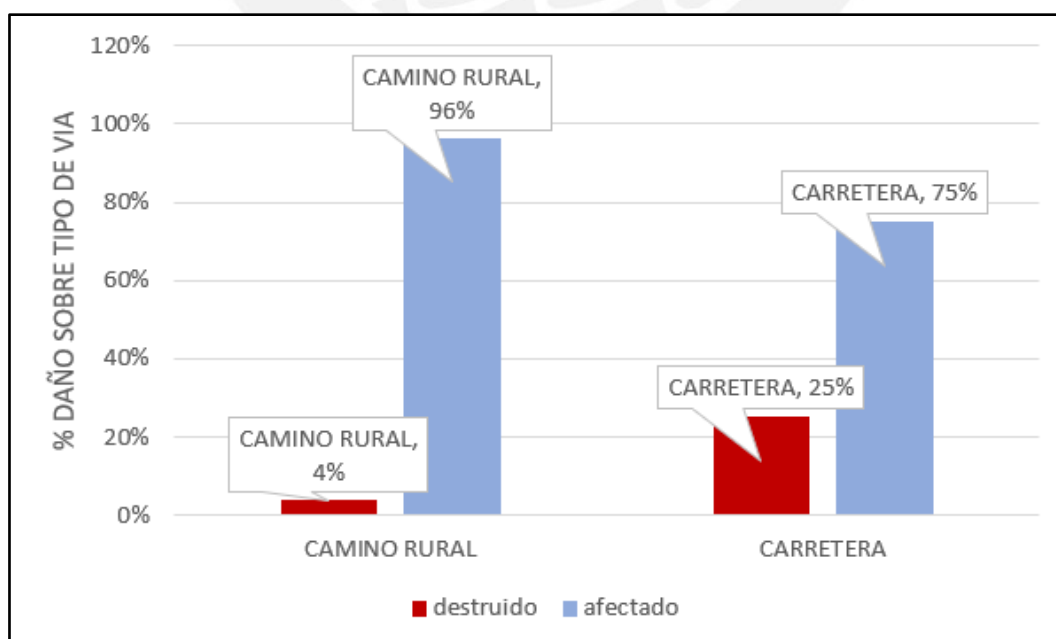
Tabla 10. Destrucción y afectación de vías en 13 regiones del Perú.

DEPARTAMENTO	CAMINOS RURALES DESTRUIDOS (km)	CAMINOS RURALES AFECTADOS (km)	CARRETERAS DESTRUIDAS (km)	CARRETERAS AFECTADAS (km)
ANCASH	235	1,311	462	1,321
AREQUIPA	185	532	738	514
AYACUCHO	534	3,931	210	869
CAJAMARCA	102	198	103	517
HUANCAVELICA	33	8,461	160	916
ICA	132	89	112	529
JUNÍN	7	18	5	210
LA LIBERTAD	369	22,338	1,038	701
LAMBAYEQUE	345	705	98	122
LIMA	3,742	707	1,498	6,471
LORETO	0	68	0	13
PIURA	7,099	182,691	345	1,032
TUMBES	49	169	10	96
TOTAL	12,832	221,219	4,778	13,311

Fuente: INDECI (2017)

De este informe se determina que el 4% de los caminos rurales se destruyen mientras que el 96% se afecta. Por otro lado, para carreteras el 25% se destruye y el 75% se afecta. La Figura 4 presenta el estado de las carreteras en Piura ocasionado por el FEN2017.

Figura 4. Daño entre caminos rurales vs carreteras en Piura



Fuente: INDECI (2017)

4.2.4.1.DAÑOS EN CARRETERAS CONCESIONADAS

El FEN 2017 afectó 587 km de carreteras concesionadas, de los cuales 204 km fueron catalogados como afectados y 383 km como destruidos. Estos daños corresponden a 9 contratos de concesión.

La Tabla 11 muestra el detalle de los kilómetros de carreteras afectadas y destruidas en estas 9 concesiones, destacando que las 3 primeras concesiones corresponden a Piura y representan el 41.7% del daño total en infraestructura vial causado por el FEN 2017.

Tabla 11. Carreteras dañadas por el FEN en 9 concesiones viales

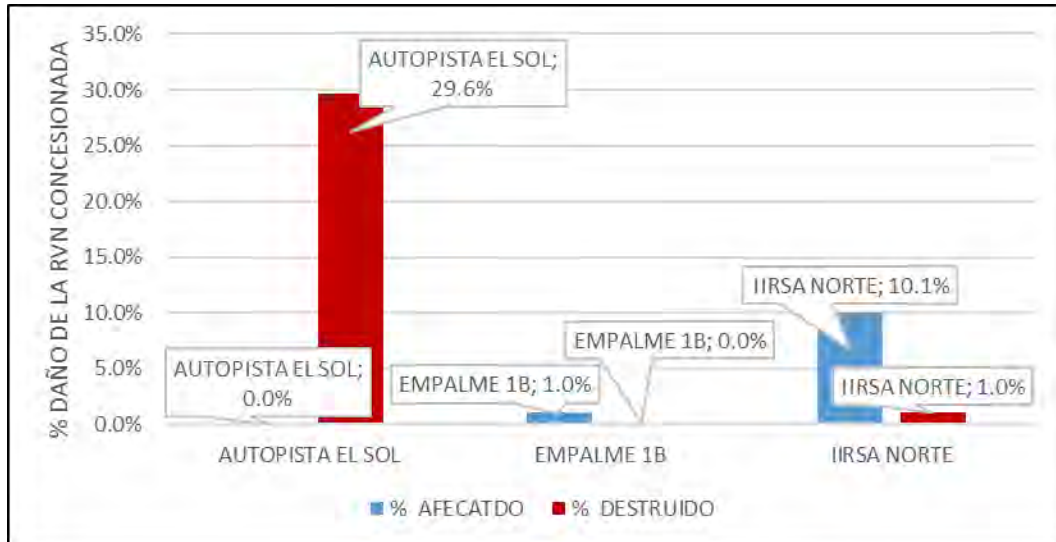
N.º	CONCESIONES	RVN AFECTADA (km)	RVN DESTRUIDA (km)	TOTAL (km)
1	AUTOPISTA EL SOL (TRUJILLO-CHICLAYO-PIURA-SULLANA)	-	174	174
2	EMPALME 1B-BUENOS AIRES-CANCHAQUE	6	-	6
3	IIRSA NORTE, EJE MULTIMODAL, AMAZONAS NORTE (PAITA YURIMAGUAS)	59	6	65
4	LONGITUDINAL DE LA SIERRA TR2: CUIDAD DE DIOS-CAJAMARCA-CHIPLE, CAJAMARCA-TRUJILLO Y DV. CHILETE-EMP. PE-3N	44	-	44
5	RED VIAL N°4, TRAMO PATIVILCA-PUERTO SALAVERRY	72	106	178
6	RED VIAL N°5, TRAMO ANCÓN -HUACHO-PATIVILCA		6	6
7	OVALO CHANCAY /DV VARIANTED PASAMAYO-HURAL-ACOS	16	-	16
8	RED VIAL N°6, TRAMO PUENTE PUCUSANA-CERRO AZUL -ICA	7	-	7
9	IIRSA CENTRO, TR 2(PTE.RICARDO PALMA-LA OROYA-HUANCAYO Y LA OROYA-DV. CERRO DE PASCO	-	91	91
CARRETERAS DAÑADAS		204	383	587

Fuente: Tomado de MTC (2017)

De las 9 carreteras concesionadas dañadas por el FEN 2017, 3 de ellas pasan por la región de Piura y concentraron un daño de 41.7%. La Figura 5 se presenta el daño de las 3 vías

concesionadas que pasan por Piura, de donde la Autopista el Sol fue la que más se destruyó, mientras que la IIRSA norte la que más se afectó.

Figura 5. Daño de 3 carreteras concesionadas.



Fuente: Tomado del MTC (2022)

4.2.4.2.DAÑOS EN CARRETERAS NO CONCESIONADAS:

El FEN 2017 dañó un total de 1,146 km de carreteras no concesionadas, desde Lima hasta Piura. De esta cifra, 202 km fueron catalogados como afectados y 943 km como destruidos, abarcando un total de 29 carreteras perjudicadas.

La Tabla 12 presenta el detalle de los kilómetros de carreteras dañadas en la Red Vial Nacional (RVN) No Concesionada, destacando que Piura concentra el 35% del daño total en infraestructura vial en el norte del país por el FEN 2017.

Tabla 12. Carreteras dañadas por el FEN en la RVN No Concesionada

N.º	DEPARTAMENTO	N.º VIAS	RVN AFECTADA	RVN DESTRUIDA	TOTAL km
1	Piura	10	135	266	401
2	Lambayeque	1		6	6
3	La libertad	2	1	58	59
4	Ancash	8		406	406
3	Lima	8	66	208	274
Carreteras dañadas		29	202	943	1,146

Fuente: Tomado de MTC (2017)

Asimismo, el FEN 2017 dañó 5,350 km de carreteras en 7 regiones de la Red Vial Departamental (RVD) y Vecinal (RVV).

La Tabla 13 presenta el detalle de las carreteras dañadas en las vías no concesionadas de las RVD y RVV, donde Piura concentró el 37% del daño en este tipo de infraestructura vial.

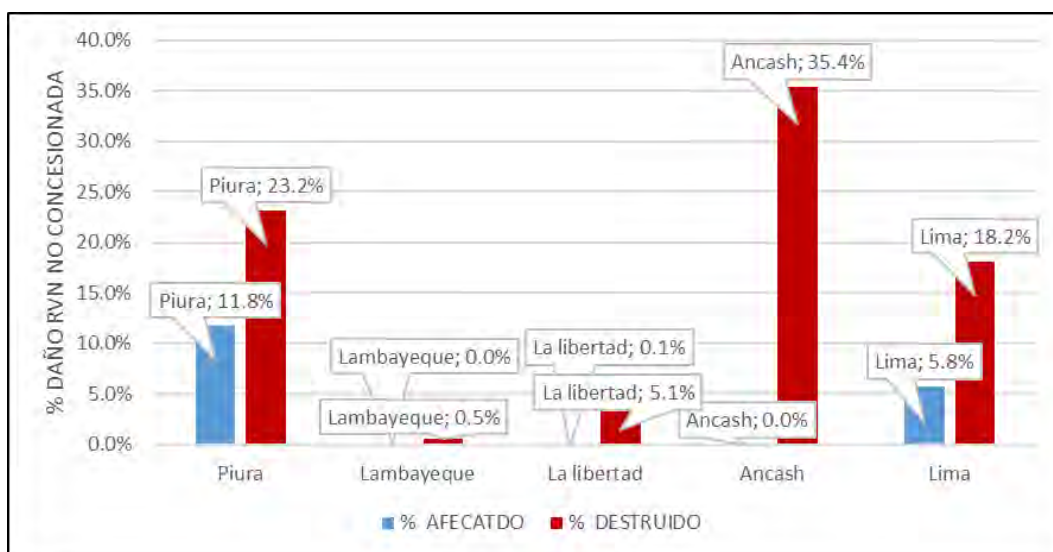
Tabla 13. Carreteras dañadas por el FEN en la RVD Y RVV

N.º	DEPARTAMENTO	N.º DE CAMINOS	DAÑO TOTAL (km)	LONGITUD AFECTADA (km)	LONGITUD DESTRUIDA (km)
1	ANCASH	39	1,215	940	275
2	CAJAMARCA	9	256	177	79
3	LA LIBERTAD	153	2,509	253	2,256
4	LAMBAYEQUE	63	939	627	312
5	LIMA	10	189	-	189
6	PIURA	169	3,169	1,049	2,120
7	TUMBES	12	269	150	119
COSTO TOTAL		455	8,546	3,196	5,350

Fuente: Tomado de MTC (2017)

De las carreteras dañadas en la RVN no concesionada, el departamento y región de Piura concentró el 34.5% de daño sobre la RVN no Concesionada de 5 regiones más afectadas. La Figura 6 presenta el daño de las vías no concesionadas por el FEN 2017.

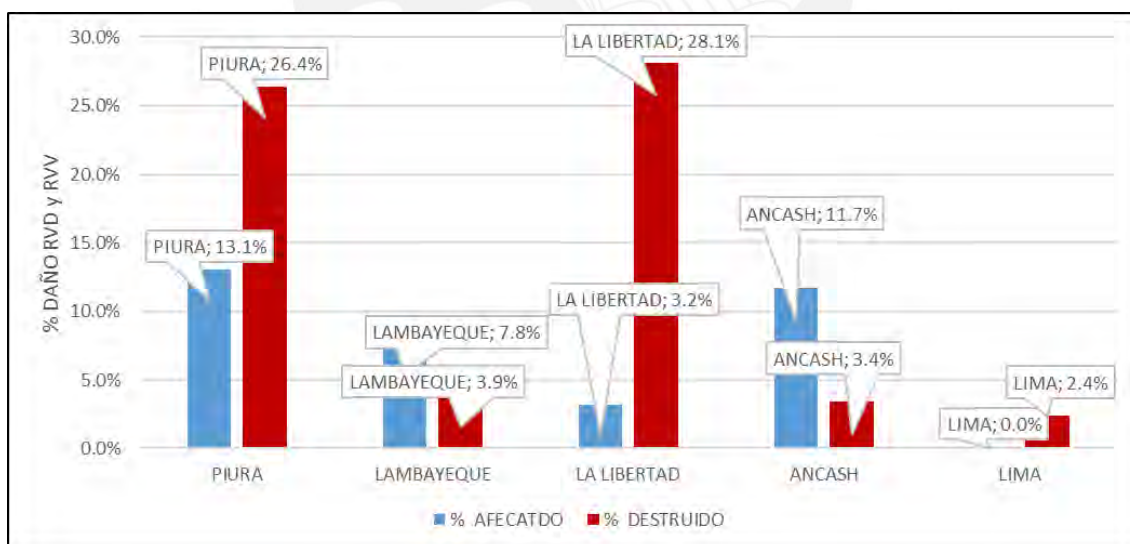
Figura 6. Daño en la RVN no concesionada.



Fuente: Tomado del MTC (2022)

De las carreteras dañadas en la RVD Y RVV, el departamento y región de Piura concentró el 39.5% de daño sobre la RVV y RVV de 5 regiones más afectadas. La Figura 7 presenta el daño de las vías en las regiones más afectadas por el FEN 2017.

Figura 7. Daño en la Red Vial Departamental Y Vecinal



Fuente: Tomado del MTC (2022)

4.3. ANÁLISIS DE CASOS DE CARRETERAS DAÑADAS

Con la finalidad de dar a conocer algunos aspectos de los daños en carreteras ocasionados por el FEN 2017 se muestra 3 casos a manera de ejemplo.

1. CARRETERA km 66 PIURA – OLMOS:

Entre Piura-Olmos, en el km 66 de la vía concesión IIRSA Norte: Paita-Yurimaguas cerca de la localidad de la Matanza está un tramo de vía que por su demanda es una carretera de segunda clase con orografía ondulada, nivel de jerarquización como red vial nacional y con extensión de rodadura pavimentada. En la Figura 8 se presenta este tramo previo a los daños.

Figura 8. km 66-Piura-Olmos previo al daño



Fuente: Google Earth (2022)

Este tramo fue destruido a causa del incremento de las quebradas por FEN 2017. En la Figura 9 posterior al daño permite determinar de manera visual que esta afectación fue transversal a la vía.

Figura 9. km 66 Piura-Olmos posterior al daño



Fuente: RCR (2017)

2. CARRETERA CHICLAYO – BAYÓVAR:

Es una carretera que une las ciudades de Chiclayo en Lambayeque con la localidad de Bayóvar en la provincia de Sechura en Piura. Es una carretera de primera clase con terreno plano; de nivel de jerarquización red vial nacional y con extensión de rodadura pavimentada. En la Figura 10 se presenta este tramo previo al daño.

Figura 10. Tramo Chiclayo – Bayóvar previo al daño



Fuente: Google Earth (2022)

Este tramo de vía se encuentra entre dos importantes efluentes que son la laguna la niña y el río Piura. La Figura 11 muestra en planta la cercanía entre estos dos efluentes y el tramo de carretera.

Figura 11. Vista en planta de efluentes y tramo de Chiclayo-Bayóvar



Fuente: Propia (2022)

En el 2017 producto del FEN se destruyó aproximadamente 33.5 km de un total de 176 km, lo que representa el 19% de la vía. En las Figuras 12 y 13 posteriores al daño permiten determinar de manera visual que la afectación fue transversal y longitudinal a la vía.

