



**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER**

**Escuela de Posgrado**

**Tesis**

**Infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas  
por el “Fenómeno El Niño” como prevención de riesgos  
naturales, Perú 2023 - 2037.**

**Grado de Maestro en Gestión Pública y Gobernabilidad**

**AUTOR**

Blgo. Abel Aucasime Orihuela

**ORCID: 0000-0001-6224-7920**

**2022**

**Lima – Perú**

**Infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas  
por el “Fenómeno El Niño” como prevención de riesgos  
naturales, Perú 2023 - 2037.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD**

Políticas Públicas y Desarrollo Social Sostenible

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN ESPECÍFICA**

Gestión ambiental y desarrollo sostenible

**ASESOR**

**Mg. Vargas Merino, Jorge Alberto**

**ORCID: 0000-0002-3084-8403**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a mi madre por su incondicional apoyo y por ser el pilar fundamental de mis logros, a mi esposa y a mis 2 princesas mágicas por brindarme la felicidad, son el motor y motivo para mi superación y realización en todo aspecto.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por cuidarnos en los momentos más difíciles de nuestra vida, así mismo dar gracias a mi familia, por el apoyo constante e incondicional durante el proceso de mis estudios superiores.

Agradezco a mis colegas del proyecto INSH y profesionales de diversas instituciones públicas y privadas que contribuyeron con sus valiosas experiencias y conocimientos, que hicieron posible contar con el sustento técnico de la investigación.

También agradezco a la Universidad Norbert Wiener a través de sus docentes y a mi asesor Mg. Vargas Merino, Jorge Alberto.

## INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
RISUMIN NISQAN.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xx
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Teórica.....	4
1.4.2 Metodológica.....	5

1.4.3	Práctica .....	5
1.5	Limitaciones de la investigación .....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....		8
2.1	Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1	Recuperación de ecosistemas mediante la IN.....	8
2.1.2	Prevención de riesgos naturales.....	13
2.1.3	Control de inundaciones .....	17
2.1.4	Control de movimientos de masa .....	20
2.2	Bases teóricas.....	22
2.2.1	Eventos Climáticos Extremos (ECE).....	22
2.2.2	Recuperación de ecosistemas mediante la IN.....	24
2.2.3	Prevención de riesgos naturales.....	38
2.2.4	Gestión del Riesgo de Desastres (GRD).....	39
2.3	Formulación de hipótesis .....	43
2.3.1	Hipótesis general .....	43
2.3.2	Hipótesis específicas.....	43
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		45
3.1	Método de investigación.....	45
3.2	Enfoque de investigación.....	45
3.3	Tipo de la investigación.....	45
3.3.1	Nivel de la investigación .....	46
3.4	Diseño de la investigación .....	46

3.5	Población, muestra y muestreo .....	47
3.5.1	Población .....	47
3.5.2	Muestra y muestreo.....	48
3.6	Variables y operacionalización.....	48
3.6.1	Variable independiente: .....	48
3.6.2	Variable dependiente: .....	53
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	56
3.7.1	Técnica.....	56
3.7.2	Descripción de instrumentos .....	57
3.7.3	Validación de instrumentos. ....	57
3.8	Procesamiento y análisis de datos.....	58
3.9	Aspectos éticos .....	60
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....		61
4.1	Resultados.....	61
4.1.1	Análisis descriptivo de los resultados.....	61
4.1.2	Análisis descriptivo de la intensidad de exposición .....	62
4.1.3	Análisis descriptivo de la tecnología para la prevención del riesgo .....	65
4.1.4	Análisis descriptivo del financiamiento público.....	72
4.1.5	Análisis descriptivo de los beneficios esperados.....	79
4.2	Prueba de hipótesis .....	82
4.2.1	Prueba de normalidad .....	82
4.2.2	Contrastación de hipótesis general .....	82

4.2.3	Contrastación de las Hipótesis Específicas (HE).....	83
4.3	Discusión de resultados .....	90
4.3.1	En la hipótesis general .....	90
4.3.2	En las hipótesis específicas.....	93
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		106
5.1	Conclusiones.....	106
5.2	Recomendaciones .....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		112
ANEXOS .....		127

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Daños por sector y estimados de riesgo para el FEN 1982-1983, 1997-1998 y el 2017. ....	24
Tabla 2: Dimensión e indicadores para la variable independiente .....	52
Tabla 3: Dimensión e indicadores para la variable independiente .....	56
Tabla 4: Financiamiento público en la zona de impacto con proyectos de DR y PL para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037. ....	76
Tabla 5: Financiamiento público en la zona de impacto con proyectos de DR para la prevención de los peligros de IyMM entre los años 2017 y 2037. ....	77
Tabla 6: Financiamiento público en la zona de impacto con proyectos de PL para la prevención de los peligros de IyMM entre los años 2017 y 2037. ....	78
Tabla 7: Prueba de normalidad para la hipótesis general .....	82
Tabla 8: Prueba de hipótesis general .....	83
Tabla 9: Prueba de la HE 1 con efecto en la intensidad de la prevención de riesgos naturales .....	84
Tabla 10: Prueba de la HE 1 considerando las implicancias directas de las medidas de IN .....	84
Tabla 11: Prueba de la HE 2 con efecto en la tecnología para la prevención de riesgos naturales .....	85
Tabla 12: Prueba de la HE 2 considerando las implicancias directas de las medidas de IN .....	86

Tabla 13:	Prueba de la HE 3 con efecto en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales .....	87
Tabla 14:	Prueba de la HE 3 considerando las implicancias directas de las medidas de IN .....	88
Tabla 15:	Prueba de la HE 4 con efecto en los beneficios esperados de la prevención de riesgos naturales .....	89
Tabla 16:	Prueba de la HE 4 considerando las implicancias directas de las medidas de IN .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: El FEN y La Niña.....	22
Figura 2: Intensidad del FEN ocurridos en Perú, 1932 – 2019.....	23
Figura 3: Servicios hidrológicos y parámetros considerados en esta revisión con la cantidad de estudios (en círculos) para cada parámetro y tipo de bosque.....	30
Figura 4: Prioridades adoptadas en las 3 Conferencias Mundiales sobre GRD .....	40
Figura 5: Conclusiones transversales y lecciones aprendidas para enfrentar el riesgo con nuevas prácticas de resiliencia urbana en AL.....	41
Figura 6: Población y muestra de las cuencas con Planes Integrales para el CIyMM priorizadas por la Reconstrucción Con cambios. ....	47
Figura 7: Estadística descriptiva e inferencial en la investigación científica .....	59
Figura 8: Estado de los proyectos de Infraestructura Natural en el marco de los Planes Integrales para el CIyMM en las cuencas priorizadas por la RCC al 2021.....	61
Figura 9: Superficie de ecosistemas con valores de NDVI de las cuencas priorizadas por la RCC al 2021 expuestas al FEN. ....	62
Figura 10: Área de ecosistemas priorizados y expuestas al FEN a recuperarse con proyectos de IN GRD en el marco de los Planes integrales para el CIyMM. ....	63
Figura 11: Puntos críticos en ribera de río y quebrada expuestas al FEN a protegerse con proyectos de DR y PL en las cuencas priorizadas por la RCC.....	63
Figura 12: Caudal máximo de avenida asociados a los ecosistemas en las cuencas priorizadas por RCC para los años 2000, 2010, 2020 y período con proyectos de IN, empleando el modelo hidrológico Kineros2.....	65

Figura 13: Hidrograma de caudales ( $m^3/s$ ) hasta la cuenca baja de las cuencas expuestas al FEN y priorizadas por RCC para los años 2000, 2010, 2020 y período con proyectos de IN empleando el modelo hidrológico Kineros2. ....	66
Figura 14: Concentración de sedimentos (kg/s) asociados a los ecosistemas en las cuencas priorizadas por RCC para los años 2000, 2010, 2020 y período con proyectos de IN empleando el modelo hidrológico Kineros2.....	68
Figura 15: Transporte de sedimentos (kg/s) hasta la cuenca baja de las cuencas expuestas al FEN y priorizadas por RCC para los años 2000, 2010, 2020 y período con proyectos de IN empleando el modelo hidrológico Kineros2. ....	68
Figura 16: Caudal hídrico ( $m^3/s$ ) para un período de retorno de 500 años en la zona de impacto de los peligros de IyMM de las cuencas priorizadas por RCC.....	70
Figura 17: Transporte y retención de sedimentos (kg/s) para un período de retorno de 500 años en la zona de impacto de los peligros de IyMM de las cuencas priorizadas por RCC a ser intervenidas mediante proyectos de PL. ....	71
Figura 18: Financiamiento público de la gestión del riesgo de desastres ante IyMM en 8 cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037. ....	72
Figura 19: Financiamiento público en la gestión del riesgo de desastres ocasionado por IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.....	73
Figura 20: Financiamiento público en porcentaje de la zona de origen con proyectos de IN para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.....	74
Figura 21: Financiamiento público en la zona de origen con proyectos de IN para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037. 75	

Figura 22: Financiamiento público en porcentaje de la zona de impacto con proyectos de DR para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.....	76
Figura 23: Financiamiento público en porcentaje de la zona de impacto con proyectos de PL para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.....	78
Figura 24: Beneficios esperados con la inversión pública para la prevención de los peligros de inundación y movimiento de masa en 8 cuencas de las priorizadas por la RCC.. .....	79
Figura 25: Beneficios esperados con proyectos de IN para la prevención en la zona de origen de los peligros de IyMM en 8 cuencas de las priorizadas por la RCC.....	80
Figura 26: Beneficios esperados con proyectos de DR y PL para la prevención en la zona de impacto de los peligros de IyMM en 8 cuencas de las priorizadas por la RCC. ....	81

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con Infraestructura Natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el “Fenómeno el Niño”, para la mejora en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037. El Diseño contempla un método hipotético deductivo, un enfoque cuantitativo, tipología aplicada, diseño cuasi experimental con dos escenarios, de corte longitudinal y nivel correlacional causal prospectivo. La muestra fueron 168 conjuntos de datos representativos recogidas para 8 cuencas con proyectos de Infraestructura Natural viables, de las 17 priorizadas por la Reconstrucción Con Cambios. La técnica utilizada fue la revisión o análisis documental. La ficha de recolección de los datos como instrumento y los “archivos diversos” como instrumentos de registro. Se concluye que existe un efecto de la recuperación de ecosistemas con Infraestructura Natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el “Fenómeno el Niño” para la mejora en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037, demostrada a través de una prueba de U Mann de Whitney ( $\text{sig.} = 0.030$ ); lo que indica claramente que la Infraestructura Natural contribuye en la reducción de riesgos de desastres desde la zona de origen de los peligros a inundaciones y movimientos en masa y, a su vez, refuerza la eficacia y prolonga la vida útil de las Defensas Ribereñas y Presas de Laminación;

así como en la mejora del desarrollo local de la población, que habitan en las cabeceras de cuencas, mediante sus beneficios indirectos.

**Palabras Clave:** Recuperación de ecosistemas, Infraestructura natural; gestión de riesgos; reducción del riesgo de desastres, Eventos climatológicos extremos.

## ABSTRACT

The general objective of the research was to determine the effect of the recovery of ecosystems with Natural Infrastructure in the headwaters of watersheds affected by the "Fenómeno El Niño", for the improvement in the prevention of natural risks, Peru 2023 - 2037. The design contemplates a hypothetical deductive method, a quantitative approach, applied typology, quasi-experimental design with two scenarios, longitudinal cut and prospective causal correlational level. The sample consisted of 168 representative data sets collected for 8 watersheds with viable Natural Infrastructure projects, out of the 17 prioritized by the Reconstruction with Change. The technique used was documentary review or analysis. The data collection form was used as an instrument and the "miscellaneous files" as recording instruments. It is concluded that there is an effect of the recovery of ecosystems with Natural Infrastructure in the headwaters of basins affected by the "Fenómeno El Niño" for the improvement in the prevention of natural risks, Peru 2023 - 2037, demonstrated through a Whitney Mann U test (sig. = 0. 030); which clearly indicates that the Natural Infrastructure contributes to the reduction of disaster risks from the zone of origin of the hazards to floods and mass movements and, in turn, reinforces the effectiveness and prolongs the useful life of the Riparian Defenses and Lamination Dams; as well as in the improvement of the local development of the population, who live in the headwaters of the basins, through its indirect benefits.

**Key words:** Ecosystem recovery, Natural infrastructure; Risk management; Disaster risk reduction, Extreme weather events.

## RISUMIN NISQAN

Kay taripaymi karqa lliw tukuyninpaq, yachaynin imaynam kanqa kutichiynin llapa orqokunapi, sacha sachata qurata qiwata ichutan ancha llapamta ikllirichispa hatunyanankama ruryakuna, chaytan Infraestructura Naturalwan riqsinchik (IN), yaku qamuy qallariyninmanta uku mayukaman, sapa llumpayta pararamuktin “Fenómeno del Niño” quchanpi, mana llaqtanchik qochananpaq, llullanampaq, Perú Suyupi iskay waranqa iskay chunka kimsa (2023) watapi - iskay waranqa kimsa chunka qanhisniyuq (2037) watakama. Kay ruwaykamam qawachin, ruwaykunata, yawapayaspa - yachanapaq, yupaychaspa, yachaykunata maskaspa, yachaspaña imatataq qawpayakunqa iskaymantakama, hukmi yawapayakunqa achka watapiraq kanqa, hukninñataq ñawpaqman qawarispa. Kay qawapayaykunam karqa pachaq suqta chunka pusaqniyuq (168) aswan allin yachaykunamanta, quqarisqa pusaq (8) yaku qamuqninpi, manaña ruway atikuqpi, chunka qanchismanta (17) akllamusqan kay Reconstrucción con Cambios nisqamanta. Kay llamkaypaqmi kutipayakurqa qellqakunata. Lliw yachaykuna quqarisqakunata llamkanapaq hinallataq lliw “churasqa achka yachaykunamanta” kaymanta imakunatapas yachanapaq. Chaymi yachakurunña taripakuyninta llapa orqopi sasachakuy qurachakuy qiwachakuy ichuchakuy ruraykunam, sapa llumpa llumpayta pararamuktin, yanapakumku llaqtanchiqta asllarichispa qochachakunnanmanta, llullananmanta, Perú Suyupi iskay waranqa iskay chunka kimsa (2023) watapi - iskay waranqa kimsa chunka qanhisniyuq (2037) watakama; riksichispa kay “U MANN DE WHITNEY (SIG=0.030) nisqapi, chaymi qawachikunpuni

kay “IN” nisqanchiq llapam ruraykunawam yanapam taksayachispa mayuta qallariqninmantapuni mana ancha llaqtanchik qochanampaq llunqanampaq, hinallataq kuyuykunamantapas, chaymantapas kallpachakum allin niraqta llapa rumi pirqachisqanchikta mayu patankunapi mana mayu llusqsimunampaq, chyatapas mana mayu apanampaq, hinaspapas cawpi orqupi qatum qochata rurasqanchikta “Presa de Laminación” nisqapi mana allpawan huntanampaq; chaynallataq aswan allin kanqa llaqtakunapa wiñaynin, lliw Yaku qamuq qallariyninpi tiyaqkunapaq, yanapay qamuqmantapuni.

**Palabras Clave:** Sacha sachata hatunyananchikama ruraykuna; Infraestructura natural nisqampi; mana llaqta quchanampaq ruraykuna; mana llaqta lloqllarunampaq ruraykuna; sapa llumpa llumpayta pararamuktin.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los desastres ocasionados por los Eventos Climatológicos Extremos a nivel global y el “Fenómeno El Niño - FEN” en el Perú, son el resultado de la interacción entre los peligros naturales y las vulnerabilidades asociadas a la degradación de los ecosistemas y las exposiciones construidas socialmente; como el crecimiento urbano improvisado y expuesto en zonas de impacto (Carrizosa et al., 2019 y Arteaga et al., 2021); aumentando en frecuencia y en sus impactos, como los ocurridos en el maremoto de India–2014, las inundaciones en Tailandia–2011, así como las inundaciones y huaicos en Perú en 1982-1983, 1997-1998 y 2017 generando pérdidas de \$ 10,68 mil millones (Venkateswaran et al., 2017). Como respuesta a los desastres ocasionados por el FEN 2017 en el Perú, el gobierno de turno apostó por soluciones integrales en los Planes Integrales de control de inundación y movimiento de masa en las 17 cuencas priorizadas (Molina et al., 2020), considerando proyectos de Defensas Ribereñas (DR) y Presas de Laminación (PL) en la zona de impacto y proyectos de Infraestructura Natural en la zona de origen, para reducir las causas del problema.

El objetivo de la investigación es determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural (IN) en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023-2037.

El Capítulo I, se dedicó en comprender el tema de investigación, comenzando con la visión general para ir desglosando cada componente de la investigación, que serán sustentadas a nivel teórico, analizada y aplicada a nivel práctico en los próximos capítulos.

El Capítulo II, tiene como contenido el sustento del marco teórico y literaturas científicas anteriores, así como la formulación de la hipótesis.

El capítulo III, contiene el método, tipo, enfoque, nivel y diseño empleado en la presente investigación, así como también presenta la población, muestra y el muestreo utilizado, la operacionalización y los indicadores para la variable independiente y dependiente, así como las técnicas e instrumento de recolección de datos utilizados en la investigación.

El capítulo IV, muestran los resultados obtenidos, presentando un análisis descriptivo de los resultados y de cada una de las dimensiones, la contrastación de la hipótesis general y las 4 hipótesis específicas, fueron trabajados mediante técnicas estadísticas del programa IBM SPSS, a fin de determinar la relación entre la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN en la intensidad, tecnología, financiamiento público y los beneficios esperados por la prevención de riesgos naturales desde su origen. Asimismo, se incluye la discusión de resultados.

El capítulo V, contiene tanto las conclusiones como las recomendaciones de la investigación, donde se concluye que existe un efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN para la mejora en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037, demostrada a través de una prueba de U Mann de Whitney, con un nivel de significancia de 0.030; lo que indica claramente que la IN contribuye en la reducción de riesgos de desastres desde la zona de origen de los peligros a inundaciones y movimientos en masa y, a su vez, en la mejora del desarrollo local de la población, que habitan en las cabeceras de cuencas, debido a otros servicios ecosistémicos que se generan como beneficios indirectos.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

En el siglo XX, a nivel global la degradación de las tierras se ha acelerado debido a las presiones antrópicas, cambiando su uso y agravada por el cambio climático, y con ello la pérdida de los servicios ecosistémicos (SE), como los de regulación (Wolff et al., 2018), que provén beneficios como la atenuación ante los Eventos Climatológicos Extremos (ECE), y que son posibles de recuperar a través de la restauración ecológica (Abouhamad et al., 2017).

Los desastres ocasionados por ECE, son el producto de la interacción entre los peligros naturales y las vulnerabilidades asociadas a la degradación de los ecosistemas y las exposiciones construidas socialmente, como el crecimiento urbano improvisado y expuestos en zonas de impacto (Carrizosa et al., 2019 y Arteaga et al., 2021); aumentando en frecuencia y en sus impactos, como los ocurridos en el maremoto de India - 2014 y las inundaciones en Tailandia - 2011; instando a la comunidad mundial a determinar el nuevo Marco de Sendai, que exhorta a los países a adoptar medidas como la prevención para ayudar a reducir los riesgos de desastres (RRD) (Arteaga et al., 2021) que citan a (UNISDR, 2015).

A partir de 1970, con el incremento de la población y con ello, sus demandas por bienes y servicios, han generado mucha presión a los ecosistemas y han dañado grandes áreas en sus medios de vida, en muchos casos sin retorno (Minam, 2019a y González-Rivera & Gómez-

Sal, 2015) y perdiendo su capacidad resiliente frente al impacto de los ECE (González-Rivera & Gómez-Sal, 2015).

En América Latina, a partir del año 1990, la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, así como la minería ilegal fueron las principales causas de la degradación de los ecosistemas; mostrando una relación directa con estos impactos (Senhadji-Navarro et al., 2017) citan a (Armenteras & Rodríguez, 2014). Perú no ha sido ajena a estos procesos, que también respondieron a políticas históricas de desarrollo insostenibles, que terminaron en un círculo vicioso de la pobreza (Minam, 2019a).

A partir del año 1980, el Perú ha soportado 3 ECE, conocidos como el “Fenómeno El Niño (FEN)”: 1982 - 1983, 1997 - 1998 y 2017, ocasionando 992 muertes, pérdidas y daños a la infraestructura privada y pública por S/. 38.5 mil millones de soles (US\$ 10.68 mil millones) y equivalente al 5 % del PBI nacional del 2017 (Venkateswaran et al., 2017).

El FEN 2017, trajo consigo lluvias intensas en la cuenca baja, activando ríos y quebradas que solían estar secos; asimismo, lluvias constantes en toda la cuenca causando inundaciones y movimientos de masa desde Ica hasta Tumbes (Venkateswaran et al., 2017). Como respuesta del gobierno peruano, se apostó por intervenir con Planes Integrales para el control de inundación y movimiento de masa en 17 cuencas priorizadas (Molina et al., 2020).

Estos Planes Integrales, incluyen 3 proyectos complementarios entre sí. Defensas Ribereñas (DR) y Presas de Laminación (PL) como infraestructura tradicional orientado a la zona de impacto, como gestión reactiva y correctiva; mientras la IN orientada a reducir las causas del problema desde la zona de origen y como gestión preventiva en la cuenca media y alta.

Por tales motivos, la investigación permitirá, aprovechar esta oportunidad única y determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN para la mejora en la intensidad, tecnología, financiamiento público y los beneficios esperados por la prevención de riesgos naturales y la gestión del riesgo de desastres (GRD).

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037?

### **1.2.2 Problemas específicos**

¿Cuál es el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, en la **intensidad** de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037?

¿Cuál es el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, en la **tecnología** para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037?

¿Cuál es el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, en el **financiamiento público** de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037?

¿Cuál es el efecto de los beneficios esperados por la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, en los **beneficios esperados** por la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la **intensidad** de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

Determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la **tecnología** para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

Determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en el **financiamiento público** de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

Determinar el efecto de los beneficios esperados por la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora de los **beneficios esperados** por la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

## 1.4 Justificación de la investigación

### 1.4.1 Teórica

El estudio proporciona conocimientos relevantes sobre la recuperación de ecosistemas, priorizadas en las cabeceras de las cuencas afectadas por el FEN, con medidas de IN y en consecuencia la recuperación de los servicios ecosistémicos de regulación de riesgos naturales (SERRN) que brindan; La inclusión de los proyectos de IN permitirá atender las causas de los peligros de inundación y movimiento de masa de manera integral en la zona de origen, en complemento a la infraestructura física con proyectos de DR y PL en la zona de impacto. La teoría reactiva, correctiva y prospectiva de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) será innovada a partir de la comprensión de las ventajas para la gestión pública al mejorar la efectividad en la reducción de los riesgos peligros de inundación y movimiento de masa mediante soluciones integrales, como IN, DR y PL, complementarias entre sí.

### **1.4.2 Metodológica**

El estudio se justifica metodológicamente porque va a emplear un análisis de enfoque cuantitativo cuasi experimental, hipotético deductivo y tipo aplicada con dos escenarios: ex ante y ex post, de corte longitudinal y correlacional causal prospectiva, lo cual nos permitió utilizar la técnica de la revisión o análisis documental, la ficha de recolección de los datos como instrumento y los “archivos diversos” como instrumento de registro; la investigación aplicada permitió la contrastación de la hipótesis y proporciona conocimientos innovadores sobre el efecto de la recuperación de ecosistemas mediante medidas de IN en la mejora de la prevención de riesgos naturales en el marco de la RRD, analizando los resultados estadísticos y sustentados con los antecedentes e interpretando los argumentos de autores reconocidos. El estudio permitirá que los resultados obtenidos y la metodología propuesta puedan ser utilizados como referencia en investigaciones futuras a efectuarse en el resto de las cuencas del país y la región andina.

El resultado del estudio permitirá demostrar los beneficios de optar por intervenciones de gestión preventiva de los riesgos naturales presentado a través de nuestra investigación, ya que el Estado peruano podrá evaluar e incluir mejoras en la GRD que se vienen implementando para la RRD por causas naturales.

### **1.4.3 Práctica**

Con esta investigación se espera brindar información que sustente la institucionalización de la inclusión de los proyectos de IN en la gestión pública, como intervenciones que atienden el problema de riesgos de desastres y desde la zona de origen de los peligros por inundaciones y movimientos en masa, innovando el marco conceptual de la GIRD, en complemento a los tradicionales proyectos de Infraestructura Física de protección ante inundaciones y movimientos en masa.

Asimismo, dichas mejoras beneficiarían al Estado peruano:

- Al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres del Perú (Sinagerd) en la mejora del enfoque de la GIRD, para pasar de una gestión reactiva y correctiva a una innovadora gestión proactiva, lo cual permitirá evitar costos de reconstrucción de la infraestructura ocasionada por futuros FEN.
- Al Sistema Nacional de Inversión Pública (Invierte) en la mejora de la gestión de las inversiones de la GRD, considerando soluciones integrales con brechas y tipologías sobre proyectos de IN en la zona de origen y DR y PL en la zona de impacto.
- Al Sistema Nacional de Presupuesto Público (SPP) se espera brindar información que pueda considerarse en la mejora del diseño lógico del programa presupuestal 0068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres” (PP 0068) y la mejora en la eficiencia y eficacia del financiamiento público para la prevención de riesgos naturales, respecto a peligros de inundación y movimientos en masa.
- Al Sistema Nacional de Planificación Estratégica (Sinaplan) en la mejora de la articulación de los instrumentos de planificación de los 3 niveles de gobierno, debido a que a nivel territorial, la gestión integral del riesgo ante peligros de inundaciones y movimiento en masa involucra a los 3 niveles, además permitirá promover el desarrollo local de la población local de las cabeceras de cuencas, debido a las oportunidades de trabajo e incremento de ingresos a generarse como beneficios directos e indirectos de los proyectos de IN.
- Al Gobierno Peruano, en la mejora del cumplimiento de sus compromisos adoptados el 2015, en el Marco de la III Conferencia Mundial sobre la RRD.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

El estudio estuvo supeditada al avance de la formulación y viabilidad de los proyectos considerados como parte de los Planes Integrales para el Control de Inundaciones y

Movimientos de Masas (Planes Integrales para el CIyMM) en las 17 cuencas priorizadas por la RCC, identificándose las siguientes limitaciones:

- ✓ Contractual: La formulación de los Planes Integrales para el CIyMM estuvo a cargo de Empresas Consultoras contratadas por entidades adscritas del Ministerio de Agricultura y Riego (Midagri), como el Programa Subsectorial de Irrigaciones (PSI) y Proyectos Especiales, estos contratos sufrieron varias ampliaciones de plazos; lo que limitó la definición de la muestra.
- ✓ Geográfico: Las cuencas costeras presentan características geográficas similares, pero con factores de los ecosistemas (clima y vegetación) que varían entre cuencas.
- ✓ Salud: Debido al Estado de Emergencia por el COVID 19, se limitaron los trabajos de campo en la formulación de algunos proyectos de IN, motivo porque usaron información oficial que podría influir en los resultados de la investigación.
- ✓ Recursos: debido a la complejidad de las temáticas que comprenden los Planes Integrales, en la ejecución de esta investigación se gestionó el aporte de varios equipos multidisciplinarios, tales como los del Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica y expertos temáticos independientes.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1 Recuperación de ecosistemas mediante la IN**

##### **2.1.1.1 Internacionales**

Abouhamad, et al. (2017) tuvieron como objetivo “analizar los servicios ecosistémicos de regulación poco estudiados” que favorecen a la población y su correspondencia con la recuperación de ecosistemas en contextos sociales, de acuerdo a la Iniciativa Global TEEB (por sus siglas en inglés) aportan beneficios que están correlacionadas con las funciones de los ecosistemas, estos atenúan caudales picos en inundaciones, estabilizan pendientes y taludes y disminuyen derrumbes y taludes. Recopiló información de expertos para 7 criterios, entre ellos: la moderación de eventos extremos y servicio ecológico de prevención de la erosión; métodos usados: descriptivo - explicativo e inductivo - deductivo para 19 investigaciones. Concluyendo que los SE de regulación son posibles de mantener, mejorar y aumentar a través de la restauración ecológica como acciones con base política, social y científica en contribución de la seguridad hídrica, así como de la atenuación y reducción del riesgo ante los ECE.

González-Rivera & Gómez-Sal (2015) plantearon como objetivo “evaluar los SE, como los peligros naturales reguladores, analizar la integridad ecológica y calcular su capacidad y

presentar fases metodológicas para su aplicación práctica”, utilizaron el enfoque de “adaptación basada en ecosistemas (ABE)”. Concluyeron en que la RR de peligros naturales debe utilizar de manera vinculante el estado de conservación de los ecosistemas para una adecuada e informada toma de decisiones, sobre la planificación del territorio con un enfoque de adaptación al cambio climático (ACC); para examinar los SE, como los peligros naturales reguladores, se tiene que evaluar la funcionalidad del ecosistema y conocer su estado de conservación. El enfoque de ABE puede ser pertinente y plantea metodologías de aplicación práctica con factores que suman en mantener los SE de regulación y acciones de gestión ayuden a disminuir la presión de los ecosistemas.

Senhadji-Navarro, et al. (2017) citan a Armenteras & Rodríguez (2014), quienes tuvieron como objetivo “proporcionar una revisión actualizada del conocimiento y la variabilidad regional que se presenta en la pérdida de bosques tropicales y sus causas en 13 países de América Latina (AL)”, una revisión sistemática de 283 artículos indexadas entre 1990 y 2012, la base de datos conseguidos a partir de evaluaciones de casos de deforestación en la AL, la búsqueda en Google Scholar, Web of Knowledge y Scopus. Concluyendo que casi todos los países de AL muestran patrones como: la “espina de pescado”, relacionados por lo general a procesos de ampliación de la frontera agrícola y ganadera, o el de “isla” asociado con la minera ilegal de pequeña escala, que responden a decisiones políticas tomadas sobre el uso del suelo; y resaltan que hay una correlación directa entre estas actividades económicas y las tasas de deforestación.

Mintegui, et al. (2016) propusieron como objetivo “elaborar una aproximación con criterios científico - técnicos, para evaluar la efectividad de los proyectos de recuperación o restauración hidrológico - forestal (RHi-F) en la atenuación de los peligros naturales y por lo tanto de los riesgos naturales en la parte alta de las cuencas”, una metodología de monte protector. Concluyen, que los proyectos de RHi-F de las cuencas vertientes a los 2 ríos se diseñaron y ejecutaron ante 2 causas: a) mantener operativa la infraestructura vial frente a

las amenazas de huacos y; b) asegurar la seguridad de la población y las actividades que los sustentan, como los agropecuarios. Los resultados de los proyectos de RHi-F de ambas cuencas redujeron el peligro ante los riesgos naturales.

Carranza (2019) tuvo como objetivo “evidenciar que la gestión pública no cuenta con instrumentos adecuadas que garanticen la seguridad jurídica de los administrados y el respeto de los derechos esenciales de la población”, plantea los posibles efectos del CC en los recursos hídricos (RH), con énfasis a la provisión hídrica y las lluvias. Concluyen que se ha trastocado el ciclo y las zonas de las lluvias, sumado el derretimiento de los glaciares, causarán la disminución de las reservas del RH, la norma peruana permite intervenir ante la escasez del RH: declarar el estado de emergencia de RH, establecer la anulación del derecho al uso del agua y anular o cambiar los permisos de uso del agua. Asimismo, evidencia la vulneración de derechos al acceso al agua frente a una situación de escasez del RH, motivo porque se deben tomar acciones de prevención de la reducción de los servicios ecosistémicos de regulación hídrica (SERH) que nos brindan los ecosistemas ubicados principalmente en la parte alta de las cuencas.