Figura 12. Tramo Chiclayo-Bayóvar posterior al daño con afectación transversal



Fuente: RPP (2017)

Figura 13. Tramo Chiclayo-Bayóvar posterior al daño con afectación longitudinal

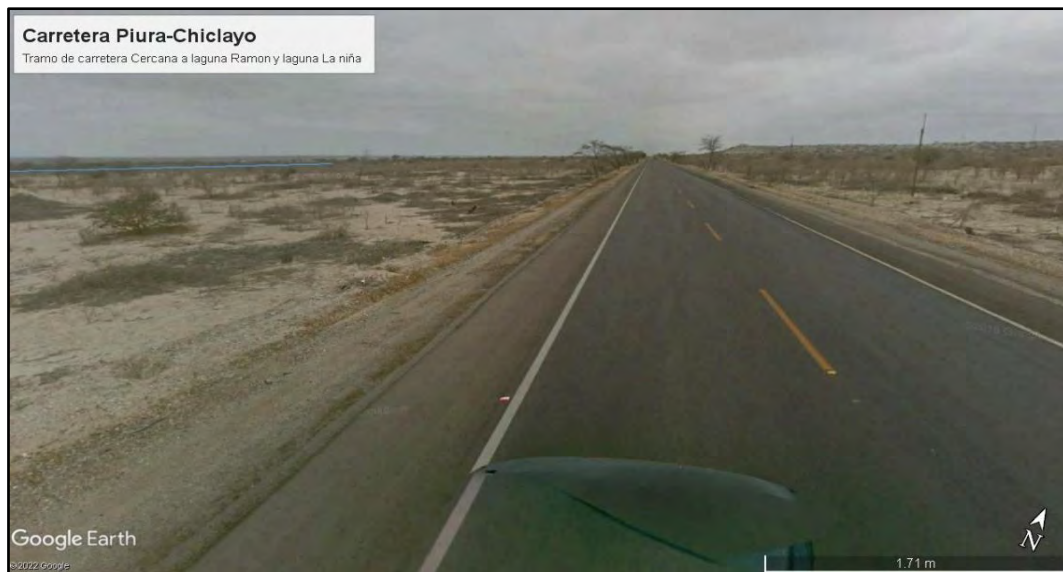


Fuente: La República (2017)

3. CARRETERA PIURA -CHICLAYO:

Entre las ciudades de Chiclayo y Piura se encuentra un tramo de la vía concesionada autopista el sol (Trujillo-Sullana). Esta vía por su demanda es una carretera de primera clase con orografía totalmente plano; su nivel jerarquización red vial nacional y con extensión de rodadura pavimentada. En la Figura 14 se presenta la carretera Piura-Chiclayo previo al daño.

Figura 14. Carretera Piura – Chiclayo previo al daño



Fuente: Google Earth (2022)

Este tramo de vía se encuentra entre dos importantes efluentes que son la laguna la niña y el río Piura. La Figura 15 muestra en planta la cercanía entre estos dos efluentes y el tramo de carretera.

Figura 15. Vista en planta de dos afluentes y tramo de vía



Fuente: Google Earth (2024)

En el 2017 producto del FEN se destruyó aproximadamente 35.3 km de un total de 178 km, lo que representa el 20% de la vía. La Figura 16 posterior al daño permite determinar de manera visual que la afectación fue longitudinal a la vía.

Figura 16. Daño longitudinal en la carretera Piura-Chiclayo posterior al daño



Fuente: La república (2021)

4.4. TIPOLOGÍA DE DAÑOS EN CARRETERAS

Con la finalidad de dar a conocer cómo se dañan las carreteras se definieron 4 tipologías de daños a manera de ejemplo en base a la observación visual de las carreteras.

4.4.1. DAÑOS POR EROSIÓN DE SUBRASANTE O FALLA DE TALUD

La erosión de la subrasante ocurre en la parte inferior de la carpeta asfáltica, lo cual genera inestabilidad y termina en hundimiento (Esquerre & Silva, 2019). Esta falla es provocada por la saturación de los materiales granulares producto de las inundaciones. En la Figura 17 se presente la ubicación de la subrasante y verificación de su falla.

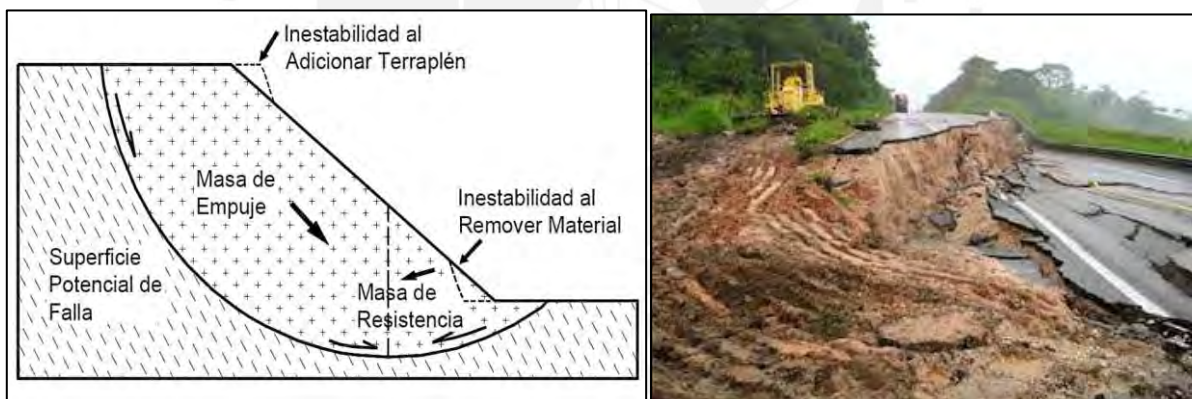
Figura 17. Ubicación de la subrasante y verificación de su falla



Fuente: DGCF (2018)

La falla de talud es otro problema que está relacionado con las fuertes lluvias. El problema de falla es principalmente por elevación de la presión de poros, que produce disminución de la resistencia de los materiales, en particular la resistencia al corte y por ende el colapso de los taludes (Gidahatari, 2013). En la Figura 18 se presenta un modelo de falla por talud, y su verificación tras una inundación.

Figura 18. Falla por talud y su verificación tras una inundación



Fuente: Cervera, L (2018)

4.4.2. CORTE TRANSVERSAL EN CARRETERAS

Esta falla ocurre en sectores de la carretera en donde el drenaje de las quebradas transversales es insuficiente o inexistente. El problema aparece cuando un aluvión desgasta lateralmente la zona transversal hasta llevarla al colapso y desaparecer el tramo (Gaizka Buruaga, 2020). En la Figura 19, se presenta el daño transversal en carreteras por inundaciones.

Figura 19. Daño transversal en carreteras por inundaciones

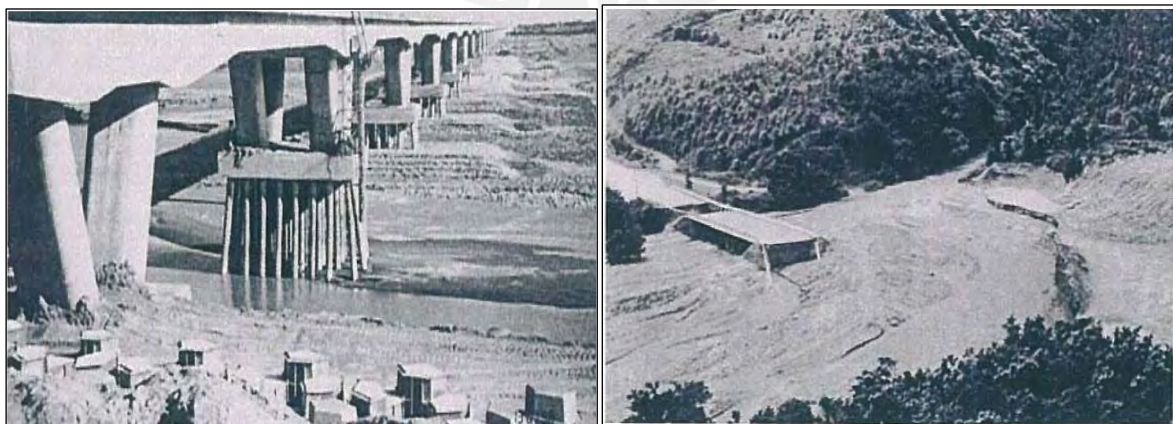


Fuente: El comercio (2018)

4.4.3. COLAPSO DE PUENTES

Esta falla ocurre por la erosión de los pilares de un puente de carretera. Es más severa que una falla transversal en carreteras, ya que afecta la luz del puente, que generalmente es mayor que la de un tramo de quebrada. El problema principal radica en los terraplenes laterales y el pilar central del puente, donde el material es fácilmente erosionable, lo que puede llevar al colapso en esos puntos (PALMA, 1987). En la Figura 20 se presenta las fallas características en puentes, en donde al verse erosionado el pilar central el puente termina colapsando.

Figura 20. Erosión del pilar central que termina en colapso del puente



Fuente: EOI (2018)

4.4.4. DAÑO LONGITUDINAL EN CARRETERAS

Esta falla es la más crítica sobre carretera generada por inundaciones. El problema es la gran destrucción a lo largo de su longitud provocado por una inundación que invade la vía con rocas y lodo (Gaizka Buruaga, 2020). En la Figura 21, se presenta un ejemplo del daño longitudinal en carreteras.

Figura 21. Daño longitudinal en carreteras por inundaciones



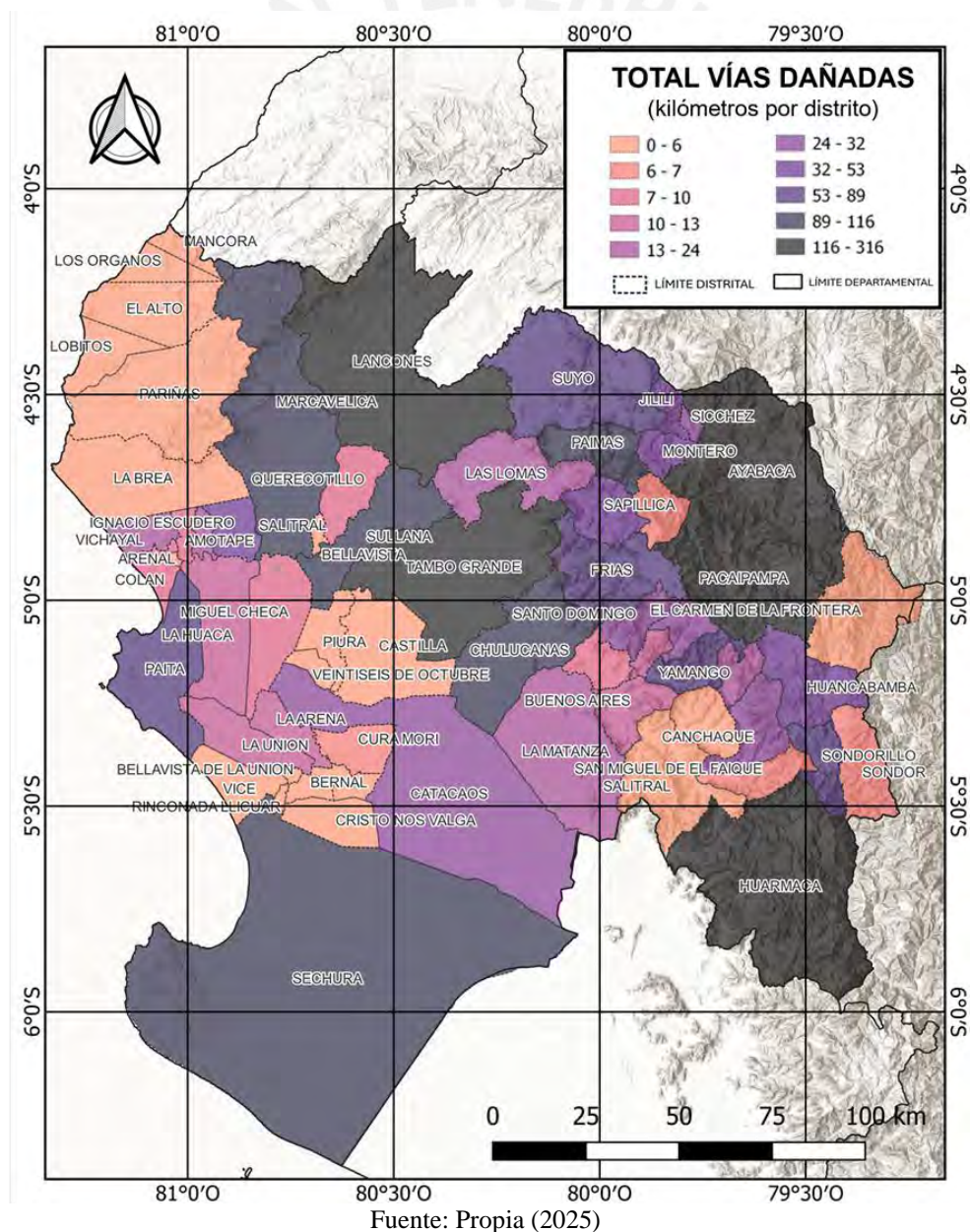
Fuente: Seminario Expresión (2015)

5. RESULTADOS

A continuación, se muestran los daños en la red vial a nivel distrital del departamento de Piura ocasionados por el FEN del 2017.

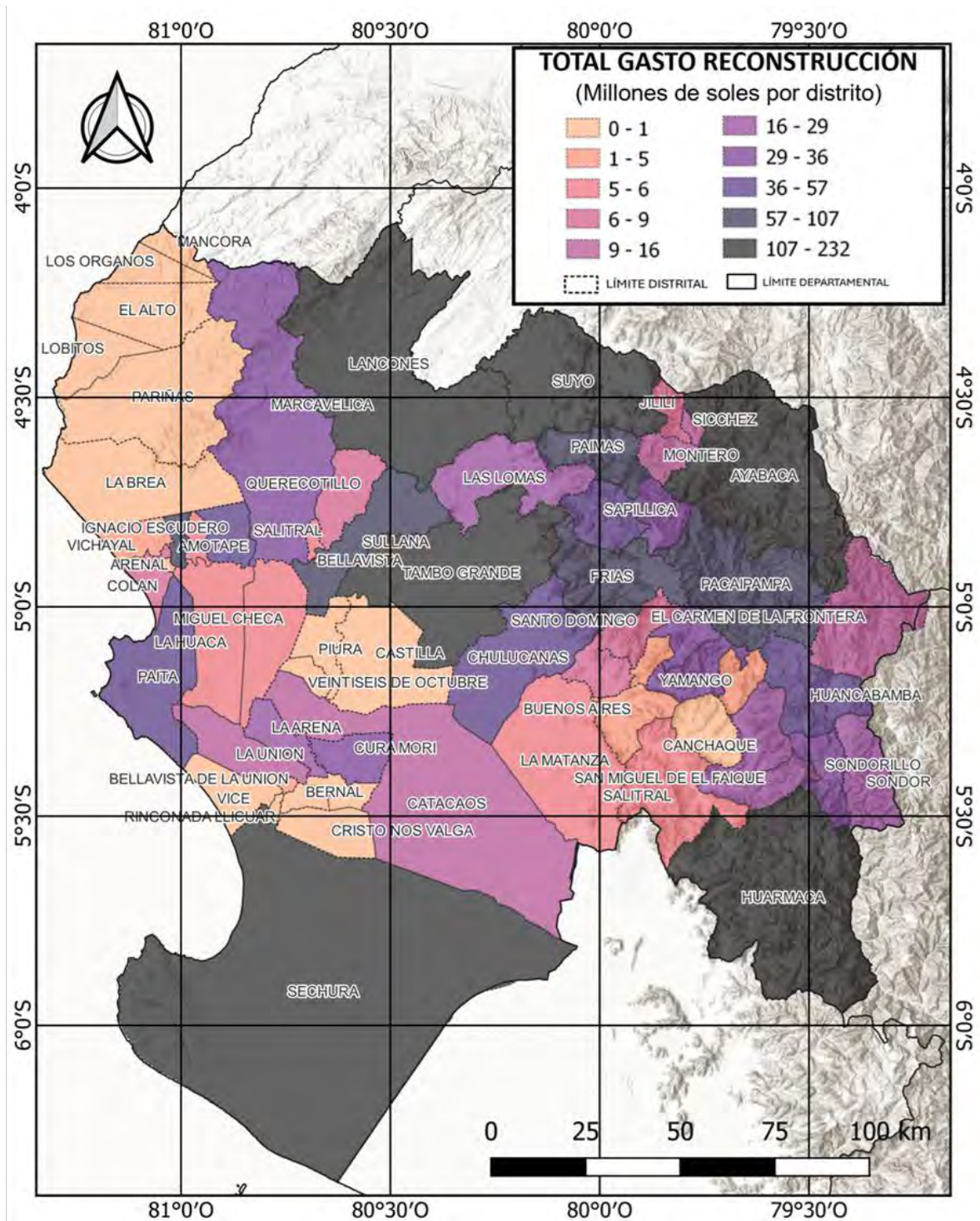
En la Figura 22 se puede apreciar los kilómetros dañados a nivel distrital y que muestran que el máximo daño corresponde al distrito de Huarmaca en la provincia de Huancabamba con un total de 316 km de vías dañadas por el FEN del 2017.

Figura 22. Kilómetros dañados por distrito por el FEN del 2017 en el departamento de Piura



En la Figura 23 se puede apreciar el costo de reconstrucción de vías dañadas por distrito que indican que el distrito de Lancones en Sullana fue el más costoso de reparar con una inversión que supero los 232 millones de soles.

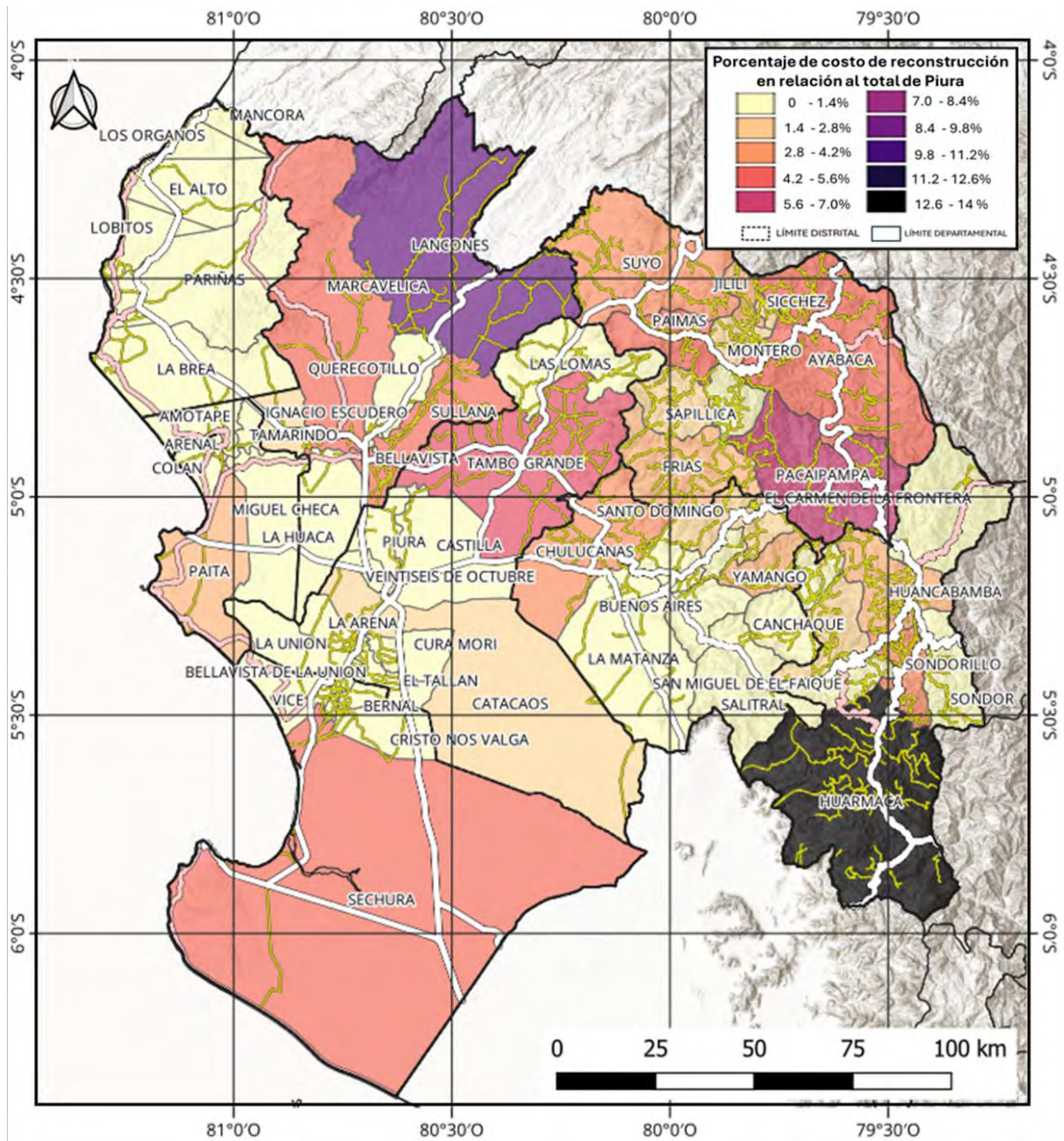
Figura 23. Costo de reconstrucción de vías dañadas por distrito por el FEN del 2017 en el departamento de Piura



Fuente: Propia (2025)

Asimismo, en la Figura 24 se muestra la dispersión del costo de reconstrucción total de vía en los distritos afectados por el FEN del 2017, que indican que el distrito de Huarmaca en la provincia de Huancabamba acumulo cerca del 13% del total de gastos de reconstrucción en toda la región.

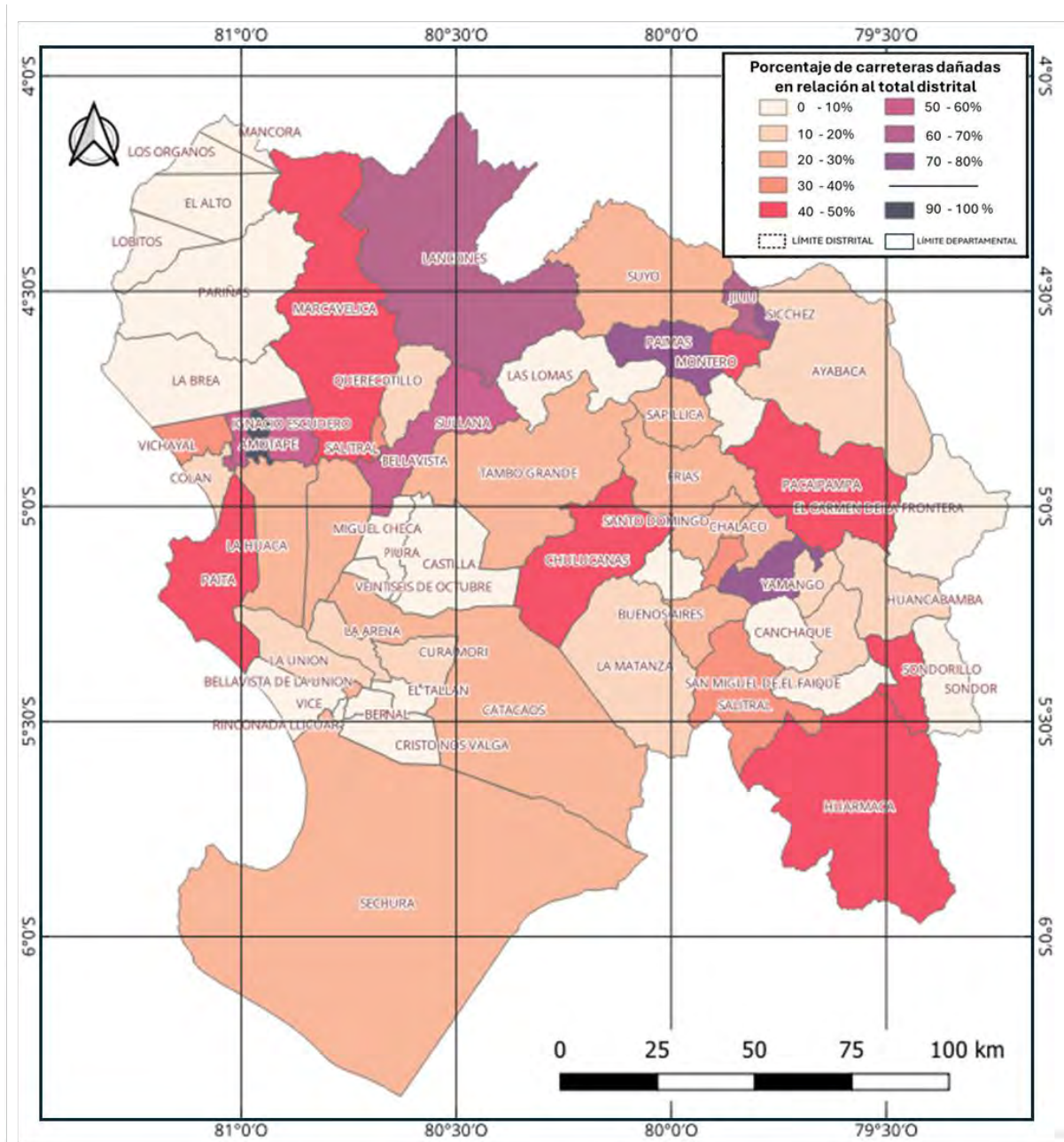
Figura 24. Porcentaje del costo de reconstrucción vial del distrito en relación con el costo total del departamento de Piura



Fuente: Propia (2025)

En la Figura 25 se muestran el porcentaje de los kilómetros de vías dañadas por el FEN del 2017 en relación con el total de kilómetros de cada distrito, en el que se indican que numerosos distritos tienen un alto porcentaje de su red vial destruida que en el caso llega al 100% como es el caso del distrito de Tamarindo en Paita.

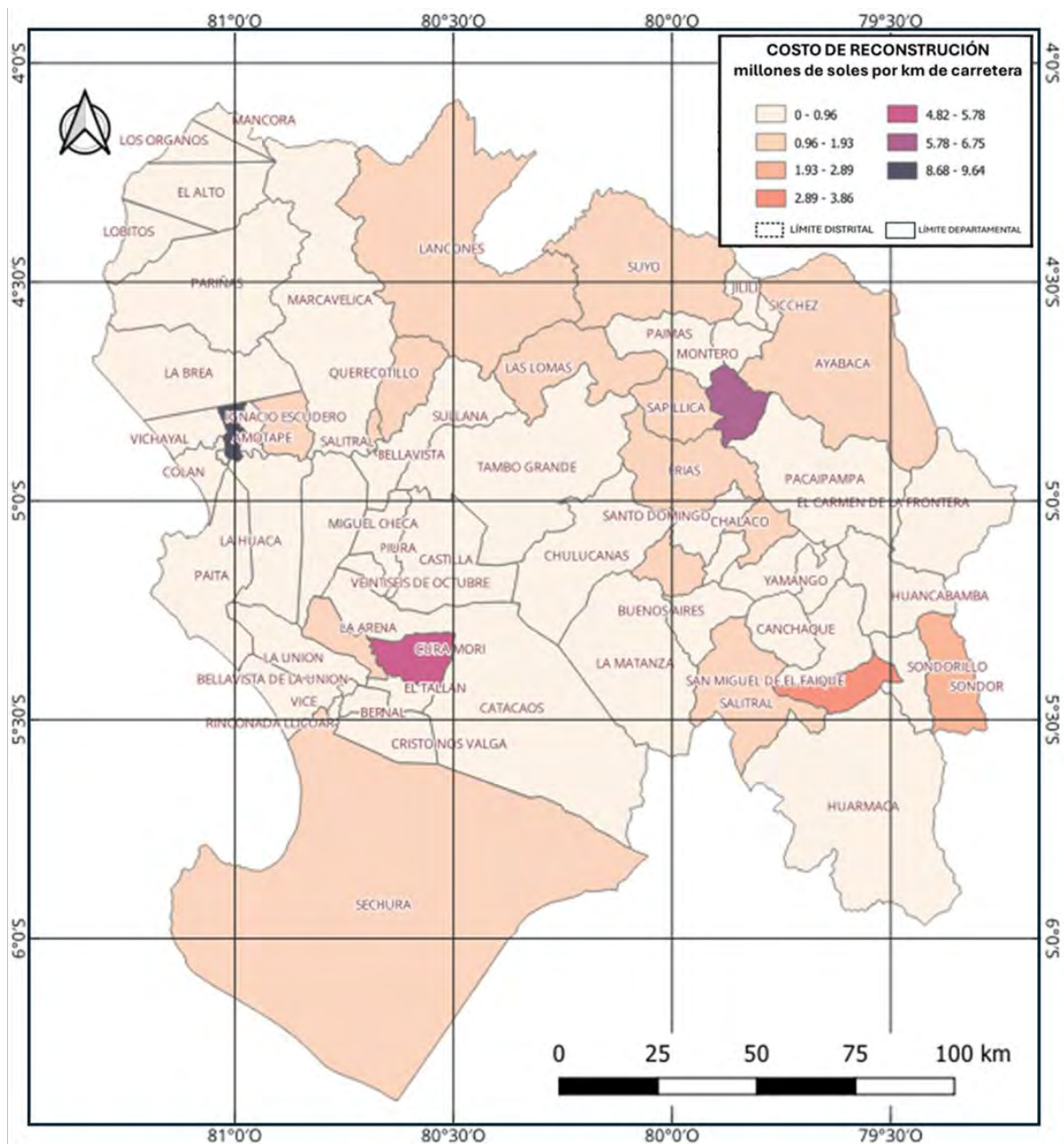
Figura 25. Porcentaje de vías dañadas por el FEN del 2017 en relación con el total distrital en el departamento



Fuente: Propia (2025)

Por otro lado, en la Figura 26 se muestra el costo de reconstrucción por kilómetro de carretera que permite determinar en qué distrito se ubicaron las carreteras más costosas de reparar. En particular, las vías del distrito de Amotape en la provincia de Paita fue la más costosa con 9.63 millones de soles por kilómetro de vía reconstruida. Esto se debe a factores como la topografía irregular, la presencia de zonas erosionadas por el río Chira, suelos inestables y la necesidad de obras de drenaje que incrementan el costo unitario por kilómetro.