#### **2.1.1.2 Nacionales**

Minam (2019) establece como objetivo “cuantificar las hectáreas dentro de los ecosistemas naturales que presentan degradación o alta vulnerabilidad frente a degradación” en el marco del diagnóstico del programa presupuestal 144 “Conservación y uso sostenible de los ecosistemas para la provisión de SE” a través del Presupuesto Público del Perú, éste define el problema, cuantificación y determinación de las causas relacionadas con los proceso de degradación de los ecosistemas mediante la metodología de causalidad y sobre ello se plantean las alternativas técnica de solución organizadas en actividades y productos, sobre las cuales los diferentes niveles del gobierno asignan presupuesto público. Concluyendo que se priorizó el 30% (38'614,589 ha) del territorio peruano con ecosistemas naturales que

presentan o están propensos a degradación, para ser atendidos con productos que suman en la conservación y recuperación de ecosistemas para garantizar la provisión sostenible de SE. Capella (2019) tuvo como objetivo “determinar los elementos que explican la aprobación de la Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE), Ley 30215”, la metodología utilizada fue un estudio de experiencia descrita de manera relato por medio de entrevistas a 10 informantes claves. Concluyendo que el modelo extractivista de desarrollo del país ha generado niveles críticos de degradación ambiental y conflictos socio ambientales; respaldados por arreglos institucionales y jurídicos que benefician a pocos grupos y a un gobierno centralista plagados de corrupción. La aprobación de la Ley propuso un cambio a una nueva visión del patrimonio natural, priorizando los SE y reconociendo sus beneficios para la población. Un caso de puesta en valor de los SE en base a esta Ley, la retribución por SE hidrológicos hechos por las Empresas Prestadoras de los Servicios de Saneamiento permitió incorporar financiamiento para las acciones de conservación o acciones de buenas prácticas a cargo de contribuyentes, bajo un marco regulatorio.

Carbajal & Lucich (2016) establecieron como objetivo “realizar la valoración económica de los importantes atributos que conforman el servicio de suministro de agua potable en la ciudad de Cusco”. Utilizaron el método de experimentos de elección (EE), siendo excelente para la valoración de varios atributos de un SE, aplicaron 385 encuestas en distritos de la ciudad de Cusco y un total de 1155 experimentos. Concluyendo que respecto a la disponibilidad de agua para la próxima década, los usuarios a nivel de los domicilios de SEDACUSCO estuvieron dispuestos a pagar hasta S/. 2.15 soles (8.06%) adicional al pago por la tarifa de agua potable, a fin de financiar el 86% de los proyectos de conservación en la laguna de Piuray como su vital fuente de agua superficial, pudiendo generar un fondo anual de S/. 1,37 millones de soles.

Luna (2021) establece como objetivo “realizar la evaluación económica de un proyecto para la recuperación del SERH en la microcuenca Chanicocha, para asegurar la provisión de agua captada por SEDAPAL en el marco invierte.pe.”, identificó el estado de conservación del ecosistema agrupado en 5 estados, los grupos de prestación del SERH actuales fueron comparadas con su demanda, y las alternativas que provean respuesta a la degradación, eligiendo una de ellas mediante el indicador costo-eficacia. Concluye que los proyectos para la recuperación del SERH aprobados solo han aplicado como indicador la evaluación costo-eficiencia, mientras que en el proyecto se evaluó mediante el indicador costo-eficacia tomando como unidad de estudio  $m^3$  de agua calculado en la zona de la microcuenca Chanicocha por el SERH.

## **2.1.2 Prevención de riesgos naturales**

### **2.1.2.1 Internacionales**

Pérez (2015) tuvo como objetivo “conocer los índices de amenazas y de vulnerabilidad de las regiones, si minimiza el impacto de los ECE, que ocurren en un lapso menor de tiempo e impactan negativamente en mayor medida a los grupos más débiles vulnerables. Estrategias de resiliencia”, citando las palabras de Ricardo Mena –jefe de la Oficina Regional Las Américas de las Naciones Unidas para la RRD (UNISDR)– “En adelante, Argentina afrontará desastres por amenazas naturales ocasionadas por tormentas de marea, sudestadas e inundaciones”. En tal sentido, el gobierno argentino adoptó el Marco de Sendai para la RDD 2015-2030, a fin de implementar las metas globales para la resiliencia. Con 25 años de respuesta a las demandas de los desastres ocasionados por cualquier ECE, y pérdidas de U\$S 314 mil millones al año a nivel global. Asimismo, afirmó que el planeta se enfrenta a un desafío creciente de mermas económicas causados por catástrofes, tanto público y privado, motivo porque urge anticiparse a los desastres.

DeAlba-Martínez & Márquez-Azúa (2017) asumieron como objetivo “proponer los elementos necesarios para diseñar un índice de riesgo espacialmente explícito, que permite cuantificar el SE de regulación de inundaciones en una microcuenca urbana”, como metodología revisaron los conceptos relacionados a SE, riesgos y el SIG. Concluyeron que el SIG se constituye como una herramienta adecuada para cuantificar los riesgos a inundación, debido a la capacidad que posee para examinar, el cambio en varios momentos, la información espacial del peligro y de la vulnerabilidad en relación con los SERRN. A pesar de que este SE está directamente relacionado con el peligro, es clave la evaluación de la vulnerabilidad, para identificar los factores de los ecosistemas que están asociadas al riesgo y en consecuencia determinar las causas que los originan.

Vásquez, et al. (2018) propusieron como objetivo “exhibir las estrategias y aspectos de este orden relacionados con la investigación que dio origen a este estudio” sobre una retrospectiva sin punto final en la GRD originados por fenómenos naturales, como fue el caso huaico en Mocoa, Putumayo; la metodología se apoyó en el informe de una Universidad, resultado de un problema social y delimitada en un área específico del caso de Mocoa y analizada a través del método científico. Concluyen que la GRD en Colombia a pesar de contar con un marco legal muy completo, adecuada al marco legal global, pero la vulnerabilidad de su territorio no refleja su aplicación, continuándose con una tendencia de suerte “reactiva” luego de haber ocurrido el evento; no obstante de ser previsible y de las constantes ocurrencias y de la abundante información que se tiene sobre la vulnerabilidad de la población en el territorio. Los instrumentos del ordenamiento territorial (OT) puede advertir las catástrofes con una adecuada y objetiva identificación de las inminencias, siendo claves para la reglamentación de la GRD en Colombia.

Esparza (2017) estableció como objetivo “analizar el efecto del cambio del uso de suelo sobre los casos del servicio de mediación de flujos líquidos (SEMFL), en las cuencas ubicadas en la cordillera de la costa del centro sur de Chile”, usó la modelación espacialmente explícita, midieron las modificaciones ocurridas en la cobertura vegetal de los ecosistemas. Concluye que queda evidenciado las ventajas del uso de indicadores espaciales precisos, los mismos que sustentados con datos de teledetección permite valorar de manera efectiva a nivel de superficie y del tiempo, los cambios en el uso de suelo y la cobertura del suelo llegan a afectar la regulación hídrica.

#### **2.1.2.2 Nacionales**

Rojas (2019) planteó como objetivo “determinar la influencia de las PP de prevención y su influencia en la GR de FEN (GRD-FEN) del Gobierno Regional de La Libertad (GORELL)-2018”, el diseño fue correlacional causal, transversal, 21 empleados de la Subgerencia de

Defensa Civil del GORELL y 3 expertos en temas de PP de prevención y GRD-FEN como muestra. Utilizó la encuesta y entrevista, así como el cuestionario y guía de entrevista. Concluye que las PP de prevención influyen significativamente en la GRD del GORELL–2018; Asimismo, no existe influencia de las PP de prevención y RR, preparación a la respuesta, rehabilitación y reconstrucción de la GRD-FEN del GORELL.

Solano (2019) tuvo como objetivo “identificar cuáles son los factores condicionantes (FC) en los gobiernos locales (GL) en la reconstrucción post FEN que influyen en la GRD de la provincia de Trujillo, periodo 2018”, investigación descriptiva y explicativa cuantitativa. Concluyendo que los FC en los GL a cargo de la reconstrucción post FEN, influyen en la GRD de la provincia de Trujillo entre los años 2018 y 2021; los 11 GL e inclusive la Municipalidad Provincial y el Gobierno Regional no han implementando como se debe la Ley del SINAGERD, no han fortalecido sus capacidades institucionales por priorizar la reconstrucción post FEN, los FC y los elementos fundamentales de la GRD de los GL y el Gobierno Regional no se relacionan ni articulan para trabajar en los ámbitos afectadas. En consecuencia, el porcentaje de ejecución del presupuesto asignado para el procesos de reconstrucción en el año 2018, fue muy baja en el GORELL, de los S/. 25.5 millones de soles sólo ejecutaron el 2.5 % y los 11 GL de la provincia de Trujillo, de los S/. 492 millones de soles sólo ejecutaron el 29.1 %, según el SIAF – Fondes.

Sánchez (2018) planteó como objetivo “explicar los factores que limitan el proceso de implementación de la GR a nivel institucional, en los esfuerzos de disminuir la incidencia de los desastres ante FEN 2017 en el Perú y definir las debilidades de la implementación del SINAGERD”. El enfoque fue cualitativo, estudio de casos de innovación, descriptivo, diseño de estudio documental. Concluyendo que el gobierno nacional carece de un adecuado sistema de monitoreo, los gobernantes regionales y locales no planifican su presupuesto asignado para la prevención de RD en dicho rubro, sino lo ejecutan en otros proyectos. El reflejo de la deficiente implementación de la GR a nivel institucional, post FEN, aún es

insuficiente y terminan culpándose las responsabilidades de la ejecución de estos procesos entre el Gobierno Regional y los GL.

Niño, et al. (2018) planteó como objetivo “evidenciar que es necesario la generación de información, promoción de la cultura de la prevención y la aplicación de metodologías a aplicarse en la GRD en el Perú, previo y post al desarrollo de los eventos naturales”. Todo ello debe realizarse bajo el conocimiento sobre las amenazas, vulnerabilidades y riesgos, para definir acciones preventivas y de respuestas para dar atención a la emergencia, la recuperación y la restauración. Con el aumento en la repetición e intensidad de los desastres y las amenazas naturales, debido en parte a 2 factores: desencadenantes asociado con el CC y condicionantes como la degradación de los ecosistemas, que generan la disminución de sus capacidades de regulación de los riesgos naturales. Asimismo, hay más consenso al implementar acciones que disminuyan los impactos en los medios de vida de la población, y según la encuesta de El Comercio-Ipsos respecto a los desastres naturales, creen que el país: 91% tiene limitada o nula preparación ante los huaicos o lluvias y 50% no está preparado para afrontar los fenómenos naturales.

Alvarez (2016) planteó como objetivo “conocer los procesos que la sociedad civil está llevando a cabo para integrar sus propuestas en la Política Nacional de GRD (PNGRD) en un nivel regional”, una investigación cualitativa. En el Perú y los países afectados por desastres se persiste en promover acciones de GRD con enfoque centralista e institucional, orientadas a la gestión reactiva; prevaleciendo solo las situaciones de riesgo, más no así a la causa o los procesos que las ocasionan. Los Grupos Impulsores de GRD (GRIDES) en Lambayeque, La Libertad, Cajamarca y Arequipa se constituyeron con el fin de incluir o escalar las experiencias a nivel local en la política y prácticas en el nivel nacional, considerando que los desastres son de origen antrópico y en consecuencia sus riesgo de desastres se reduce a nivel local. Desde el 2004 los GRIDES trabajaron y han acumulado

expertiz, propuestas y mejoras en la lógica y la mejor eficacia y eficiencia de las acciones de GRD con énfasis a la prevención y RR.

Molina et al. (2020) tuvo como objetivo “sintetizar las evidencias existentes acerca de la efectividad de las intervenciones sobre la IN para la gestión de riesgos de inundación, movimientos en masa y erosión de suelo en la región andina”, analizando 137 investigaciones de la región de los andes. Resalta que el gobierno nacional del Perú, por primera vez, atiende el problema de riesgo de desastre (RD) y el FEN incluyendo un marco conceptual y datos relacionados a IN como parte de las soluciones integrales, en complemento con proyectos clásicos de prevención de inundaciones. Teniendo como conclusión que la ejecución de proyectos sobre la IN en ecosistemas son prácticas claves para disminuir el riesgo de la erosión hídrica y para cuidar o recuperar ciertos rasgos necesarios del suelo, los proyectos de IN son acciones orientadas a la mejora de la cobertura vegetal y prácticas de conservación de suelo y agua en ecosistemas susceptibles y priorizados para tener un efecto sobre la atenuación de inundaciones moderadas y los movimientos en masa superficiales; con la instalación de terrazas de formación lenta, muros para el control de cárcavas, recuperación de andenes y construcción de cochas se pueden lograr impactos en el mediano y corto plazo. Asimismo, se espera que las pérdidas y daños a la infraestructura privada y pública en las cuencas afectadas por el FEN sean disminuidas o revertidas mediante las soluciones integrales impulsados por la Autoridad para la Reconstrucción Con Cambios (ARCC).

### **2.1.3 Control de inundaciones**

#### **2.1.3.1 Internacionales**

Flores (2021) propone como objetivo “optimizar el diseño de las balsas de retención como medida de laminación de picos en eventos extremos para mitigar el riesgo de inundación. Caso de estudio Campo de Cartagena”, usó un grupo de insumos digitales así como su

procesamiento y manejo. Comprobó que el conjunto de balsas alineadas permite reducir los caudales máximos durante una crecida cuyo comportamiento se asemeje al modelo de hidrograma unitario. Su certeza será restringida por un periodo de retorno máximo de 50 años, sobre este periodo los impactos de laminación de caudal irán reduciendo.

Yepes (2021) plantea como objetivo “diseñar todos los elementos hidráulicos necesarios que proyecten de manera completa y definitiva la obra de la presa de El Tinajón en el río Seguro - España”, realizaron los cálculos para menguar las inundaciones que normalmente afectan en la cuenca media y baja del río Segura. Concluyendo que si ya se hubiese construido la presa, el caudal máximo de la DANA de 2019 que fue de  $207,63 \text{ m}^3/\text{s}$  se hubiese reducido, controlándose su salida en la represa hasta en 70% menos ( $63,37 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

### **2.1.3.2 Nacionales**

Ayala & Infante (2021) establecen como objetivo “determinar la simulación hidráulica y estructural de diques para prevenir considerablemente la inundación a causa del desborde del río Olmos, elaborando la propuesta de DR en ambos márgenes del río como solución”, se levantó información topográfica, suelos e hidrológicos, para ser procesados con el Hec-Ras 5.0 y otras herramientas SIG. Concluyendo que el enrocado es un adecuado diseño de DR, y comprobando con un modelamiento la prevención considerable del rebose del río y la desbordamiento de zonas aledañas.

Maraví & Melchor (2020) propuso como objetivo “realizar un análisis comparativo de DR para la mitigación de inundaciones del río Ica con el fin de proponer el sistema más adecuado, para evitar pérdidas de vidas humanas, viviendas y zonas de cultivos”, usó instrumentos de información del estudio definitivo “control de desbordes e inundaciones en el río Ica y quebrada Cansas/Chanchajalla”, imágenes oficiales de geología y climatológicas, asimismo utilizaron juicios prácticos, normas vigentes y aplicaciones formales. El modelamiento hidrológico arrojó el caudal de diseño de  $771.90 \text{ m}^3/\text{s}$  con el programa HEC-

HMS para 140 años de período de retorno y la velocidad máxima de 5.05 m/s con el programa HEC-RAS. Concluyendo que el muro gavión con relleno de material de préstamo para la plataforma con dos tipos de medidas como la más adecuada para la DR, ascendiendo como el costo de inversión S/. 52'040,849.04 de soles.

Hidalgo (2020) establece como objetivo “realizar el diseño hidráulico de un embalse regulador de caudales en máximas avenidas con fines de control de inundaciones en la quebrada Apanguraico, provincia de Picota – San Martín, mediante el modelo de simulación hidráulica HecRas”, se tomaron información técnica y social en el área de estudio y bibliográfica. Concluyendo que la represa ubicada en la cuenca baja, laminará la intensidad del peligro de desbordamiento en la localidad de Alfonso Ugarte, asimismo es conveniente realizar más trabajos topográficos para buscar áreas más alejadas.

Chapoñan (2019) plantea como objetivo “proponer el diseño de las DR en marco a los resultados del modelamiento hidráulico, para el sector Batasol del río Rímac, Chosica, 2019”, usó información hidrológica del Senamhi, para calcular el nivel máximo de agua y la socavación, información de los caudales de la estación hidrométrica de Chosica y procesó estadísticamente mediante distribuciones en el programa Hidroesta. Concluyendo respecto a la propuesta del diseño DR que tanto el muro de contención y el enrocado, son adecuadas para disminuir la vulnerabilidad ante reboses del río en el sector Batasol, considerando que su altura responde a los parámetros, modelados con HEC-RAS, hidráulicos e hidrológicos.

Tito (2017) propone como objetivo “modelar el comportamiento hidráulico del río Cañete con el fin de plantear obras de protección ante el riesgo de inundaciones por desborde en el sector Puente Sosci”, Utilizó información hidrométricos de Sosci (1960 - 2010) y ajustados. La geometría del río fue trabajada separando con curvas de nivel de 1 metro, definió la geometría y las características hidráulicas del río con HEC-GeoRAS y HEC-RAS. Concluyendo el método Gumbel es el más adecuado según el método gráfico, el caudal

calculado fue de 757.53 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retornos de 50 años, 1.75 kg/cm<sup>2</sup> de capacidad portante del suelo y 2 m de profundidad de socavación, se estableció un ancho de 80 m a través del método de encauzamiento de Altunin, muro con 4 m de altura.

Pérez & Vasconcellos (2017), propone como objetivo “evaluar y comparar tres alternativas de proyecto de presa para el análisis y posterior elección del tipo de la presa Palo Redondo, en el ámbito del proyecto Chavimochic, considerando los aspectos técnicos, económicos y socio-ambientales”, realizarán una categorización de tipologías de presas y criterios usuales de diseño, calcularon los parámetros hidrológicos de diseño y propuesta de diseño preliminar. Concluyen que la presa de Materiales Gruesos con Pantalla de Concreto (CFRD) es la que responde mejor a los rasgos de la quebrada Palo Redondo, como resultado de una evaluación técnica, económica y ambiental.

#### **2.1.4 Control de movimientos de masa**

##### **2.1.4.1 Internacionales**

Cuevas (2021) propuso como objetivo “analizar entre los años 1986 a 2020 la dinámica y distribución de erosión, en relación con el proceso de cambio de cobertura de suelo mediante el modelo de RUSLE y el análisis de cambio de cobertura de suelo por medio de imágenes satelitales en Coyanco - Chile”. Concluyendo que los cambios de cobertura de suelo y el paisaje en la cuenca están relacionadas a las actividades agropecuarias y la deforestación, debido a que generan niveles de erosión muy altos.

Sillero-Medina et al. (2021) plantean como objetivo “estimar la pérdida de suelo por erosión hídrica, principal agente geomorfológico en dos cuencas al sur de España”, aplicaron la ecuación RUSLE en dos vertientes de cuenca media con diferentes condiciones pluviométricas, durante el período 1997 – 2018. Concluyendo que las pérdidas de suelo calculados fueron superiores en la cuenca que tuvo menos lluvias durante en el tiempo de análisis, áreas con poca cobertura vegetal y con usos del suelo son más propensas a mayores

pérdidas. Las cantidades calculadas probaron que estos niveles eran mucho mayores que los valores esperados de pérdida anual, solo mitigados en áreas con alta cobertura vegetal y/o años con poca lluvia.

Monroy & Sandoval (2018) propone como objetivo “analizar la interacción de las coberturas vegetales con los procesos de erosión y remoción en masa en las cuencas Salitre y Teusacá, área rural de Bogotá, Colombia”, considerando la prevención, con la capacidad de interceptación de precipitación del follaje, considerando la precipitación como elemento que contribuye en la aceleración de estos cambios. Concluyen que a pesar de que las áreas ubicadas en zonas con procesos erosivos y de remoción en masa no están activas, se presume que es debido al SE de prevención por la permanencia de diversos tipos de coberturas vegetales, su contribución del SE es cambiante en el tiempo. Las pocas áreas como los herbazales y la vegetación secundaria son los que proveen mayor aporte de SE de prevención, mientras que la mayor área de las coberturas modificadas como las plantaciones y pastos brindan menos aportes al mantenimiento del SE de prevención.

#### **2.1.4.2 Nacionales**

Canto (2020) establece como objetivo “determinar la relación entre la caracterización geomorfológica y movimientos de masa”, se revisaron estudios en inglés y español a partir del 2013. Priorizó 20 investigaciones de 923 ubicadas. Concluye que la dependencia entre la descripción geomorfológica y movimientos de masa, se debe a que están relacionados al relieve y su morfología, que usualmente sufren cambios por causas naturales o antrópicas.

Yali (2018) indica como objetivo “estimar el volumen muerto de fuentes de abastecimiento de agua por producción de sedimentos a partir del modelo de erosión RUSLE y el coeficiente de aporte de sedimentos en el reservorio Gallito Ciego del río Jequetepeque”, el estudio permitió validar los modelos a partir del volumen de sedimentos acumulado en la represa, ubicada en una zona costera propensa por el fenómeno de erosión de suelos y fuertes lluvias

en eventos extremos. Concluye que el tiempo de vida estimado para el reservorio Gallito Ciego fue de 127 años, perdiendo 10 años cada vez que se presenta un FEN extraordinario como lo acaecido en el año 1998.

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Eventos Climáticos Extremos (ECE)

#### 2.2.1.1 Fenómeno El Niño Costero (FEN) presentado en el Perú

La presencia del FEN es un cambio en el sistema océano-atmósfera de la corriente del Pacífico y Tropical frente al litoral del Perú y Ecuador, determinados por un incremento en la temperatura de las aguas del mar, desde las costas de Sudamérica hasta el centro del océano pacífico. Generando variaciones oceanográficas, biológicas y meteorológicas, este FEN genera un efecto en la actuación climático de la Tierra (INDECI, 2017).

**Figura 1: El FEN y La Niña**

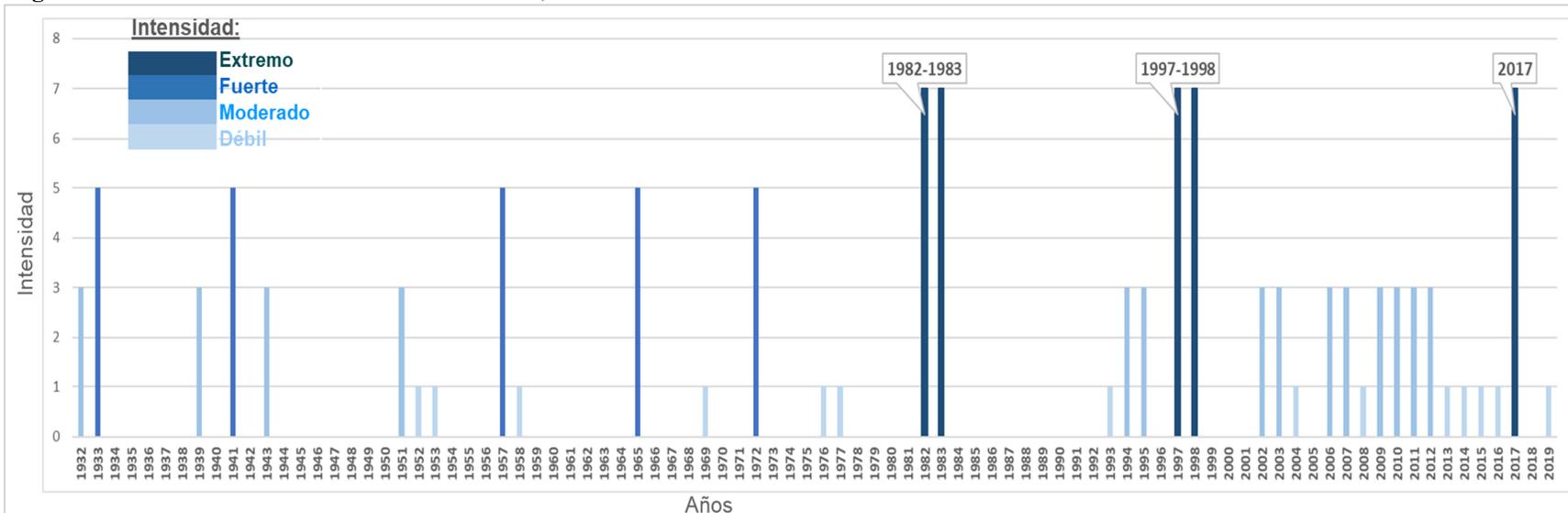


Fuente: La Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno "El Niño" – ENFEN.

### 2.2.1.2 Antecedentes del FEN presentado en el Perú, entre los años 1932 al 2017.

En el Perú, el FEN ha generado daños y damnificados en al menos 44 oportunidades, siendo 7 de intensidad extremo, y según Arturo Rocha infiere que en el año 1578 se presentó el primer Mega Niño en el Perú, siendo los más afectados, los departamentos de Piura, La Libertad y Lambayeque; también indican otras investigaciones la ocurrencia en el Perú de 5 mega niños o FEN con intensidad extrema (1578, 1720, 1878, 1891 y 1925), más reciente se tienen registrados los ocurridos en los años 1982-1983 y 1997-1998, (INDECI, 2017); sobre este estudio se grafica los eventos a partir del año 1932.

**Figura 2: Intensidad del FEN ocurridos en Perú, 1932 – 2019.**



Fuentes: El FEN de 1578 y el Pago de Impuestos por Arturo Rocha Felices, Publicación del Diario el Comercio 1891, Comité ENFEN y Elaboración: SD Aplicaciones Estadísticas – DIPPE

### 2.2.1.3 Cifras de víctimas y destrucción de los FEN extremos en el Perú

Dos décadas después del último FEN de intensidad extremo, se presentó nuevamente lluvias torrenciales los últimos días de diciembre del 2016 y se extendió hasta mayo del 2017, generando tormentas, inundaciones, derrumbes, huaicos, así como la generación de otros sucesos característicos de la emergencia como plagas y enfermedades, las lluvias y el mismo ECE, ocasionaron múltiples agraviados y daños a la infraestructura privada y pública, equivalente al 1,85 % del PBI (US\$ 3,9 mil millones de dólares) según (Venkateswaran et al., 2017).

El FEN por su intensidad, se puede calificar como extremo, según las categorías establecidas por el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN), siendo de conocimiento público, que ocasionó graves afectaciones en muchas provincias, en consecuencia el gobierno peruano declaró en emergencia a 13 departamentos y la provincia Constitucional del Callao (Venkateswaran et al., 2017).

**Tabla 1: Daños por sector y estimados de riesgo para el FEN 1982-1983, 1997-1998 y el 2017.**

Sector	Daños	1982-1983 “El Niño”	1997-1998 “El Niño”	2017 “El Niño Costero”
<b>Población</b>	Muertos	512	366	114
	Afectados (Millón)	1.27	0.53	1.08
<b>Infraestructura de transporte</b>	Vías	2,600 km	3,136 km	4,931 km
	Puentes	51	370	881 (489 destruidos)
<b>Vivienda (Casas)</b>	Destruídas	98,000	48,563	38,728
	Dañadas	111,000	108,000	372,020 y 27,635 total
<b>Educación</b>	Escuelas dañadas	875	2,873	2,150
<b>Salud</b>	Puestos de salud dañados	260	580	726
<b>Pérdidas totales</b>	(USD) mil millones	3.28 (1998)	3.5 (1998)	3.9 (2017)

Fuente: Elaboración propia adecuada de FRENCH YMECHLER, 2017 e INDECI, 2017.

## 2.2.2 Recuperación de ecosistemas mediante la IN

### 2.2.2.1 Degradación de los ecosistemas

Minam (2019a) cita a Lund (2009) para indicar que el proceso de degradación del ecosistema bosque está asociada con a la reducción de la cobertura vegetal, esencialmente arbóreos, también cita a Elliot (2013) para definir la degradación como la perturbación que orienta al deterioro de la calidad del ecosistema y a la reducción de los SE del bosque.

Asimismo, Minam (2019a) cita a Lanly (2003), para diferenciar a la deforestación, relacionado con la reducción de la cobertura boscosa, con la degradación, que lo asocia a la disminución de la calidad de su estado de conservación, en relación a uno o más componentes del ecosistema (estrato vegetal, suelo, fauna, agua, etc.), a sus interacciones y a su funcionamiento.

Minam (2019a) cita a Montoya (2005) quien define que la degradación del ecosistema puede soportar a partir de un cambio temporal, hasta una degradación sin retorno, donde su capacidad de recuperación natural se ve gravemente deteriorada.

Minam (2019b) cita la Decisión 3/COP.12, UNCCD, 2015 donde adoptan y utilizan, con sus 196 países miembros, la definición de la degradación como “la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras como resultado de una combinación de presiones, incluido el uso de la tierra y las prácticas de manejo”.

Minam (2019c) define a los ecosistemas degradados como “aquellos ecosistemas que han sufrido pérdida total o parcial de alguno de sus factores de producción (componentes esenciales) que altera su estructura y funcionamiento, por tanto disminuyendo su capacidad de proveer bienes y servicios”.

#### **2.2.2.2 Causas de degradación**

Minam (2019a) cita a FAO (2017) quien establece que las causas de degradación pueden ser de 2 tipos, antrópico o naturales. Las causas pueden ser el uso y la inadecuada gestión de la tierra, la sobre explotación de la flora local, el sobre pastoreo, la agricultura excesiva, entre otras.

En un meta-análisis realizado por Rey-Benayas et al. (2009) y citado por Minam (2019a), determinaron que las causas antrópicas primordiales de degradación del ecosistema a nivel global se tienen a la expansión de la frontera agrícola, quemadas sin manejo, deforestación,

destrucción y contaminación del suelo, disrupción hidrológica, especies invasoras, sobre pastoreo, entre otros.

MINAM (2019a) cita a Reid et al. (2007) para concluir sobre los tipos de presión a los ecosistemas naturales a nivel global, siendo los siguientes:

- ✓ A partir de 1970, se ha acelerado el incremento de la población y en consecuencia las demandas de bienes y servicios ecosistémicos, ocasionando la transformación de grandes áreas de ecosistemas en sus medios de vida y con ello la disminución de la biodiversidad de la Tierra, en muchos casos de manera irreversible.
- ✓ El aprovechamiento desmedido de los ecosistemas para satisfacer el bienestar humano y el desarrollo económico, a un alto costo de degradación de muchos SE y el incremento de la pobreza en diferentes lugares.
- ✓ El desafío de detener los procesos de degradación, recuperar y usar sosteniblemente los ecosistemas, a fin de atender las crecientes demandas de sus servicios; estos cambios necesitan de modificaciones de fondo a nivel político, institucional y de prácticas, mejoras que ya deben iniciarse.

Es clave conocer la degradación de los ecosistemas como concepto en todas sus dimensiones; la evaluación del milenio reconoce a la degradación de los ecosistemas como una disminución constante en la capacidad de brindar SE.

### **2.2.2.3 Principales factores del proceso de degradación**

MINAM (2019a) evidenció que los factores antrópicos vienen degradando a los ecosistemas del Perú, siendo el más común la ampliación de la frontera agrícola y ganadera, extracción de leña, sobrepastoreo, minería ilegal, entre otros. Los factores identificados son comunes y responden a las políticas históricas del Perú, donde la actividad económica marcó la pauta del desarrollo económico en base al uso insostenible de los recursos naturales, que a su vez

generan externalidades negativas que impactan y provocan un proceso de degradación del ecosistema, con ello la reducción de sus capacidades de provisión de bienes y SE, que finalmente impactan en el economía de la población y terminan muchas veces en un círculo vicioso de pobreza. Las diferentes actividades económicas generan factores que presionan a la resiliencia de los ecosistemas hasta llegar a un proceso de no retorno, motivo porque terminan siendo una amenaza para la conservación y uso sostenible de los ecosistemas.

#### **2.2.2.4 Rol de los ecosistemas y sus funciones ecológicas (servicios ecosistémicos)**

los servicios ecosistémicos se clasifican en 4 tipos: regulación (agua, conectividad hidrológica, secuestro de carbono, control de erosión de suelos, otros), soporte o apoyo (formación de suelo, polinización, ciclo de nutrientes, mantenimiento de biodiversidad nativa, otros), provisión (agua dulce, fibras, leña, otros) y culturales (belleza escénica, ecoturismo, conocimientos tradicionales, otros) (Minam, 2019a) cita a MEA (2005).

A pesar de que este SERRN está directamente relacionado con el peligro, es clave la evaluación de la vulnerabilidad, para identificar los elementos de los ecosistemas que están relacionadas al riesgo y para evaluar las causas los originan (DeAlba-Martínez & Márquez-Azúa, 2017).

El cambio en la cobertura y uso del suelo (CCUS) es considerado como los principales procesos responsable de cambio a nivel global y también de la conservación de los ecosistemas, así como en Chile, impactando en la regulación del ciclo hidrológico, carbono o nutrientes. Procesos que soportan diversos SE tales como la regulación del agua, regulación de ECE (SERRN), entre otros. Todas las actividades antrópicas dependen de los ecosistemas y los SE que éstos les proveen, motivo porque es necesario cuantificarlos a fin de promover una gestión más eficiente y determinar las causas de su disminución. Los SE hídricos, son claves para mitigar los efectos de ECE, impidiendo inundaciones. Concluye

que los cambios en la oferta de los SERH se incrementaron con los cambios de matorral a bosque nativo, agrícola a plantación y terreno agrícola en matorral; caso contrario, los cambios de transformación de plantación a matorral, de matorral a plantación y la persistencia de matorral, generaron su disminución (Esparza, 2017).

Los fenómenos de movimiento en masa en el área de estudio en la cuenca de San José de Oriente, estuvieron determinados por factores condicionantes como la litología, geomorfología, uso y cobertura del suelo, zonas de falla y la pendiente del terreno que incidieron en un 95% de ocurrencia, mientras como factores desencadenantes fueron la precipitación, utilizándose como instrumento clave el SIG que permitió focalizar las variables o factores y su rol como productores de amenazas (Márquez, 2019).

Áreas cubiertas con vegetación natural revelan tasas de pérdida del suelo en promedio 19 veces menores que tierras degradadas y abandonadas, debido a que la cobertura vegetal superficial controla la erosión del suelo por medio de su follaje, raíces, y la hojarasca. Una densa vegetación superficial protege el suelo del impacto de las gotas de lluvia, aumenta las tasas de infiltración y reduce la escorrentía superficial (Molina et al., 2020) cita a (Venacker, 2007).

La regulación de riesgos naturales es definida como la capacidad de la cobertura vegetal y los sistemas de raíces estabilizan las laderas, en prevenir o reducir la peligrosidad de huacos y avalanchas y, por lo tanto, protege a las personas de desastres naturales potenciales (Minam, 2016).

#### **2.2.2.5 Recuperación o restauración de ecosistemas degradados**

Las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), son acciones inspiradas, apoyadas o copiadas de la naturaleza; usando o mejorando los medios existentes para los desafíos, así como la exploración de soluciones más innovadoras, por ejemplo, imitando cómo las comunidades

se enfrentan a los problemas ambientales extremos. Las SbN utilizan las características y el complejo sistema procesos de la naturaleza, como su capacidad para la regulación hídrica, control de erosión de suelos, almacenar carbono y otros servicios ecosistémicos (Nesshöver et al., 2017) cita a (European Commission, 2015).

La restauración ecológica, surge como una actividad innovadora que persigue el objetivo de recuperar los ecosistemas a fin de seguir habitando la diversidad y brindando los SE según Minam (2019a). Asimismo, cita a Gálvez (2002), quien resalta que su importancia se genera por el aumento de los factores de degradación de los escenarios ambientales y los recursos naturales, que se reflejan en múltiples aspectos como la disminución de la cobertura vegetal y suelos, modificaciones geológicas, climáticos y en general, la degradación constante de los diferentes tipos de sistemas: naturales, cultivados, modificados y construidos.

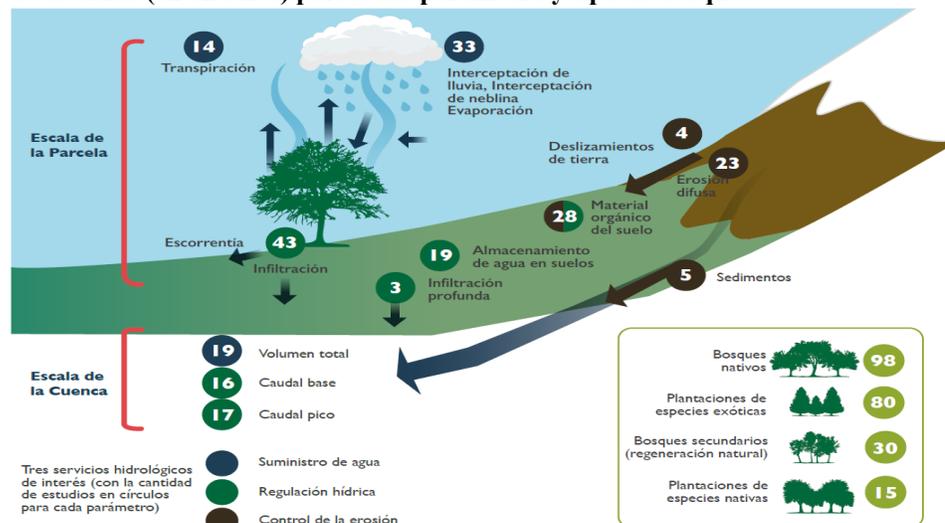
La recuperación natural de un ecosistema post incendio está supeditada a la reserva de semillas de vegetación existente en el suelo del bosque (Alva et al., 2018), así como de la capacidad de estas para retoñar (Alva et al., 2018) citando a (Alanís et al., 2012 y Carón et al., 2015); y las condiciones edafoclimáticas. Las herbáceas y arbustivas son especialmente las primeras especies en habitar el bosque, (Alva et al., 2018) citando a (Bannister et al., 2008 y Carón et al., 2015), suministrando al suelo una cubierta vegetal que lo protege de la erosión (Alva et al., 2018) citando a (Varela et al., 2006).

Los impactos de la forestación en los suelos degradados de los Andes, luego de 20 años recupera la tasa de infiltración y el rendimiento de los sedimentos cerca a niveles similares que al de los bosques nativos; mientras que la escorrentía superficial y la acumulación de agua en el suelo de los bosques nativos no lograron ser recuperados. Asimismo, la forestación con árboles exóticos en los pastizales altoandinos tuvo efectos más perjudiciales, con 40% de rendimiento de agua menor, baja capacidad de regulación hidrológica y mitigación de la erosión (Bonnesoeur, et al., 2019).

La recuperación de los servicios hidrológicos a partir de la restauración de bosques altoandinos es una apuesta a largo plazo; asimismo, sus efectos en los deslizamientos de tierra han pasado desapercibidos generalmente (Bonnesoeur, et al., 2019).

Los impactos de la forestación en el agua y los suelos andinos concluidos para los ECE: Las cuencas forestadas con especies exóticas tienen una ganancia hídrica menor (entre 20 y 45%) que las cuencas con otros usos de suelo; para mantener el caudal base es mejor mantener los bosques nativos o herbazales conservados que forestar con especies exóticas; la forestación reduce la escorrentía y los caudales máximos durante precipitaciones fuertes, pero no extremas, generando inundaciones menos intensas y frecuentes, cuando se presenten lluvias extremas o largas no podría prevenir una inundación calamitosa, también disminuye la erosión de los suelos resultado del impacto de la lluvia; con la reforestación después de 20 años se logra un incremento en la tasa de infiltración y un control de erosión del suelo cercanos a los que brindan los bosques nativos; y la deforestación aumenta el riesgo de deslizamientos de tierras superficiales (Bonnesoeur, Locatelli, & Ochoa-tocachi, 2019).

**Figura 3: Servicios hidrológicos y parámetros considerados en esta revisión con la cantidad de estudios (en círculos) para cada parámetro y tipo de bosque.**



Fuente: (Bonnesoeur, Locatelli, & Ochoa-tocachi, 2019).

Los pajonales altoandinos brindan diversos servicios ecosistémicos en beneficio de la población luego de más de 5 años de su intervención, entre otras: presentan una alta capacidad de infiltración, en relación con la típica baja intensidad de precipitación (llovizna) en los ecosistemas altoandinos, reduce la ocurrencia de flujo superficial y disminuye la incidencia de procesos de erosión del suelo; asimismo, reportaron impactos negativos con el cambio de uso del suelo por la forestación con especies introducidas, el sobrepastoreo y la agricultura (Mosquera et al., 2022).

Existe una amplia y creciente reserva de fondos posibles para opciones de financiamiento de la IN para la disminución de los riesgos de inundación en Nueva Inglaterra. Sin embargo, hay importantes desórdenes y limitaciones para hacer un uso eficaz de los fondos disponibles. La mayor cantidad de fondos (bonos verdes o bonos para catástrofes) están relacionadas con la recuperación de los desastres, pero muy pocos se utilizan para la prevención de inundaciones futuras. Se prevé el incremento de los riesgos de inundaciones y el número de proyectos de IN que usen de estos fondos innovadores (Colgan et al., 2017).

La restauración o recuperación de un ecosistema degradado debe estar relacionado a un “ecosistema de referencia (EdR)” (ecosistema original), la recuperación del EdR para la recuperación de los bosques esclerófilo chilenos generó nuevos conocimientos sobre los factores, técnicas y estrategias de restauración pasivas (regeneración natural a través de un proceso de sucesión natural), activas (intervenciones directas con producción de plántulas para su reforestación) o combinadas (Becerra et al., 2018).

La recuperación ecológica de ecosistemas degradados de bosque nublado de Ecuador, por el Cambio de Uso del Suelo (CUS) por la actividad ganadera, presentó mayor efectividad mediante las estrategias de nucleación monoespecífica (*Polylepis incana*) y asociada (*Juglans neotropica*, *Alnus acuminata* y *Cedrela montana*) que la mixta (*Oreopanax ecuadorensis*, *Myrcianthes hallii*, *Morella pubescens* y *Podocarpus oleifolius*). Se

identificaron 4 sitios prioritarios y monitoreó mensualmente por un año la supervivencia y crecimiento de 8 especies nativas (Ayala & Camacás, 2019).

Los diferentes niveles de degradación y fragmentación de los ecosistemas naturales son causados principalmente por la actividad antrópica, prácticamente todos los ecosistemas han sufrido algún tipo de perturbación antrópica; la preservación y manejo sostenible de la DB en los ecosistemas pasa inicialmente por su recuperación, debido a que gran parte de ellos se han degradado y han perdido su capacidad resiliente de regeneración natural, o requerirían de mucho tiempo; motivo porque la restauración ecológica juega un rol clave para agilizar el proceso de recuperación (Becerra et al., 2018) citando (Huxel et al., 1999).

Es clave para identificar y proponer proyectos exitosos de recuperación de bosques húmedos en Colombia, contar con un marco conceptual que establezca un procedimiento técnico y técnicas específicas, factores de perturbación ordenadas en gradientes de deterioro identificados que condicionan la recuperación de su estructura, diversidad y sus servicios ecosistémicos, el tiempo y presupuesto necesario para su restauración según su pendiente altitudinal y rasgos específicas para cada realidad de las cuencas (Toledo et al., 2020).

La restauración ecológica en una variedad de ecosistemas y de escalas tanto espaciales como temporales es muy efectiva para mejorar la DB (58%) y de SE (99%), no obstante, esta efectividad depende en gran parte de las condiciones del contexto. Considerando que “es mejor prevenir que recuperar”, primero se debe conservar los ecosistemas con alta integridad ecológica a tener que recuperarlos; los ecosistemas restaurados en su mayoría no logran los niveles de DB (-10%) y de SE (-8%) respecto a los ecosistemas naturales de referencia, además, los procesos de recuperación pueden ser lentos (Rey Benayas et al., 2017).

Las intervenciones de recuperación o restauración del capital natural es una oportunidad para generar una nueva actividad económica y nuevos trabajos verdes, constituyéndose en

alicientes para las autoridades y la población en general que fomenten el desarrollo de proyectos de recuperación de ecosistemas de manera masiva (Rey Benayas et al., 2017).

La Infraestructura Natural (IN) se define como la red de espacios naturales que conservan los valores y funciones de los ecosistemas, proveyendo SE. La red de espacios naturales es el conjunto de ecosistemas regenerados y conservados con intervenciones como las inversiones o actividades (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

Las medidas de IN tienen la finalidad de generar beneficios como la reducción de la erosión hídrica del suelo (laminar o huaico), reducción de transporte de sedimentos, disminución de la escorrentía de agua de lluvia y caudales pico, incremento de la infiltración del agua en el suelo, reducen la exposición a peligros de origen natural como erosión, deslizamientos, entre otros servicios ecosistémicos que contribuyen a reducir el riesgo de desastres por inundaciones y movimientos en masa (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018; Molina et al., 2020; Willems et al., 2021; Locatelli et al., 2020 y Ochoa-tocachi et al., 2019).

#### **2.2.2.6 Tipos de medidas de IN para la prevención de riesgos naturales**

En el marco de las intervenciones previstas en los Planes Integrales para el CIyMM para la RCC, el Minam aprobó los Lineamientos para la incorporación de criterios de IN y gestión del riesgo en un contexto de cambio climático, se incluye las siguientes medidas de IN: Reforestación y revegetación con especies nativas, Diques de control de cárcavas, Terrazas de formación lenta, Zanjas de Infiltración, Enriquecimiento del suelo, Qochas y Barreras rompevientos (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

Adicionalmente, en la formulación de los proyectos de IN a cargo de la RCC se identificó otras medidas de IN: Restauración de andenes y Amunas o canales de infiltración.

**a) Reforestación con especies nativas;**

Su objetivo es restaurar la cobertura vegetal y consiste en realizar plantaciones con especies nativas arbóreas y arbustivas en ecosistemas que ha perdido o ha sido alterado por diversos factores; esta medida puede ser complementada con: terrazas de formación lenta, revegetación, enriquecimiento de suelo y zanjas de infiltración (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

**b) Revegetación con especies nativas;**

Su objetivo es restaurar la cobertura vegetal y consiste en la siembra de especies nativas de gramíneas, leguminosas u otras herbáceas en ecosistemas degradados o ha sido alterado por varios factores; esta medida puede ser complementada con: terrazas de formación lenta, revegetación, enriquecimiento de suelo y zanjas de infiltración (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

**c) Diques de control de cárcavas;**

Su objetivo es controlar los procesos de erosión hídrica en la cárcava y radica en la construcción de muros de troncos, palos o piedras para interceptar el escurrimiento superficial a lo largo de la pendiente de la cárcava ubicados perpendicularmente en forma de luna a la cárcava, sus extensiones y distancia entre diques varían de acuerdo a la profundidad y pendiente (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018); esta medida puede ser complementada con: reforestación, revegetación y terrazas de formación lenta (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018 y Molina et al., 2020).

**d) Terrazas de formación lenta;**

Su objetivo es controlar el proceso erosivo del suelo y aumentar la infiltración del agua en el suelo y previenen u controlan la formación de cárcavas, consiste en franjas o plataformas más simples que parten la ladera en secciones perpendiculares a la pendiente y la subsecuente

reducción de la pendiente, que siguen las curvas a nivel y protegidos por muros de piedra, tierra o estabilizados con vegetación (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018); esta medida puede ser complementada con: zanjas de infiltración y barreras vivas (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018 y Willems et al., 2021).

**e) Zanjas de Infiltración;**

Su objetivo es impedir y acumular la escorrentía superficial del agua de las precipitaciones y disminuir la erosión de suelos; consiste en excavaciones en forma de pequeñas trincheras en las laderas en forma de canales de sección rectangular o trapezoidal, siguiendo las curvas de nivel para contener la escorrentía de agua de las lluvias y acumularlas para recargar los manantiales, así como para conservar la humedad del suelo favorable para la vegetación colocados debajo de estas (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018 y Locatelli et al., 2020), esta medida puede ser complementada con reforestación y revegetación (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

Asimismo, reducen significativamente la escorrentía y la erosión solo durante 2 o 3 años, mucho más en tierras con vegetación natural que en los cultivos; y reducen significativa y considerablemente la erosión laminar de los suelos (Locatelli et al., 2020).

**f) Enriquecimiento del suelo;**

Su objetivo es mejorar la estructura y la capacidad de infiltración del suelo y consiste en mejorar el suelo mediante el uso del abono orgánico, así como el retiro de plantas exigentes e instalación de vegetación nitrificante para enriquecer el suelo que ayuden a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo; esta medida puede ser complementada con otras medidas como abono verde (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

**g) Qochas;**

Su objetivo es retener y almacenar el agua superficialmente y consiste en construir pequeños depósitos de agua con piedras, champas y tierra compactada, que retienen y acumulan el agua de la lluvia, ubicadas en las cabeceras de las cuencas en áreas de concavidades naturales o artificiales; esta medida puede ser complementada con reforestación, revegetación, zanjas de infiltración, clausura temporal de praderas y protección de manantes (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

**h) Barreras rompevientos;**

Su objetivo es reducir el impacto de vientos fuertes y consiste en establecer filas de uno o más arbustos y árboles de varios tamaños en forma perpendicular a la orientación del viento; esta medida puede ser complementada con terrazas y zanjas de infiltración (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

**i) Restauración de andenes;**

Su objetivo es mitigar el proceso erosivo del suelo y aumentar la infiltración del agua en el suelo y consiste en sistemas sofisticadas que complementan plataformas agrícolas con un sistema de riego orientados en cascadas, ayuda el escurrimiento del agua por gravedad y contribuyen en la conservación de la humedad del suelo; esta medida puede ser complementada con canales de infiltración o amunas, qochas o micro reservorios y canales que complemente el sistema de andenes (Willems et al., 2021).

Asimismo, reducen la escorrentía superficial e impactan positivamente en la pérdida de suelos (hasta 90%), sin embargo, su abandono contribuye en la formación de cárcavas y surcos, y en pendientes pronunciadas tiene potencial de desencadenar deslizamientos de tierra (Willems et al., 2021).

**j) Amunas o canales de infiltración;**

Su objetivo es reorientar el agua de los arroyos naturales durante la época húmeda para infiltrarla en las laderas de los cerros e incrementar los manantiales ubicados pendiente abajo en la época de estiaje y consiste en canales de tierra y canales que trasladan el agua hacia las laderas identificadas para tal fin e infiltrarlas al subsuelo (Ochoa-tocachi et al., 2019).

**2.2.2.7 IN como prevención de inundaciones y movimiento de masa**

Las sinergias generadas entre las obras de protección de los ríos en la cuenca baja y las reforestaciones ejecutadas en cuenca alta para reforzar la eficacia de las primeras y prolongar su vida útil, la cantidad de área reforestada puede influir en los efectos esperados. Los resultados de los proyectos de restauración hidrológico forestal (RHi-F) de ambas cuencas, en el Pirineo Aragonés de España, fueron satisfactorios como para haber pasado al olvido su objetivo, reducir el peligro ante los riesgos naturales (Mintegui Aguirre et al., 2016).

Se debe recordar que el riesgo no depende solo del peligro, sino también de la exposición y de la vulnerabilidad. No se deben realizar actividades en superficies expuestas, vulnerables y permanentes en los cauces de los ríos. Los ríos presentan crecidas inesperadas de “huaicos” caudales líquidos y sólidos, motivo porque han sido protegidos con DR y sus cuencas reforestadas, pero la RHi-F, que incluye ambas intervenciones, se debe complementar de un seguimiento, mantenimiento y evaluación permanente a sus infraestructuras y el comportamiento de los ríos y las cuencas, para cumplir los objetivos de la ejecución de la RHi-F (Mintegui Aguirre et al., 2016).

Las cuencas donde se efectuaron experiencias de manejo de suelo y agua disminuyen la producción de sedimento en 2.5 y 1.2 veces con respecto a cuencas dominadas con áreas degradadas y cultivos, respectivamente; Asimismo, los bosques en las laderas pueden reducir

la escorrentía superficial, aumentar la infiltración y por ende bajar hasta por la mitad los caudales máximos de eventos de lluvias intensas, pero no extremos (Molina et al., 2020).

### **2.2.3 Prevención de riesgos naturales**

#### **2.2.3.1 Control de inundaciones**

El control de inundaciones se realiza mediante infraestructuras estructurales (presas, embalses, lagunas de laminación, DR, etc.) y no estructurales (Encauzamientos), a través de estos se procura mitigar los caudales máximos extraordinarios (caudales inundables) para disminuir el riesgo de inundación, ofreciendo la protección de forma inmediata frente a los reboses de los ríos (Hidalgo, 2020).

##### **a) Defensas ribereñas (DR)**

Las DR son alternativas estructurales que responden como protección ante inundaciones y reboses; las diversas propuestas de defensa utilizadas son infraestructuras de contención para anular la socavación en los ríos. Como parte de su diseño de estos proyectos es necesario contar con información hidrológica, topográfica y geomorfológica, así mismo es necesario conocer las referencias sobre inundaciones antiguas, perjuicios provocados, áreas afectadas, etc. (Maraví & Melchor, 2020) citan a (Fasanado, 2014).

En el Perú se ha propuesto diferentes sistemas de DR: Diques de tierra enrocados; gavión tipo caja, colchón o saco; muros de contención tipo concreto armado o ciclópeo, entre otros (Maraví & Melchor 2020, Cconislla, 2017 y Flores, 2015).

##### **b) Presas de Laminación (PL)**

Más conocidos como presa o represa y a toda infraestructura de retención, almacenamiento y regulación de agua (Pérez & Vasconcellos, 2017) cita (Bragannini, 2013). Asimismo, estas estructuras pueden diseñarse para acumular transitoriamente el caudal máximo y descargar gradualmente en un caudal menor y en tiempos más prolongados (Hidalgo, 2020).

Las presas fueron y serán un medio clave en la gestión de los recursos hídricos superficiales o subterráneos, asimismo de su contribución en la prevención de eventos extremos mediante la laminación de inundaciones y sequías. Estas infraestructuras hidráulicas sobresalen por su magnitud y repercusión en la economía, siendo la base para el riego, hidroenergía y provisión de agua potable. (Ortuño, 2019).

Los tipos de presas o embalses dependen principalmente de su objetivo, pueden ser de almacenamiento, derivación y reguladoras o de control de inundaciones o amortiguación (Pérez & Vasconcellos, 2017 cita a U.S. Bureau of Reclamation, 1987 y Hidalgo, 2020).

#### **2.2.3.2 Control de movimientos de masa**

Con precipitaciones intensas y excepcionales como el caso del FEN, los diversos partes y laderas (erosionadas o saturadas) se reactivaron y removieron originándose deslizamientos, caídas de rocas y derrumbes; erosiones de ladera tipo laminar, surcos, cárcavas y activación de torrenteras por escorrentías superficiales; de manera similar como resultado de la saturación de lluvias, aumento de caudales y presencia de material de fácil remoción en laderas y cauces de las quebradas, se producen los huaicos, desbordamientos y erosiones fluviales a partir de la reactivación de quebradas secas y aumento de caudal y rebose de los principales ríos (Ochoa et al., 2017).

#### **2.2.4 Gestión del Riesgo de Desastres (GRD)**

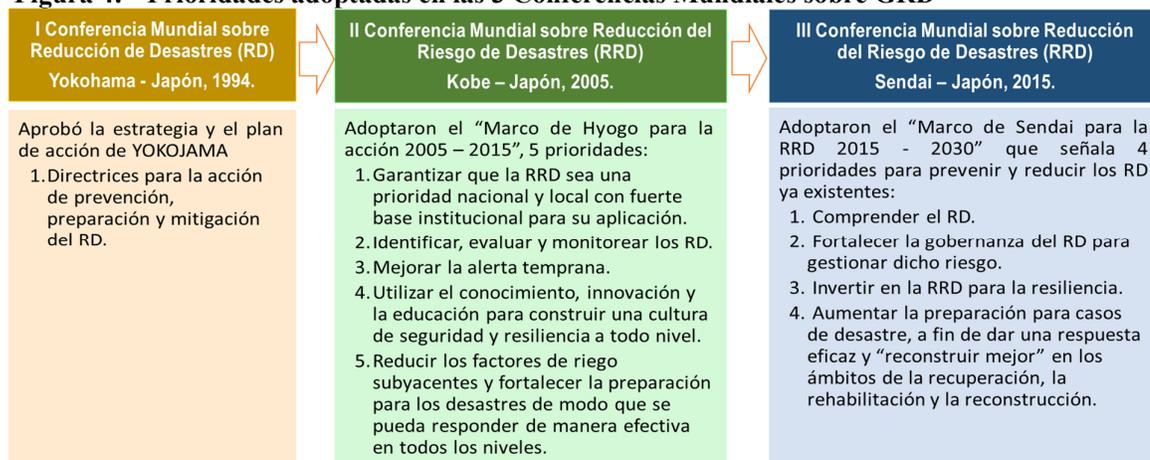
##### **2.2.4.1 La GRD a nivel internacional**

##### **Políticas públicas en GRD**

En Japón, 1994; la Asamblea de la ONU en la I Conferencia Mundial sobre Reducción de Desastres. Estableció la estrategia y el plan de acción de Yokojama, prefectura de Kangwwa, la estrategia instauraba un grupo de normas para la acción de prevención, preparación y mitigación del RD. En Kobe - Japón, 2005; la Asamblea de la ONU en la II Conferencia

Mundial sobre RRD, los 186 Estados adoptaron el “Marco de Hyogo para la acción 2005 – 2015”, endosando y comprometiendo a los gobiernos en 5 prioridades que se puede ver en la figura 4. En Sendai – Japón, 2015; la Asamblea de la ONU en la III Conferencia Mundial sobre RRD, los 187 Estados adoptaron el “Marco de Sendai para la RRD 2015 - 2030” que señala 4 prioridades para prevenir y reducir los riesgos de desastre ya existentes (Teja, 2015).

**Figura 4: Prioridades adoptadas en las 3 Conferencias Mundiales sobre GRD**



Fuente: Elaboración propia sobre (Teja, 2015)

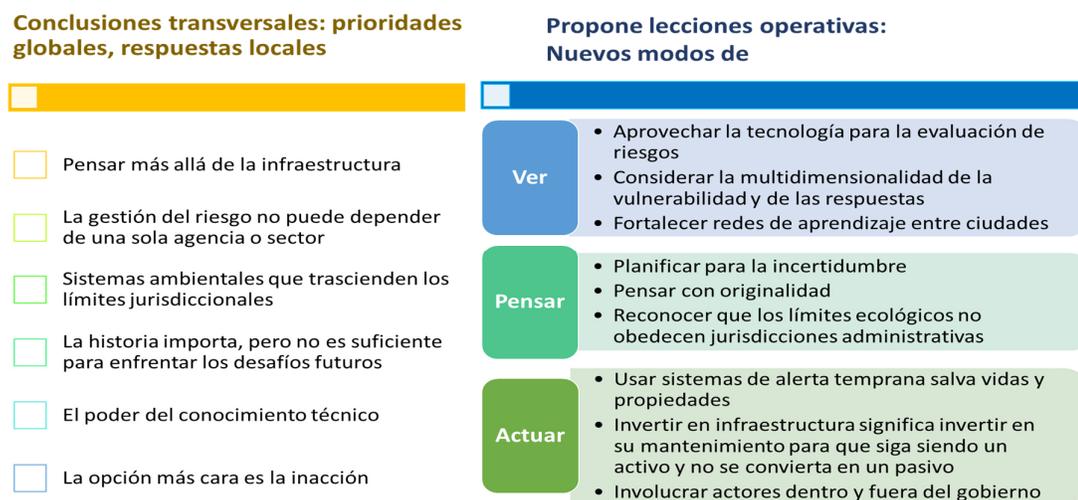
La academia plantea al Gobierno Federal de México una evolución del Sistema Nacional de Protección Civil (SNPC) por un Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (SINAGIRD), modificando las bases conceptuales para la prevención de futuros desastres mediante la creación de conceptos, metodologías y modelos de evaluación. Modificar la política pública en GIRD debe ser transversal y enfocarse en el uso y la vulnerabilidad de los territorios a escala local, identificando el origen de los desastres y donde debe incidirse las acciones de RR (Alcántara-Ayala et al., 2019).

La investigación integral en la GIRD debe considerar una perspectiva forense, se inicia con la evaluación de las causas inmediatas que originaron los desastres, identificación de los impulsores de riesgo, los factores de vulnerabilidad y la exposición, y las causas de fondo o subyacentes, para exponer el desencadenamiento del desastre y plantear soluciones efectivas (Alcántara-Ayala et al., 2019) cita a (Oliver-Smith et al., 2016).

Entre los años 2014 – 2018, 4 de 5 declaratorias de emergencia en Costa Rica estuvieron ocasionado por ECE, según cálculos oficiales en el 2017 se indica que entre los años 2011 y 2025 se prevé un costo progresivo en la atención de los ECE. Al 2025, en un escenario conservador (0,68% y 1,05% del PIB) y en uno de mayor riesgo (1,64 % y 2,50% del PIB) 1,47 veces más que al 2017. Se viene implementando políticas en inversión pública orientada a la prevención de riesgos, fortalecimiento de la gobernabilidad y gobernanza para RRD a través de instrumentos de planificación y normativos en el marco del Sistema Nacional de GR, así como la gestión del territorio considerando el RD (Brenes & Girot, 2018).

En ALyC, con el crecimiento urbano improvisado en zonas vulnerables, la exposición a catástrofes se ha incrementado en los últimos 40 años, se calcula pérdidas económicas imputables a desastres en US\$ 160 mil millones y cerca de 480 mil fallecidos. La complejidad de los factores asociados a estos fenómenos y sus trágicos efectos en la población demandan un urgente diseño de estrategias integrales y modelos de intervención diferenciados más inclusivas, productivas y resilientes, considerando la mitigación y ACC, que permitan plantear la gestión de riesgos a todo nivel (Carrizosa et al., 2019).

**Figura 5: Conclusiones transversales y lecciones aprendidas para enfrentar el riesgo con nuevas prácticas de resiliencia urbana en AL**



Fuente: Elaboración propia en base a (Carrizosa et al., 2019).

La gestión de los riesgos hidrometeorológicos (GRH) comprende una serie de métodos como la vigilancia del clima incierto, la planificación y la prevención mediante contramedidas técnicas, la evaluación de los riesgos, la preparación para los riesgos mediante alertas tempranas, la difusión de conocimientos y la sensibilización, la respuesta y la recuperación. Así como de instrumentos, desde los métodos conceptuales a los más sofisticados y numéricos. Sin embargo, todavía hay muchos vacíos de información (Sahani et al., 2019).

Los peligros hidro-meteorológicos (PHM) como las inundaciones y las olas de calor son evaluados para conocer su exposición, vulnerabilidad e interacción de adaptación de los elementos en riesgo, aplicando metodologías como la lógica difusa y la probabilística. Se promueven su gestión a través de las SbN (infraestructuras azules, verdes e híbridas), son lecciones aprendidas de la naturaleza. Por ejemplo, las marismas y los humedales en lugar de las presas para la reducción del riesgo de inundaciones y las infraestructuras verdes para la refrigeración urbana (Sahani et al., 2019).

#### **2.2.4.2 La GRD a nivel nacional**

El Gobierno de Perú, el 2011 aprobó la “Ley que crea el SINAGERD”, mediante Ley N° 29664. Creó el SINAGRED como sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con la finalidad de identificar y RR asociados a peligros o menguar sus efectos, así como impedir que se originen nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre a través del establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la GRD (Niño et al., 2018).

La GRD se define como un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de RD en la sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial

énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible (PCM, 2020).

La Política Nacional de GRD al 2050 del Perú, establece como un objetivo prioritario para mejorar la recuperación de la población y sus medios de vida afectados por emergencias y desastres y para ello incluye la IN como parte de las mejoras en la capacidad para la reconstrucción de los tres niveles de gobierno (D. S. N° 038-2021-PCM, 2021).

Una proyección del escenario de cambio climático del año 2050 en los andes centrales predice un aumento de la temperatura ( $t^{\circ}$ ) promedio en verano de  $1.3^{\circ}\text{C}$  ( $0.28^{\circ}\text{C}/$  década). Condiciones que ocasionarían cambios en los procesos y condiciones del ecosistema sumadas al incremento en la frecuencia e intensidad de ECE podrían dar lugar a cambios en la estabilidad y resiliencia del sistema ecológico y disminución del flujo base durante la estación seca. Los pajonales, bofedales y arbustales cambiarán su área como efecto del retroceso glaciar, aumento de los índices de  $t^{\circ}$  y expansión agrícola (Flores, 2019).

## **2.3 Formulación de hipótesis**

### **2.3.1 Hipótesis general**

La recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

### **2.3.2 Hipótesis específicas**

La recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la **intensidad** de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

La recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la **tecnología** para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

La recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en el **financiamiento público** de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

La recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en los **beneficios esperados** para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Método de investigación

Se ejecutó una investigación que sigue el método **hipotético deductivo**, donde la hipótesis planteada presenta una característica explicativa que orienta la investigación a través de predicciones comprobables, para Marone & Galetto (2011) citado por (Farji-Brener, 2019) y Arispe et al. (2020).