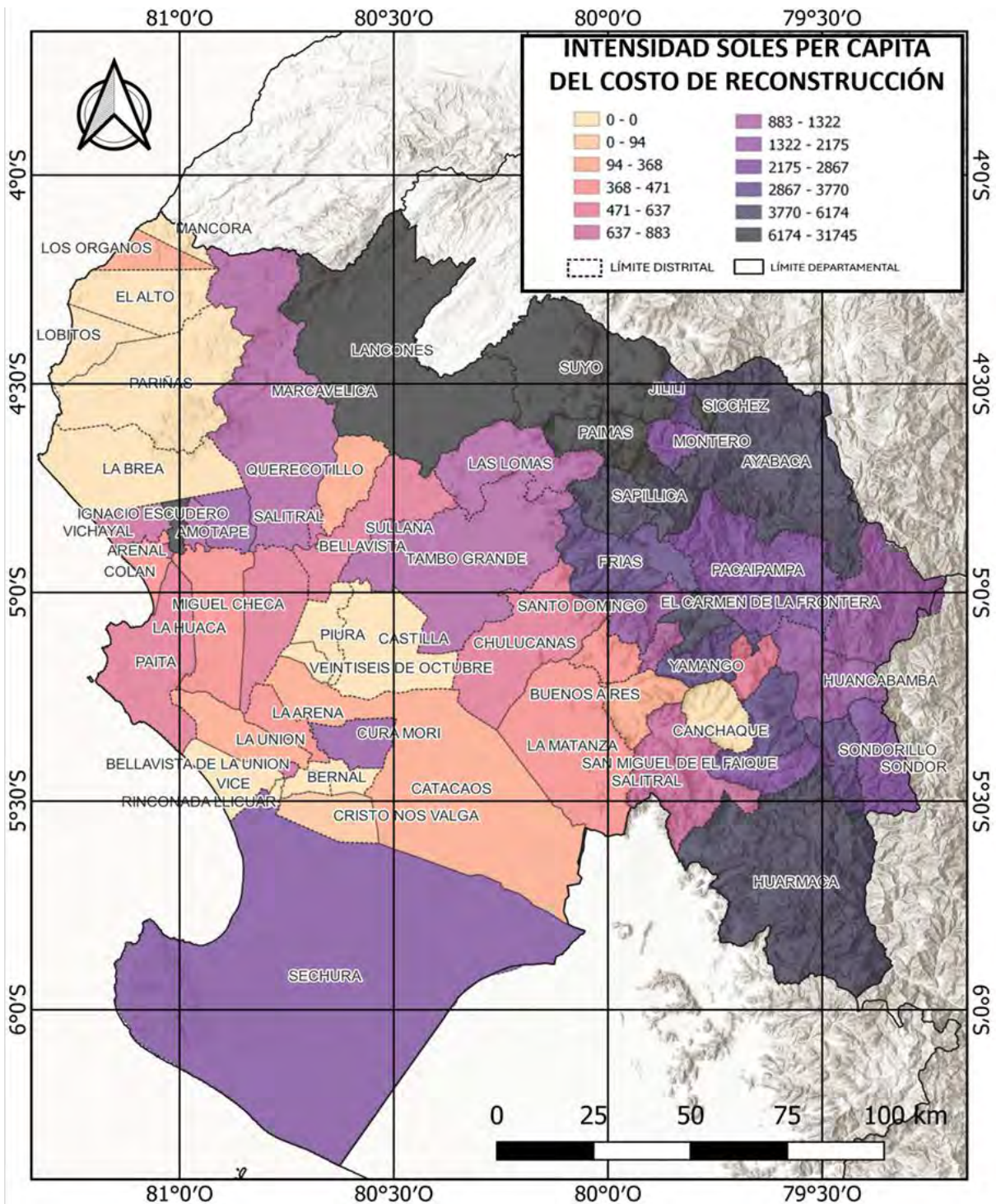
Figura 26. Costos por kilómetro de vía reconstruida por los daños del FEN del 2017



Fuente: Propia (2025)

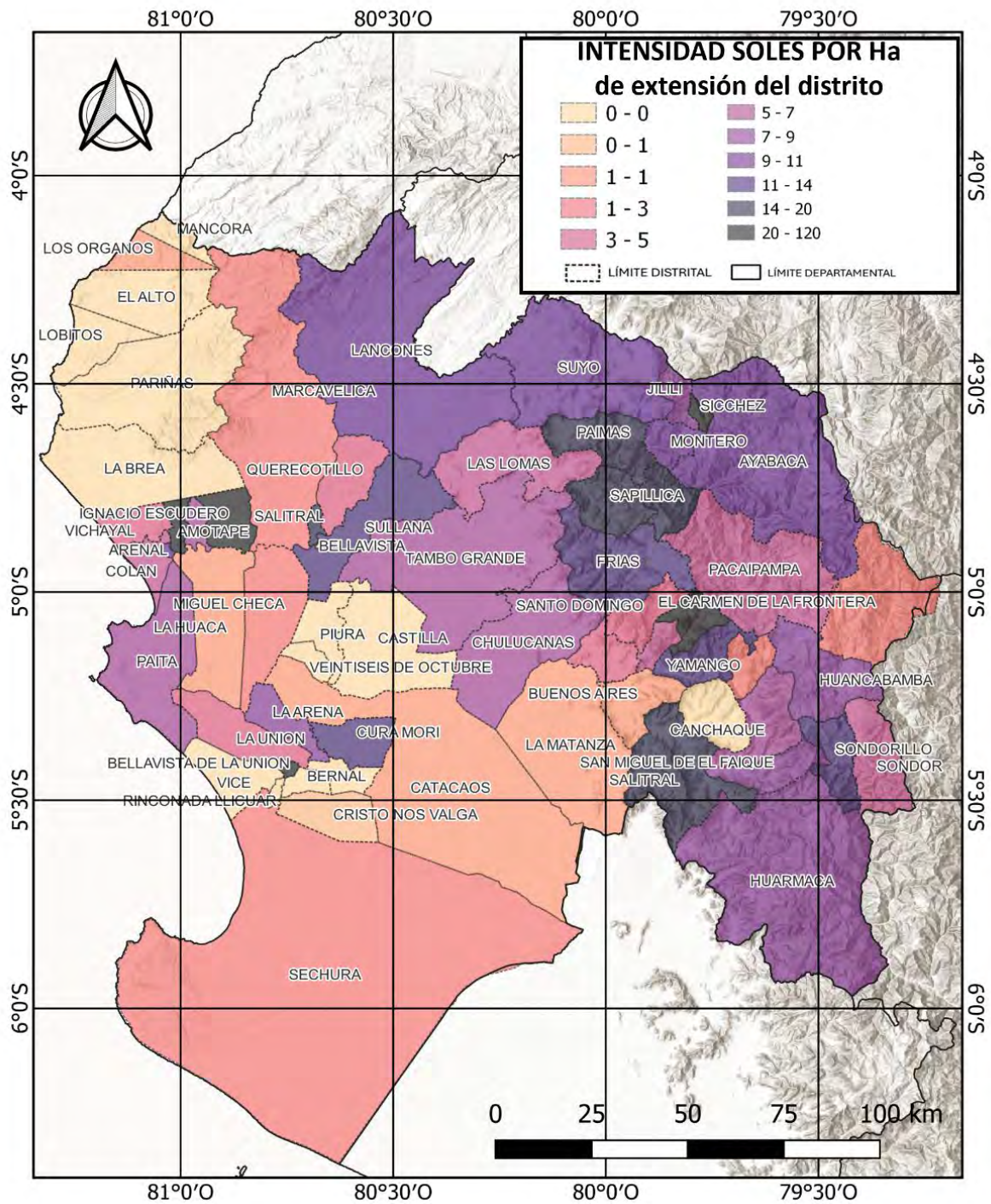
Asimismo, se muestran la relación entre el costo de reconstrucción distrital con respecto de la población de cada distrito y extensión en hectáreas de cada uno (ver Figuras 27 y 28), de forma complementaria, un resumen de los resultados en la página WEB: <https://richscc.github.io/>.

Figura 27. Costo de reconstrucción vial per cápita de las vías distritales en el departamento de Piura afectadas por el FEN del 2017



Fuente: Propia (2025)

Figura 28. Costo de reconstrucción vial en relación con la extensión superficial por distrito (Ha.) en el departamento de Piura



Fuente: Propia (2025)

Con la finalidad de apreciar cuales son los distritos con mayor afectación de sus vías por efecto del FEN del 2017, se asignó una puntuación a cada uno de los criterios evaluados igual al valor normalizado de cada categoría mediante la división de cada valor entre el máximo valor de cada criterio y se obtuvo el promedio como valor indicador de la gravedad de los daños viales, los que fueron finalmente categorizados en 5 grupos: muy fuerte (rojo), fuerte (anaranjado), intermedio (amarillo), bajo (verde suave) y muy bajo (verde intenso) a los que se asignaron códigos de colores como se muestra en la Tabla 14.

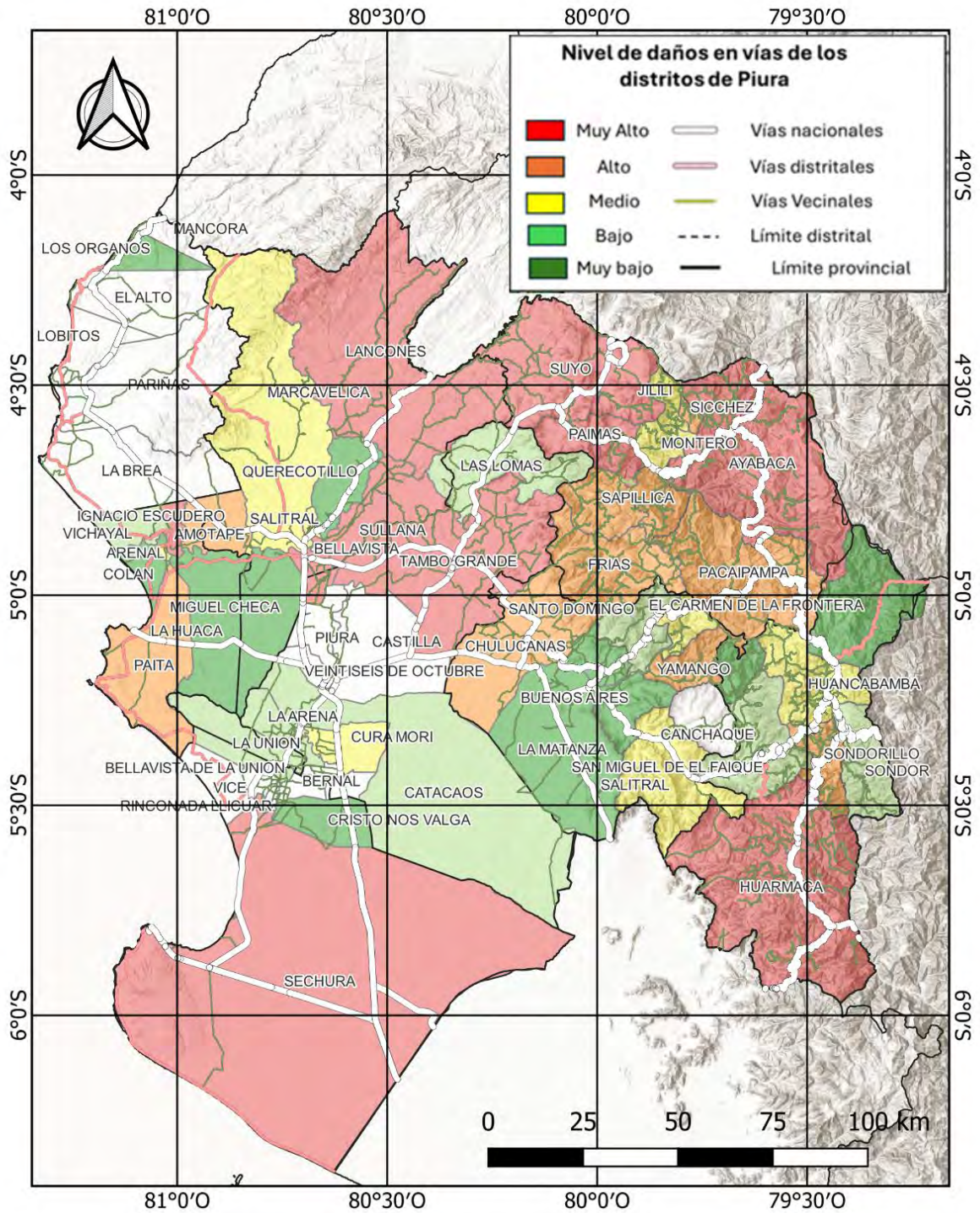
Tabla 14. Valores normalizados para cada criterio evaluado de daños en vías de los distritos de Piura por el FEN del 2017 y puntaje

DISTRITOS	PROVINCIA	km por distrito dañado	Costo de Reconstrucción	Costo en relación a Piura	Km dañados/km existentes en el distrito	Costo por Km reconstruido	daño-Gasto/pc	daño Gasto/Ha	Calificación = Promedio	Posición
AMOTAPE	PAITA	0.03	0.33	0.07	0.55	1.00	1.00	1.00	3.98	1
LANCONES	SULLANA	0.71	1.00	0.34	0.68	0.11	0.60	0.09	3.53	2
HUARMACA	HUANCABAMBA	1.00	0.71	0.35	0.43	0.05	0.15	0.07	2.75	3
SECHURA	SECHURA	0.34	0.54	1.00	0.23	0.12	0.09	0.02	2.34	4
AYABACA	AYABACA	0.37	0.82	0.40	0.18	0.17	0.19	0.10	2.23	5
SUYO	AYABACA	0.24	0.59	0.19	0.23	0.19	0.38	0.11	1.92	6
PAIMAS	AYABACA	0.31	0.27	0.06	0.74	0.07	0.20	0.16	1.81	7
TAMBO GRANDE	PIURA	0.39	0.50	0.43	0.26	0.10	0.03	0.06	1.77	8
SULLANA	SULLANA	0.37	0.39	0.14	0.54	0.08	0.02	0.14	1.68	9
SICCHEZ	AYABACA	0.09	0.06	0.03	0.76	0.05	0.25	0.32	1.55	10
PACAIPAMPA	AYABACA	0.46	0.26	0.23	0.41	0.04	0.09	0.05	1.54	11
YAMANGO	MORROPON	0.21	0.13	0.06	0.73	0.05	0.11	0.12	1.40	12
SAPILLICA	AYABACA	0.13	0.24	0.23	0.30	0.14	0.17	0.17	1.37	13
IGNACIO ESCUDERO	SULLANA	0.12	0.19	0.11	0.55	0.12	0.07	0.20	1.36	14
SONDORILLO	HUANCABAMBA	0.28	0.15	0.11	0.48	0.04	0.11	0.13	1.30	15
FRIAS	AYABACA	0.22	0.32	0.11	0.25	0.11	0.12	0.11	1.24	16
PAITA	PAITA	0.19	0.24	0.18	0.45	0.09	0.02	0.07	1.24	17
TAMARINDO	PAITA	0.04	0.02	0.01	1.00	0.04	0.03	0.07	1.22	18
LAGUNAS	AYABACA	0.02	0.14	0.04	0.05	0.61	0.18	0.15	1.19	19
CHULUCANAS	MORROPON	0.29	0.22	0.12	0.42	0.06	0.02	0.05	1.17	20
CURA MORI	PIURA	0.02	0.16	0.03	0.13	0.60	0.06	0.14	1.13	21

MARCAVELICA	SULLANA	0.31	0.15	0.08	0.44	0.04	0.04	0.02	1.06	22
JILILI	AYABACA	0.16	0.04	0.04	0.61	0.02	0.11	0.07	1.03	23
CHALACO	MORROPON	0.08	0.13	0.02	0.25	0.13	0.13	0.18	0.92	24
MONTERO	AYABACA	0.13	0.06	0.03	0.48	0.04	0.07	0.09	0.89	25
HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	0.16	0.17	0.15	0.15	0.08	0.05	0.08	0.84	26
ARENAL	PAITA	0.01	0.00	0.00	0.60	0.03	0.02	0.09	0.76	27
SALITRAL	SULLANA	0.02	0.03	0.00	0.32	0.11	0.03	0.16	0.66	28
CANCHAQUE	HUANCABAMBA	0.09	0.10	0.07	0.15	0.08	0.10	0.06	0.65	29
SAN MIGUEL DE EL FAIQUE	HUANCABAMBA	0.02	0.08	0.02	0.04	0.34	0.07	0.08	0.64	30
SONDOR	HUANCABAMBA	0.02	0.08	0.06	0.04	0.29	0.08	0.04	0.61	31
BELLAVISTA DE LA UNION	SECHURA	0.01	0.01	0.00	0.27	0.09	0.02	0.19	0.60	32
LAS LOMAS	PIURA	0.05	0.11	0.10	0.09	0.17	0.03	0.04	0.59	33
SANTO DOMINGO	MORROPON	0.08	0.04	0.02	0.29	0.04	0.05	0.04	0.55	34
SANTA CATALINA DE MOSSA	MORROPON	0.03	0.02	0.01	0.34	0.05	0.04	0.05	0.53	35
VICHAYAL	PAITA	0.04	0.02	0.01	0.38	0.03	0.02	0.02	0.53	36
LA ARENA	PIURA	0.04	0.07	0.01	0.17	0.13	0.01	0.08	0.53	37
CATACAOS	PIURA	0.10	0.06	0.06	0.24	0.05	0.01	0.01	0.52	38
SALITRAL	MORROPON	0.03	0.03	0.01	0.26	0.06	0.02	0.01	0.42	39
LA UNION	PIURA	0.03	0.04	0.03	0.19	0.10	0.01	0.02	0.42	40
LA HUACA	PAITA	0.04	0.02	0.01	0.26	0.05	0.01	0.01	0.41	41
COLAN	PAITA	0.02	0.03	0.01	0.19	0.09	0.01	0.04	0.40	42
MIGUEL CHECA	SULLANA	0.03	0.02	0.01	0.24	0.05	0.02	0.01	0.37	43
BUENOS AIRES	MORROPON	0.04	0.01	0.01	0.28	0.02	0.01	0.01	0.37	44
QUERECOTILLO	SULLANA	0.02	0.03	0.01	0.14	0.11	0.01	0.02	0.35	45
LA MATANZA	MORROPON	0.07	0.02	0.02	0.12	0.03	0.01	0.00	0.29	46
MORROPON	MORROPON	0.02	0.03	0.01	0.07	0.10	0.01	0.03	0.28	47
LALAQUIZ	HUANCABAMBA	0.04	0.01	0.01	0.11	0.01	0.02	0.01	0.21	48
EL CARMEN DE LA FRONTERA	HUANCABAMBA	-	0.07	0.06	-	-	0.04	0.02	0.19	49
CRISTO NOS VALGA	SECHURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	50
LOS ORGANOS	TALARA	-	0.01	0.01	-	-	0.00	0.01	0.02	51
VEINTISEIS DE OCTUBRE	PIURA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	56
SAN JUAN DE BIGOTE	MORROPON	-	-	-	-	-	-	-	0.00	52
VICE	SECHURA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	59
BELLAVISTA	SULLANA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	60
PIURA	PIURA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	55
CASTILLA	PIURA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	53
BERNAL	SECHURA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	57
RINCONADA LLICUAR	SECHURA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	58
EL TALLAN	PIURA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	54
EL ALTO	TALARA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	61
LA BREA	TALARA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	62
LOBITOS	TALARA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	63
MANCORA	TALARA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	64
PARIÑAS	TALARA	-	-	-	-	-	-	-	0.00	65

Finalmente, para entender la distribución de la afectación de carreteras en los distritos de Piura, se ha realizado la distribución geoespacializada de daños en vías en la Figura 28.