En la presente investigación la ecología aplicada cumple su rol clave para la verificación del enunciado mediante la comprobación del impacto que generará la recuperación de los ecosistemas en la prevención de los riesgos de inundación y movimientos en masa.

### 3.2 Enfoque de investigación

Con un enfoque **cuantitativo**, utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición y la cuantificación a través del análisis estadístico, con el fin establecer tendencias y probar teorías, respondiendo a un proceso secuencial y probatorio (Sánchez, 2019) que cita a Hernández et al. (2014) y (Arispe et al., 2020).

### 3.3 Tipo de la investigación

**Aplicada**, comprobación con un objetivo práctico de resolución de problemas descritos en un contexto actual (Novoa et al., 2019) que cita a Lozada (2014) y (Arispe et al., 2020). Permitted

la comprobación práctica de la prevención de riesgos naturales. Asimismo, permitió proponer recomendaciones que beneficiarán al Estado peruano a: mejorar su efectividad en la GRD, aumentar la eficiencia en la ejecución del presupuesto público, evitar costos de reconstrucción de la infraestructura ocasionada por futuros FEN, y generar oportunidades de trabajo para la población de las cuencas altas mediante la ejecución de inversiones relacionadas a IN.

### **3.3.1 Nivel de la investigación**

Con una **correlacional causal**, tiene como propósito conocer la relación causal que existe entre dos o más variables o fenómenos en un contexto específico y su comprobación en términos estadísticos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018); y prospectivo porque se sigue a través del tiempo hacia el futuro (Arispe et al., 2020).

La investigación espera conocer el efecto que tiene la recuperación de ecosistemas con la IN afectadas por el FEN para la mejora de la prevención de riesgos naturales en 15 años, entre el 2022 - 2037.

### **3.4 Diseño de la investigación**

Diseño **experimental** debido a que se analiza la relación entre una variable independiente y una dependiente, así como los efectos causales de la primera sobre la segunda (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), **de cohorte longitudinal**, recolectando datos en diferentes momentos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución de sus variables o sus relaciones (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018) **y del tipo cuasiexperimental** porque permite manipular al menos la variable independiente para observar su efecto sobre la variable dependiente (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El control se realizó sobre la variable independiente manipulando el estado del ecosistema de una situación con áreas susceptibles a los peligros de inundaciones y movimientos de masa,

pasando de una situación a otra con ecosistemas recuperados con medidas de IN, tomando datos de dos momentos, ex ante entre los años 2017 y 2022 y ex post entre los años 2028 y 2037.

Para estos efectos, se tomaron dos grupos: grupo tratamiento, es decir los afectados por los proyectos de IN, y un grupo control, que no está condicionado por los efectos de dichos proyectos.

### 3.5 Población, muestra y muestreo

#### 3.5.1 Población

La población es el grupo objetivo de estudio, de todos los casos o elementos que concuerdan con una serie de especificaciones definidas en la investigación y deben situarse en un espacio y tiempo determinado según Hernández-Sampieri & Mendoza (2018) y Arispe et al. (2020).

La población para la investigación está definida por 168 conjuntos de datos de las 17 cuencas afectadas por el FEN 2017, considerando un período ex ante entre los años 2017 al 2022 y otro período ex post entre los años 2028 al 2037, priorizadas por el gobierno peruano en el marco de la RCC, donde se formularon los Planes Integrales para el CIyMM.

**Figura 6: Población y muestra de las cuencas con Planes Integrales para el CIyMM priorizadas por la Reconstrucción Con cambios.**



Fuente: Elaboración propia.

Entre los criterios de inclusión: Los Planes Integrales para el CIyMM incluidos para la investigación fueron aquellos que contaron con proyectos viables relacionados a intervenciones de IN.

Criterios de exclusión: Los Planes Integrales para el CIyMM que fueron excluidos de la investigación fueron aquellos que por diferentes motivos no culminaron su formulación o tenían como parte de su diseño proyectos con objetivos diferentes a controlar los factores condicionantes en los ecosistemas ubicadas en la zona de origen.

### **3.5.2 Muestra y muestreo**

Se realizó una muestra, a un sub grupo de la población de donde se procede a recolectar datos representativos a fin de generalizar los resultados de acuerdo a (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

La muestra está constituida por 168 conjuntos de datos representativos de cada una de las variables y dimensiones recogidas desde 8 (53%) Planes Integrales para el CIyMM viables, y que cuentan con proyectos relacionados a intervenciones de IN declarados viables, a fin de recolectar información sobre los ecosistemas que serán recuperados mediante intervenciones relacionados a IN.

Para la naturaleza muestral antes mencionada, corresponde un muestreo no probabilístico por conveniencia tomando en cuenta los criterios de inclusión antes mencionados.

## **3.6 Variables y operacionalización**

### **3.6.1 Variable independiente:**

La recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN.

### **3.6.1.1 Operacionalización de variables e indicadores de la variable independiente**

#### **a) Definición conceptual:**

La Gestión de Riesgos es un proceso cuyo fin último es la prevención de los factores de Riesgos de Desastres en la sociedad (MEF, 2019) ante riesgos naturales, que pueden ser atenuados mediante los SERRN; servicio que nos brindan los ecosistemas a través de su cobertura vegetal y los sistemas de raíces que estabilizan las laderas, lo que puede prevenir o disminuir la intensidad de huaicos y avalanchas y, en consecuencia, proteger a la población de desastres naturales potenciales (Minam, 2016).

La recuperación de los SERRN está condicionada a la recuperación de los ecosistemas, este objetivo se espera lograr a través de la implementación de las “mejores prácticas”; siendo la recuperación ecológica la práctica más aplicada, mediante la restauración activa que implica ayudar al ecosistema a superar las presiones que impiden su regeneración y garantizar su recuperación, mediante acciones como: la reforestación y/o revegetación con especies nativas (Minam, 2019a), control de cárcavas, terrazas de formación lenta, entre otras (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018).

En el caso de la RCC los proyectos de IN priorizaron ecosistemas susceptibles a peligros de inundación y movimiento en masa, ubicadas en la zona de origen de las cuencas, luego propusieron su recuperación mediante las medidas ya mencionadas y aprobadas también como criterios de IN y gestión del riesgo para su incorporación en la RCC (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018); se espera que estos proyectos luego de su ejecución permitan la recuperación del funcionamiento y la estructura de los ecosistemas priorizados, y en consecuencia puedan incrementar su capacidad de brindar los SERRN y otros (Minam, 2019a) cita a (MEA, 2005).

### **b) Definición operacional:**

La variable independiente de recuperación de ecosistemas degradados mediante medidas de IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, se medirá a través de 4 dimensiones y 7 indicadores, a través de la técnica de la recolección de 168 conjunto de datos considerados como muestra, en 8 cuencas priorizadas por la RCC con Planes Integrales para el CIyMM viables, y que cuentan con proyectos de IN declarados viables.

### **c) Metodología de cálculo de los indicadores**

La cobertura vegetal se midió a través del Índice Normalizado Diferencial de la Vegetación (NDVI<sup>1</sup>), en el estudio se consideraron dos grupos de rangos: las áreas con valores  $\geq$  a 0.3 de NDVI que presentan vegetación con un estado de gran vigor y densidad y las áreas con valores  $<$  a 0.3 de NDVI que presentan vegetación con cobertura semi denso, ralo, mínima o incluso descubiertos, según plantean (Arellano, 2020; Tafur, 2017 y Alegre, 2017).

Las áreas de ecosistemas degradadas para ser recuperadas con medidas de IN fueron identificadas en los proyectos de inversión mediante la aplicación de la metodología para la determinación de áreas de intervención susceptibles<sup>2</sup> a los procesos de geodinámica externa, como los movimientos en masa o la erosión en cárcavas (Portuguez et al., 2022b); y a partir de ello evaluaron del estado del ecosistema para identificar las medidas relacionadas con la IN en los ecosistemas con factores condicionantes<sup>3</sup> y determinantes<sup>4</sup> a movimientos en masa e inundaciones (Portuguez et al., 2022a).

---

<sup>1</sup> El NDVI se obtiene al combinar las bandas roja e infrarroja cercano de la radiación reflejada sobre la radiación entrante (Tafur, 2017).

<sup>2</sup> La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición que un evento suceda u ocurra sobre un determinado ámbito geográfico que depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno, (Cenepred, 2014) citado por (Cuba & Santos, 2021).

<sup>3</sup> Factores condicionantes, son factores propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud, intensidad, entre otros), así como su distribución espacial, (Cenepred, 2014) citado por (Cuba & Santos, 2021).

<sup>4</sup> Factores desencadenantes, son factores que desencadenan eventos o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico. Por ejemplo, las lluvias generan huaycos e inundaciones, (Cenepred, 2014) citado por (Cuba & Santos, 2021).

La atenuación de caudales hídricos y transporte de sedimentos en suspensión fueron estimados mediante la simulación de los impactos de intervenciones asociadas a la recuperación de ecosistemas degradadas mediante la reforestación y revegetación de coberturas y usos de suelo aplicando el modelo cinemático de escorrentía y erosión (KINEROS2), modelo orientado a eventos, con base física, que describe los procesos de intercepción, infiltración, escorrentía y erosión de cuencas hidrográficas (Velásquez, 2019).

El gasto público ejecutado por las entidades públicas para el período 2017 y 2022 en actividades de recuperación de ecosistemas en la parte alta de las cuencas priorizadas, fue determinado ingresando a la plataforma de consulta amigable del Ministerio de Economía y Finanzas, consultando la ejecución del gasto público a través de la PP 0144 y luego los productos relacionados a la conservación y restauración de ecosistemas con los códigos 3000806 y 3000807, respectivamente.

La inversión pública ejecutado y programada para la recuperación de ecosistemas degradados susceptibles a peligros de inundaciones y movimientos de masa ubicados en la parte alta de las cuencas priorizadas, fueron determinados ingresando a la plataforma de ejecución del “Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales (Fondes)” a través del PP 0068 y se revisó los proyectos viabilizados por las entidades públicas para el período 2017 y 2022 como parte de los Planes Integrales para el CIyMM priorizados por la ARCC. Posteriormente, se identificó sus Códigos únicos de inversiones (CUI) y con éstos se ingresó a la plataforma de consulta de inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) para acceder a los Formatos N° 7-A y finalmente se descargó los perfiles de cada uno de los proyectos a fin de revisar y recoger información.

La cuantificación de los beneficios sociales esperados por los proyectos de recuperación de ecosistemas susceptibles a peligros de inundaciones y movimientos de masa, ubicados en la zona de origen de las cuencas priorizadas, fueron recogidos de los perfiles ya descargados de

cada uno de los proyectos. Esta cuantificación consideró los beneficios sociales de tipo directo e indirecto generados de los proyectos que permitan incrementar el bienestar a la población del área de influencia directa atendidos por los ecosistemas recuperados y como consecuencia de la provisión del SERRN en las cuencas priorizadas. Los beneficios sociales esperados fueron calculados utilizando la metodología de valoración económica de costos evitados por daños a las actividades económicas y por atención a las emergencias, daños evitados a la infraestructura y servicios públicos y privados en la zona de impacto y de origen.

Indicadores de la variable independiente será medido con una técnica que tiene 4 dimensiones y tiene 7 indicadores y 1 escala de medición

**Tabla 2: Dimensión e indicadores para la variable independiente**

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
<b>Intensidad de exposición en la zona de origen</b>	Área de ecosistemas con valores $\geq 0.3$ de NDVI en las cuencas afectadas por el FEN y priorizadas por RCC.	Razón Ha	Alto
	Área de ecosistemas susceptibles a los peligros de inundaciones y movimiento de masa en la zona de origen de las cuencas priorizadas por RCC, recuperados con proyectos de <b>IN</b> con enfoque de <b>GRD</b> .	Razón Ha	Alto
<b>Tecnología para la prevención del riesgo en la zona de origen</b>	Hidrograma de caudales (m <sup>3</sup> /s) asociados a los ecosistemas en las cuencas priorizadas por RCC, con proyectos de <b>IN</b> con enfoque de <b>GRD</b> .	Razón (m <sup>3</sup> /s)	Alto
	Concentración de sedimentos (kg/s) asociados a los ecosistemas en las cuencas priorizadas por RCC, con proyectos de <b>IN</b> con enfoque de <b>GRD</b> .	Razón (kg/s)	Alto
<b>Financiamiento público en la zona de origen</b>	Cantidad de gastos público para la recuperación de ecosistemas susceptibles a los peligros de inundaciones y movimiento de masa en la zona de origen de las cuencas priorizadas por RCC, con proyectos de <b>IN</b> con enfoque de <b>GRD</b> .	Razón (S/. soles)	Medio
	Cantidad de inversión pública para la recuperación de ecosistemas susceptibles a los peligros de inundaciones y movimiento de masa en la zona de origen de las cuencas priorizadas por RCC, en la situación sin y con proyectos de <b>IN</b> con enfoque de <b>GRD</b> .	Razón (S/. soles)	Alto
<b>Beneficios esperados en la zona de origen</b>	Cuantificación de beneficios esperados por la prevención ante los peligros de inundaciones y movimiento de masa en las cuencas priorizadas por RCC, con proyectos de <b>IN</b> con enfoque de <b>GRD</b> .	Razón (S/. soles)	Alto

Fuente: Elaboración propia.

### **3.6.2 Variable dependiente:**

La prevención de riesgos naturales, (Perú 2023 – 2037).

#### **3.6.2.1 Operacionalización de la variable dependiente:**

##### **a) Definición conceptual:**

La Gestión del Riesgo es un proceso cuyo fin último es la prevención de los factores de Riesgos de Desastres en la sociedad (MEF, 2019) ante riesgos naturales, protegen a los medios de vida ante inundaciones y desbordes de los ríos y movimientos en masa en la zona de impacto mediante los proyectos de DR (Maraví & Melchor, 2020 y Chapoñan, 2019) y los proyectos de PL (Hidalgo, 2020 y Flores, 2021).

Los planes integrales para el CIyMM proponen soluciones integrales, complementando las inversiones de infraestructura gris en la zona de impacto con inversiones de IN en la zona de origen, a fin de mejorar la protección y prevención, de los medios de vida, expuestos a futuros desastres ocasionados por inundaciones y movimientos en masa (Molina et al., 2020).

Asimismo, es necesario conocer el nivel de implementación de la GRD, el financiamiento público asignado por las instituciones públicas del ámbito de intervención del Plan Integral para el control de inundaciones y movimiento de masa en las cuencas intervenidas, así como los beneficios que se esperan a partir de cada tipo de proyecto.

##### **b) Definición operacional:**

La variable dependiente de prevención de riesgos naturales en la parte media y baja de las cuencas afectadas por el FEN, se medirá a través de 4 dimensiones y 7 indicadores, a través de la técnica de la recolección de 168 conjunto de datos considerados como muestra, en 8 cuencas priorizadas por la RCC con Planes Integrales para el CIyMM viables, y que cuentan con proyectos de DR y PL declarados viables.

### **c) Metodología de cálculo de los indicadores de la variable dependiente**

La dimensión de intensidad estará definida por los Puntos críticos de inundación identificados por la Autoridad nacional del Agua (ANA), y en los cuales se han presentado o existe la posibilidad de presentar desbordes de cauces, de ríos o quebradas, por la ocurrencia de lluvias (PCM, 2020), estos PC fueron atendidos por los proyectos de DR y PL. Las puntos críticos fueron identificados y protegidos mediante los proyectos de IF (DR y/o PL) para el control de los peligros de inundaciones y movimientos de masa, ubicados en la parte media y baja de las cuencas priorizadas y consideradas como zonas de impacto; la recopilación de esta información fue realizada ingresando a la plataforma de la consulta amigable del MEF, luego a la consulta de gasto del Fondes y del Programa Presupuestal 0068, se revisó los proyectos viabilizados por las entidades públicas para el período 2017 y 2022 como parte de los Planes Integrales para el CIyMM priorizados por la ARCC. Posteriormente, se identificó los CUI y con ello se ingresó a la plataforma de consulta de inversiones del MEF para acceder al Formato N° 7-A y se descargó los perfiles de cada uno de los proyectos para revisar y recoger la información.

Para la determinación de la atenuación de caudal en la zona de impacto, se revisaron los perfiles y estudios hidrológicos de los 8 Planes Integrales para el CIyMM que cuentan con proyectos de DR, donde se buscó la información del caudal hídrico ( $m^3/s$ ) para un período de retorno de 500 años, que fueron calculados utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS.

Para la determinación de los sedimentos retenidos en la zona de impacto, se revisaron los perfiles y estudios hidrológicos de los 5 Planes Integrales para el CIyMM que cuentan con proyectos de PL. En el caso de la cuenca del río Casma, como parte del diseño el volumen útil de las PL calcularon la pérdida de suelos y la retención de sedimentos por la PL, entre el 6% y 10%; se tomó un valor promedio de 8% para Casma y el resto de las cuencas a fin de uniformizar la información. La pérdida de suelos para las otras cuencas, se calcularon

usando el Atlas de erosión de suelos elaborado por el Senamhi, que brinda valores promedios de las pérdidas de suelos aproximadas por sectores de cuencas costeras del Perú (Sabino et al., 2017), agrupadas a partir de un análisis global para las unidades hidrográficas. Luego utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS se procedió a calcular los valores de sedimentos de entrega en la cuenca media y considerando un factor de corrección de entrega por el tamaño del área de la cuenca (Díaz & Espinoza, 2017).

El gasto público ejecutado para el período 2017 y 2022, por las entidades públicas en actividades orientadas a mitigar los peligros de inundaciones y movimientos de masa en la zona de impacto de las cuencas priorizadas, se recopiló ingresando a la plataforma de consulta amigable del MEF, consultando la ejecución del gasto público a través del PP 0068 para cada uno de los gobiernos regionales y locales que forman parte de la cuenca.

La inversión pública ejecutado y/o programada para mitigar los peligros de inundaciones y movimientos de masa en la zona de impacto y considerados como IF, fueron recopilados ingresando a la plataforma de ejecución del Fondes y el PP 0068, se revisó los proyectos viabilizados por las entidades públicas para el período 2017 y 2022 como parte de los Planes Integrales para el CIyMM priorizados por la ARCC. Identificando el CUI de cada proyecto se ingresó a la plataforma de consulta de inversiones del MEF para acceder a los Formatos N° 7-A y finalmente, se descargó los perfiles a fin de revisarlos y recoger la información.

La cuantificación de los beneficios sociales esperados por los proyectos de DR y PL planteados para la mitigación de los peligros de inundaciones y movimientos de masa en la zona de impacto, ubicados en la parte media y baja de las cuencas, fueron recogidos de los perfiles ya descargados de cada uno de los proyectos. Esta cuantificación consideró los beneficios sociales de tipo directo o indirecto. Los beneficios sociales fueron calculados utilizando la metodología de valoración económica de costos evitados por daños a las

actividades económicas y por atención a las emergencias, daños evitados a la infraestructura y servicios públicos y privados.

Indicadores de la variable dependiente será medido con una técnica que tiene 4 dimensiones y tiene 7 indicadores y 1 escala de medición.

**Tabla 3: Dimensión e indicadores para la variable independiente**

Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
<b>Intensidad de exposición en la zona de impacto</b>	Número de Puntos críticos expuestos en la zona de impacto a los peligros de inundaciones y movimiento de masa de las cuencas priorizadas por RCC y protegidas con proyectos de <b>DR y PL</b> .	Razón	Alto
	Caudal para un período de retorno de 500 años en la cuenca media como factor desencadenante de los peligros de inundaciones y movimiento de masa en las cuencas priorizadas por la RCC.	Razón (m <sup>3</sup> /s)	Alto
<b>Tecnología para la mitigación de riesgos en la zona de impacto</b>	Caudal para un período de retorno de 500 años en la zona de impacto de los peligros de inundaciones y movimiento de masa de las cuencas priorizadas por RCC, con proyectos de <b>DR y PL</b> .	Razón (m <sup>3</sup> /s)	Bajo
	Transporte de sedimentos del río en la zona de impacto de los peligros de inundaciones y movimiento de masa de las cuencas priorizadas por RCC, con proyectos de <b>DR y PL</b> .	Razón (kg/s)	Bajo
<b>Financiamiento público en la zona de impacto</b>	Gasto público para la protección de puntos críticos en la zona de impacto de los peligros de inundaciones y movimiento de masa de las cuencas priorizadas por RCC, con proyectos de <b>DR y PL</b> .	Razón (S./soles)	Alto
	Inversión pública para la protección de puntos críticos en la zona de impacto de los peligros de inundaciones y movimiento de masa de las cuencas priorizadas por RCC, con proyectos de <b>DR y PL</b> .	Razón (S./soles)	Alto
<b>Beneficios esperados en la zona de impacto</b>	Cuantificación de beneficios esperados por proyectos de <b>DR y PL</b> para la protección de puntos críticos en la zona de impacto de los peligros de inundaciones y movimiento de masa de las cuencas priorizadas por RCC.	Razón (S./soles)	Medio

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.7.1 Técnica

En base a Hernández et al. (2014) citado por (Sánchez, 2019), la técnica empleada para la investigación fue la **revisión** o **análisis documental** de la información generada por los Planes Integrales para el CIyMM e información oficial pública.

### **3.7.2 Descripción de instrumentos**

El instrumento que se utilizó para el análisis documental será la **ficha de recolección de los datos** y el instrumento de registro el de “**archivos diversos**”, Hernández et al. (2014) citado por (Sánchez, 2019), sobre la base de la información generada por los Planes Integrales para el CIyMM y de la información oficial pública a la que se tenga acceso; se recolectó la información relacionada con la investigación con instrumentos, tales como: fichas de captura de información sobre reportes SIG y Excel, reportes de la base de datos del SIAF y consulta amigable del MEF sobre los proyectos viables y el gasto público en IN e infraestructura física relacionada a la GRD, respectivamente.

Para la determinación del número de hectáreas de ecosistemas susceptibles a los peligros de inundación y movimiento de masa se revisará y recopilará los perfiles viables y sobre estos datos, en un segundo momento, se procedió a calcular la atenuación del caudal hídrico y la retención de sedimentos utilizando el Modelo hidrológico Kineros2 (Velásquez, 2019).

Siendo importante poner énfasis en las descripciones técnicas y consideraciones metodológicas a fin de garantizar la validez y confiabilidad de los instrumentos de medición, debido a que son condiciones de gran importancia en relación al test en sí mismo (Ventura-León et al., 2017).

### **3.7.3 Validación de instrumentos.**

Al momento de la recolección de los datos y el registro “archivos diversos” se tuvo presente a cada momento el objetivo de la investigación, a fin de acopiar información que se encuentra validada por los modelos aplicados en la priorización de áreas susceptibles y la atenuación de caudal pico y retención de sedimentos, lineamientos oficiales de inversión pública, seguimiento a la ejecución del presupuesto público, entre otros; el cuidado en las descripciones técnicas y metodología avaló la validez de los instrumentos SIG, de modelación y otros utilizados (Ventura-León et al., 2017).

### 3.8 Procesamiento y análisis de datos

El primer paso fue acudir a literatura científica como los libros, tesis y artículos en español e inglés. Por otro lado, en la interpretación a las investigaciones se analizó el estilo de los autores para considerarlos como referencia y soporte en la redacción de la tesis. Respecto a la toma de datos o información se accedió a través de las instituciones responsables y oficiales de la formulación de los Planes Integrales para el CIyMM y en la página de consulta de inversiones del MEF.

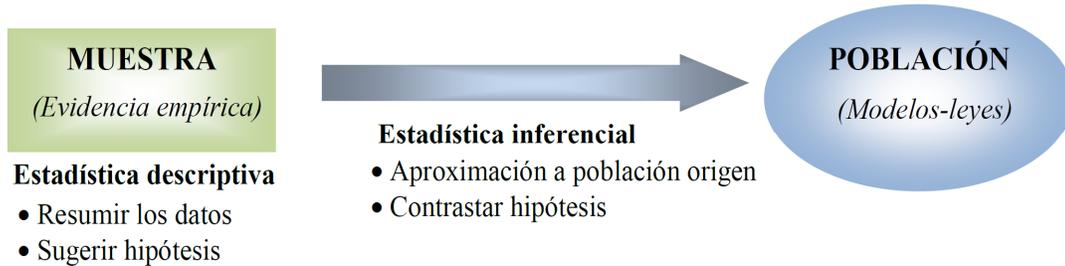
Por otro lado, se procedió a generar información sobre áreas con valores  $\geq$  a 0.3 de NDVI para cada cuenca considerando lo planteado por (Arellano, 2020; Tafur, 2017 y Alegre, 2017), luego a partir de estas áreas se procedió a calcular la atenuación de caudal máximos y transporte de sedimentos en suspensión mediante la simulación de los impactos generados en la situación sin proyectos de IN, mientras que para la situación con proyecto se sumaron las áreas de intervención de los proyectos de IN de cada cuenca aplicando el modelo KINEROS2 (Velásquez, 2019); asimismo, para las 5 cuencas con proyectos de PL se calcularon los valores de sedimentos de entrega en la cuenca media utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS y considerando un factor de corrección de entrega por el tamaño del área de la cuenca (Díaz & Espinoza, 2017).

El método estadístico utilizado fue la **estadística descriptiva e inferencial**.

La estadística descriptiva consiste en el uso de varias metodologías y procedimientos para generar sinopsis elaborados sobre la base de la información accesible para la investigación. La descriptiva es el primer paso de la etapa de análisis estadístico de una investigación y se ordena en base a: organizar las series de datos, agrupar las observaciones, adquirir repaso de valores y abreviar el conjunto de las series; sobre ello se propone un resumen sencillo y claro en términos prácticos de los aspectos básicos de la serie de datos (Granero, 2016).

La estadística inferencial considera un grupo de técnicas más desarrolladas cuyo objetivo radica en realizar deducciones y proponer evidencias científicas sobre una población origen a partir de los datos recopilados en una muestra definida (Granero, 2016).

**Figura 7: Estadística descriptiva e inferencial en la investigación científica**



Fuente: (Granero, 2016).

El análisis estuvo ligado a la hipótesis, se pretende calcular la “cantidad de atenuación de caudal hídrico extremo” y la “cantidad de sedimentos por las áreas de intervención atenuados con acciones de Infraestructura natural” en puntos críticos claves en dos períodos:

- 1) Ex ante, según el último escenario del FEN 2017, este período se considera entre los años 2017 al 2022.
- 2) Ex post, considerando que la ejecución de la mayoría de los proyectos de IN se realizará hasta el 2027, se propuso este período entre los años 2028 al 2037.

Asimismo, para cada período, se tomaron dos grupos: grupo tratamiento, es decir los afectados por los proyectos de IN, y un grupo control, que no está condicionado por los efectos de dichos proyectos.

Para estimar la magnitud y el tipo relación entre la IN con el riesgo natural de inundación y movimiento de masa se empleó técnicas estadísticas como la prueba de la normalidad, con pruebas estadísticas de pre y post tratamiento; así mismo se empleó U Mann de Whitney como una técnica no paramétrica de suma de rangos, aplicada a dos muestras independientes, considerada como la versión no paramétrica de la prueba t de Student (Sánchez et al., 2018).

### **3.9 Aspectos éticos**

Al elaborar esta investigación se consideraron aspectos sumamente importantes, consultándose información de portales académicos especialistas e instituciones oficiales especializadas de los cuales se obtiene la información para desarrollar el trabajo de investigación, no se realizó alteraciones en cuanto a información planteada por los diversos investigadores, respetando los derechos de propiedad intelectual y citando con la norma APA en todo momento.

De acuerdo con el reglamento de código de ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener, en la elaboración de la investigación se consideraron los siguientes principios: beneficencia, cuidado al medio ambiente, cumplimiento de la normativa nacional e internacional, contribución, rigor científico, honestidad científica, integridad, objetividad e imparcialidad y transparencia.

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Análisis descriptivo de los resultados

##### 4.1.1.1 Estado de avance de los proyectos de Infraestructura Natural en las cuencas prioritizadas por la RCC al 2021

**Figura 8: Estado de los proyectos de Infraestructura Natural en el marco de los Planes Integrales para el CIyMM en las cuencas prioritizadas por la RCC al 2021.**



**Fuente:** Estado actual y logros en la implementación de IN con enfoque GRD a cargo de Abel Aucasime, Líder en Soluciones Integrales para la Seguridad Hídrica; presentado en el marco del “Segundo encuentro nacional de comunicadoras y comunicadores por la gestión hídrica realizado por el Proyecto INSH, 2022” <https://www.facebook.com/spdaorg/videos/1243046939552695> (1h y 42 min).

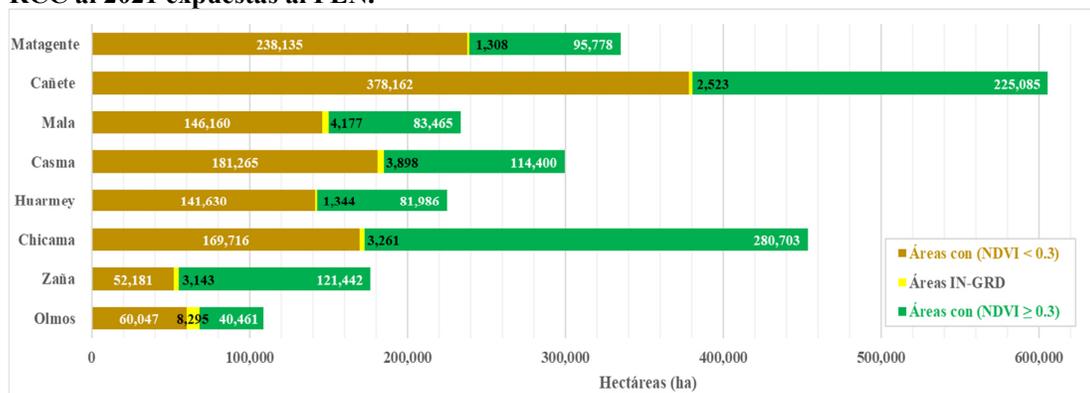
**Interpretación:** En relación con las 17 cuencas que fueron prioritizadas para ser intervenidas con Planes Integrales para el CIyMM y cuentan con proyectos relacionados a IN con enfoque

GRD, al 2022 el 76% (13) proyectos se encuentran viables, el 6% (1) proyecto culminado y el 18% (3) proyectos en proceso inicial o por reiniciar su formulación.

#### 4.1.2 Análisis descriptivo de la intensidad de exposición

##### 4.1.2.1 Intensidad de exposición en la zona de origen

**Figura 9: Superficie de ecosistemas con valores de NDVI de las cuencas priorizadas por la RCC al 2021 expuestas al FEN.**



**Nota:**

NDVI : Índice Normalizado diferencial de la Vegetación por sus siglas en inglés

Las áreas de IN GRD, priorizados en los proyectos de IN formulados en el marco de los Planes Integrales para el CiyMM.

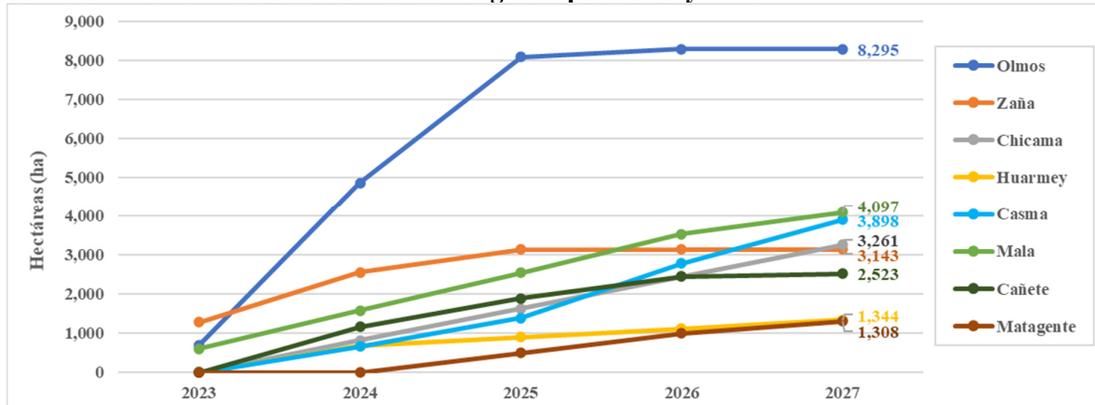
**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** En referencia a la superficie de ecosistemas de las 8 cuencas priorizados y consideradas como parte de la muestra del estudio: según el tamaño de las cuencas, resalta la cuenca del río Cañete por presentar la mayor área con 605,770 ha y la cuenca del río Olmos por ser el más pequeño con 108,802 ha.

Las cuencas con valores de NDVI < a 3, el que presenta la mayor superficie es la del río Matagente con el 71 %, seguido por las cuencas de los ríos Huarney, Mala, Cañete, Casma y Olmos con superficies que oscilan entre el 63% y 55.2%.

Por otro lado, las cuencas con valores de NDVI ≥ a 3, los que presentan las mayores superficies son los ríos Zaña y Chicama con el 68.7% y 61.9% respectivamente.

**Figura 10: Área de ecosistemas prioritizados y expuestas al FEN a recuperarse con proyectos de IN GRD en el marco de los Planes integrales para el CIyMM.**



**Nota:**

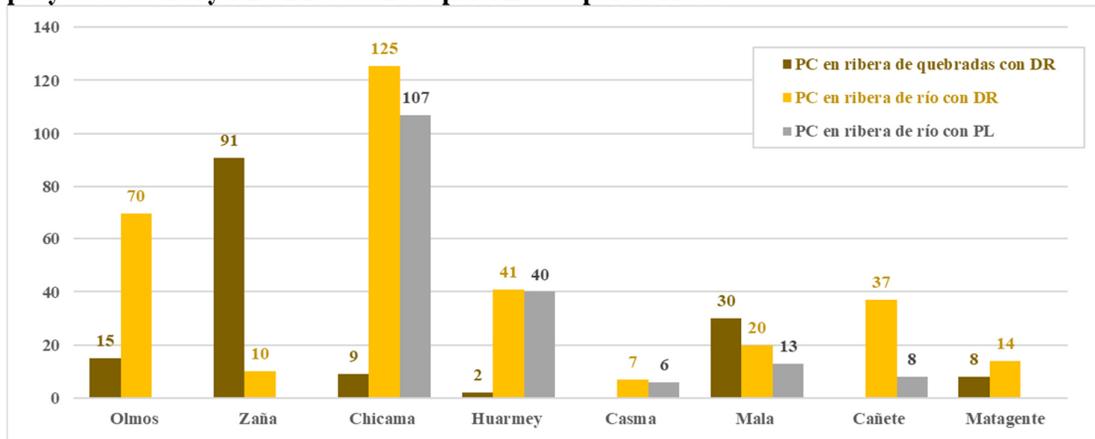
Las áreas de IN GRD, prioritizados en los proyectos de IN formulados en el marco de los Planes Integrales para el CIyMM.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** Según la superficie de los ecosistemas que serán recuperados con los proyectos de IN con enfoque GRD, sobresalen la cuenca del río Olmos con la mayor superficie 7.6% (8,295 ha), seguidos por las cuencas de los ríos Mala y Zaña con el 1.8% (4,177 ha y 3,143 ha respectivamente); Casma con el 1.3% (3,898 ha), Chicama con el 0.7% (3,261 ha), mientras que las cuencas de los ríos Huarmey con el 0.6% (1,344 ha), Cañete con el 0.4% (2,523 ha) y Matagente con el 0.4% (1,308 ha).

#### 4.1.2.2 Intensidad de exposición en la zona de impacto

**Figura 11: Puntos críticos en ribera de río y quebrada expuestas al FEN a protegerse con proyectos de DR y PL en las cuencas prioritizadas por la RCC.**



**Nota:**

PC: Puntos críticos; DR: Defensa Ribereña y PL: Presa de Laminación

Los PC fueron prioritizados por los proyectos de DR y PL formulados en el marco de los Planes Integrales para el CIyMM.

**Fuente:** Elaboración propia.

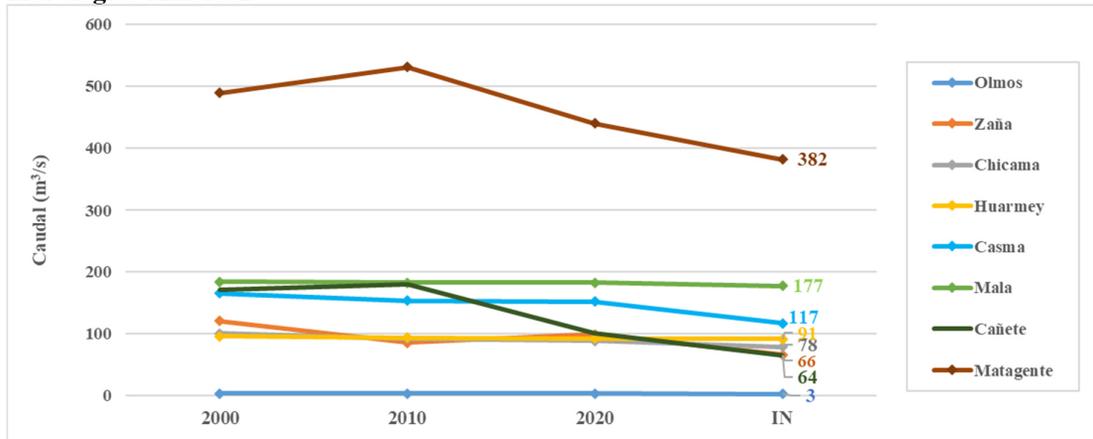
**Interpretación:** La exposición en la zona de impacto de las cuencas priorizadas para la RCC y con financiamiento del FONDES, se analizó 8 cuencas en la investigación, donde se atenderán 653 puntos críticos, de los cuáles el 76% (498) corresponden a la ribera de los ríos y el 24% (155) a la ribera de las quebradas.

La cuenca del río Chicama con tiene 36.9% (241) puntos críticos que serán protegidos en la ribera de río (125 con DR y 107 con PL) y en la ribera de quebrada (9 con DR); La cuenca del río Zaña con 15.5% (101) puntos críticos que serán protegidos: 91 con DR en la ribera de quebrada y 10 con DR en la ribera de río; La cuenca del río Olmos con 13% (85) puntos críticos que serán protegidos: 70 con DR en la ribera de río y 15 con DR en la ribera de quebrada; La cuenca del río Huarmey con 12.7% (83) puntos críticos que serán protegidos: 41 con DR y 40 con PL en la ribera de río y 2 con DR en la ribera de quebrada; La cuenca del río Mala con 9.6% (63) puntos críticos que serán protegidos: 20 con DR y 13 con PL en la ribera de río y 30 con DR en la ribera de quebrada; La cuenca del río Cañete con 6.9% (45) puntos críticos que serán protegidos: 37 con DR y 8 con PL en la ribera de río; La cuenca del río Matagente con 3.4% (22) puntos críticos que serán protegidos: 14 con DR en la ribera de río y 8 con DR en la ribera de quebradas; La cuenca del río Casma con 2% (13) puntos críticos que serán protegidos: 7 con DR y 6 con PL en la ribera de río.

### 4.1.3 Análisis descriptivo de la tecnología para la prevención del riesgo

#### 4.1.3.1 Tecnología para la prevención del riesgo en la zona de origen

**Figura 12: Caudal máximo de avenida asociados a los ecosistemas en las cuencas priorizadas por RCC para los años 2000, 2010, 2020 y periodo con proyectos de IN, empleando el modelo hidrológico Kineros2.**



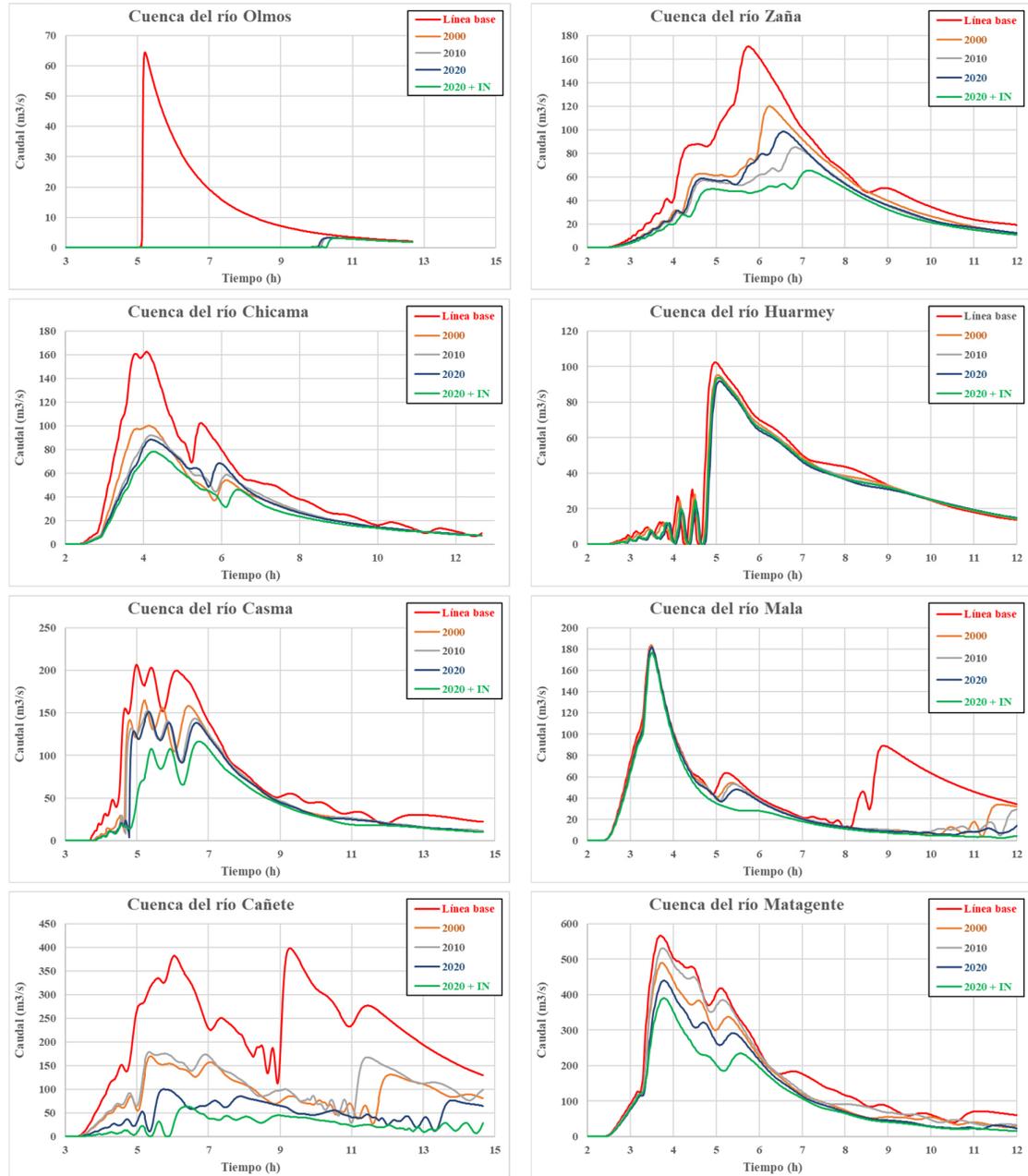
**Nota:**

Las áreas para los años 2000, 2010 y 2020 fueron calculados con imágenes landsat de los últimos 21 años y con valores de NDVI  $\geq$  a 3. Las áreas para el año IN GRD, se consideró las áreas de los ecosistemas degradados priorizados por los proyectos de IN formulados en el marco de los Planes Integrales para el CiyMM.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la aplicación del modelo Kineros2.

**Interpretación:** De las 8 cuencas estudiadas se estima que la recuperación de la IN puede aportar un potencial beneficio en las cuencas grandes como el río Casma tiene el mayor porcentaje de atenuación de caudal máximo con el 16.8 % equivale a 34.7 m<sup>3</sup>/s, mientras que el río Cañete tienen la menor atenuación de caudal máximo con 9 % equivale a 36 m<sup>3</sup>/s; en las cuencas pequeñas como el río Zaña tiene la mayor atenuación de caudal máximo con el 19.3 % equivale a 33 m<sup>3</sup>/s, mientras que el río Olmos no tiene aporte significativo en atenuación de caudal máximo.

**Figura 13: Hidrograma de caudales (m<sup>3</sup>/s) hasta la cuenca baja de las cuencas expuestas al FEN y priorizadas por RCC para los años 2000, 2010, 2020 y período con proyectos de IN empleando el modelo hidrológico Kineros2.**



**Nota:**

Las áreas para los años 2000, 2010 y 2020 fueron calculados con imágenes landsat de los últimos 21 años y con valores de NDVI  $\geq$  a 3.

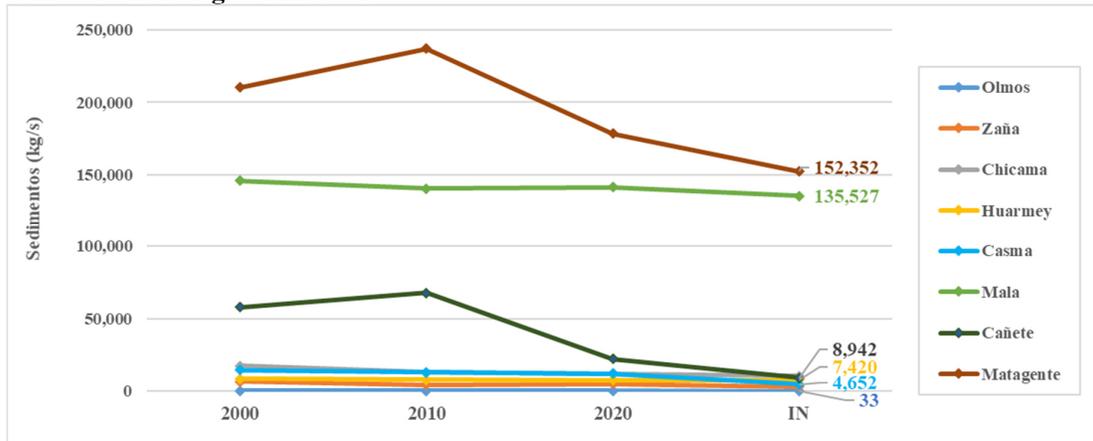
Las áreas para el año IN GRD, se consideró las áreas de los ecosistemas degradados priorizados por los proyectos de IN formulados en el marco de los Planes Integrales para el CiyMM.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la aplicación del modelo Kineros2.

**Interpretación:** En referencia a las cuencas de los 8 ríos estudiados se estima que la recuperación de la IN presenta los siguientes beneficios potenciales de caudal hídrico:

- Las cuencas pequeñas, como es el caso de la cuenca del río Zaña cuenta con el 68.7% (121,442 ha) de ecosistemas con un índice  $\geq 0.3$  de NDVI aportando un potencial beneficio de hasta 61.6 % (105.3 m<sup>3</sup>/s) en cuanto a atenuación de caudal máximo, con el proyecto de IN se recuperarán el 1.8% (3,143 ha) de ecosistemas y con este incremento también se suman un 19.3% (21.5 m<sup>3</sup>/s) de atenuación de caudal máximo.
- Las cuencas grandes, como es el caso de la cuenca del río Cañete cuenta con el 37.2% (225,085 ha) de ecosistemas con un índice  $\geq 0.3$  de NDVI aportando un potencial beneficio de hasta 83.9 % (334.5 m<sup>3</sup>/s) en cuanto a atenuación de caudal máximo, con el proyecto de IN se recuperarán el 0.4% (4,177 ha) de ecosistemas y con este incremento también se suman un 9.0% (36 m<sup>3</sup>/s) de atenuación de caudal máximo.
- Las cuencas con porcentajes mayores de beneficio por la recuperación de la IN son Zaña y Casma con una atenuación de caudal máximo estimada de 19.3% (33 m<sup>3</sup>/s) y 16.8% (34.7 m<sup>3</sup>/s) respectivamente.
- Las cuencas con porcentajes intermedios de beneficios por la recuperación de la IN son Matagente, Cañete y Chicama con una atenuación de caudal máximo estimada de 10.2% (58 m<sup>3</sup>/s), 9% (36 m<sup>3</sup>/s) y 6.2% (10 m<sup>3</sup>/s) respectivamente.
- Las cuencas con porcentajes menores de beneficios por la recuperación de la IN son Mala, Huarmey y Olmos con una de atenuación de caudal máximo porcentual estimada de 2.6% (4.8 m<sup>3</sup>/s), 0.7% (0.7 m<sup>3</sup>/s) y 0.4% (0.04 m<sup>3</sup>/s) respectivamente.

**Figura 14: Concentración de sedimentos (kg/s) asociados a los ecosistemas en las cuencas prioritizadas por RCC para los años 2000, 2010, 2020 y período con proyectos de IN empleando el modelo hidrológico Kineros2.**



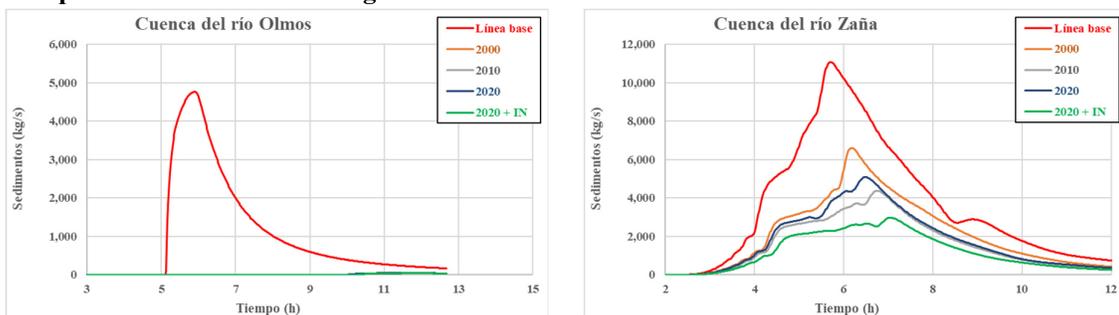
**Nota:**

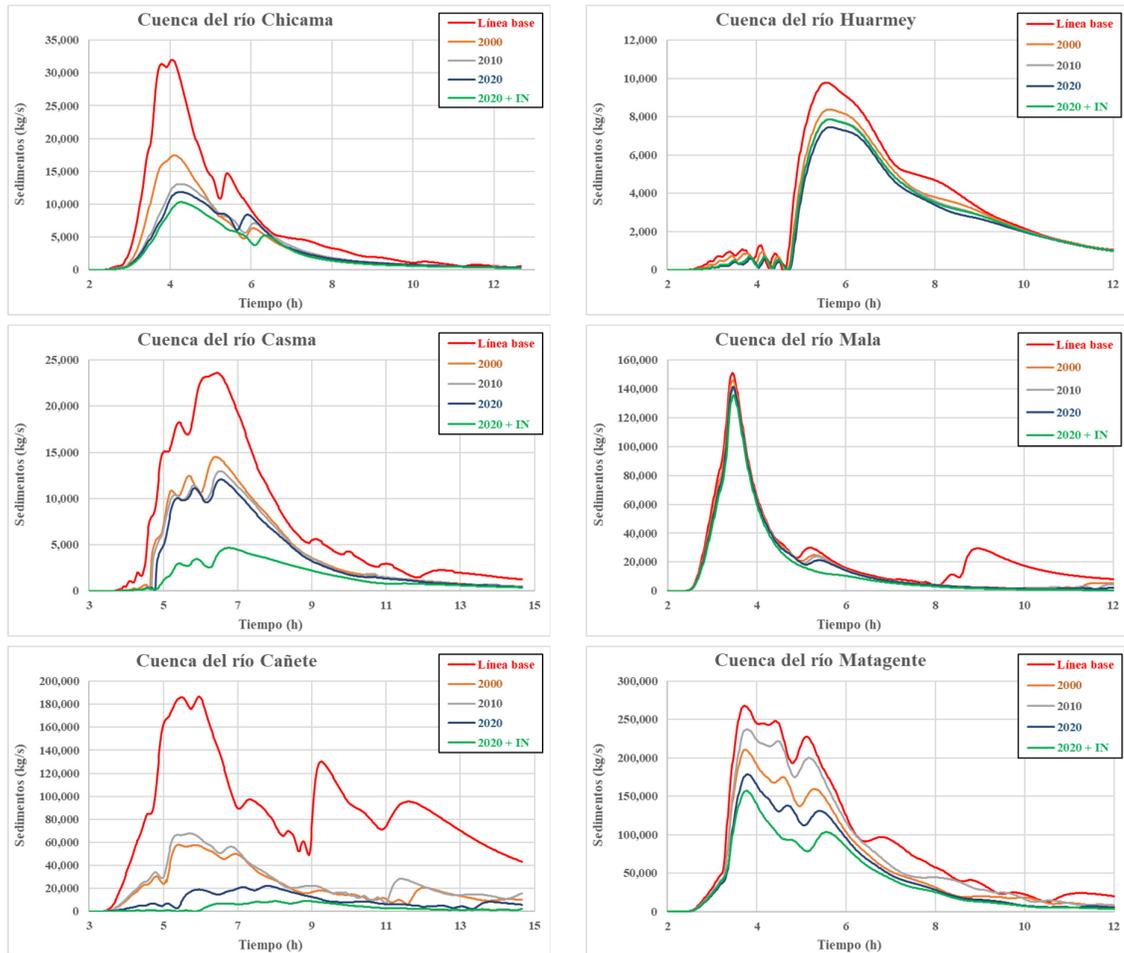
Las áreas para los años 2000, 2010 y 2020 fueron calculados con imágenes landsat de los últimos 21 años y con valores de NDVI  $\geq$  a 3. Las áreas para el año IN, se consideró las áreas de los ecosistemas degradados prioritizadas por los proyectos de IN formulados en el marco de los Planes Integrales para el CiyMM.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la aplicación del modelo Kineros2.

**Interpretación:** De las 8 cuencas estudiadas se estima que la recuperación de la IN puede aportar un potencial beneficio en las cuencas grandes como el río Casma tiene la mayor porcentaje de reducción de sedimentos con el 31.4% equivale a una concentración de sedimentos de 7,408 kg/s, mientras que el río Chicama tienen una menor reducción de sedimentos con 4.4% equivale a una concentración de sedimentos de 1,525 kg/s; en las cuencas pequeñas como el río Zaña tiene la mayor porcentaje de reducción de sedimentos con el 6.6 % equivale a una concentración de sedimentos de 2,114 kg/s, mientras que el río Olmos tiene un aporte mínimo en la reducción de sedimentos.

**Figura 15: Transporte de sedimentos (kg/s) hasta la cuenca baja de las cuencas expuestas al FEN y prioritizadas por RCC para los años 2000, 2010, 2020 y período con proyectos de IN empleando el modelo hidrológico Kineros2.**





**Nota:**

Las áreas para los años 2000, 2010 y 2020 fueron calculados con imágenes landsat de los últimos 21 años y con valores de NDVI  $\geq$  a 3. Las áreas para el año IN GRD, se consideró las áreas de los ecosistemas degradados priorizados por los proyectos de IN formulados en el marco de los Planes Integrales para el CilyMM.

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la aplicación del modelo Kineros2.

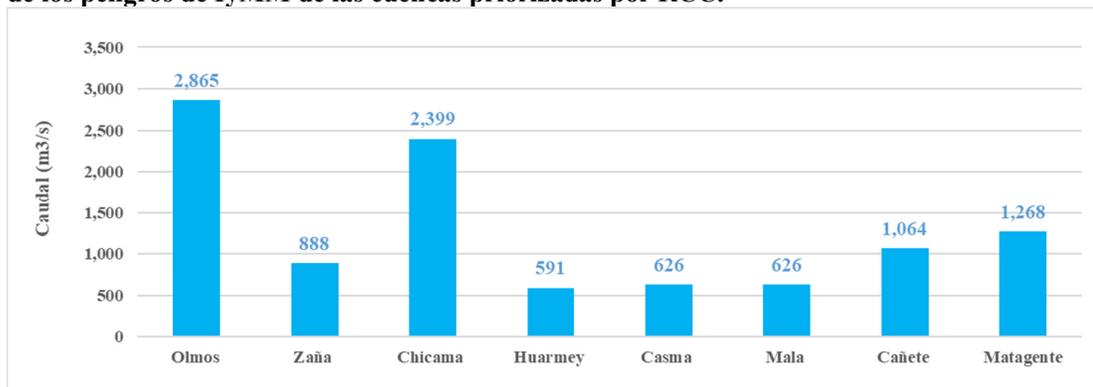
**Interpretación:** En base a la concentración de sedimentos calculados en las cuencas de los 8 ríos estudiados, se puede evidenciar la reducción de sedimentos como contribución potencial de la recuperación de la IN, se presenta lo siguiente:

- Las cuencas pequeñas, como es el caso de la cuenca del río Zaña cuenta con el 68.7 % (121,442 ha) de ecosistemas con un índice  $\geq$  0.3 de NDVI aportando un potencial beneficio de hasta 90.7% (29,046 kg/s) en cuanto a reducción de sedimentos, con el proyecto de IN se recuperarán el 1.8 % (3,143 ha) de ecosistemas y con este incremento también se suman un 6.6 % (2,114 kg /s) de reducción de sedimentos.

- Las cuencas grandes, como es el caso de la cuenca del río Casma cuenta con el 38.2 % (114,400 ha) de ecosistemas con un índice  $\geq 0.3$  de NDVI aportando un potencial beneficio de hasta 80.3 % (18,950 kg/s) en cuanto a reducción de sedimentos, con el proyecto de IN se recuperarán el 1.3 % (3,898 ha) de ecosistemas y con este incremento también se suman un 31.4 % (7,408 kg/s) de reducción de sedimentos.
- El mayor beneficio de reducción de sedimentos estimada por la recuperación de la IN se estimó en la cuenca del río Casma con el 31.4% (7,408 kg/s).
- Los regulares beneficios de reducción de sedimentos estimada por la recuperación de la IN se estimó en las cuencas de los ríos Matagente con el 9.7% (25,930 kg/s), Cañete con el 7.1 % (13,283 kg/s) y Zaña con el 6.6 % (2,114 kg/s).
- Los menores beneficios de reducción de sedimentos estimada por la recuperación de la IN se estimó en las cuencas de los ríos Mala con el 4 % (5,978 kg/s), Chicama con el 4 % (1,525 kg/s) y Huarmey con el 0.4 % (38 kg/s). Finalmente, en el caso de la cuenca del río Olmos con el 0.2 % (10 kg/s).

#### 4.1.3.2 Tecnología para la prevención del riesgo en la zona de impacto

**Figura 16: Caudal hídrico ( $m^3/s$ ) para un período de retorno de 500 años en la zona de impacto de los peligros de IyMM de las cuencas priorizadas por RCC.**



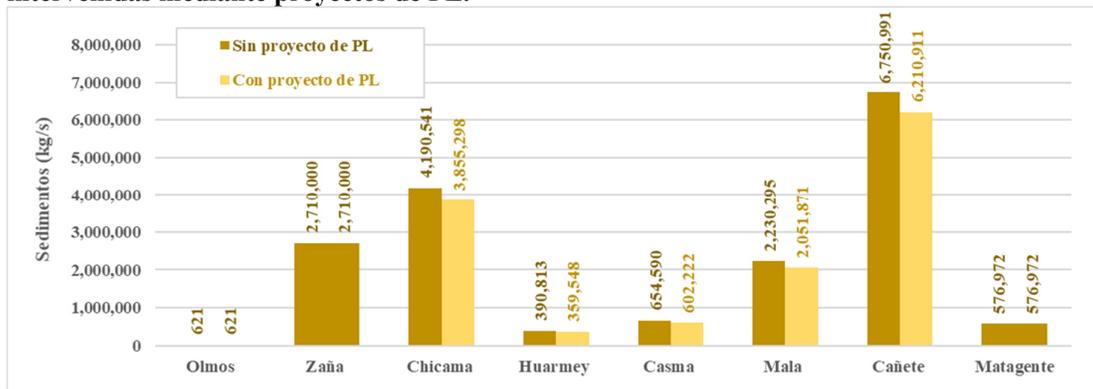
**Nota:**

Los valores de transporte y retención de sedimentos fueron recopilados de los estudios hidrológicos elaborados para cada cuenca en el marco de la formulación de los Planes Integrales para el CIyMM.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** De las 8 cuencas estudiadas se verifica que en la zona de impacto para los peligros de IyMM se registró los valores mayores de caudal hídrico en las cuencas de los ríos Olmos 2,865 m<sup>3</sup>/s y Chicama con 2,399 m<sup>3</sup>/s, siendo cuencas ubicadas en la costa norte peruana; los valores intermedios de caudal hídrico en las cuencas de los ríos Matagente con 1,268 m<sup>3</sup>/s, Cañete con 1,064 m<sup>3</sup>/s y Zaña con 888 m<sup>3</sup>/s; y los valores menores de caudal hídrico en las cuencas de los ríos Mala con 626 m<sup>3</sup>/s, Casma con 626 m<sup>3</sup>/s y Huarmey con entre 591 m<sup>3</sup>/s.

**Figura 17: Transporte y retención de sedimentos (kg/s) para un período de retorno de 500 años en la zona de impacto de los peligros de IyMM de las cuencas priorizadas por RCC a ser intervenidas mediante proyectos de PL.**



**Nota:**

PL: Presa de Laminación

Los valores de transporte y retención de sedimentos fueron recopilados de los estudios hidrológicos elaborados para cada cuenca en el marco de la formulación de los Planes Integrales para el CiyMM.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** De las 8 cuencas estudiadas se verifica que en la zona de impacto para los peligros de IyMM se registró el valor más alto de transporte de sedimentos en la cuenca del río Cañete con 6'750,991 kg/s y una retención de sedimentos en 540,079 kg/s con su PL.

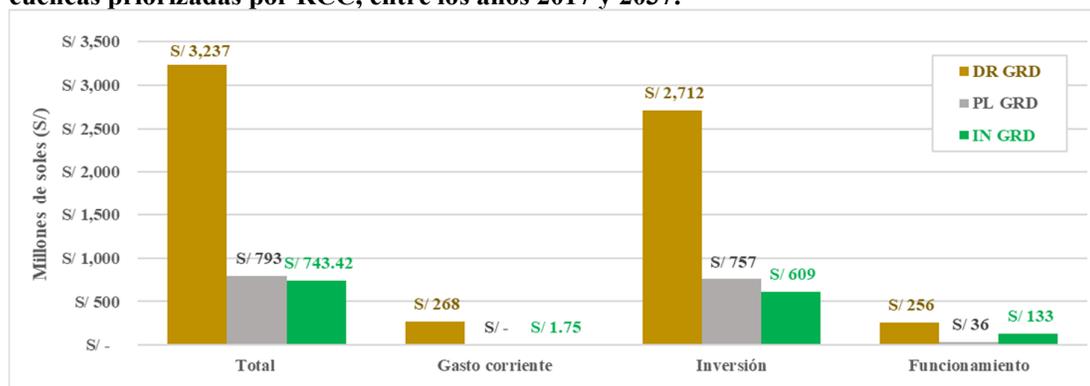
Los valores intermedios de transporte de sedimentos en las cuencas de los ríos Zaña con 2'710,000 kg/s, Mala con 2'230,295 kg/s y Chicama con 4'190,991 kg/s y una retención de sedimentos en 335,243 kg/s con la PL en Chicama.

Los valores menores de transporte de sedimentos en las cuencas de los ríos Matagente con 576,972 kg/s, Olmos con 621 kg/s, Casma con 654,590 kg/s y una retención de sedimentos

en 52,367 kg/s con la PL en Casma, y Huarmey con 390,813 kg/s y una retención de sedimentos en 31,265 kg/s con la PL en Huarmey.