Figura 29. Categorización de niveles de daños en vías de los distritos de Piura causados por el FEN del 2017.



Fuente: Propia (2025)

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados muestran que los distritos de Huarmaca, Lancones y Pacaipampa son los que presentaron la mayor extensión de daños en carreteras de 316 km, 225 km y 144 km, respectivamente. Entre los tres distritos mencionados concentran aproximadamente el 30 % del total de los kilómetros dañados en Piura cuya extensión total de kilómetros dañados fue de 2,374 km, sin embargo, no fueron estos los mismos cuya reconstrucción costo más, como lo muestra el costo vial por distrito que indica que fueron Lancones, Ayabaca y Huarmaca los que presentaron los mayores gastos de reconstrucción de carreteras con costos de 232.3, 189.71 y 164 millones de soles respectivamente, es decir cerca del 30% de los gastos en reconstrucción de todo Piura cuyo total fue de 2,030 millones de soles. Esto se explica principalmente porque el costo de reconstrucción por kilómetro de carretera dañada varía notoriamente desde 0 hasta 9.6 millones de soles por km entre los distritos. Si bien esta variación puede ser explicada por el tipo de carretera reconstruida como en el caso de Sechura que era una vía asfaltada y cuya inversión represento el 4.5 % del costo total de la reconstrucción vial del departamento de Piura (ver figura 23), en la mayoría de los casos no fue así. Por lo que la explicación de por qué la diferencia solo podría explicarse por una vulnerabilidad más alta en los distritos de Lancones, Ayabaca y Huarmaca que sumada a una probable deficiencia de la gestión de reconstrucción.

De la misma manera, los resultados respecto a las vías dañadas con relación al total distrital muestran que los distritos de Tamarindo, Sicchez y Paimas presentaron los mayores valores con 100 %, 76 % y 74.5 % respectivamente. Dos de estos distritos Tamarindo y Sicchez solo tienen red vial vecinal con alta presencia de vías con trochas. Paimas, por su parte, además de la red vial vecinal tiene red vial nacional, lo que indica que la red vial nacional es menos propensa al daño. Es de indicar que las carreteras de la red vial nacional por su condición de ser asfaltadas no se destruyen con facilidad en su totalidad, pero si causan impacto como en el

distrito de Sechura que lograron tener cerca del 23.5 % carreteras dañadas con relación a su red vial existente. Este valor es alto dada la importancia de las carreteras que se presentaron a modo de ejemplo de casos de daños por el FEN del capítulo 4.3, donde la principal vulnerabilidad es la presencia de caudales como la laguna la niña alimentada por el cauce del río Piura.

En relación con el costo de reconstrucción per cápita, son los distritos de Amotape, Lancones y Suyo los que presentaron los mayores valores con 31,745; 19,168 y 12,184 soles per cápita, esto se explica por la combinación de 2 factores, de un lado un alto costo de reconstrucción de las vías distritales y del otro una pequeña población. Estas ratios nos indican que los costos de reconstrucción vial pueden ser largamente superiores al ingreso medio anual de la población afectada.

En relación con el indicador de la intensidad del costo de reconstrucción por Ha de extensión del distrito, son los distritos de Amotape, Sicchez y Ignacio Escudero los que presentaron las mayores intensidades con 119.9; 38.7 y 23.6 soles por Ha distrital lo que implica que probablemente son los distritos señalados los que sufren los impactos de la naturaleza con mayor severidad.

Asimismo, de la puntuación del daño realizado (ver Tabla 14 y Figura 28), indica que el impacto del FEN del 2017 en la infraestructura vial es muy variable a lo largo de todo el departamento de Piura, como se muestra los distritos más afectados son Amotape, Lancones, Huarmaca, Sechura, Ayabaca, Suyo, Paimas, Tambo Grande y Sullana en los cuales los daños son extensos en kilómetros de vías afectadas que representan parte importante de la infraestructura vial distrital, con un alto costos per cápita y representan parte importante de los costos a nivel provincial y departamental.

En relación con la comparación de los resultados con otros autores no se ha tenido conocimientos de otros estudios que a la fecha hayan comparado la magnitud de daños viales

entre los distritos de Piura. Sin embargo, si existen estudios puntuales de carreteras de la cual si es posible comparar y corroborar los resultados como es el caso de la tesis: afectación del tramo V: DV Piura-Olmos de la carretera IIRSA Norte (Castillo ,2018). Esta vía concesionada cruza el distrito de Chulucanas de la provincia de Morropón y donde este distrito en la gráfica normalizada terminó con una afectación alta producto de la falta de un sistema de drenaje longitudinal acorde a las avenidas que el FEN genera.

De la misma manera existe un informe de inspección y supervisión de daños por el FEN 2017 a la infraestructura vial de Piura (Defensoría del pueblo,2017) realizada por la defensoría del pueblo en donde se indica que Sechura fue uno de los distritos que más daño de carretera sufrió, lo cual es similar a lo indicado en la gráfica normalizada en donde Sechura tuvo una afectación muy alta.

Por último, respecto a diseños de sistemas de drenaje longitudinal y transversal se ha encontrado información científica del diseño de las cunetas y alcantarillas de las vías en donde es muy importante tener en cuenta la adecuada elección de su ubicación, la velocidad máxima del agua, la categoría de región a elegir debe ser muy lluviosa donde la precipitación debería ser mayor a 3,000 mm/año, las dimensiones mínimas de profundidad deben estar entre 0.3m y anchos de 1.2m; y la pendiente de la vía debe considerar valores de 0.5% y 2% para condiciones de limpieza y velocidades erosivas considerando la influencia directa en los costos de construcción y de mantenimiento (Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, 2017).

6.1. LIMITACIONES DE LOS RESULTADOS

Este estudio se ha limitado a considerar que el efecto de daño es la unión tanto de la rehabilitación y/o destrucción de una carretera, ya que todo daño se cuantifica de manera económica. Esto permite entender de manera general y rápida el impacto del FEN 2017 sobre una infraestructura vial.

Existen 50 registros de la data proporcionada por la ARRC que no tienen una manera de determinar la cantidad de km dañados, por lo cual, se optó por considerar como 0 km en estos registros, lo cual resultará que el impacto real será menor a nivel de km dañados. Sin embargo, estos registros si cuentan con un presupuesto y gasto, por lo tanto, se ha priorizado el nivel del daño en nivel económico.

En este estudio se ha de mencionar que existen distrito como Salitral, Cura Mori y Chalaco que llegaron a tener variaciones de gastos respecto al presupuesto de hasta 6 veces, lo que estaría relacionado con una mala gestión de la reconstrucción.

Se ha de mencionar que la presente tesis presentó limitaciones de incompatibilidad de datos en los kilómetros dañados y la red vial existente de la cual se detalla a continuación:

1.En el Distrito de Yamango según la información recibida de la ARRC se tiene 29 km dañados de la red vial departamental; sin embargo, según el archivo *shapefile* que proporciona el MTC en el 2017 no existe red vial departamental en este distrito.

2.Según la ARRC los distritos La Huaca, Paita, Tamarindo y Vichayal presentaron numéricamente mayor cantidad de kilómetros dañados que red vial existente proporcionada por el MTC en los archivos *shapefile* de ese año 2017.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

El presente trabajo presentó como objetivo principal caracterizar los daños en carreteras por medio de diferentes valores de caracterización de estos. Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas entre los diferentes aspectos del daño evaluado. La puntuación simple asignada como la suma de los valores normalizados de las categorías valoradas resalta las diferencias significativas de la afectación vial y muestra que esta puede ser usada como lista de priorización de evaluaciones y acciones de mitigación.

De forma específica, las carreteras de los distritos de Huarmaca, Lancones y Pacaipampa tienen más kilómetros dañados; sin embargo, su presupuesto de reconstrucción no es tan elevado como los distritos de Lancones, Ayabaca y Huarmaca que son los que más costaron en reconstruir. Por lo tanto, si las autoridades quieren maximizar recursos deberían evitar que las carreteras de estos tres últimos distritos se dañen mediante la reducción de la vulnerabilidad de estas.

En relación con las carreteras de Lancones, Ayabaca y Huarmaca resultan ser más costosas lo que podría ser atribuible a la complejidad del trazo por donde discurren o por deficiencias en la gestión presupuestal. Por ende, si la prioridad es optimizar el uso de los recursos económicos, se deberían realizar estudios específicos de estos casos.

De otro lado, los distritos de Amotape, Lancones y Suyo tienen indicadores de soles per cápita elevados, lo cual indica que desde una vista económica se gasta mucho dinero en reconstrucción de carreteras por poblador. Así mismo, los distritos Amotape, Sicchez y Ignacio Escudero tienen la mayor intensidad de soles por Ha, lo cual indica que se gasta mucho en estos distritos por extensión. Por ello se podría interpretar que existe la necesidad de urgencia por

mejora la calidad del gasto mediante la revisión de los trazos y vulnerabilidad de las vías existentes.

En general, los daños son la materialización de los riesgos, por ello, la mitigación de riesgos debería priorizar aquellas zonas y regiones que en el pasado han exhibido mayor nivel de daño.

Asimismo, respecto a los distritos de Salitral, Cura Mori y Chalaco que existe una variación de hasta 6 veces el gasto respecto al presupuesto inicial de reconstrucción de daños en carreteras en estos distritos, lo que daría indicio a una posible malversación de recursos.

Por otro lado, respecto al presupuesto en total se ha gastado un 63% mayor a lo presupuestado en reconstrucción de carreteras dañadas y que las decisiones que las autoridades puedan tomar deben estar limitadas a las zonas que en el pasado han demostrado que generan más daño.

Finalmente se concluye, en base a las magnitudes planteadas, que para maximizar los recursos se debe priorizar la mitigación de daños en los distritos con indicadores de daños viales desfavorables como son Amotape, Lancones, Huarmaca, Sechura, Ayabaca, Suyo, Paimas, Tambo Grande, Sullana, Sicchez, Pacaipampa, Yamango, Sapillica, Ignacio Escudero, Sondorillo, Frias, Paita, Tamarindo y Lagunas.

7.2. RECOMENDACIONES

Finalmente, se recomiendan acciones para reducir los daños en carreteras por futuros fenómenos de El Niño que prioricen aquellos distritos con mayores indicadores de daños en términos de costos de reconstrucción y kilómetros de carreteras dañados en cantidades totales y en indicadores unitarios per cápita.

De forma específica se recomienda:

- Implementar medidas de mitigación de futuros daños por los FEN que contemplen entre otros la reducción de la vulnerabilidad de las vías mediante la mejora de los trazos para evitar cauces inundables o tránsitos de huaicos.
- Mejoras en los sistemas de drenajes longitudinales y transversales de las vías, así como mejoras en los sistemas de drenajes de coronación en los taludes cuyos movimientos de masa pueden afectar las vías en las zonas más afectadas.
- Realizar mejoras en la gestión de presupuestos y de los gastos de reconstrucción, toda vez que el daño se materializa en costo final y los sobrecostos por mala gestión o corrupción son parte del daño también atribuible al FEN.
- Usar los indicadores de daños propuestos para caracterizar los daños ocasionados por otro FEN previos y por venir con la finalidad de ampliar el conocimiento de la distribución espacial de los daños en carreteras.
- Enfocar la atención por parte de las autoridades en los distritos con mayor presupuesto de reconstrucción de daños en carreteras.
- Usar los mapas temáticos de los anexos o la página web <https://richscc.github.io/> de consulta interactiva para la población y autoridades con la finalidad que conozcan sobre las consecuencias del FEN y puedan tomar las medidas de mitigación y resiliencia respectivas.
- Mejorar la recolección de información en las entidades encargadas de la reconstrucción de la infraestructura vial, como lo fue la ARCC que cesó sus actividades en 2023 para que se comprendan mejor los daños y exista una mejor transparencia y eficiencia en lo que se hace y se podría hacer.
- Enfocar los esfuerzos en prevención de daños mediante la adopción de medidas estructurales de mitigación y no estructurales que contemplen la resiliencia de carreteras ante el FEN.

- Promover que los resultados de este estudio sean parte de plataformas informativas que orienten a los tomadores de decisiones y responsables de la ingeniería de proyectos viales. Resultados como lo obtenidos podría formar parte de programas como el HDM-4 que permite tomar decisiones de inversión de carreteras en base a la información que se le brinda. (PIARC ,2023).
- La manera de evitarse daños en las zonas con muy alta afectación de vía mediante sistemas de drenaje longitudinal y transversal diseñados para eventos extraordinarios como lo es el FEN (Bernabé et al, 2025) y con sistemas a desnivel de las carreteras como se realizó en bulerías Medellín (Correa et al, 2021).



8. BIBLIOGRAFÍA

Aquino, A., Galarza, E., & Kámiche, J. (2012). Impactos del Fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad.

https://www.apeseg.org.pe/wp-content/uploads/2019/02/2012_Impactos-del-FEN-en-la-econom%C3%ADa-regional-de-Piura-Lambayeque-y-La-Libertad.pdf

ANA (2016). Identificación de zonas vulnerables ante inundaciones en ríos y quebradas del departamento de Piura del año 2016. Sistema de Información para la Gestión del

Riesgo de Desastres (SIGRID) <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/2474>

ARCC. (2021). AUTORIDAD PARA LA RECONSTRUCCIÓN CON CAMBIOS.

<https://www.rcc.gob.pe/2020/>

ARCC. (2022). MEMORANDO N.º -2022-ARCC/DE/DIS. DIRECCIÓN DE INTERVENCIONES EN TRANSPORTES. AUTORIDAD PARA LA RECONSTRUCCIÓN CON CAMBIOS. PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS.

Bernabé Soriano, J. S., & Muñoz De La, F. S. (2025). Análisis del mejoramiento hidráulico del sistema de drenaje existente en la vía San Marcos–Salanguillo del cantón

Santa Elena (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2025). <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12679>

Cárdenas, Lindbergh Meza (Julio 2022). El Fenómeno El Niño Y Sus Efectos En Las

Obras Viales. Coovias. <https://coovias.com/el-fenomeno-el-nino-y-sus-efectos-en-las-obras-viales/>

- Castillo, Diana (2018). Afectaciones por Fenómeno El Niño Costero en el tramo Piura - DV. Olmos de la carretera IIRSA Norte. Repositorio Institucional.
<https://gestionrepo.udep.edu.pe/items/c68de139-b076-4417-bdc2-04c617ad9825/full>
- Caviedes, C. (1985). Emergency and institutional crisis in Peru during El Nino 1982-1983.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20958595/#:~:text=From%20December%201982%20through%20July,Altiplano%20suffered%20a%20severe%20drought.>
- CENEPRED (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales v2.0. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED. Dirección de Gestión de Procesos (DGP). Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL), 2014.
- Cervera, L (2018). Estabilidad de un talud. Factores que influyen. Portal. EADIC.
<https://eadic.com/blog/entrada/estabilidad-de-un-talud-factores-que-influyen/>
- Chan, Ngai Weng (2015). Impacts of Disasters and Disaster Risk Management in Malaysia: The Case of Floods. Economic Research Institute for ASEAN and East Asia (ERIA)
https://www.eria.org/Chapter_14.pdf
- Climate.gov (January 24, 2024). El Niño & La Niña (El Niño-Southern Oscillation). Climate.gov. <https://www.climate.gov/enso>
- Correa Giraldo, A., Betancourt Espinoza, J. C., & Restrepo Gallego, O. H. (2021). Mejoramiento del sistema de evacuación de aguas lluvias en el paso a desnivel de bulerías en la ciudad de Medellín.
<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/c1599a52-cfd1-4e89-996d-5944d14e90b7>

Defensoría del pueblo (2017). PIURA: DEFENSORÍA DEL PUEBLO ADVIERTE DEMORAS EN RECONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE VÍAS AFECTADAS POR EL FENÓMENO EL NIÑO COSTERO. Nota de Prensa N°345/OCII/DP/2017. https://www.defensoria.gob.pe/nota_de_prensa/page/510/

El Comercio (2018). El momento en que un huaico arrasa con un tramo de carretera en Áncash. El Comercio. <https://elcomercio.pe/peru/ancash/momento-huaico-arrasa-tramo-carretera-ancash-video-noticia-506958-noticia/>

ENFEN (2017). EL NIÑO COSTERO 2017. ENFEN. <http://enfen.gob.pe/download/informetecnico-el-nino-costero-2017/>

EOI (2018). Bridge with inclined piers. Researchgate. https://www.researchgate.net/figure/Bridge-with-inclined-piers_fig15_293043327

CRED (2017). CRED Crunch 48 - Natural disasters over the first semester of 2017. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters <https://www.cred.be/sites/default/files/CredCrunch48.pdf>

DG (2018). DISEÑO GEOMÉTRICO(DG-2018). https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-02-18%20Dise%C3%B1o%20Geometrico%20DG-2018.pdf

DGCF (2013). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles <http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2013/Julio/14/RD-18-2013-MTC-14.pdf>

DGCF (2018). Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial. Portal.mtc.gob.pe.

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_9%20MCV-2014_2016.pdf

FEMA (2021). Public Assistance Guidance on Inundated and Submerged Roads. FEMA.

https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_public-assistance-guidance-on-inundated-and-submerged-roads_policy_4-8-2021.pdf

INDECI (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Instituto Nacional De

Defensa Civil. https://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf

INDECI (2017). Compendio Estadístico Del INDECI 2017 Gestión Reactiva. Instituto Nacional de Defensa Civil.

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1048401/20180227171454120200726-15599-1ptpifw.pdf>

INEI (2017). Producto Bruto Interno según Actividad Económica. Instituto Nacional de Estadística e Informática. [https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-](https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/)

[tematico/economia/](https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/)

Koks, E.E., Rozenberg, J., Zorn, C. *et al.* A global multi-hazard risk analysis of road and railway infrastructure assets. *Nat Commun* **10**, 2677 (2019).

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-10442-3>

La República (2021). Lambayeque: tránsito sigue afectado en la autopista Chiclayo-Piura.

La República. <https://larepublica.pe/sociedad/2021/03/13/lambayeque-transito-sigue-afectado-en-la-autopista-chiclayo-piura-lrnd>

La República (2017). Lluvias torrenciales ponen en riesgo a Piura. La República.

<https://larepublica.pe/sociedad/853647-lluvias-torrenciales-ponen-en-riesgo-piura>

- Lu, Xiaohui., Shun Chan, Faith Ka., Chen, Wei-Qiang., Chan, Hing Kai & Gu, Xinbing (2022). An Overview Of Flood-Induced Transport Disruptions On Urban Streets And Roads In Chinese Megacities: Lessons And Future Agendas. Sciencedirect
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030147972201564X>
- Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2011). Resolución Directoral N.º 20-2011-MTC/14. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/4443017-20-2011-mtc-14>
- Montaud, JM., Dávalos, J. & Pécastaing, N. Socioeconomic Risks of Extreme El Niño Event-Related Road Damages in Peru. Environ Model Assess 27, 831–851 (2022).
<https://doi.org/10.1007/s10666-022-09830-9>
- Morales, Aurelio (14 de Febrero del 2025). Inundaciones e incendios forestales: la urgente necesidad de usar los SIG para luchar contra el cambio climático. MappingGis.
<https://mappinggis.com/2025/02/inundaciones-e-incendios-forestales-la-urgente-necesidad-de-usar-los-sig-para-luchar-contra-el-cambio-climatico/>
- MTC (2017). Anuario estadístico del 2017. Ministerio de transportes y Comunicaciones.
- MTC (2022). Memorando N° 0277-2022-MTC/19.EEERC: Daños por el FEN 2017. Ministerio de transportes y Comunicaciones.
- MTC (2023). Descarga de datos espaciales. Ministerio de transportes y Comunicaciones.
<https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/descarga.html>
- OSITRAN (2018). Análisis de la infraestructura vial concesionada en el Perú. Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público.
<https://www.ositran.gob.pe/anterior/wp-content/uploads/2019/01/Documento-de-Trabajo-N5-Analisis-de-carreteras.pdf>

PIARC (2023). HDM-4 Software. PIARC. <https://www.piarc.org/es/PIARC-Base-Conocimiento-Carreteras-y-Transporte-Por-Carretera/Seguridad-Vial-Sostenibilidad/Gestion-Patrimonio-Vial/HDM-4-Software>

PVD (2023). Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Descentralizado. Gob.pe. <https://www.gob.pe/pvd>

PVN (2023). Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional. Gob.pe. <https://www.gob.pe/pvn>

RCR (2017). Refuerzan señales de seguridad en vía IIRSA Norte para garantizar libre tránsito. Red de Comunicación Regional. <https://www.gob.pe/pvn>

Rozenberg,Julie; Briceno-Garmendia,Cecilia M.; Lu,Xijie; Bonzanigo,Laura; Moroz,Harry Edmund. Improving the resilience of Peru's road network to climate events (English). Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/691821490628878185>

RPP (2017). Desborde del río Piura inunda una vía entre Bayóvar y Chiclayo. RPP noticias. <https://rpp.pe/peru/piura/desborde-del-rio-piura-inunda-una-via-entre-bayovar-y-chiclayo-noticia-1036693>

Seminario Expresión (2015). La Brecha De Infraestructura. Seminario Expresión. <https://www.semanarioexpresion.com/Presentacion/noticiascl.php?categoria=Columnas&edicionbuscada=1116>

SINAC (2007). Aprueban actualización del Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras. Gob.pe. <https://www.gob.pe/pvn>

Timaná Rojas, Jorge (2015). Las carreteras y el Fenómeno El Niño. Universidad de Piura.

<https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/09/las-carreteras-y-el-fenomeno-el-nino/>

Zurich (2017). El Niño Costero: Las inundaciones de 2017 en el Perú. Soluciones

Prácticas

<https://zcralliance.org/resources/item/el-nino-costero-las-inundaciones-de-2017-en-el-peru/>



9. ANEXO

9.1. ANEXO A

Tabla A1. RED VIAL NACIONAL EXISTENTES EN PIURA

PROVINCIA	DISTRITO	RVN (km)	
		PAVIMENTADA	NO PAVIMENTADA
AYABACA	AYABACA	41.04	119.23
AYABACA	FRIAS		
AYABACA	JILILI		
AYABACA	LAGUNAS	0.00	3.95
AYABACA	MONTERO	0.00	1.17
AYABACA	PACAIPAMPA	0.82	112.34
AYABACA	PAIMAS	22.60	8.73
AYABACA	SAPILLICA		
AYABACA	SICCHEZ		
AYABACA	SUYO	63.62	
HUANCABAMBA	CANCHAQUE	6.27	28.82
HUANCABAMBA	EL CARMEN DE LA FRONTERA	0.00	26.65
HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	7.45	32.54
HUANCABAMBA	HUARMACA	126.36	1.36
HUANCABAMBA	LALAQUIZ		
HUANCABAMBA	SAN MIGUEL DE EL FAIQUE	20.66	7.32
HUANCABAMBA	SONDOR	13.15	30.37
HUANCABAMBA	SONDORILLO	38.59	14.92
MORROPON	BUENOS AIRES	22.86	
MORROPON	CHALACO	5.40	30.90
MORROPON	CHULUCANAS	53.50	10.17
MORROPON	LA MATANZA	61.95	
MORROPON	MORROPON	6.66	24.78
MORROPON	SALITRAL	21.92	
MORROPON	SAN JUAN DE BIGOTE		
MORROPON	SANTA CATALINA DE MOSSA	4.37	8.35
MORROPON	SANTO DOMINGO	9.77	5.34
MORROPON	YAMANGO		
PAITA	AMOTAPE		
PAITA	ARENAL		
PAITA	COLAN		
PAITA	LA HUACA	13.70	
PAITA	PAITA	16.51	
PAITA	TAMARINDO	0.52	
PAITA	VICHAYAL		
PIURA	CASTILLA	24.71	8.13
PIURA	CATACAOS	42.63	

PIURA	CURA MORI	20.44	
PIURA	EL TALLAN	15.18	
PIURA	LA ARENA	7.15	
PIURA	LA UNION	6.75	
PIURA	LAS LOMAS	25.98	
PIURA	PIURA	27.86	
PIURA	TAMBO GRANDE	76.27	24.60
PIURA	VEINTISEIS DE OCTUBRE	31.13	
SECHURA	BELLAVISTA DE LA UNION		
SECHURA	BERNAL		
SECHURA	CRISTO NOS VALGA	27.54	
SECHURA	RINCONADA LLICUAR		
SECHURA	SECHURA	267.40	
SECHURA	VICE	15.77	
SULLANA	BELLAVISTA		
SULLANA	IGNACIO ESCUDERO	38.91	
SULLANA	LANCONES	29.01	
SULLANA	MARCAVELICA	35.22	
SULLANA	MIGUEL CHECA	11.22	
SULLANA	QUERECOTILLO	32.10	
SULLANA	SALITRAL	4.58	
SULLANA	SULLANA	36.46	
TALARA	EL ALTO	42.33	
TALARA	LA BREA	58.48	
TALARA	LOBITOS	17.33	
TALARA	LOS ORGANOS	31.62	
TALARA	MANCORA	16.09	
TALARA	PARIÑAS	56.13	

Fuente: MTC, 2023

Tabla A2. RED VIAL DEPARTAMENTAL EXISTENTES EN PIURA

PROVINCIA	DISTRITO	RVD (km)	
		PAVIMENTADA	NO PAVIMENTADA
AYABACA	AYABACA		31.06
AYABACA	FRIAS		
AYABACA	JILILI		
AYABACA	LAGUNAS		
AYABACA	MONTERO		
AYABACA	PACAIPAMPA		
AYABACA	PAIMAS		
AYABACA	SAPILLICA		
AYABACA	SICCHEZ		
AYABACA	SUYO		
HUANCABAMBA	CANCHAQUE		0.65
HUANCABAMBA	EL CARMEN DE LA FRONTERA	0.65	67.05
HUANCABAMBA	HUANCABAMBA		
HUANCABAMBA	HUARMACA		38.60
HUANCABAMBA	LALAQUIZ		
HUANCABAMBA	SAN MIGUEL DE EL FAIQUE	1.02	20.66
HUANCABAMBA	SONDOR		
HUANCABAMBA	SONDORILLO		
MORROPON	BUENOS AIRES		
MORROPON	CHALACO		
MORROPON	CHULUCANAS		
MORROPON	LA MATANZA		
MORROPON	MORROPON		
MORROPON	SALITRAL		
MORROPON	SAN JUAN DE BIGOTE		
MORROPON	SANTA CATALINA DE MOSSA		
MORROPON	SANTO DOMINGO		
MORROPON	YAMANGO		
PAITA	AMOTAPE	0.60	4.49
PAITA	ARENAL		
PAITA	COLAN	2.15	17.75
PAITA	LA HUACA	21.93	
PAITA	PAITA	26.86	56.08
PAITA	TAMARINDO		
PAITA	VICHAYAL	8.63	14.41
PIURA	CASTILLA		
PIURA	CATACAOS		
PIURA	CURA MORI		
PIURA	EL TALLAN		
PIURA	LA ARENA		
PIURA	LA UNION		2.24
PIURA	LAS LOMAS		

PIURA	PIURA		
PIURA	TAMBO GRANDE		
PIURA	VEINTISEIS DE OCTUBRE		
SECHURA	BELLAVISTA DE LA UNION		
SECHURA	BERNAL		
SECHURA	CRISTO NOS VALGA		
SECHURA	RINCONADA LLICUAR		
SECHURA	SECHURA	97.56	2.65
SECHURA	VICE		36.82
SULLANA	BELLAVISTA		
SULLANA	IGNACIO ESCUDERO		
SULLANA	LANCONES		
SULLANA	MARCAVELICA	6.27	65.22
SULLANA	MIGUEL CHECA	11.17	
SULLANA	QUERECOTILLO		
SULLANA	SALITRAL		
SULLANA	SULLANA	4.26	
TALARA	EL ALTO	11.75	6.32
TALARA	LA BREA	25.32	7.28
TALARA	LOBITOS	6.68	19.03
TALARA	LOS ORGANOS	2.11	0.84
TALARA	MANCORA		
TALARA	PARIÑAS	33.63	19.68

Fuente: MTC, 2023

Tabla A3. RED VIAL VECINAL EXISTENTES EN PIURA

PROVINCIA	DISTRITO	RVV(km)
AYABACA	AYABACA	460.02
AYABACA	FRIAS	280.00
AYABACA	JILILI	83.04
AYABACA	LAGUNAS	122.95
AYABACA	MONTERO	84.27
AYABACA	PACAIPAMPA	237.48
AYABACA	PAIMAS	98.37
AYABACA	SAPILLICA	137.41
AYABACA	SICCHEZ	35.33
AYABACA	SUYO	261.45
HUANCABAMBA	CANCHAQUE	144.15
HUANCABAMBA	EL CARMEN DE LA FRONTERA	32.63
HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	289.35
HUANCABAMBA	HUARMACA	577.07
HUANCABAMBA	LALAQUIZ	119.81
HUANCABAMBA	SAN MIGUEL DE EL FAIQUE	99.53
HUANCABAMBA	SONDOR	104.89
HUANCABAMBA	SONDORILLO	130.78
MORROPON	BUENOS AIRES	22.14
MORROPON	CHALACO	65.53
MORROPON	CHULUCANAS	159.08
MORROPON	LA MATANZA	128.00
MORROPON	MORROPON	66.93
MORROPON	SALITRAL	18.30
MORROPON	SAN JUAN DE BIGOTE	58.41
MORROPON	SANTA CATALINA DE MOSSA	18.57
MORROPON	SANTO DOMINGO	71.08
MORROPON	YAMANGO	90.24
PAITA	AMOTAPE	9.25
PAITA	ARENAL	5.77
PAITA	COLAN	15.62
PAITA	LA HUACA	8.06
PAITA	PAITA	36.14
PAITA	TAMARINDO	5.51
PAITA	VICHAYAL	13.32
PIURA	CASTILLA	29.15
PIURA	CATACAOS	80.99
PIURA	CURA MORI	29.47
PIURA	EL TALLAN	25.74
PIURA	LA ARENA	69.60
PIURA	LA UNION	44.31
PIURA	LAS LOMAS	143.00

PIURA	PIURA	35.47
PIURA	TAMBO GRANDE	369.76
PIURA	VEINTISEIS DE OCTUBRE	
SECHURA	BELLAVISTA DE LA UNION	12.82
SECHURA	BERNAL	36.26
SECHURA	CRISTO NOS VALGA	44.20
SECHURA	RINCONADA LLICUAR	18.71
SECHURA	SECHURA	87.59
SECHURA	VICE	43.63
SULLANA	BELLAVISTA	
SULLANA	IGNACIO ESCUDERO	28.10
SULLANA	LANCONES	303.30
SULLANA	MARCAVELICA	112.39
SULLANA	MIGUEL CHECA	20.04
SULLANA	QUERECOTILLO	19.01
SULLANA	SALITRAL	12.91
SULLANA	SULLANA	175.35
TALARA	EL ALTO	53.72
TALARA	LA BREA	74.20
TALARA	LOBITOS	22.16
TALARA	LOS ORGANOS	11.52
TALARA	MANCORA	11.09
TALARA	PARIÑAS	64.92