#### 4.1.4 Análisis descriptivo del financiamiento público

**Figura 18: Financiamiento público de la gestión del riesgo de desastres ante IyMM en 8 cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.**



**Nota:**

DR: Defensa ribereña; PL: Presa de Laminación; IN: Infraestructura Natural con enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres.  
 El gasto corriente para la IN fue determinado consultando la ejecución del gasto público local y regional a través del Programa Presupuestal 0144 “Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos” para los años 2017 - 2021.  
 El gasto corriente para DR y PL fue determinado consultando la ejecución del gasto público local y regional a través del Programa Presupuestal 0068 “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres” para los años 2017 - 2021.  
 La inversión pública para la inversión pública de DR, PL e IN fue determinada consultando al SIAF – FONDES.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:**

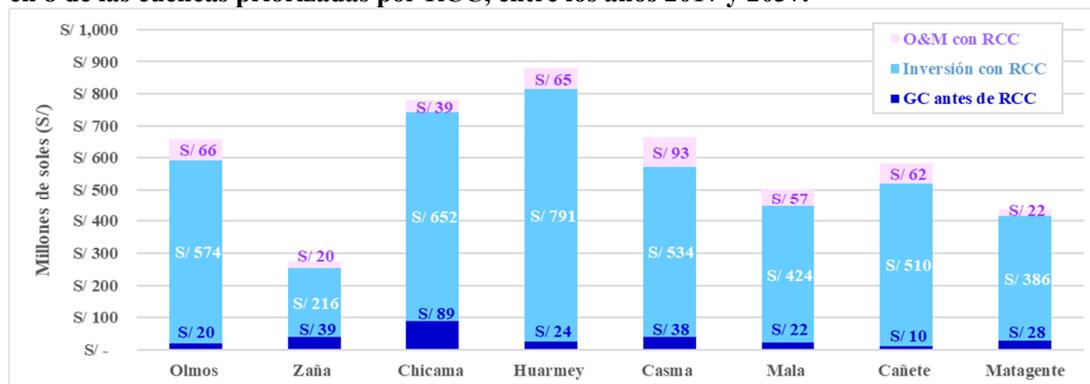
El financiamiento público ejecutado y/o planteado para la zona de impacto fue del 84.3% (S/. 4,030 millones de soles) como intervenciones paliativas para los peligros de IyMM; mientras que el financiamiento público ejecutado y/o planteado en la zona de origen fue sólo del 15.7% (S/. 743 millones de soles) con intervenciones que atienden las causas directas del problema de estos peligros.

El gasto corriente ejecutado entre los años 2017 y 2021 por los gobiernos locales y regionales del ámbito de las 8 cuencas de estudio corresponden a acciones de atención de emergencias por desastres y reducción de la vulnerabilidad que correspondió al 99.4% (S/. 268 millones de soles); mientras que el gasto corriente ejecutado en acciones de conservación o restauración de ecosistemas degradados fue tan solo el 0.65% (S/. 1.75 millones de soles).

La inversión pública planteado en la zona de impacto de los peligros corresponden al 84.9% (S/. 3,469 millones de soles), de los cuales el 66.4% (S/. 2,712 millones de soles) corresponden a proyectos de DR y el 18.5% (S/. 757 millones de soles) corresponden a proyectos de PL; mientras que la inversión pública planteado en la zona de origen de los peligros ascienden al 15.1% (S/. 618 millones de soles) para intervenciones con proyectos de IN con enfoque para la GRD.

El gasto de funcionamiento planteados en la zona de impacto de los peligros corresponde al 68.7% (S/. 292 millones de soles), de los cuales el 60.3% (S/. 256 millones de soles) corresponden a las acciones de operación y mantenimiento de los proyectos de las DR y el 8.4% (S/. 36 millones de soles) corresponden a las acciones de operación y mantenimiento de los proyectos de PL; mientras que el gasto de funcionamiento planteados en la zona de origen de los peligros asciende al 31.3% (S/. 133 millones de soles) corresponden a las acciones de operación y mantenimiento de los proyectos de IN con enfoque para la GRD.

**Figura 19: Financiamiento público en la gestión del riesgo de desastres ocasionado por IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.**



**Nota:**

DR: Defensa ribereña; PL: Presa de Laminación; IN: Infraestructura Natural con enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres. El gasto corriente para la IN fue determinado consultando la ejecución del gasto público local y regional a través del Programa Presupuestal 0144 “Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos” para los años 2017 - 2021. El gasto corriente para DR y PL fue determinado consultando la ejecución del gasto público local y/ regional a través del Programa Presupuestal 0068 “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres” para los años 2017 - 2021. La inversión pública para la inversión pública de DR, PL e IN fue determinada consultado al SIAF – FONDES.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Interpretación:**

El mayor financiamiento en las cuencas de los ríos Huarmey con el 18.4% (S/. 880 millones de soles) y Chicama con el 16.3% (S/. 780 millones de soles).

El mediano financiamiento en las cuencas de los ríos Casma con el 13.9 % (S/. 665 millones de soles), Olmos con el 13.8 % (S/. 659 millones de soles), Cañete con el 12.2 % (S/. 583 millones de soles), Mala con el 10.5 % (S/. 503 millones de soles) y Matagente con el 9.1% (S/. 436 millones de soles).

El menor financiamiento en la cuenca del río Zaña con el 5.7% (S/. 275 millones de soles).

#### **4.1.4.1 Financiamiento público en la zona de origen**

**Figura 20: Financiamiento público en porcentaje de la zona de origen con proyectos de IN para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.**

<b>Financiamiento público en millones de soles</b>	<b>Olmos</b>	<b>Zaña</b>	<b>Chicama</b>	<b>Huarmey</b>	<b>Casma</b>	<b>Mala</b>	<b>Cañete</b>	<b>Matagente</b>
Gasto corriente*	S/ 1.3	S/ 0.03	S/ 0.46	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ 0.001
Inversión pública con IN**	S/ 113.3	S/ 55.4	S/ 46.3	S/ 29.2	S/ 86.8	S/ 153.9	S/ 74.3	S/ 58.5
Gastos de O&M con IN***	S/ 50.5	S/ 12.7	S/ 13.8	S/ 11.7	S/ 7.5	S/ 6.8	S/ 21.2	S/ 8.8
<b>Total</b>	<b>S/ 165.0</b>	<b>S/ 68.2</b>	<b>S/ 60.6</b>	<b>S/ 40.9</b>	<b>S/ 94.3</b>	<b>S/ 160.7</b>	<b>S/ 95.5</b>	<b>S/ 67.2</b>

**Nota:**

\* El gasto corriente de los Gobiernos Locales y Regionales que hayan ejecutado en el período 2017 al 2021 en el marco del PP 144.

\*\* La inversión pública con IN a ejecutarse por ARCC en el período 2023 al 2027 programadas según cada proyecto desde 4 hasta 5 años.

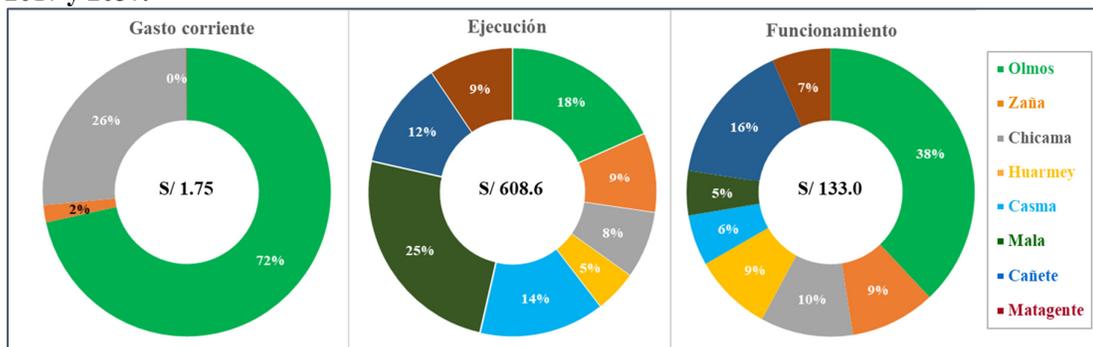
\*\*\* Los gastos de Operación y mantenimiento (O&M) en el período 2027 al 2036 programadas según cada cuenca desde 8 hasta 16 años.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Interpretación:**

El mayor financiamiento a las cuencas de los ríos Olmos y Mala con S/. 165 (21.9%) y S/. 160.7 (21.4%) millones de soles respectivamente; mediano financiamiento a las cuencas de los ríos Cañete y Casma con S/. 95.5 (12.7%) y S/. 94.3 (12.5%) millones de soles respectivamente; y el menor financiamiento en las cuencas de los ríos Zaña, Matagente, Chicama y Huarmey con S/. 68.2 (9.1%), S/. 67.2 (8.9%), S/. 60.6 (8.1%) y S/. 40.9 (5.4%) millones de soles respectivamente.

**Figura 21: Financiamiento público en la zona de origen con proyectos de IN para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas prioritizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.**



**Nota:**

DR: Defensa ribereña; PL: Presa de Laminación; IN: Infraestructura Natural con enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres. El gasto corriente para la IN fue determinado consultando la ejecución del gasto público local y regional a través del Programa Presupuestal 0144 “Conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos” para los años 2017 - 2021. La inversión pública para la inversión pública de IN fue determinada consultado al SIAF – FONDES.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:**

El 98% del gasto corriente ejecutado en acciones de conservación o restauración de ecosistemas degradados entre los años 2017 y 2021 se dio en 2 cuencas de las 8 en estudios, donde al río Olmos le corresponde el 72 % (S/. 1.25 millones de soles) y a Chicama el 26 % (S/. 0.46 millones de soles).

La inversión pública planteado con proyectos de IN con el mayor monto resaltan las cuencas de los ríos Mala con el 25% (S/. 154 millones de soles) y Olmos con el 18 % (S/. 113 millones de soles).

El gasto de funcionamiento calculado para las acciones de operación y mantenimiento de los proyectos de IN con el mayor monto resaltan las cuencas de los ríos Olmos con el 38 % (S/. 50 millones de soles) y Cañete con el 16 % (S/. 21 millones de soles).

#### 4.1.4.2 Financiamiento público en la zona de impacto

**Tabla 4: Financiamiento público en la zona de impacto con proyectos de DR y PL para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas prioritizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.**

Financiamiento público en millones de soles	Olmos	Zaña	Chicama	Huarmey	Casma	Mala	Cañete	Matagente
Defensa Ribereña	S/ 494	S/ 207	S/ 455	S/ 676	S/ 434	S/ 280	S/ 321	S/ 369
Presa de Laminación*	S/ -	S/ -	S/ 265	S/ 163	S/ 137	S/ 62	S/ 166	S/ -
<b>Total</b>	<b>S/ 494</b>	<b>S/ 207</b>	<b>S/ 720</b>	<b>S/ 839</b>	<b>S/ 571</b>	<b>S/ 343</b>	<b>S/ 487</b>	<b>S/ 369</b>

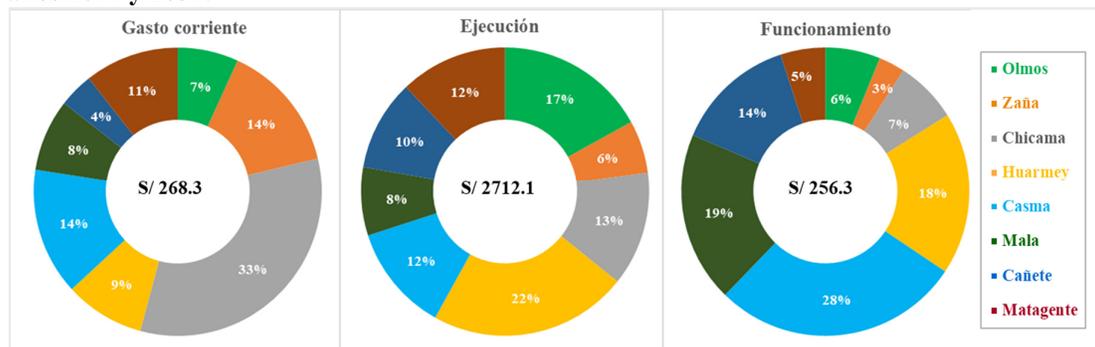
**Nota:**

\* La Presa de Laminación fue planteado para 5 de las 8 cuencas en estudio e intervenidas por ARCC.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:** El financiamiento público por cuenca para la gestión del riesgo de desastres en la zona de impacto de los peligros de IyMM entre los años 2017 y 2037, el mayor financiamiento en las cuencas de los ríos Huarmey con el 20.8 % (S/. 839 millones de soles) y Chicama con el 17.9 % (S/. 720 millones de soles); las cuencas con mediano financiamiento en las cuencas de los ríos Olmos con el 15.3 % (S/. 494 millones de soles), Casma con el 13.4 % (S/. 434 millones de soles), Matagente con el 11.4 % (S/. 369 millones de soles) y Cañete con el 9.9 % (S/. 321 millones de soles); y el menor financiamiento en las cuencas de los ríos Zaña con el 6.4 % (S/. 207 millones de soles), Mala con el 8.7 % (S/. 280 millones de soles).

**Figura 22: Financiamiento público en porcentaje de la zona de impacto con proyectos de DR para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas prioritizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.**



**Nota:**

El gasto corriente para DR fue determinado consultando la ejecución del gasto público local y/ regional a través del Programa Presupuestal 0068 "Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres" para los años 2017 - 2021.

La inversión pública para la inversión pública de DR fue determinada consultado al SIAF - FONDES.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación:**

El 61% del gasto corriente ejecutado en acciones de atención de emergencias por desastres y reducción de la vulnerabilidad entre los años 2017 y 2021 se dio en 3 cuencas de las 8 en estudios, les corresponde a los ríos Olmos el 33 % (S/. 1.25 millones de soles), Zaña con el 14 % (S/. 38.7 millones de soles) y Casma con el 14 % (S/. 38.4 millones de soles).

El 39 % de la inversión pública viable con proyectos de DR está planteado en 2 cuencas de las 8 en estudios, les corresponde a los ríos Huarmey con el 22% (S/. 605.1 millones de soles) y Olmos con el 17 % (S/. 460.3 millones de soles).

El 65% del gasto de funcionamiento calculado para las acciones de operación y mantenimiento de los proyectos de DR están planteados en 3 cuencas de las 8 en estudios, les corresponde a los ríos Casma el 28 % (S/. 71.5 millones de soles), Mala con el 19 % (S/. 49.1 millones de soles) y Huarmey con el 18 % (S/. 46.9 millones de soles).

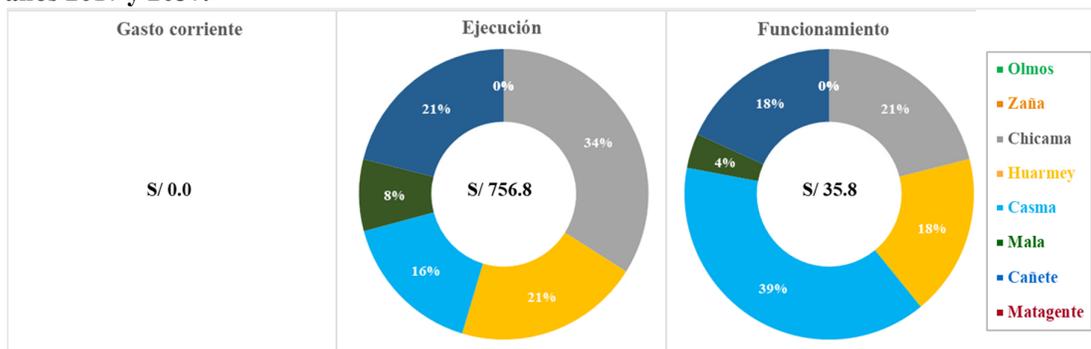
**Tabla 5: Financiamiento público en la zona de impacto con proyectos de DR para la prevención de los peligros de IyMM entre los años 2017 y 2037.**

Financiamiento público en millones de soles	Olmos	Zaña	Chicama	Huarmey	Casma	Mala	Cañete	Matagente
Gasto corriente sin DR	S/ 18.4	S/ 38.7	S/ 88.3	S/ 24.1	S/ 38.4	S/ 21.6	S/ 10.4	S/ 28.4
Inversión pública con DR	S/ 460.3	S/ 160.5	S/ 348.8	S/ 605.1	S/324.3	S/ 209.5	S/ 275.9	S/ 327.6
Gastos de O&M con DR	S/ 15.8	S/ 7.5	S/ 17.9	S/ 46.9	S/ 71.5	S/ 49.1	S/ 34.7	S/ 12.9
<b>Total DR</b>	<b>S/ 494</b>	<b>S/ 207</b>	<b>S/ 455</b>	<b>S/ 676</b>	<b>S/ 434</b>	<b>S/ 280</b>	<b>S/ 321</b>	<b>S/ 369</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El financiamiento público en la zona de impacto con proyectos de DR para la prevención de los peligros de IyMM, se observa: mayor financiamiento en la cuenca del río Huarmey con el 20.9% (S/. 676 millones de soles); mediano financiamiento en las cuencas de los ríos Olmos con el 15.3 % (S/. 494 millones de soles), Chicama con el 14.1 % (S/. 455 millones de soles), Casma con el 13.4 % (S/. 434 millones de soles) y Matagente con el 11.4 % (S/. 369 millones de soles); y menor financiamiento en las cuencas de los ríos Cañete con el 9.9 % (S/. 321 millones de soles), Mala con el 8.7 % (S/. 280 millones de soles) y Zaña con el 6.4 % (S/. 207 millones de soles).

**Figura 23: Financiamiento público en porcentaje de la zona de impacto con proyectos de PL para la prevención de los peligros de IyMM en 8 de las cuencas priorizadas por RCC, entre los años 2017 y 2037.**



**Nota:**

El gasto corriente para PL fue determinado consultando la ejecución del gasto público local y/ regional a través del Programa Presupuestal 0068 “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres” para los años 2017 - 2021.

La inversión pública para la inversión pública de PL fue determinada consultado al SIAF – FONDES.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

En el caso de la PL no se reportan gasto corriente alguno, debido a que son intervenciones nuevas que se plantean para la atención de emergencias por desastres y reducción de la vulnerabilidad.

El mayor porcentaje de inversión pública respecto a proyectos de PL está planteado para la cuenca del río Chicama con el 34 % (S/. 257.1 millones de soles), de las 5 cuencas que proponen PL.

El mayor porcentaje del gasto de funcionamiento propuesto para las acciones de operación y mantenimiento de los proyectos de PL está planteado para la cuenca del río Casma con el 39 % (S/. 13.9 millones de soles).

**Tabla 6: Financiamiento público en la zona de impacto con proyectos de PL para la prevención de los peligros de IyMM entre los años 2017 y 2037.**

Financiamiento público en millones de soles	Olmos	Zaña	Chicama	Huarvey	Casma	Mala	Cañete	Matagente
Gasto corriente sin PL	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Inversión pública con PL	S/ -	S/ -	S/ 257.1	S/ 156.5	S/ 122.8	S/ 61.0	S/ 159.5	S/ -
Gastos de O&M con PL	S/ -	S/ -	S/ 7.5	S/ 6.5	S/ 13.9	S/ 1.4	S/ 6.5	S/ -
<b>Total PL</b>	<b>S/ -</b>	<b>S/ -</b>	<b>S/ 264.6</b>	<b>S/ 162.9</b>	<b>S/ 136.7</b>	<b>S/ 62.4</b>	<b>S/ 166.0</b>	<b>S/ -</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** El financiamiento público en la zona de impacto con proyectos de PL para la prevención de los peligros de IyMM, se observa que 5 planes integrales para el CIyMM plantean proyectos de PL con el mayor financiamiento la cuenca del río Chicama con el 33.4 % (S/. 265 millones de soles); mediano financiamiento en las cuencas de los ríos Cañete con el 20.9 % (S/. 166 millones de soles), Huarmey con el 20.6 % (S/. 163 millones de soles) y Casma con el 17.2 % (S/. 137 millones de soles); y el de menor financiamiento la cuenca del río Mala con el 7.9 % (S/. 62 millones de soles).

#### 4.1.5 Análisis descriptivo de los beneficios esperados

**Figura 24: Beneficios esperados con la inversión pública para la prevención de los peligros de inundación y movimiento de masa en 8 cuencas de las priorizadas por la RCC.**



**Nota:**

La inversión pública para la inversión pública de DR, PL e IN fue determinada consultado al SIAF – FONDES.

**Fuente:** Elaboración propia.

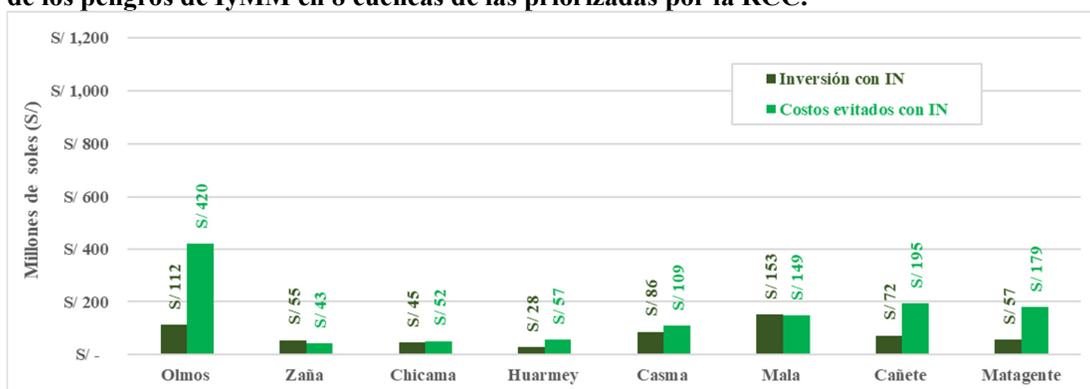
**Interpretación:** Los beneficios esperados por la inversión pública para la prevención de los peligros de IyMM en la zona de impacto y origen de las 8 cuencas de estudio, que fueron estimados mediante estudios de costos evitados de manera individual para cada proyecto, en total representan el 147.8% (S/. 6,025 millones de soles) respecto a la inversión pública total, de las 8 cuencas en estudio, que suman S/. 4,077 millones de soles.

Los mayores beneficios esperados con la inversión pública les corresponden a los proyectos de IN ubicados a la zona de origen de las 8 cuencas de estudio, que representan un 198% (S/. 1,204 millones de soles) en relación de la inversión pública total en IN que suman S/. 609 millones de soles.

Los beneficios esperados con la inversión pública a generarse en la zona de impacto de las 8 cuencas de estudio; con los proyectos de DR representan un 140% (S/. 3,804 millones de soles) en relación de la inversión pública total en DR que suman S/. 2,712 millones de soles, mientras que con los proyectos de PL representan el 134% (S/. 757 millones de soles) en relación de la inversión pública total en PL que suman S/. 1,017 millones de soles.

#### 4.1.5.1 Beneficios esperados en la zona de origen

**Figura 25: Beneficios esperados con proyectos de IN para la prevención en la zona de origen de los peligros de IyMM en 8 cuencas de las priorizadas por la RCC.**



**Nota:**

La inversión pública para la inversión pública de IN fue determinada consultado al SIAF – FONDES.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **Interpretación:**

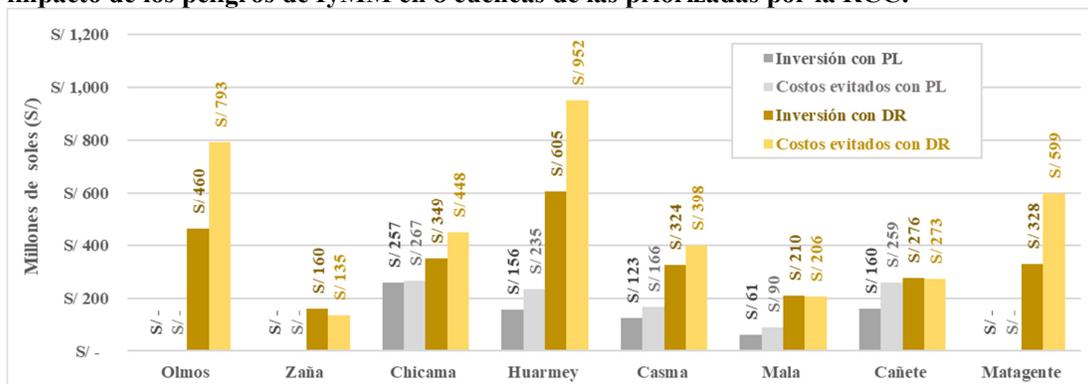
Los mayores beneficios esperados con los proyectos de IN les corresponden a las cuencas de los ríos Olmos con el 374% (S/. 420 millones de soles) y Matagente con el 317% (S/. 179 millones de soles) respecto a los montos propuestos en cada proyecto de inversión pública;

Los medianos beneficios esperados con los proyectos de IN les corresponden a las cuencas de los ríos Cañete con el 270% (S/. 195 millones de soles) y Huarmey con el 204% (S/. 57 millones de soles) respecto a los montos propuestos en cada proyecto de inversión pública.

Los menores beneficios esperados con los proyectos de IN les corresponden a las cuencas de los ríos Casma con el 127% (S/. 109 millones de soles), Chicama con el 114% (S/. 52 millones de soles), Mala con el 97% (S/. 149 millones de soles) y Zaña con el 78% (S/. 43 millones de soles) respecto a los montos propuestos en cada proyecto de inversión pública.

#### 4.1.5.2 Beneficios en la zona de impacto

**Figura 26: Beneficios esperados con proyectos de DR y PL para la prevención en la zona de impacto de los peligros de IyMM en 8 cuencas de las priorizadas por la RCC.**



**Nota:**

La inversión pública para la inversión pública de DR y PL fue determinada consultado al SIAF – FONDES.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Respecto a los proyectos de DR, los mayores beneficios esperados les corresponden a las cuencas de los ríos Matagente con el 183% (S/. 599 millones de soles), Olmos con el 172% (S/. 793 millones de soles) y Huarmey con el 157% (S/. 952 millones de soles) respecto a los montos propuestos en cada proyecto de inversión pública; los medianos beneficios esperados les corresponden a las cuencas de los ríos Chicama con el 128% (S/. 448 millones de soles) y Casma con el 123% (S/. 398 millones de soles) respecto a los montos propuestos en cada proyecto de inversión pública; finalmente los menores beneficios esperados les corresponden a las cuencas de los ríos Cañete con el 99% (S/. 273 millones de soles), Mala con el 98% (S/. 206 millones de soles) y Zaña con el 84% (S/. 135 millones de soles) respecto a los montos propuestos en cada proyecto de inversión pública.

Respecto a los proyectos de PL, los mayores beneficios esperados les corresponden a las cuencas de los ríos Cañete con el 162% S/. (259 millones de soles), Huarmey con el 150% (S/. 235 millones de soles) y Mala con el 147% (S/. 90 millones de soles) respecto a los montos propuestos en cada proyecto de inversión pública; los menores beneficios esperados les corresponden a las cuencas de los ríos Casma 136% (S/. 166 millones de soles) y Chicama

con el 104% (S/. 267 millones de soles) respecto a los montos propuestos en cada proyecto de inversión pública.

## 4.2 Prueba de hipótesis

### 4.2.1 Prueba de normalidad

#### Criterios de aceptabilidad:

Si la significancia es inferior que 0.05, entonces se acepta la  $H_a$ , esto es que los datos no siguen una distribución normal.

Si la significancia es mayor que 0.05, por lo tanto, se acepta  $H_0$ , es decir los datos si siguen una distribución normal.

**Tabla 7: Prueba de normalidad para la hipótesis general**  
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Pretest	Postest
N		128	128
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2490720570,50	3488499592,90
	Std. Deviation	3520649329,841	4191546807,680
Most Extreme Differences	Absolute	,225	,195
	Positive	,225	,195
	Negative	-,177	-,140
Test Statistic		,225	,195
<b>Asymp. Sig<sup>*</sup> (2-tailed)</b>		<b>,000<sup>c</sup></b>	<b>,000<sup>c</sup></b>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

NOTA: \* Significancia asintótica, por su definición en inglés

La significancia es menor que 0.05, es decir lo datos no siguen una distribución normal, por tanto, se aplica el estadístico no paramétrico de U de Mann-Whitney.

### 4.2.2 Contrastación de hipótesis general

Planteamiento de la prueba de normalidad para la hipótesis general

**H<sub>0</sub>:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN no tiene un efecto positivo y significativo en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**Ha:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**Tabla 8: Prueba de hipótesis general**

Ranks				
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	59,71	2866,00
	Grupo Tratamiento	80	67,38	5390,00
	<b>Total</b>	<b>128</b>		
<b>Postest</b>	Grupo Control	48	55,31	2655,00
	Grupo Tratamiento	80	70,01	5601,00
	<b>Total</b>	<b>128</b>		

Test Statistics <sup>a</sup>		
	Pretest	Postest
Mann-Whitney U	1690,000	1479,000
Wilcoxon W	2866,000	2655,000
Z	-1,134	-2,171
Asymp. Sig. (2-tailed)	,257	,030

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** Existe una clara diferencia de medianas entre los grupos experimentales. Por otro lado, la significancia en el postest es menor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis alterna, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN si tiene un efecto positivo y significativo en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

#### 4.2.3 Contrastación de las Hipótesis Específicas (HE)

##### 4.2.3.1 HE 1: Intensidad de la prevención de riesgos naturales

Planteamiento de la hipótesis específica 1

**Ho:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN no tiene un efecto positivo y significativo en la intensidad de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**Ha:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la intensidad de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**a) Prueba de la HE1 con efecto en la intensidad de la prevención de riesgos naturales**

**Tabla 9: Prueba de la HE 1 con efecto en la intensidad de la prevención de riesgos naturales**

		Ranks		
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	69,50	3336,00
	Grupo Tratamiento	80	61,50	4920,00
	Total	128		
<b>Postest</b>	Grupo Control	48	59,50	2856,00
	Grupo Tratamiento	80	67,50	5400,00
	Total	128		

Test Statistics <sup>a</sup>		
	Pretest	Postest
Mann-Whitney U	1680,000	1680,000
Wilcoxon W	4920,000	2856,000
Z	-1,184	-1,184
Asymp. Sig. (2-tailed)	,236	,236

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** No existe diferencia significativa de medianas entre los grupos experimentales. Por otro lado, la significancia en el postest es mayor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis nula, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN no tiene un efecto positivo y significativo en la intensidad de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 – 2037.

**b) Prueba de la HE 1 considerando las implicancias directas de las medidas de IN**

**Tabla 10: Prueba de la HE 1 considerando las implicancias directas de las medidas de IN**

		Ranks		
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	55,75	2676,00
	Grupo Tratamiento	80	69,75	5580,00
	Total	128		
<b>Postest</b>	Grupo Control	48	55,75	2676,00
	Grupo Tratamiento	80	69,75	5580,00
	Total	128		

Test Statistics <sup>a</sup>		
------------------------------	--	--

	Pretest	Postest
Mann-Whitney U	1500,000	1500,000
Wilcoxon W	2676,000	2676,000
Z	-2,072	-2,072
Asymp. Sig. (2-tailed)	,038	,038

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** Existe diferencia significativa de medianas entre los grupos experimentales. Por otro lado, la significancia en el postest es menor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis alterna, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN si tiene un efecto positivo y significativo en la intensidad de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 – 2037.

#### 4.2.3.2 HE 2: tecnología para la prevención de riesgos naturales

**Ho:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN no tiene un efecto positivo y significativo en la tecnología para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**Ha:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la tecnología para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

#### a) Prueba de la HE2 con efecto en la tecnología para la prevención de riesgos naturales

**Tabla 11: Prueba de la HE 2 con efecto en la tecnología para la prevención de riesgos naturales**

		Ranks		
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	64,50	3096,00
	Grupo Tratamiento	80	64,50	5160,00
	Total	128		
<b>Postest</b>	Grupo Control	48	65,13	3126,00
	Grupo Tratamiento	80	64,13	5130,00
	Total	128		

Test Statistics <sup>a</sup>		
	Pretest	Posttest
Mann-Whitney U	1920,000	1890,000
Wilcoxon W	5160,000	5130,000
Z	,000	-,148
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000	,882

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** No existe diferencia significativa de medianas entre los grupos experimentales. Por otro lado, la significancia en el posttest es mayor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis nula, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN no tiene un efecto positivo y significativo en la tecnología para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 – 2037.

#### b) Prueba de la HE 2 considerando las implicancias directas de las medidas de IN

**Tabla 12: Prueba de la HE 2 considerando las implicancias directas de las medidas de IN**

		Ranks		
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	64,50	3096,00
	Grupo Tratamiento	80	64,50	5160,00
	Total	128		
<b>Posttest</b>	Grupo Control	48	91,17	4376,00
	Grupo Tratamiento	80	48,50	3880,00
	Total	128		

Test Statistics <sup>a</sup>		
	Pretest	Posttest
Mann-Whitney U	1920,000	640,000
Wilcoxon W	5160,000	3880,000
Z	,000	-6,316
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000	,000

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** Existe diferencia significativa de medianas entre los grupos experimentales. Por otro lado, la significancia en el posttest es menor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis alterna, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN si tiene un efecto positivo y significativo en la tecnología para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 – 2037.