Fuente: MTC, 2023

Tabla A4. DAÑOS EN LA RED VIAL NACIONAL POR EL FEN 2017

PROVINCIA	DISTRITO	DAÑOS RVN(km)	RVN(km) PRESUPUESTADO	RVN(km) GASTADO
AYABACA	AYABACA	3.00	3.4	3.4
AYABACA	FRIAS			
AYABACA	JILILI			
AYABACA	LAGUNAS			
AYABACA	MONTERO			
AYABACA	PACAIPAMPA			
AYABACA	PAIMAS	27.00	0.0	25.7
AYABACA	SAPILLICA			
AYABACA	SICCHEZ			
AYABACA	SUYO			
HUANCABAMBA	CANCHAQUE	3.77	12.8	15.4
HUANCABAMBA	EL CARMEN DE LA FRONTERA			
HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	21.07	29.2	29.2
HUANCABAMBA	HUARMACA	17.44	27.2	27.2
HUANCABAMBA	LALAQUIZ			
HUANCABAMBA	SAN MIGUEL DE EL FAIQUE			
HUANCABAMBA	SONDOR	6.44	13.9	13.9
HUANCABAMBA	SONDORILLO	4.49	2.7	2.7
MORROPON	BUENOS AIRES			
MORROPON	CHALACO	3.65	2.2	2.2
MORROPON	CHULUCANAS	2.70	5.8	5.8
MORROPON	LA MATANZA			
MORROPON	MORROPON			
MORROPON	SALITRAL			
MORROPON	SAN JUAN DE BIGOTE			
MORROPON	SANTA CATALINA DE MOSSA			
MORROPON	SANTO DOMINGO			
MORROPON	YAMANGO			
PAITA	AMOTAPE			
PAITA	ARENAL			
PAITA	COLAN			
PAITA	LA HUACA			
PAITA	PAITA			
PAITA	TAMARINDO			
PAITA	VICHAYAL			
PIURA	CASTILLA			
PIURA	CATACAOS	5.00	10.8	10.8
PIURA	CURA MORI	6.32	6.5	36.4
PIURA	EL TALLAN			
PIURA	LA ARENA			
PIURA	LA UNION	3.00	6.5	6.5
PIURA	LAS LOMAS			

PIURA	PIURA			
PIURA	TAMBO GRANDE	28.90	62.2	62.2
PIURA	VEINTISEIS DE OCTUBRE			
SECHURA	BELLAVISTA DE LA UNION			
SECHURA	BERNAL			
SECHURA	CRISTO NOS VALGA			
SECHURA	RINCONADA LLICUAR			
SECHURA	SECHURA	63.19	135.9	87.2
SECHURA	VICE			
SULLANA	BELLAVISTA			
SULLANA	IGNACIO ESCUDERO	9.76	21.0	21.0
SULLANA	LANCONES	21.99	47.3	47.3
SULLANA	MARCAVELICA			
SULLANA	MIGUEL CHECA			
SULLANA	QUERECOTILLO	4.68	2.8	2.8
SULLANA	SALITRAL			
SULLANA	SULLANA	7.15	15.4	15.4
TALARA	EL ALTO			
TALARA	LA BREA			
TALARA	LOBITOS			
TALARA	LOS ORGANOS			
TALARA	MANCORA			
TALARA	PARIÑAS			

Fuente: MTC, 2023

Tabla A5. DAÑOS EN LA RED VIAL DEPARTAMENTAL POR EL FEN 2017

PROVINCIA	DISTRITO	DAÑOS RVD(km)	RVD(km) PRESUPUESTADO	RVD(km) GASTADO
AYABACA	AYABACA			
AYABACA	FRIAS			
AYABACA	JILILI			
AYABACA	LAGUNAS			
AYABACA	MONTERO			
AYABACA	PACAIPAMPA			
AYABACA	PAIMAS			
AYABACA	SAPILLICA			
AYABACA	SICCHEZ			
AYABACA	SUYO			
HUANCABAMBA	CANCHAQUE			
HUANCABAMBA	EL CARMEN DE LA FRONTERA			
HUANCABAMBA	HUANCABAMBA			
HUANCABAMBA	HUARMACA			
HUANCABAMBA	LALAQUIZ			
HUANCABAMBA	SAN MIGUEL DE EL FAIQUE			
HUANCABAMBA	SONDOR			
HUANCABAMBA	SONDORILLO			
MORROPON	BUENOS AIRES			
MORROPON	CHALACO			
MORROPON	CHULUCANAS			
MORROPON	LA MATANZA			
MORROPON	MORROPON			
MORROPON	SALITRAL			
MORROPON	SAN JUAN DE BIGOTE			
MORROPON	SANTA CATALINA DE MOSSA			
MORROPON	SANTO DOMINGO			
MORROPON	YAMANGO	29.00	1.5	1.8
PAITA	AMOTAPE	0.07	16.2	70.5
PAITA	ARENAL			
PAITA	COLAN			
PAITA	LA HUACA			
PAITA	PAITA		-	
PAITA	TAMARINDO			
PAITA	VICHAYAL			
PIURA	CASTILLA			
PIURA	CATACAOS			
PIURA	CURA MORI			
PIURA	EL TALLAN			
PIURA	LA ARENA			
PIURA	LA UNION			
PIURA	LAS LOMAS			

PIURA	PIURA			
PIURA	TAMBO GRANDE			
PIURA	VEINTISEIS DE OCTUBRE			
SECHURA	BELLAVISTA DE LA UNION			
SECHURA	BERNAL			
SECHURA	CRISTO NOS VALGA			
SECHURA	RINCONADA LLICUAR			
SECHURA	SECHURA		102.6	1.9
SECHURA	VICE			
SULLANA	BELLAVISTA			
SULLANA	IGNACIO ESCUDERO			
SULLANA	LANCONES			
SULLANA	MARCAVELICA			
SULLANA	MIGUEL CHECA			
SULLANA	QUERECOTILLO			
SULLANA	SALITRAL			
SULLANA	SULLANA			
TALARA	EL ALTO			
TALARA	LA BREA			
TALARA	LOBITOS			
TALARA	LOS ORGANOS			
TALARA	MANCORA			
TALARA	PARIÑAS			

Fuente: MTC, 2023

Tabla A6. DAÑOS EN LA RED VIAL VECINAL POR EL FEN 2017

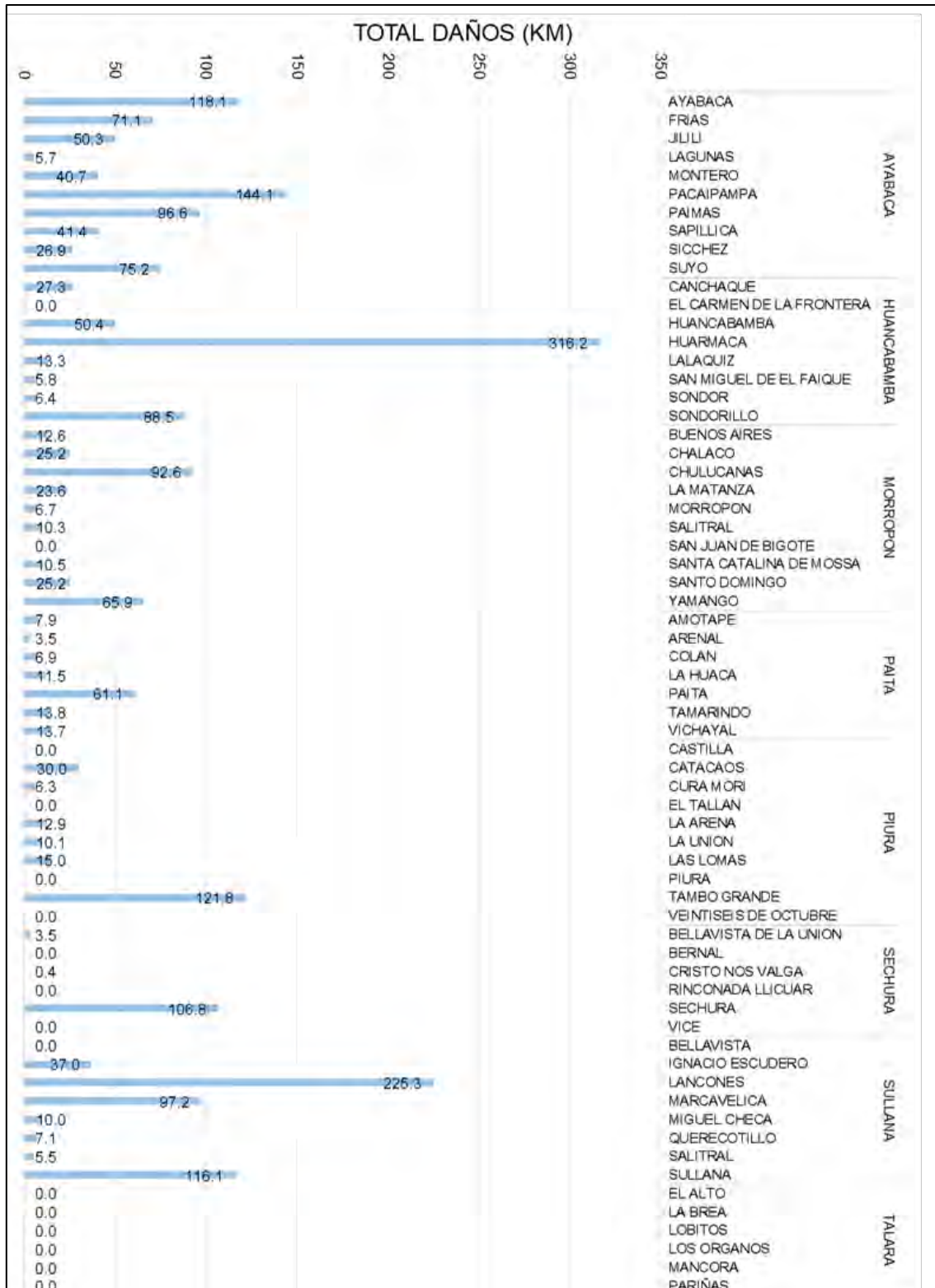
PROVINCIA	DISTRITO	DAÑOS RVV(km)	RVV(km) PRESUPUESTADO	RVV(km) GASTADO
AYABACA	AYABACA	115.15	92.5	186.4
AYABACA	FRIAS	71.07	26.3	74.1
AYABACA	JILILI	50.26	8.7	8.3
AYABACA	LAGUNAS	5.73	10.5	33.5
AYABACA	MONTERO	40.73	7.2	13.8
AYABACA	PACAIPAMPA	144.06	56.8	59.3
AYABACA	PAIMAS	69.62	13.8	36.6
AYABACA	SAPILLICA	41.40	54.7	55.2
AYABACA	SICCHEZ	26.87	6.6	13.2
AYABACA	SUYO	75.17	44.8	136.2
HUANCABAMBA	CANCHAQUE	23.58	5.3	6.9
HUANCABAMBA	EL CARMEN DE LA FRONTERA	0.00	15.0	15.4
HUANCABAMBA	HUANCABAMBA	29.33	7.2	10.7
HUANCABAMBA	HUARMACA	298.71	57.2	136.8
HUANCABAMBA	LALAQUIZ	13.33	1.8	1.9
HUANCABAMBA	SAN MIGUEL DE EL FAIQUE	5.83	4.9	19.0
HUANCABAMBA	SONDOR	0.00	1.1	4.0
HUANCABAMBA	SONDORILLO	84.00	23.7	32.7
MORROPON	BUENOS AIRES	12.60	2.1	2.1
MORROPON	CHALACO	21.50	3.6	29.1
MORROPON	CHULUCANAS	89.85	22.0	45.8
MORROPON	LA MATANZA	23.55	5.8	5.8
MORROPON	MORROPON	6.72	3.1	6.6
MORROPON	SALITRAL	10.28	2.5	6.4
MORROPON	SAN JUAN DE BIGOTE	0.00		
MORROPON	SANTA CATALINA DE MOSSA	10.50	1.6	4.7
MORROPON	SANTO DOMINGO	25.20	5.7	8.6
MORROPON	YAMANGO	36.87	12.7	28.6
PAITA	AMOTAPE	7.88	1.9	6.1
PAITA	ARENAL	3.47	0.9	0.9
PAITA	COLAN	6.87	3.6	6.0
PAITA	LA HUACA	11.49	2.8	5.7
PAITA	PAITA	61.14	43.1	55.1
PAITA	TAMARINDO	13.75	3.4	5.3
PAITA	VICHAYAL	13.67	3.3	4.3
PIURA	CASTILLA			
PIURA	CATACAOS	25.04	3.8	3.8
PIURA	CURA MORI			
PIURA	EL TALLAN			
PIURA	LA ARENA	12.94	3.3	16.8
PIURA	LA UNION	7.14	1.2	3.0
PIURA	LAS LOMAS	15.00	25.1	25.1

PIURA	PIURA			
PIURA	TAMBO GRANDE	92.91	42.2	53.3
PIURA	VEINTISEIS DE OCTUBRE			
SECHURA	BELLAVISTA DE LA UNION	3.50	0.9	3.1
SECHURA	BERNAL			
SECHURA	CRISTO NOS VALGA	0.35	0.1	0.1
SECHURA	RINCONADA LLICUAR			
SECHURA	SECHURA	43.65	3.3	36.4
SECHURA	VICE			
SULLANA	BELLAVISTA			
SULLANA	IGNACIO ESCUDERO	27.28	4.7	23.3
SULLANA	LANCONES	203.28	34.6	185.0
SULLANA	MARCAVELICA	97.24	18.6	33.7
SULLANA	MIGUEL CHECA	10.00	1.7	4.9
SULLANA	QUERECOTILLO	2.43	0.3	4.8
SULLANA	SALITRAL	5.55	0.9	5.9
SULLANA	SULLANA	108.97	18.7	75.5
TALARA	EL ALTO			
TALARA	LA BREA			
TALARA	LOBITOS			
TALARA	LOS ORGANOS		1.3	1.3
TALARA	MANCORA			
TALARA	PARIÑAS			

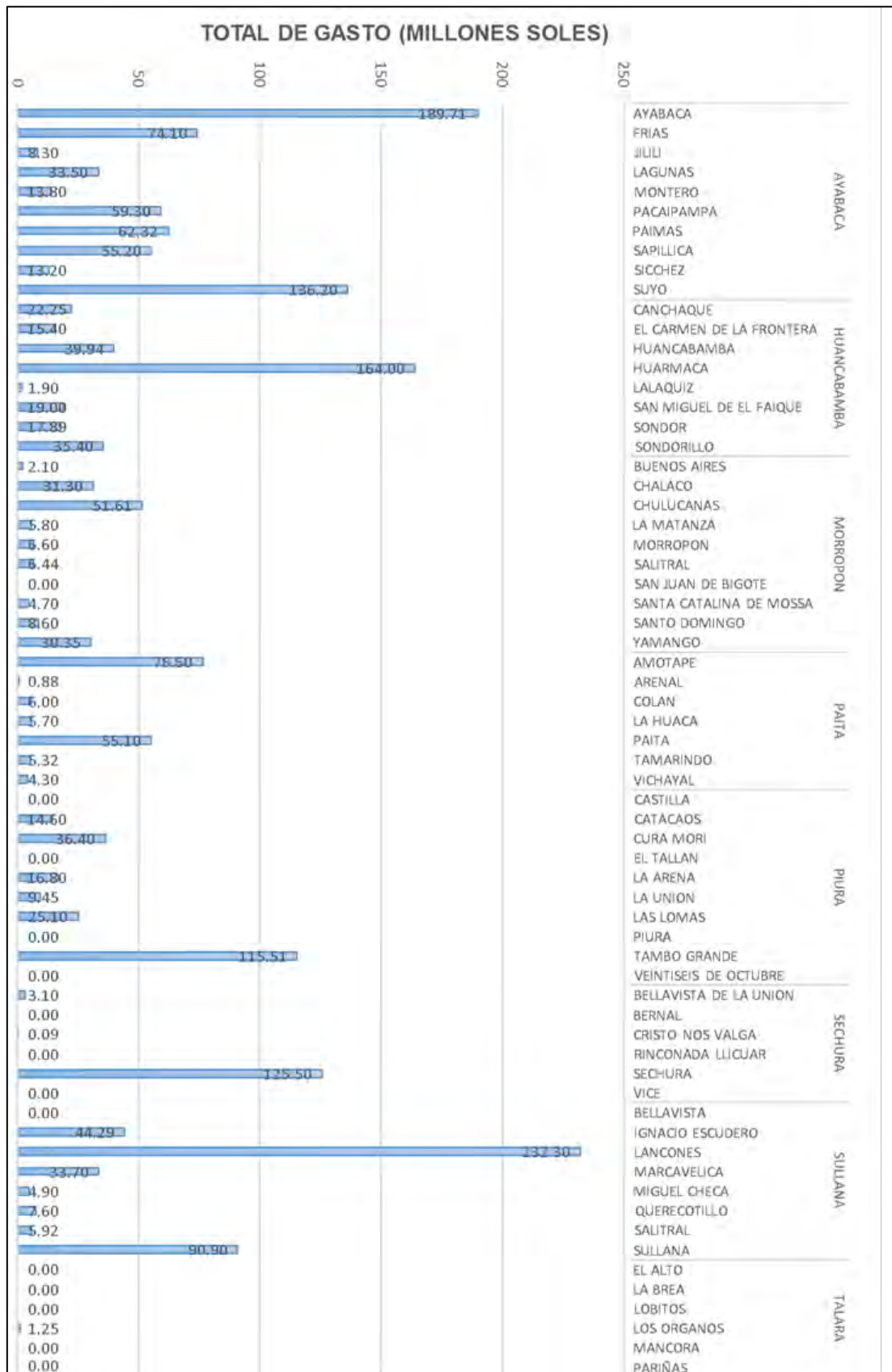
Fuente: MTC, 2023

9.2. ANEXO B

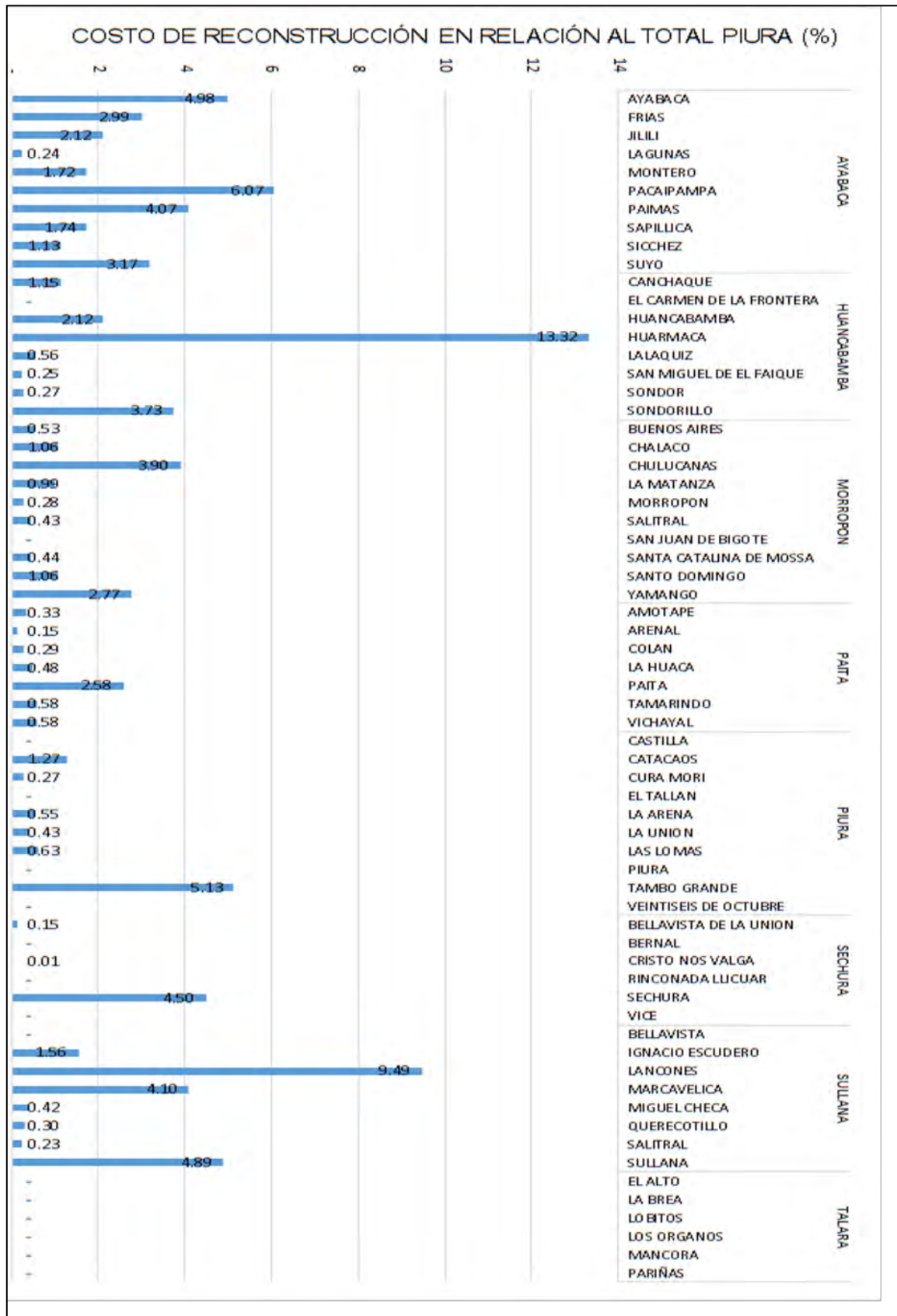
1. Kilómetros dañados por distrito por el FEN del 2017 en el departamento de Piura



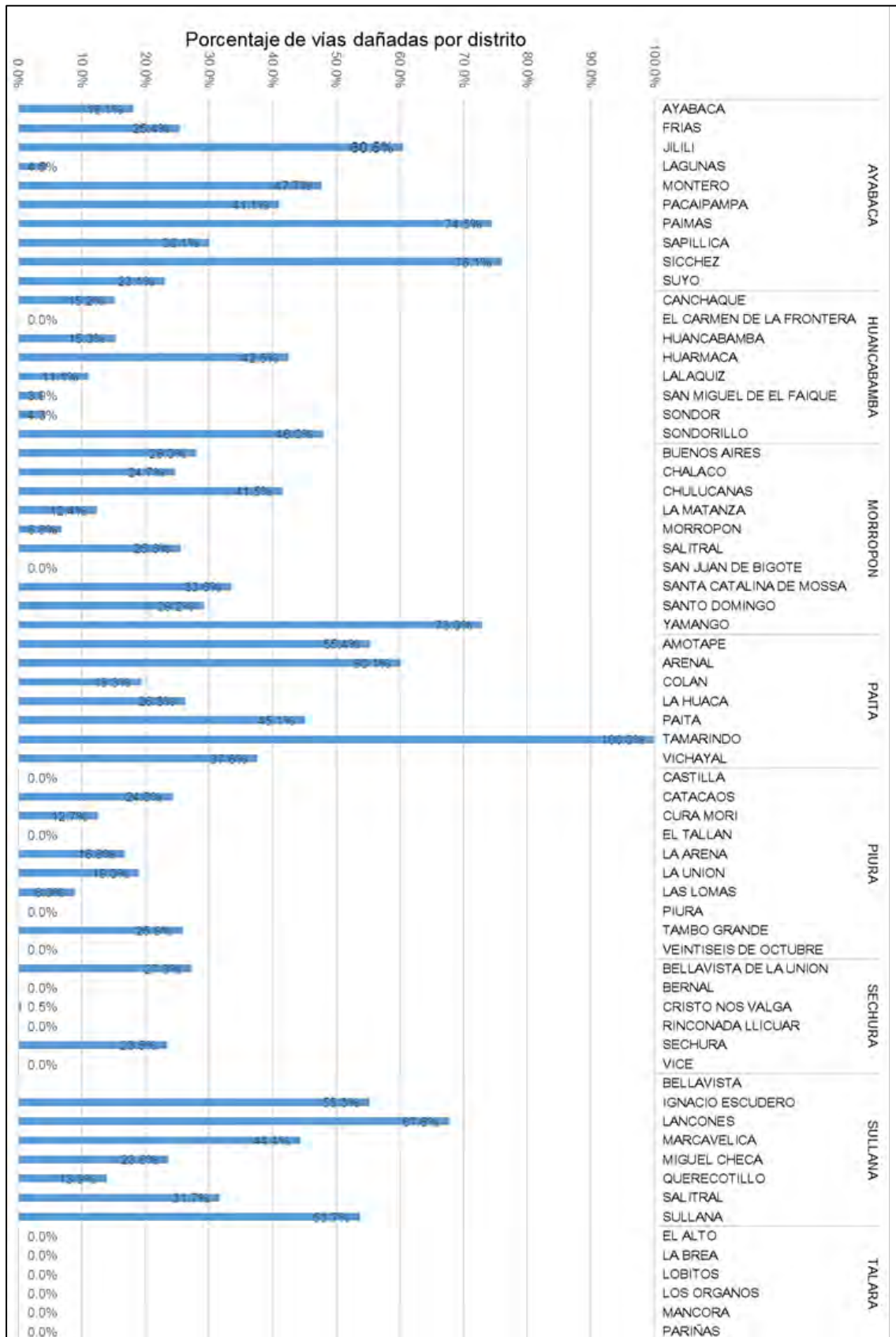
2. Costo de reconstrucción de vías dañadas por distrito por el FEN del 2017 en el departamento de Piura



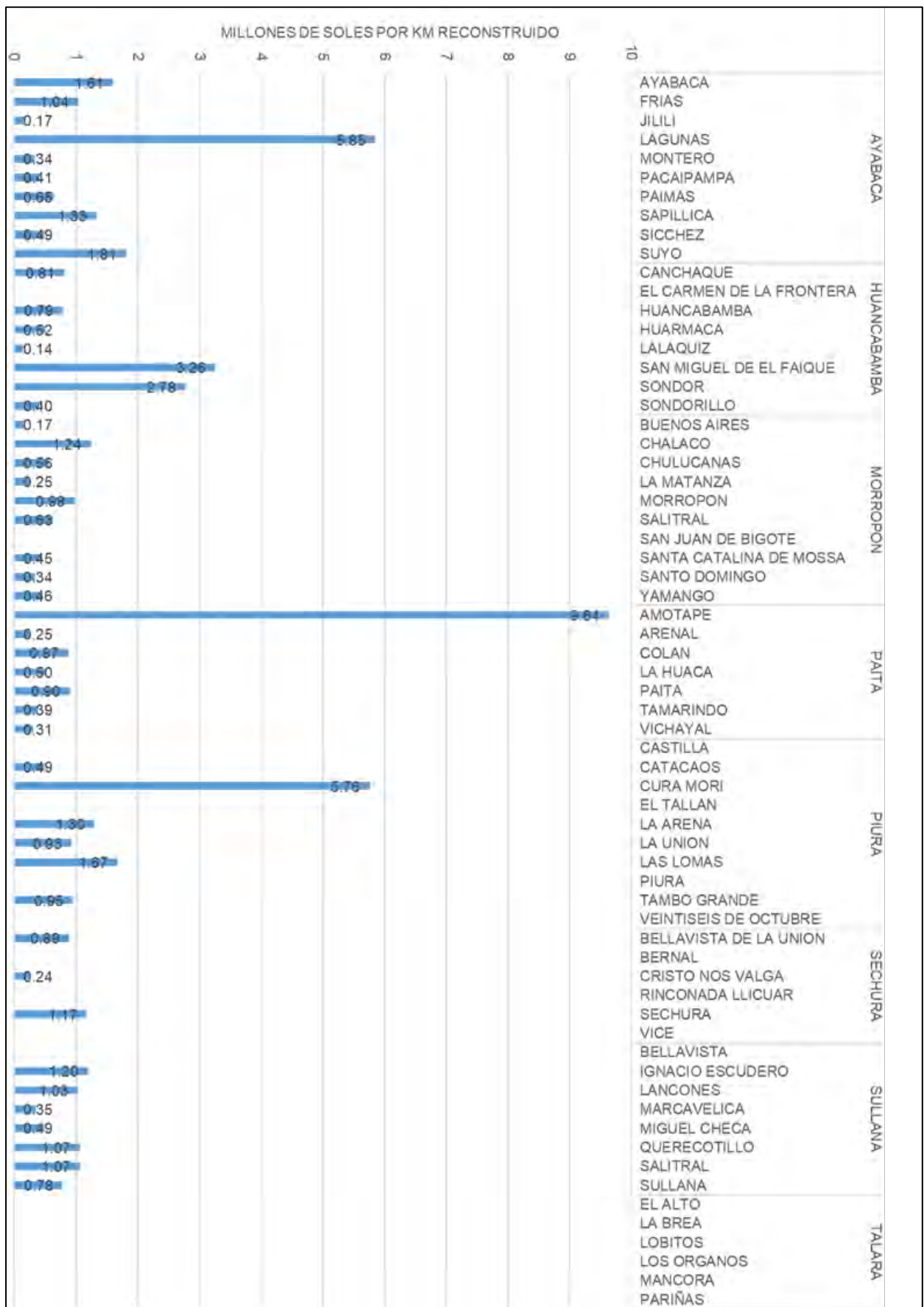
3. Porcentaje del costo de reconstrucción vial del distrito en relación con el costo total del departamento de Piura



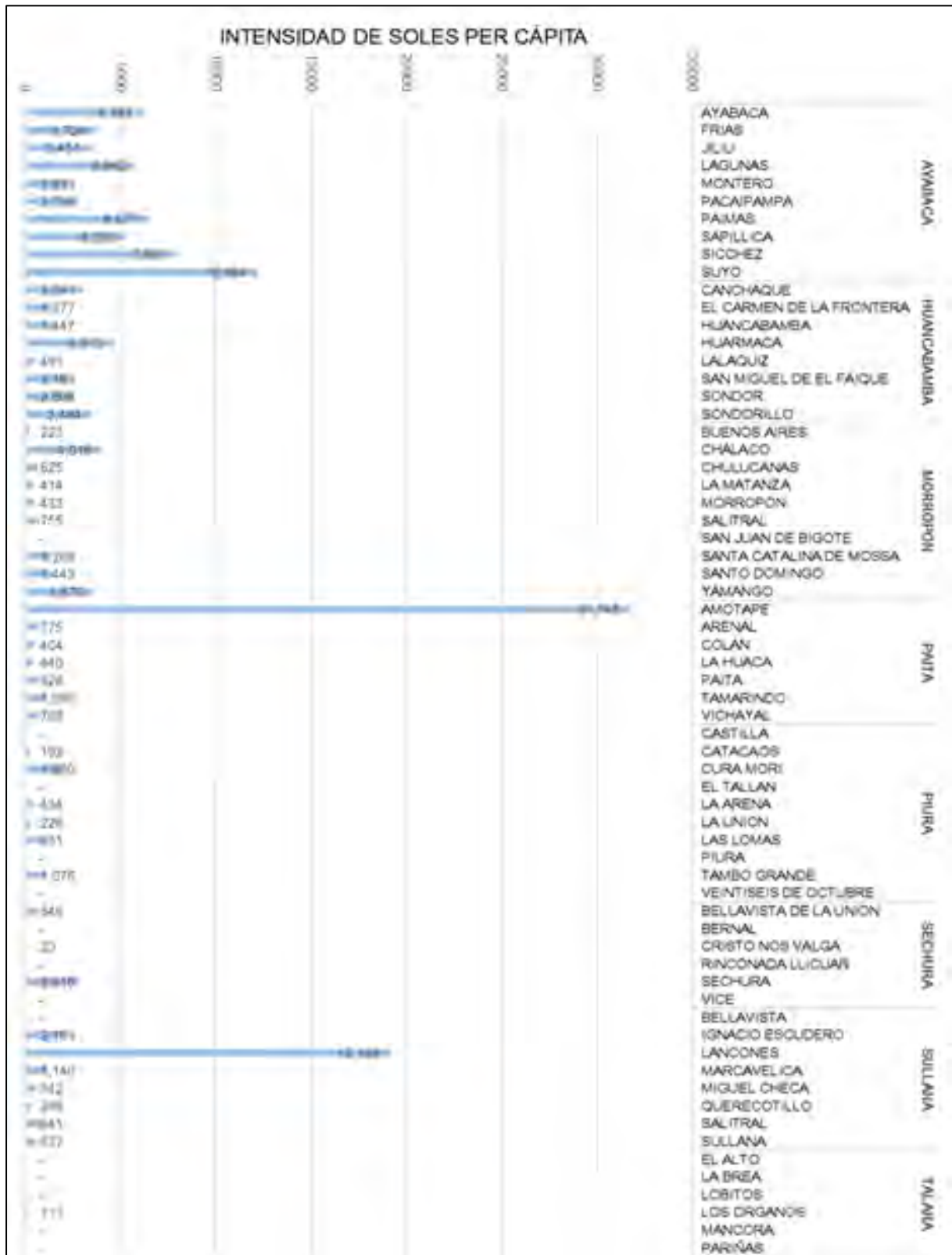
4. Porcentaje de vías dañadas por el FEN del 2017 en relación con el total distrital en el departamento de Piura



5. Costos por kilómetro de vía reconstruida por los daños del FEN del 2017



6. Costo de reconstrucción vial per cápita de las vías distritales en el departamento de Piura afectadas por el FEN del 2017



7. Costo de reconstrucción vial en relación con la extensión superficial por distrito (Ha.) en el departamento de Piura