#### 4.2.3.3 HE 3: financiamiento público de la prevención de riesgos naturales

**Ho:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN no tiene un efecto positivo y significativo en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**Ha:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

##### a) Prueba de la HE 3 con efecto en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales

**Tabla 13:** Prueba de la HE 3 con efecto en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales

		Ranks		
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	93,67	4496,00
	Grupo Tratamiento	80	47,00	3760,00
	Total	128		
<b>Posttest</b>	Grupo Control	48	61,86	2969,50
	Grupo Tratamiento	80	66,08	5286,50
	Total	128		

Test Statistics <sup>a</sup>		
	Pretest	Posttest
Mann-Whitney U	520,000	1793,500
Wilcoxon W	3760,000	2969,500
Z	-8,776	-,623
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,533

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** No existe diferencia significativa de medianas entre los grupos experimentales. Por otro lado, la significancia en el posttest es mayor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis nula, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN no tiene un efecto positivo y significativo en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**b) Prueba de la HE 3 considerando las implicancias directas de las medidas de IN**

**Tabla 14: Prueba de la HE 3 considerando las implicancias directas de las medidas de IN**

		Ranks		
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	80,33	3856,00
	Grupo Tratamiento	80	55,00	4400,00
	Total	128		
<b>Postest</b>	Grupo Control	48	53,96	2590,00
	Grupo Tratamiento	80	70,83	5666,00
	Total	128		

Test Statistics <sup>a</sup>		
	Pretest	Postest
Mann-Whitney U	1160,000	1414,000
Wilcoxon W	4400,000	2590,000
Z	-6,048	-2,505
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,012

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** Existe diferencia significativa de medianas entre los grupos experimentales. Por otro lado, la significancia en el postest es menor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis alterna, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN si tiene un efecto positivo y significativo en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**4.2.3.4 HE 4: beneficios esperados para la prevención de riesgos naturales**

**Ha:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN no tiene un efecto positivo y significativo en los beneficios esperados para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

**Ha:** La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en los beneficios esperados para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

a) **Prueba de la HE 4 con efecto en los beneficios esperados de la prevención de riesgos naturales**

**Tabla 15: Prueba de la HE 4 con efecto en los beneficios esperados de la prevención de riesgos naturales**

		Ranks		
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	57,83	2776,00
	Grupo Tratamiento	80	68,50	5480,00
	Total	128		
<b>Postest</b>	Grupo Control	48	54,50	2616,00
	Grupo Tratamiento	80	70,50	5640,00
	Total	128		

Test Statistics <sup>a</sup>		
	Pretest	Postest
Mann-Whitney U	1600,000	1440,000
Wilcoxon W	2776,000	2616,000
Z	-3,754	-4,112
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** Existe diferencia significativa de medianas entre los grupos experimentales.

Por otro lado, la significancia en el postest es menor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis alterna, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en los beneficios esperados para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

b) **Prueba de la HE 4 considerando las implicancias directas de las medidas de IN**

**Tabla 16: Prueba de la HE 4 considerando las implicancias directas de las medidas de IN**

		Ranks		
	Grupo	N	Mean Rank	Sum of Ranks
<b>Pretest</b>	Grupo Control	48	57,83	2776,00
	Grupo Tratamiento	80	68,50	5480,00
	Total	128		
<b>Postest</b>	Grupo Control	48	54,50	2616,00
	Grupo Tratamiento	80	70,50	5640,00
	Total	128		

Test Statistics <sup>a</sup>		
	Pretest	Postest
Mann-Whitney U	1600,000	1440,000
Wilcoxon W	2776,000	2616,000
Z	-3,754	-4,112
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000

a. Grouping Variable: Grupo

**Interpretación:** Existe diferencia significativa de medianas entre los grupos experimentales. Por otro lado, la significancia en el posttest es menor al nivel de 0.05, por lo tanto, se confirma la hipótesis alterna, es decir la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN si tiene un efecto positivo y significativo en los beneficios esperados para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.

### **4.3 Discusión de resultados**

A partir de los resultados encontrados, se presentan los siguientes puntos importantes:

#### **4.3.1 En la hipótesis general**

Al determinar la relación entre la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN y la prevención de riesgos naturales desde su origen, Perú 2023 - 2037, se corroboró que si tiene un efecto positivo y significativo entre la recuperación de ecosistemas con las medidas de IN y la prevención de riesgos naturales (*significancia = 0000 < 0.05; Asymp. Sig = 0.030*), esto indica que tienden a demostrarse el efecto positivo de ambas variables, contribuyendo en el control de los peligros de inundación y movimientos de masa desde la zona de origen.

Respecto al porcentaje del financiamiento de las soluciones integrales en las 8 cuencas estudiadas, tan sólo el 15.7% del financiamiento le corresponden a los proyectos de IN, orientadas a atender las causas de los peligros de inundación y movimiento de masa desde en la zona de origen, mediante la recuperación de ecosistemas y con ello la mejora del SERRN; mientras que el financiamiento para los proyectos de Infraestructura Física mediante DR y PL en la zona de impacto, ascienden al 84.3%; evidenciándose con ello que la GRD tiene un énfasis reactivo con medidas paliativas a la ocurrencia de los desastres.

Asimismo, los resultados tienen similitud con los obtenidos por Vásquez, et al., (2018), en una investigación realizada en Mocoa- Colombia, respecto a la GRD y la prevención del desastre ocasionado por fenómenos naturales, donde determinó una *relación positiva muy fuerte* entre la vulnerabilidad de la población en el territorio y la reducción de riesgos generados por avenidas torrenciales, encontrando una gran información sobre su previsibilidad y de las constantes ocurrencias. Difiere con esta investigación, en la información analizada que es retrospectiva, dado que, en su estudio, el marco legal es muy completo, pero en la práctica aplican medidas inadecuadas “reactivas” luego de haber ocurrido el evento, lo que necesita ser complementado con medidas de prevención de desastres desde su origen sobre la base de su previsibilidad y de las constantes ocurrencias. Tienen mucha semejanza con la investigación realizada en 2 vertientes del Pirineo Aragonés de España, por Mintegui, et al., (2016) demostrando que los proyectos de recuperación hidrológico – forestal (equivalentes a IN) diseñados y ejecutados en la parte alta de la cuenca y los proyectos de protección de los ríos en la cuenca baja, fueron efectivas en la atenuación del peligro de huaicos y con ello garantizaron mantener operativa las vías de transporte y la seguridad de los habitantes y los medios de vida que los sustentan, además de las sinergias generadas entre estos proyectos, donde la IN reforzaron la eficacia y prolongación de la vida útil de los proyectos de protección. En este estudio, ambos tipos de proyectos se complementaron para reducir el peligro ante los riesgos naturales como las inundaciones y huaicos, diferenciándose con las soluciones integrales en Perú, sólo porque en la zona de impacto también consideran proyectos de Presas de Laminación.

Luego de comparar los resultados de las tres investigaciones, se puede decir, que tiene semejanza, a pesar de que se desarrollan en distintos contextos, así como, se puede afirmar que la recuperación de los ecosistemas susceptibles a los peligros de inundación y movimiento de masa con medidas de IN contribuyen en la intercepción y retención de las

precipitaciones y en consecuencia en la atenuación del caudal hídrico de evento y concentración de sedimentos en la zona de impacto, como parte de los SERRN que brindan, confirmando así, las teorías presentadas en el marco teórico. En esta investigación, está claro que el incremento de áreas de ecosistemas susceptibles a los peligros de inundación y movimiento de masa en las cuencas priorizadas por la RCC han disminuido su capacidad de brindar el SERRN; y es por ello por lo que se afecta al funcionamiento de la teoría, pero no impide la comprobación de esta.

Asimismo, la recuperación de ecosistemas con medidas de IN presentadas en el marco teórico del estudio, se vincula con la recuperación de las funciones naturales de los ecosistemas para brindar el SERRN (Minam, 2019a y Nesshöver et al., 2017) como beneficio directo asociado al control de los peligros de inundación y movimientos en masa desde la zona de origen; así mismo brindan servicios ecosistémicos de control de erosión de suelos, regulación hídrica y otros, como beneficios indirectos. Bajo este escenario, la recuperación de ecosistemas aplicando criterios de IN y gestión del riesgo en un contexto de cambio climático a fin de reducir los riesgos de inundaciones y movimiento de masa (D. S. N° 017-2018-MINAM, 2018) es una apuesta innovadora de la GIRD.

Por lo expuesto, analizando los resultados estadísticos, los antecedentes e interpretando los argumentos de autores reconocidos, se confirma, que, recuperando los ecosistemas priorizados con medidas de IN se recuperan el SERRN y se contribuye en la prevención de riesgos de desastres asociados a inundaciones y movimientos en masa.

Finalmente, a partir de las evidencias expuestas el nuevo enfoque de la gestión integral del riesgo de desastres del Perú, permitirá pasar de una gestión reactiva y correctiva por una gestión proactiva. Para ello es clave que la gestión pública institucionalice este nuevo enfoque a fin de que las futuras intervenciones para el control de inundaciones y movimientos en masa prioricen soluciones integrales, complementando las inversiones de

infraestructura gris en la zona de impacto con inversiones de IN en la zona de origen, éstos permitirán mejorar la protección y prevención, de los medios de vida, expuestos a futuros desastres ocasionados por inundaciones y movimientos en masa, como beneficio directo; sin embargo, a su vez las intervenciones de IN contribuirán en la mejora del desarrollo local debido a los beneficios indirectos adicionales que generan.

### **4.3.2 En las hipótesis específicas**

#### **4.3.2.1 HE 1: Intensidad de la prevención de riesgos naturales**

Se corroboró que la recuperación de ecosistemas con las medidas de IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la intensidad para la prevención de riesgos naturales (*significancia* = 0000 < 0.05; *Asymp. Sig* = 0.038), contribuyendo en el ajuste de la intensidad de los peligros de inundación y movimientos de masa desde la zona de origen; tal como se puede observar en el caso de la cuenca del río Zaña que presenta el 70.5 % de su superficie con valores de NDVI  $\geq$  a 3, incluye el 1.8 % de áreas recuperadas con los proyectos de IN, llegan a atenuar hasta el 61.6% del caudal máximo en avenidas y el 90.7 % de retención de sedimentos; sin embargo, en el caso de la cuenca del río Matagente que presenta tan sólo el 28.6 % de su superficie con valores de NDVI  $\geq$  a 3, incluye el 0.4 % de áreas recuperadas con los proyectos de IN, llegan a atenuar el 32.5% del caudal máximo y 43% de retención de sedimentos, evidenciándose que a mayor área de ecosistemas con valores de NDVI  $\geq$  a 3 será mayor la cantidad de caudal máximo atenuado y sedimentos retenidos como parte del SERRN que brindan estos ecosistemas.

Estos tienen similitud con los resultados de investigaciones realizadas por Cuevas (2021), realizada en Chile, el cuál corroboró que, la generación de niveles de erosión muy altos están relacionadas al cambio de cobertura de suelo y el paisaje, causados a su vez por las actividades agropecuarias y la deforestación. Por Sillero-Medina et al. (2021), en España,

estableció que las pérdidas de suelo calculados eran mucho mayores que los valores esperados de pérdida anual, solo mitigados en áreas con alta cobertura vegetal y/o años con poca lluvia. Por Monroy & Sandoval (2018), en Colombia, concluyó que las áreas ubicadas en zonas con procesos erosivos y de remoción en masa en 2 cuencas, no estaban activas, debido al SE de prevención que brindan los herbazales permanentes, en contraste con las áreas modificadas con plantaciones y pastos. Por Ayala & Camacás (2019), en Ecuador, respecto a la recuperación ecológica de ecosistemas degradados de bosque nublado, por el Cambio de Uso del Suelo debido a la actividad ganadera, presentó mayor efectividad mediante las estrategias de nucleación monoespecífica y asociada en contraste con la mixta. Por Esparza (2017), en Chile, demostró que los cambios de matorral a bosque nativo, agrícola a plantaciones y terrenos agrícolas en matorrales incrementaron los SERH, mientras que los cambios de plantación a matorral, de matorral a plantación y la persistencia de matorral, generaron su disminución. En el último estudio, se priorizó el SERH, diferenciándose de la investigación.

También tienen semejanza con los resultados de investigaciones realizadas a nivel global y de la región andina, específicamente sobre las medidas de IN obtenidos por: Bonnesoeur, Locatelli, & Ochoa-tocachi (2019) quienes concluyen que la forestación disminuye los caudales pico durante precipitaciones fuertes pero no extremas, ocasionando inundaciones menos intensas y frecuentes, mientras que en el caso de lluvias extremas o prolongadas no podrían prevenir una inundación catastrófica; también la forestación mejora las tasas de infiltración y disminuye la producción de sedimentos; y por otro lado la deforestación aumenta el riesgo de deslizamientos de tierras superficiales. Mosquera et al. (2022) reportaron que se requiere de más de 5 años de revegetación para incrementar esencialmente los servicios ecosistémicos; asimismo, concluyen que los pajonales presentan una alta capacidad de infiltración, en relación con la típica llovizna de los ecosistemas altoandinos,

reduce la ocurrencia de flujo superficial y disminuye la incidencia de procesos de erosión del suelo; asimismo, reportaron impactos negativos con el cambio de uso del suelo por la forestación con especies exóticas, el sobrepastoreo y la agricultura. Locatelli et al. (2020) concluyen que las zanjas de infiltración disminuye significativamente la escorrentía, mucho más en tierras con vegetación natural que en los cultivos; y reducen significativa y considerablemente la erosión laminar de los suelos. Willems et al. (2021) corrobora que las terrazas reducen la escorrentía superficial e impactan positivamente en la pérdida de suelos (hasta 90%), sin embargo, su abandono contribuye en la formación de cárcavas y surcos, y en pendientes pronunciadas tiene potencial de desencadenar deslizamientos de tierra.

Por lo expuesto, analizando los resultados estadísticos, los antecedentes e interpretando los argumentos de las 9 antes mencionados, se puede confirmar que, a pesar de que se desarrollaron en distintos contextos y en diferentes zonas, la recuperación de ecosistemas susceptibles a los peligros de inundación y movimiento de masa con las diferentes medidas de IN asociadas a la cobertura vegetal y al control de erosión de suelos, contribuirán en la regulación de riesgos naturales reduciendo la intensidad de los caudales pico durante precipitaciones fuertes pero no extremas, así como disminuirán la erosión de los suelos; mientras que el cambio de uso de suelo de los ecosistemas por actividades como la deforestación, sobrepastoreo, plantaciones con especies exóticas y otras, repercutirán en el incremento de la intensidad de los efectos.

#### **4.3.2.2 HE 2: tecnología para la prevención de riesgos naturales**

Se corroboró que la recuperación de ecosistemas con las medidas de IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la tecnología para la prevención de riesgos naturales (*significancia = 0000 < 0.05; Asymp. Sig = 0.000*), contribuyendo en el control de los peligros de inundación y movimientos de masa desde la zona de origen; tal como se puede observar que en la zona de origen se viabilizaron proyectos

de IN y serán ejecutados entre 4 a 5 años, luego ya en la fase de funcionamiento se espera que contribuyan con beneficios hídricos, por ejemplo en la atenuación del caudal máximo hasta en 17.6% y 12.6% y una reducción de los sedimentos hasta en 7.1% y 1.8% para las cuencas los río Cañete y Zaña respectivamente; un caso aparte de aportes mínimos es el caso de la cuenca del río Olmos; Sin embargo, en la zona de impacto se viabilizaron 2 tipos de proyectos de infraestructura física, DR y PL, que serán ejecutados entre 2 y 3 años, luego ya en la fase de funcionamiento se espera que los proyectos de DR mediante sus diferentes estructuras brinden protección a los medios de vida ante inundaciones y desbordes de los ríos (Maraví & Melchor, 2020) y que los proyectos de PL (en 5 de las 8 cuencas en estudio) son estructuras que fueron diseñadas para embalsar o almacenar temporalmente el caudal máximo y desaguar progresivamente en un caudal inferior y en tiempos más prolongados (Hidalgo, 2020); según los estudios hidrológicos se estimaron caudales máximos de 1,064 m<sup>3</sup>/s y 888 m<sup>3</sup>/s y transporte de sedimentos de 6'750,991 kg/s y 2'710,000 kg/s, para un período de retorno de 500 años, para las cuencas de los ríos Cañete y Zaña respectivamente. Evidenciándose que los proyectos de IN son intervenciones orientadas a la recuperación de la cobertura vegetal y prácticas de conservación de suelo y agua en ecosistemas susceptibles y priorizados en la zona de origen para tener un efecto importante sobre los movimientos en masa superficiales y la atenuación de inundaciones moderadas (Molina et al., 2020), logrando impactos del SERRN en el largo plazo: con la reforestación después de 20 años se logra un aumento en la tasa de infiltración y un control de erosión del suelo similares a los que brindan los bosques nativos (Bonnesoeur, Locatelli, & Ochoa-tocachi, 2019) y con la revegetación de pajonales altoandinos luego de más de 5 años (Mosquera et al., 2022), en el mediano y corto plazo: con las zanjas de infiltración reducen la escorrentía y la erosión (Locatelli et al., 2020), así como con la instalación de terrazas de formación lenta, muros

para el control de cárcavas, recuperación de andenes y construcción de cochas (Molina et al., 2020) solo durante 2 o 3 años.

Por otro lado, considerando que los proyectos de DR (Maraví & Melchor, 2020) y PL (Ortuño, 2019) son intervenciones estructurales que serán construidas en la zona de impacto para ofrecer resultados a corto y mediano plazo (Ochoa et al., 2017), entrando rápidamente en la fase de funcionamiento y brindando protección a los medios de vida ante las inundaciones y desbordes de los ríos frente a futuros FEN (Hidalgo, 2020).

Las tecnologías propuestas para la protección ante inundaciones y movimiento en masa tienen similitud con las investigaciones realizadas en varias cuencas del Perú, tales como por Maraví & Melchor (2020), en el río Ica, plantearon el muro gavión con relleno de material de préstamo para la plataforma, con dos tipos de medidas, como las DR más adecuadas para la mitigación de inundaciones. Por Chapoñan (2019), en el río Rímac, corroboró que el muro de contención y el enrocado son óptimas para reducir la vulnerabilidad ante desbordes en el sector Batasol. Por Ayala & Infante (2021), en el río Olmos, quienes proponen un diseño con enrocado que fue comprobado bajo modelamiento en un escenario de prevención considerable por rebose del río y la inundación de zonas contiguas. Así como por Tito (2017), en el río Cañete, quien concluye que el método Gumbel es el más adecuado según el método gráfico y modeló el comportamiento hidráulico del río.

Las tecnologías propuestas para la laminación de los caudales como prevención ante las inundaciones tienen similitud con las investigaciones realizadas en cuencas del Perú y otros países, tales como los obtenidos por Pérez & Vasconcellos (2017), en la quebrada Palo Redondo en el ámbito del proyecto Chavimochic, quienes concluyen que la presa de Materiales Gruesos con Pantalla de Concreto es la que responde mejor a las características de la quebrada. Por Hidalgo (2020), en la quebrada Apanguraico en San Martín, diseñó un embalse situado en la cuenca baja para mitigar el nivel de peligro de inundación en la

localidad de Alfonso Ugarte. Por Flores (2021), en Cartagena – Colombia, quien evidenció para este caso que el sistema de balsas en línea permite mitigar los caudales máximos durante una inundación y su efectividad se restringirá a un periodo de retorno máximo de 50 años, sobre este valor disminuirá los efectos de laminación. Así como por Yepes (2021), en el río Seguro – España, concluyó que si ya se hubiese construido la presa, el caudal máximo de la DANA de 2019, que fue de 207,63 m<sup>3</sup>/s se hubiese reducido hasta en 70%.

Así también, analizando los resultados obtenidos por Mintegui et al., (2016), en 2 vertientes del Pirineo Aragonés de España, concluyen que los proyectos planificadas y ejecutadas hace más de 50 años, con obras de protección de los ríos en la cuenca baja y obras de reforestación en la cuenca alta, fueron efectivas para la atenuación del peligro de huaicos y aseguraron la viabilidad de los medios de vida con un horizonte a largo plazo.

Por lo expuesto, analizando los resultados estadísticos, los antecedentes e interpretando los argumentos de investigaciones realizadas en la aplicación de tecnologías en: zonas de origen (4 de IN), zonas de impacto (4 de DR y 4 de PL) y 1 considerando ambas zonas. Se confirma, que, la apuesta del gobierno peruano a través de la ejecución de soluciones integrales en las cuencas de los ríos y quebradas afectadas por el FEN, considerando: tecnologías en la zona de impacto, como la Infraestructura Física (DR y PL), en la parte media y baja de la cuenca; y tecnologías en la zona de origen, como la IN para recuperar ecosistemas susceptibles priorizadas, en la parte media y alta de la cuenca; permitirán reducir los riesgos ante el peligro de inundaciones y movimientos en masa. Además, se resalta que los proyectos de IN es la única tecnología que atiende las causas directas del problema de estos peligros y también reforzarán la eficacia y prolongarán la vida útil de las DR y PL.

#### **4.3.2.3 HE 3: Financiamiento público de la prevención de riesgos naturales**

Se corroboró que la recuperación de ecosistemas con las medidas de IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en el financiamiento

público para la prevención de riesgos naturales (*significancia* = 0000 < 0.05; *Asymp. Sig* = 0.012), contribuyendo en el control de los peligros de inundación y movimientos de masa desde la zona de origen. Se evidencia que el financiamiento público orientado a la gestión del riesgo de inundaciones y movimiento en masa en las 8 cuencas de estudio fue de S/. 4,773 millones de soles según la consulta amigable del MEF, considerando el gasto corriente ejecutado entre los años 2017 y 2021, la inversión pública programada entre los años 2021/2022 al 2024/2028, y los gastos de funcionamiento programados entre los años 2025/2037 al 2035/2043, resaltando que el 84.3% (S/. 4,030 millones de soles) está orientado a la zona de impacto y sólo el 15.7% (S/. 743 millones de soles) a la zona de origen; Analizando el gasto corriente la diferencia es abrumadora, donde el 99.4% (S/. 268 millones de soles) corresponden a acciones de atención de emergencias por desastres y reducción de la vulnerabilidad y apenas el 0.65% (S/. 1.75 millones de soles) a acciones de conservación o restauración de ecosistemas degradados, a nivel de inversión pública el 84.9% (S/. 3,469 millones de soles) para DR y PL y el 18.5% (S/. 757 millones de soles) para IN, por último del gasto de funcionamiento el 68.7% (S/. 292 millones de soles) para la operación y mantenimiento de las DR y PL, con una diferencia menor, con el 31.3% (S/. 133 millones de soles) para la IN. Por otro lado, a nivel de cuencas el mayor financiamiento público se tiene a Huarney con 18.4% y Chicama con el 16.3%, el mediano financiamiento a Casma, Olmos, Cañete, Mala y Matagente entre el 13.9 % y 9.1%, y el de menor financiamiento a Zaña con el 9.1%.

Estos tienen similitud con los resultados de investigaciones obtenidos por Colgan et al. (2017), en Nueva Inglaterra, quienes afirman que la mayor cantidad de fondos (bonos verdes o bonos para catástrofes) están relacionadas con la recuperación de los desastres, pero muy pocos se utilizan para la prevención de inundaciones futuras. Por Alcántara-Ayala et al. (2019), en México, quienes proponen que la modificación de la política pública en la GIRD

debe ser transversal y enfocarse en el uso y la vulnerabilidad de los territorios a escala local, identificando el origen de los desastres para incidir las acciones de reducción de riesgos.

También los resultados tienen semejanza con los resultados de estudios desarrollados en los diferentes niveles de gobierno del Perú, por Sánchez (2018), para el nivel del Perú, la implementación de la GRD post FEN a nivel del gobierno nacional aún es insuficiente a nivel institucional, carece de un adecuado sistema de monitoreo, los gobiernos regionales y locales planifican su presupuesto en rubros diferentes a la prevención del RD y terminan responsabilizándose la implementación de estos procesos entre ellos. Por Rojas (2019), para el nivel regional, las políticas públicas de prevención influyen significativamente en la GRD del Gobierno Regional de La Libertad, pero no tuvo influencia en las acciones de preparación a la respuesta, rehabilitación y reconstrucción post FEN; asimismo, el 2018 tuvo una muy baja ejecución presupuestal de 2.5%. Finalmente, por Solano (2019), para el nivel local, la Municipalidad Provincial de Trujillo el 2018 tuvo una baja ejecución presupuestal del 29.1%, debido a que no han fortalecido sus capacidades institucionales y no articulan para trabajar en los ámbitos afectados.

Por otro lado, luego de desarrollar una iniciativa para integrar propuestas de 4 Grupos Impulsores de Gestión del Riesgo de Desastres (GRIDES) en Lambayeque, La Libertad, Cajamarca y Arequipa en la Política Nacional de GRD (PNGRD), resalta que para incluir o escalar las experiencias a nivel territorial en la política y prácticas a todo nivel de gobierno para mejorar la lógica, eficacia y eficiencia de las acciones de GRD con énfasis a la prevención y reducción de riesgos, considerando que los desastres son de origen antrópico y en consecuencia sus riesgos de desastres se reducen a nivel local (Alvarez, 2016).

Por lo expuesto, analizando los resultados estadísticos, los antecedentes e interpretando los argumentos de las investigaciones revisadas, se confirma, que, el gobierno nacional del Perú atiende el problema de riesgos de desastres y el FEN por primera vez, incorporando un marco

conceptual y datos relacionados a IN en complemento con obras tradicionales de prevención de inundaciones (Molina et al., 2020) y movimientos en masa; considerando la inclusión de la IN como parte de las mejoras en la capacidad para la reconstrucción de los tres niveles de gobierno como un objetivo prioritario para mejorar la recuperación de la población y sus medios de vida afectados por emergencias y desastres (PCM, 2021), innovando la GIRD a través de soluciones integrales, que complementariamente tienen un efecto positivo y significativo en la eficiencia y eficacia del financiamiento público para de la prevención de riesgos naturales.

#### **4.3.2.4 HE 4: Beneficios esperados para la prevención de riesgos naturales**

Se corroboró que la recuperación de ecosistemas con las medidas de IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en los beneficios esperados por la prevención de riesgos naturales (*significancia = 0000 < 0.05; Asymp. Sig = 0.000*), contribuyendo en el control de los peligros de inundación y movimientos de masa desde la zona de origen. Se evidencia que los beneficios que se generarán con la inversión pública para la prevención de los peligros de inundaciones y movimientos en masa en la zona de impacto, con los proyectos de DR y PL, y en la zona de origen con los proyectos de IN de las 8 cuencas de estudio, en total representan el 147.8% (S/. 6,025 millones de soles) respecto a los S/. 4,077 millones de soles de inversión pública total.

Analizando los beneficios que se generaría por tipo de proyecto, los mayores beneficios les corresponden a los proyectos de IN, que representan el 198% (S/. 1,204 millones de soles) respecto a los S/. 609 millones de soles de inversión pública. Los beneficios esperados con la inversión pública a ejecutarse en la zona de impacto; con los proyectos de DR representan el 140% (S/. 3,804 millones de soles) respecto a los S/. 2,712 millones de soles de inversión pública, mientras que con los proyectos de PL representan el 134% (S/. 757 millones de soles) respecto a los S/. 1,017 millones de soles de inversión pública.

Analizando los beneficios esperados en una cuenca grande como el caso del río Cañete, el proyecto de IN generaría un beneficio de 270% respecto a los S/. 72 millones de soles invertidos; sin embargo, el proyecto de DR generaría un beneficio de 99% respecto a los S/. 273 millones de soles invertidos y el proyecto de PL generaría un beneficio de 162% respecto a los S/. 259 millones de soles invertidos. Resaltando que al comparar la inversión pública en la zona de origen será 7.4 veces menos que en la zona de impacto y se espera que generará el doble de los beneficios sociales.

Analizando los beneficios esperados en una cuenca pequeña como el caso del río Huarney, el proyecto de IN generaría un beneficio de 204% respecto a los S/. 28 millones de soles invertidos; sin embargo, el proyecto de DR generaría un beneficio de 157% respecto a los S/. 952 millones de soles invertidos y el proyecto de PL espera generaría un beneficio de 150% respecto a los S/. 235 millones de soles invertidos. Resaltando que al comparar la inversión pública en la zona de origen será 42 veces menos que en la zona de impacto y se espera que generará solo una cuarta parte de beneficios sociales.

Por tanto se puede inferir que la IN generan beneficios incrementales notoriamente mayores a los esperados por las IF tradicionales.

De acuerdo a las conclusiones obtenidas por Carrizosa et al. (2019) con el crecimiento urbano improvisado en zonas vulnerables, la exposición a catástrofes en la zona de impacto se ha incrementado en los últimos 40 años; en consecuencia existe una mayor demanda de bienes y servicios ecosistémicos, ocasionando cambios de grandes áreas de ecosistemas en sus medios de vida y con ello la degradación del ecosistema, proceso que no es ajeno a la zona de origen de los peligros de inundación y movimientos en masa (Minam, 2019a) que cita a Rey-Benayas et al. (2009), y a la zona de impacto. Estos cambios también tienen coincidencia con los reportes de pérdidas económicas ocasionados por los ECE, tal como lo obtenido por Pérez (2015) a nivel global, se calculan que ocasionan pérdidas de U\$S 314

mil millones al año y respuestas a los desastres causados por estos desde los últimos 25 años; por Carrizosa et al. (2019) a nivel de ALyC registran pérdidas económicas a causa de desastres en US\$ 160 mil millones en los últimos 40 años; por Brenes & Girot, (2018) indica que para Costa Rica los ECE generaron 4 declaratorias de emergencia entre el 2014 y 2018 y prevén al 2025 un costo progresivo de atenciones considerando un escenario de mayor riesgo de 1,64 % y 2,50% de su PBI (US\$ 1 y 1.5 mil millones) 1,47 veces más que al 2017; mientras que para el caso de Perú Venkateswaran et al. (2017) informó que los 3 últimos FEN de los años 1982-1983, 1997-1998 y 2017, causaron pérdidas y daños a la infraestructura privada y pública por S/. 38.5 mil millones de soles (US\$ 10.68 mil millones) y equivalente al 5 % del PBI nacional del 2017.

Considerando los impactos económicos reportados en estas 5 investigaciones, resalta Carrizosa et al. (2019) evidenciando la complejidad de los factores asociados a los ECE y sus trágicos efectos en la población demandan un urgente diseño de estrategias integrales y modelos de intervención diferenciados, más inclusivas, productivas y resilientes, considerando la mitigación y adaptación al cambio climático y la recuperación de ecosistemas que permitan plantear la gestión de riesgos a todo nivel. En el caso del Perú, menciona Molina et al. (2020) que, se espera que, las pérdidas y daños a la infraestructura privada y pública en las cuencas afectadas por el FEN sean disminuidas o revertidas mediante las soluciones integrales impulsados por la ARCC.

Por otro lado, los beneficios esperados por los proyectos de IN tienen similitud a investigaciones como: la evaluación de los servicios ecosistémicos que se realizaron en el estudio a cargo de Capella (2019), quien resalta que con la aprobación de la Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (Ley N° 30215) el 28/06/2014, se revalora a los servicios ecosistémicos y reconoce sus beneficios para la población; un caso de puesta en valor es la retribución por servicios ecosistémicos hidrológicos implementados

por las Empresas Prestadoras de los Servicios de Saneamiento en el Perú, permitió incorporar financiamiento para las acciones de conservación o buenas prácticas en la parte alta de la cuenca. Por los obtenidos de Carbajal & Lucich (2016) quien reporta que los usuarios de SEDACUSCO estuvieron dispuestos a pagar hasta 8.06% (US\$ 0.57) adicional al pago por la tarifa de agua potable para financiar el 86% de acciones de conservación en la laguna de Piuray y con ello asegurar los SERH. Por Luna (2021) quien determinó la alternativa viable con el menor costo social S/. 15.98 soles por cada m<sup>3</sup> de agua propuesta para el proyecto de recuperación de ecosistemas que mejoren los SERH en el ámbito de la microcuenca Chanicocha, evaluando con el indicador costo-eficacia, a diferencia de los proyectos formulados a la fecha, sólo evaluaban con el indicador de costo-eficiencia.

En estos 3 últimos estudios, se evaluó el SERH; diferenciándose de los proyectos de IN impulsados por la ARCC, porque evalúan un beneficio directo y varios beneficios indirectos; como beneficio directo el SERRN con su indicador de costo-beneficio, estimados aplicando el método de costos evitados, y como beneficios indirectos se pueden evaluar los servicios ecosistémicos de: control de erosión y protección de suelos, regulación hídrica, secuestro de carbono, biomasa y mantenimiento de biodiversidad nativa, agua dulce, productos asociados al uso sostenible, belleza escénica, ecoturismo, conocimientos tradicionales, entre otros (Minam, 2019a citando a MEA, 2005; Willems et al., 2021; Mosquera et al., 2022; Bonnesoeur et al., 2019 y Locatelli et al., 2020).

Por lo expuesto, analizando los resultados estadísticos, los antecedentes e interpretando los argumentos de las investigaciones, se confirma, que, la inversión pública en la zona de impacto será mucho mayor que en la zona de origen y generarán menos beneficios, debido a que las soluciones integrales impulsados por la ARCC, mediante proyectos de IN en la zona de origen y las DR y PL en la zona de impacto, contribuyen en la reducción de riesgos de inundaciones y movimientos en masa como beneficio principal, evitando pérdidas y daños

a la infraestructura privada y pública; además que los proyectos de IN brindan beneficios indirectos que contribuyen al desarrollo local de la población. Todo ello evidencia que los proyectos de IN tienen un efecto positivo y significativo en los beneficios esperados para la prevención de riesgos naturales.

Finalmente, a partir de las evidencias expuestas y que resaltan los beneficios directos e indirectos que se esperan generar a partir de los proyectos de IN, estos deben ser profundizados con nuevas investigaciones a fin de evidenciar su cuantificación adecuada en la evaluación social del proyecto, su contribución real en el desarrollo local y su importancia en el cambio a un nuevo enfoque de la gestión integral del riesgo de desastres en el Perú, pasando de una gestión reactiva y correctiva por una gestión proactiva.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

1. Se determinó que existe un efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN para la mejora en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037, demostrada a través de la prueba de U Mann de Whitney (sig. = 0.030); lo que indica claramente que la IN tiene efecto en el control de los peligros en la zona de origen y contribuye en la reducción de riesgos de desastres por inundaciones y movimientos en masa en la zona de impacto y, a su vez, en la mejora del desarrollo local de la población, que habitan en las cabeceras de cuencas, debido a otros servicios ecosistémicos que se generan como beneficios indirectos.
2. Se determinó que existe un efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la intensidad de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037, demostrada a través de la prueba de U Mann de Whitney (sig. = 0.038), lo que muestra que la IN contribuye atenuando la intensidad de los caudales máximos durante lluvias fuertes pero no extremas y en la disminución de la erosión de los suelos; asimismo, se corrobora que a mayor superficie de ecosistemas en buen estado de conservación será mayor la cantidad de caudal máximo atenuado y sedimentos retenidos como parte del SERRN.

3. Se determinó que existe un efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la tecnología para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037, demostrada a través de la prueba de U Mann de Whitney (sig. = 0.000), lo que evidencia que las soluciones integrales son intervenciones que se complementan espacial y temporalmente. En la zona origen, los proyectos de IN recuperan la cobertura vegetal y la estabilidad del suelo de los ecosistemas priorizados y con ello mejoran los servicios ecosistémicos de atenuación del caudal máximo y reducción de los sedimentos en el largo plazo, considerando 4 a 5 años de ejecución y otros 10 a 16 años más de funcionamiento para que estos ecosistemas recuperados alcancen condiciones adecuadas de prevención; así como en la zona de impacto, los proyectos de DR y PL protejan a los medios de vida ante inundaciones por desborde de los ríos y movimientos en masa en el corto y mediano plazo, considerando 2 a 3 años de ejecución y pasando rápidamente a brindar protección de los riesgos naturales.
4. Se determinó que existe un efecto de la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037, demostrada a través de la prueba de U Mann de Whitney (sig. = 0.012), lo que evidencia mejoras en la eficiencia y eficacia de los Planes Integrales para el CIyMM en las 8 cuencas de estudio, debido a la inclusión de los proyectos de IN para la atención del problema en la zona de origen con el 15.7% (S/. 743 millones de soles), como complemento a los proyectos de DR y PL para la protección a los medios de vida ante inundaciones y desbordes de los ríos y movimientos en masa en la zona de impacto con el 84.3% (S/. 4,030 millones de soles).
5. Se determinó que existe un efecto de los beneficios esperados por la recuperación de ecosistemas con infraestructura natural en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN,

para la mejora de los beneficios esperados por la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037, demostrada a través de la prueba de U Mann de Whitney (sig. = 0.000), corroborando que en las 8 cuencas en estudio la inversión pública en la zona de origen con proyectos de IN será 4.6 veces menos que la inversión pública en la zona de impacto con proyectos de DR y PL y generarán 1.4 veces más de beneficios; la diferencia de los beneficios se debe a que los proyectos de IN además de contribuir en la reducción de riesgos de inundaciones y movimientos en masa como beneficio principal evitando pérdidas y daños a la infraestructura privada y pública, también van a generar beneficios indirectos que van a reforzar la eficacia y prolongación de la vida útil de las DR y PL, así como contribuir en el desarrollo local de la población a través de jornales y otros servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, secuestro de carbono, control de erosión y protección de suelos, biomasa y mantenimiento de biodiversidad, agua dulce, productos asociados al uso sostenible, belleza escénica, ecoturismo, conocimientos tradicionales, entre otros.

## 5.2 Recomendaciones

1. Mejorar el enfoque de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD) del Perú, considerando la inclusión de los proyectos de IN en la zona de origen como complemento a los proyectos de infraestructura física (DR y PL) en la zona de impacto, ambos planteados como soluciones integrales y generando como beneficio directo, mejorar la protección y prevención, de los medios de vida, expuestos a futuros desastres ocasionados por inundaciones y movimientos en masa; a su vez, los proyectos de IN contribuirán en la mejora del desarrollo de la población local, que habitan en las cabeceras de cuencas, debido a los beneficios indirectos adicionales que generan. Este cambio de enfoque de la GIRD le permitirá al Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres del Perú (SINAGRED), pasar de una gestión reactiva y correctiva a una innovadora gestión proactiva.
2. Profundizar investigaciones más detalladas para que los tomadores de decisiones puedan entender la contribución de la IN en la atenuación de la intensidad de los caudales máximos y en la erosión de los suelos durante lluvias moderadas, fuertes y extremas; considerando el estado de conservación de los ecosistemas relacionados al SERRN y el impacto del cambio de uso de suelo de los ecosistemas por la deforestación, sobrepastoreo, plantaciones con especies exóticas y otras actividades que repercuten en la intensidad de los efectos como el riesgo de inundaciones y movimientos en masa.
3. Profundizar investigaciones más detalladas para que los tomadores de decisiones puedan conocer la importancia de intervenir mediante soluciones integrales con el objetivo de reducir el peligro de inundaciones y movimientos en masa en las cuencas afectadas por el FEN:
  - ✓ la contribución de la IN, por tipo de medida y la capacidad de recuperación del ecosistema en el tiempo, asociados al SERRN e incidiendo en la recuperación de la

cobertura vegetal y prácticas de conservación de suelo y agua en ecosistemas priorizados para la reducción de los movimientos en masa y la mitigación de inundaciones, en la parte media y baja de la cuenca como zona de impacto.

- ✓ la contribución de la Infraestructura Física, por tipo de proyecto como las DR y PL, para proteger a los medios de vida ante inundaciones y desbordes de los ríos, movimientos en masa y laminación de los caudales máximos durante avenidas en la parte media y baja de la cuenca como zona de impacto.
  - ✓ La contribución de los proyectos de IN para reforzar la eficacia y prolongación de la vida útil de los proyectos de Infraestructura Física, tales como DR y PL.
4. Institucionalizar la inclusión de los proyectos de IN en la gestión pública, como intervenciones que atiende el problema de riesgos de desastres desde la zona de origen de los peligros por inundaciones y movimientos en masa, innovando el marco conceptual de la GIRD en complemento a los tradicionales proyectos de Infraestructura Física de prevención de inundaciones y movimientos en masa; asimismo, se debe complementar con estudios específicos sobre el efecto que tiene la inclusión de los proyectos de IN en la mejora de:
- ✓ la gestión de las inversiones de las soluciones integrales (DR y PL en la zona de impacto e IN en la zona de origen).
  - ✓ la planificación, programación y presupuestación del presupuesto público en los 3 niveles de gobierno en el PP 0068.
  - ✓ la eficiencia y eficacia del financiamiento público para la prevención de riesgos naturales, respecto a peligros de inundación y movimientos en masa.
  - ✓ la capacidad para la reconstrucción de los tres niveles de gobierno como un objetivo prioritario para optimizar la recuperación de la población y sus medios de vida

afectados por emergencias y desastres, tal como lo establece la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres al 2050 del Perú.

- ✓ los resultados para el cumplimiento de los compromisos internacionales adoptados por el Perú frente al marco de la III Conferencia Mundial sobre la RRD.
  - ✓ el posicionamiento a nivel internacional como un país innovador en la GIRD y la apuesta de inversiones sin precedentes.
5. Profundizar investigaciones más detalladas sobre los beneficios directos e indirectos que se esperan generar a partir de los proyectos de IN, a fin de evidenciar su cuantificación adecuada en la evaluación social del proyecto, su contribución en:
- ✓ la reducción de riesgos de inundaciones y movimientos en masa como beneficio principal evitando pérdidas y daños a la infraestructura privada y pública.
  - ✓ el refuerzo de la eficacia y prolongación de la vida útil de la DR y PL.
  - ✓ el desarrollo local de la población a través de oportunidades de trabajo en la ejecución y otros servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, secuestro de carbono, control de erosión y protección de suelos, productos asociados al uso sostenible, belleza escénica, ecoturismo, conocimientos tradicionales, entre otros que se generarán en la fase de funcionamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abouhamad, S. D. L., Rojas, M., Méndez, J., Salazar, K., & Salmerón, A. (2017). Servicios ecosistémicos de regulación que benefician a la sociedad y su relación con la restauración ecológica. *Biocenosis*, 31, 80–92. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/1731/1958>
- Alcántara-Ayala, I., Garza, M., López, A., Magaña, V., Oropeza, O., Puente, S., Rodríguez, D., Lucatello, Simone Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia, Ruiz, N., Tena, R. A., Urzúa, M., & Vázquez, G. (2019). Gestión Integral de Riesgo de Desastres en México: reflexiones, retos y propuestas de transformación de la política pública desde la academia. *Investigaciones Geográficas*, 98, 17. <https://doi.org/10.14350/rig.59784>
- Alegre, K. V. (2017). Cambios en la cobertura vegetal del suelo de la provincia de Yauyos, durante el transcurso de los años 1997 al 2017, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal [Universidad César Vallejo]. In *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10803>
- Alva, D., Manosalva, H., Micha, E., & Rojas, E. (2018). Impacto de los incendios en la vegetación y suelo del bosque: una revisión de la literatura científica [Univerisdad Privada del Norte]. In *Univerisdad Privada del Norte*. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14153/Alva Mendoza Denisse Milagros - Manosalva Caruajulca Héctor Iván - Micha Tello Elva Karina - Rojas Villegas Evelyn Veronica.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14153/Alva%20Mendoza%20Denisse%20Milagros%20-%20Manosalva%20Caruajulca%20Héctor%20Iván%20-%20Micha%20Tello%20Elva%20Karina%20-%20Rojas%20Villegas%20Evelyn%20Veronica.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alvarez, S. (2016). *Redes Sociales de Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú* [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/8671>

- Arellano Sánchez, C. W. (2020). *Caracterización de la cobertura vegetal boscosa del Sector Sur de la Poligonal Olmos Proyecto Especial Olmos Tinajones (PEOT) mediante teledetección* [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
- Arispe, C. M., Yangali Vicente, J. S., Guerrero Bejarano, M. A., Lozada de Bonilla, O. R., Acuña Gamboa, L. A., & Arellano Sacramento, C. (2020). *La investigación científica: una aproximación para los estudios de posgrado* (GUAYAQUIL/UIDE/2020 (ed.)). <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/4310>
- Armenteras, D., & Rodríguez, N. (2014). Dinámicas y causas de deforestación en bosques de Latino América: Una revisión desde 1990. *Colombia Forestal*, 17(2), 233. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a07>
- Arteaga, R., Dueñas, S., Moreira, H., & Cedeño, M. (2021). Saber para prever y prever para proteger. *Prociences*, 5, 38. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol5iss38.2021pp221-235>
- Ayala, B., & Camacás, M. (2019). Efectividad de estrategias de restauración ecológica en el ecosistema bosque nublado en Ecuador [UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE]. In *Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte*. <https://doi.org/10.37171/0033-2909.I26.1.78>
- Ayala, W., & Infante, J. (2021). *Simulación hidráulica y estructural de la defensa ribereña en el río Olmos, tramo entre bocatoma La Juliana y Miraflores, Olmos- Lambayeque - 2021* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63769>
- Becerra, P., Arellano, E., & Smith Ramirez, C. (2018). *Evaluación de técnicas pasivas y activas para la recuperación del bosque esclerófilo de Chile central* (P. U. C. de C.

PUCCH (ed.)).

[https://www.researchgate.net/profile/Pablo\\_Becerra3/publication/337927152\\_EVALUACION\\_DE\\_TECNICAS\\_PASIVAS\\_Y\\_ACTIVAS\\_PARA\\_LA\\_RECUPERACION\\_DEL\\_BOSQUE\\_ESCLEROFILO\\_DE\\_CHILE\\_CENTRAL/links/5df440c34585159aa47bfbef/EVALUACION-DE-TECNICAS-PASIVAS-Y-ATIVAS-PARA-LA](https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Becerra3/publication/337927152_EVALUACION_DE_TECNICAS_PASIVAS_Y_ACTIVAS_PARA_LA_RECUPERACION_DEL_BOSQUE_ESCLEROFILO_DE_CHILE_CENTRAL/links/5df440c34585159aa47bfbef/EVALUACION-DE-TECNICAS-PASIVAS-Y-ATIVAS-PARA-LA)

Bonnesoeur, V., Locatelli, B., Guariguata, M. R., Ochoa-Tocachi, B. F., Vanacker, V., Mao, Z., Stokes, A., & Mathez-Stiefel, S. L. (2019). Impacts of forests and forestation on hydrological services in the Andes: A systematic review. *Forest Ecology and Management*, 433, 569–584. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.033>

Bonnesoeur, V., Locatelli, B., & Ochoa-tocachi, B. F. (2019). Impacto de la forestación en el agua y los suelos de los Andes: ¿Qué Sabemos? *Research Program on Forest, Trees and Agroforestry*, 12. [https://agritrop.cirad.fr/591482/1/Bonnesoeur\\_2019\\_Impacto\\_de\\_la\\_Forestacion\\_en\\_el\\_Agua\\_y\\_Suelos.pdf](https://agritrop.cirad.fr/591482/1/Bonnesoeur_2019_Impacto_de_la_Forestacion_en_el_Agua_y_Suelos.pdf)

Brenes, A., & Giro, P. (2018). *Gestión del riesgo y cambio climático*. <http://repositorio.ucr.ac.cr/handle/10669/77452>

Canto, C. (2020). *Caracterización geomorfológica y movimientos de masa-una revisión sistemática de la literatura científica en el periodo 2014-2020* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24953>

Capella, J. L. (2019). *Política Pública y Ambiente en el Perú: La Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos y los Factores que Permitieron su Aprobación* [PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7961>

Carbajal, M., & Lucich, I. (2016). Valor de la conservación de la fuente de agua y de los atributos del servicio de abastecimiento de agua de SEDACUSCO S.A. Informe final

- Proyecto Mediano. Cies; Unmsm, 1–128.  
308028332\_Valor\_de\_la\_Conservacion\_de\_la\_Fuente\_de\_Agua\_y\_de\_los\_Atributos  
\_del\_Servicio\_de\_Abastecimiento\_de\_Agua\_de\_SEDACUSCO\_Una\_Aproximacion  
\_Empleando\_Experimentos\_de\_Eleccion
- Carranza, A. (2019). *La gestión de recursos hídricos en un escenario de escasez hídrica como consecuencia del cambio climático* [Pontificia Universidad Católica del Perú].  
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/16028>
- Carrizosa, M., Cohen, M., Gutman, M., Leite, F., López, D., Nesprias, Julia, ..., & Versace, I. (2019). *Enfrentar el riesgo: Nuevas prácticas de resiliencia urbana en América Latina* (CAF). <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1416>
- Cconislla, J. (2017). *Protección contra inundaciones en el sector del Centro Poblado de Gorgor, distrito de Gorgor, Provincia de Cajatambo, Lima*. [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3376>
- Chapoñan, J. (2019). *Modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en el río Rímac, sector Batasol, distrito de Lurigancho-Chosica, Lima, 2019* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40730>
- Colgan, C. S., Beck, M. W., & Narayan, S. (2017). *Financing Natural Infrastructure for Coastal Flood Damage Reduction. June*, 44. [http://centerfortheblueeconomy.org/wp-content/uploads/2017/06/6.13.17.LLYODS.Financing-Natural-Infrastructure-1.JUN\\_.2017\\_Lo-Res.pdf](http://centerfortheblueeconomy.org/wp-content/uploads/2017/06/6.13.17.LLYODS.Financing-Natural-Infrastructure-1.JUN_.2017_Lo-Res.pdf)
- Cuba, M., & Santos, E. (2021). Evaluación de riesgos por inundación fluvial en los márgenes del río Pichari en la provincia La Convención - Cusco, 2020 [Universidad César Vallejo]. In *Repositorio Universidad César Vallejo*.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60490/Cuba\\_HMA-](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60490/Cuba_HMA-)

Santos\_HE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Cuevas, F. (2021). *Análisis de los efectos del cambio de cobertura de suelo en los procesos de erosión hídrica en la cuenca del estero Coyanco* [Universidad de Concepción].  
<http://repositorio.udec.cl/handle/11594/6056>
- D. S. N° 017-2018-MINAM. (2018). *Lineamientos para la incorporación de criterios sobre infraestructura natural y gestión del riesgo en un contexto de cambio climático, en el marco de la reconstrucción con cambios* (Decreto Supremo). Diario El Peruano.  
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-los-lineamientos-para-la-incorporacion-de-criterios-decreto-supremo-n-017-2018-minan-1727309-3/>
- D. S. N° 038-2021-PCM. (2021). *La Política Nacional De Gestión Del Riesgo De Desastres al 2050 del Perú*.  
[https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/DS\\_038\\_2021\\_PCM\\_POLITICA\\_NACIONAL\\_DEL\\_RIESGO\\_DESASTRES\\_AL\\_2050.pdf](https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/DS_038_2021_PCM_POLITICA_NACIONAL_DEL_RIESGO_DESASTRES_AL_2050.pdf)
- DeAlba-Martínez, H., & Márquez-Azúa, B. (2017). Hacia la creación de un índice de riesgo para diseñar y evaluar un servicio ecosistémico de regulación de inundaciones en microcuencas urbanas. *Tecnogestión*, 14(1), 11.  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/12634/13176>
- Díaz, M., & Espinoza, J. (2017). *Alternativa para retener el transporte de sedimentos mediante presas tipo sabo y barreras flexibles con fines de mitigación de huaycos en la quebrada San Idelfonso - Trujillo 2017* [Universidad Privada Antenor Orrego].  
<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4188>
- Esparza, A. (2017). *Impactos del cambio de la cobertura y el uso del suelo en la oferta de servicios ecosistémicos de regulación hídrica en el centro-sur de Chile* [Universidad de Concepción].

[http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/2487/Tesis\\_Impactos\\_del\\_cambio\\_de\\_la\\_cobertura.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.udec.cl/bitstream/handle/11594/2487/Tesis_Impactos_del_cambio_de_la_cobertura.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Farji-Brener, A. G. (2019). Una propuesta de marco conceptual para el desarrollo de proyectos de investigación en Entomología y ciencias afines. *Revista Colombiana de Entomología*, 45(1), e7805. <https://doi.org/10.25100/socolen.v45i0.7805>

Flores, E. (2019). Climate Change : High Andean Rangelands and Food Security. Cambio Climático: Pastizales Alatoandinos y seguridad alimentaria. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña*, 1, 73–80. <https://doi.org/10.36580/rgem.i1.73-80>

Flores, O. (2015). *Propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río Ilave Zona Rural C.P. Santa Rosa de Huayllata-Ilave* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2245>

Flores, R. (2021). *Optimización hidráulica de balsas en línea y su adaptación como Solución Basada en la Naturaleza para mitigar el riesgo de inundación. Caso de estudio Campo de Cartagena – TM de San Javier (Murcia)* [Universidad Politécnica de Cartagena]. <https://repositorio.upct.es/handle/10317/10144>

González-Rivera, M., & Gómez-Sal, A. (2015). El rol de los servicios de los ecosistemas en la mitigación de riesgos naturales derivados del cambio climático: Una perspectiva de evaluación desde la sostenibilidad ecológica. *Perspectivas En Asuntos Ambientales*, 4, 66–79.

[http://www.anagmendez.net/umet/pdf/p\\_rol\\_servicios\\_ecosistemas\\_mitigacion\\_riesgos\\_naturales\\_derrivados\\_cambio\\_climatico.pdf](http://www.anagmendez.net/umet/pdf/p_rol_servicios_ecosistemas_mitigacion_riesgos_naturales_derrivados_cambio_climatico.pdf)

Granero, R. (2016). Metodología de Investigación en Psicología Estadística descriptiva e inferencial. *Metodología de La Investigación Clínica*, 102. [https://cdn-cms.f-static.com/uploads/2236286/normal\\_5cef018589ced.pdf](https://cdn-cms.f-static.com/uploads/2236286/normal_5cef018589ced.pdf)

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. In S. A. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES (Ed.), *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Primera ed). <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernández- Metodología de la investigación.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (S. A. D. C. . McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES (ed.); Sexta edic). <https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/Metodología-de-la-Investigación.pdf>
- Hidalgo, P. (2020). Diseño hidráulico de un embalse regulador de caudales en máximas avenidas con fines de control de inundaciones en la quebrada Apanguraico, distrito de Shamboyacu, provincia de Picota – San Martín 2018 [Universidad Nacional de San Martín]. In *Universidad Nacional de San Martín*. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3862>
- INDECI. (2017). *Compendio Estadístico del INDECI 2017 en la atención de emergencias y desastres* (INDECI (ed.); Dirección). <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201802271714541.pdf>
- Locatelli, B., Homberger, J., Ochoa-tocachi, B. F., Bonnesoeur, V., Román, F., Drenkhan, F., & Buytaert, W. (2020). Impactos de las zanjas de infiltración en el agua y los suelos de los Andes: ¿Qué Sabemos? *HAL-Archiver Ouveters*, May, 15. <http://hal.cirad.fr/cirad-02615502/document>
- Luna, R. (2021). Evaluación económica de proyectos de inversión en ecosistemas, para la recuperación de sus servicios en el inverte.pe\_Luna [Universidad Nacional Agraria La Molina]. In *Universidad Nacional Agraria La Molina*.

- <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5052>
- Maraví, F., & Melchor, L. (2020). *Análisis comparativo de defensas ribereñas para la mitigación de inundaciones del río Ica* [Universidad Ricardo Palama]. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3827>
- Márquez, J. (2019). Zonificación de la vulnerabilidad por fenómenos de remoción de masa en el Corregimiento de San José de Oriente, Departamento Del César. In *Journal of Chemical Information and Modeling*. <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/963>
- MEF, D. (2019). Guía General para la Identificación, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión 2019. *Invierte.Pe*, 200. <https://www.dnp.gov.co/Programas/Inversionesyfinanzas/FAblicas/6Metodolog%EDas.aspx>
- Minam. (2016). Aprueban Reglamento de la Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos. In *Diario Oficial El Peruano*. <http://busquedas.elperuano.com.pe/download/url/aprueban-reglamento-de-la-ley-n-30215-ley-de-mecanismos-de-decreto-supremo-n-009-2016-minam-1407244-4>
- Minam. (2019a). *Anexo 2 del Programa Presupuestal N° 144: conservación y uso sostenible de ecosistemas para la provisión de servicios ecosistémicos*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/351753/1.6\\_ANEXO\\_2\\_VF\\_2020.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/351753/1.6_ANEXO_2_VF_2020.pdf)
- Minam. (2019b). Memoria descriptiva del Mapa Nacional de Áreas Degradadas en Ecosistemas Terrestres del Perú. In *Normativa*. <https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/02/Mapa-Nacional-de-Áreas-Degradadas-Terrestres.pdf>
- Minam. (2019c). Resolución Ministerial N° 178-2019-MINAM. “Lineamientos para la formulación de proyectos de inversión en las tipologías de ecosistemas, especies y

- apoyo al uso sostenible de la biodiversidad.” In *Diario Oficial El Peruano*.  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/319848/RM\\_N\\_\\_178-2019.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/319848/RM_N__178-2019.pdf)
- Mintegui Aguirre, J., Fábregas, S., Robredo Sánchez, J., & Huelin Rueda, P. (2016). Evaluación de los efectos de la restauración hidrológico-forestal en la atenuación de los riesgos naturales en las cuencas de montaña: aplicación en el Pirineo aragonés. *Lucas Mallada: Revista de Ciencias*, 18, 311–378.  
<https://revistas.iea.es/index.php/LUMALL/article/view/2639>
- Molina, A., Vanacker, V., Rosas, M., Román, F., Ochoa-Tocachi, B. F., & Buytaert, W. (2020). *Infraestructura natural para la gestión de riesgos de erosión e inundaciones en los Andes: ¿Qué sabemos?* 1, 17. <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/06/Infraestructura-natural-para-la-gestion-de-riesgos-de-erosion-e-inundaciones-en-los-Andes.pdf>
- Monroy, J., & Sandoval, M. (2018). Evaluación de servicios ecosistémicos de regulación de remoción en masa y erosión, en las cuencas Salitre y Teusacá, área rural de Bogotá, Colombia. *Revista de Geografía*, 35(3), 28. <https://doi.org/10.51359/2238-6211.2018.231764>
- Mosquera, G., Marín, F., Stern, M., Bonnesoeur, V., Ochoa-Tocachi, B., & Román-Dañobeytia, F. (2022). *Servicios ecosistémicos hídricos de los pajonales altoandinos: ¿Qué sabemos?* 20. <https://www.forest-trends.org/publications/servicios-ecosistemicos-hidricos-de-los-pajonales-altoandinos-que-sabemos/>
- Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K. N., Rusch, G. M., Waylen, K. A., Delbaere, B., Haase, D., Jones-Walters, L., Keune, H., Kovacs, E., Krauze, K., Kylvik, M., Rey, F., van Dijk, J., Vistad, O. I., Wilkinson, M. E., & Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of the Total Environment*, 579, 1215–1227. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>

- Niño, J. S., Quino, M., Angulo, C., & Leguía, E. V. (2018). Política Nacional de Gestión de Riesgos y Desastres. *Revista Médica Carrionica* 2018; 7(1): 1, 1, 19. <http://cuerpomedico.hdosdemayo.gob.pe/index.php/revistamedicacarrionica/article/view/268>
- Novoa, P., Ledesma, F., Inga, M., Garro, L., & Sánchez, F. (2019). *Los mapas mentales armónicos en dispositivos móviles para la comprensión y producción de textos narrativos\_Cita a (Lozada, 2014) (Área de In)*. [https://books.google.com.pe/books?id=AmTGDwAAQBAJ&printsec=copyright&hl=es&source=gbs\\_pub\\_info\\_r#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=AmTGDwAAQBAJ&printsec=copyright&hl=es&source=gbs_pub_info_r#v=onepage&q&f=false)
- Ochoa-tocachi, B. F., Bardales, J., Antiporta, J., Pérez, K., Acosta, L., Mao, F., Zulkafli, Z., Gil-Ríos, J., Angulo, Ó., Grainger, S., Gammie, G., De Bievre, B., & Buytaer, W. (2019). Contribuciones potenciales de la infraestructura preincaica de infiltración de agua para la seguridad hídrica en los Andes. *Nature Sustainability*, 2, 584–593. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0307-1>
- Ochoa, M., Moreno, J., Medina, L., Rodríguez, R., Fabián, C., Nuñez, S., Gómez, D., Vilchez, M., Lara, J., & Sosa, N. (2017). *Evaluación geológica de las zonas afectadas por el Niño Costero 2017 en las regiones Lima - Ica*. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/818>
- Ortuño, M. G. M. (2019). Gestión integral de la seguridad de presas en el marco de la gestión de recursos hídricos y eventos extremos. *Cna 2019 Aguas Superficiales PRESAS*, 13, 22. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6846334>
- PCM. (2020). *Programa Presupuestal 0068 “Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres”- PREVAED*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/475408/Diseño2021\\_PDF.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/475408/Diseño2021_PDF.pdf)

- Pérez, G. A., & Vasconcellos, G. (2017). Evaluación de tres alternativas de proyecto de presa para el embalse Palo Redondo [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)]. In *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621839>
- Pérez, L. (2015). Desastres climáticos: Anticiparse para reducir el riesgo. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 41(3), 230–234. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86443147003>
- Portuguez, H., Zambrano, A., Armas, Y., Lebel, C., & Aucasime, A. (2022a). *Guías metodológicas para estudios definitivos de de infraestructura natural con enfoque de GRD en la RCC en el Perú. Evaluación del estado del ecosistema e identificación de medidas de infraestructura natural (Guía inédita). Proyecto INSH. Proyecto de Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica - INSH.*
- Portuguez, H., Zambrano, A., Armas, Y., Lebel, C., & Aucasime, A. (2022b). *Guías metodológicas para estudios definitivos de de infraestructura natural con enfoque de GRD en la RCC en el Perú. Localización de áreas de intervención: macro y microlocalización (Guía inédita). Proyecto INSH. Proyecto de Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica.*
- Rey Benayas, J. M., Barral, P., & Meli, P. (2017). Lecciones de cuatro meta-análisis globales sobre la restauración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. *Ecología Austral*, 27(1-bis), 193–198. <https://doi.org/10.25260/ea.17.27.1.1.252>
- Rojas, E. (2019). *Políticas públicas de prevención y su influencia en la gestión de riesgos de fenómenos naturales del Gobierno Regional de La Libertad -2018* [Universidad César Vallejo]. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/37367>
- Sabino, E., Felipe Obando, O. G., & Lavado Casimiro, W. S. (2017). Nota técnica: atlas de

- erosión de suelos por regiones hidrológicas del peru. In *Senamhi*.
- Sahani, J., Kumar, P., Debele, S., Spyrou, C., Loupis, M., Aragão, L., Porcù, F., Shah, M. A. R., & Di Sabatino, S. (2019). Hydro-meteorological risk assessment methods and management by nature-based solutions. *Science of the Total Environment*, 696. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133936>
- Sánchez, F. (2019). 2019\_A\_Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa-consensos y disensos\_Sánchez F.pdf. *Revista Digital de Investigación En Docencia Universitaria - RIDU*, 13(ISNN 2223-2516), 102–122. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2223-25162019000100008](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-25162019000100008)
- Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. In Universidad Ricardo Palma (Ed.), *Mycological Research*. <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1480/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, K. J. (2018). El Fenómeno El Niño y la institucionalización de la Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú: estudio sobre el funcionamiento de un sistema de gestión pública. *Repositorio Universidad César Vallejo*, 155–165. <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/17680>
- Senhadji-Navarro, K., Ruiz-Ochoa, M. A., & Rodríguez-Miranda, J. P. (2017). Ecological status of some colombian wetlands in the last 15 years: A prospective evaluation. *Colombia Forestal*, 20(2), 181–191. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.2.a07>
- Sillero Medina, J., Martínez Murillo, J., & Ruiz Sinoga, J. (2021). Incremento de la erosividad de la lluvia y sus efectos en la estimación de pérdida de suelo: comparación

- entre dos cuencas del sur de España. *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, 0(89), 1–46. <https://doi.org/10.21138/bage.3077>
- Solano, M. A. (2019). *Factores condicionantes en los gobiernos locales en la reconstrucción post FEN costero y su influencia en la gestión del riesgo de desastres de la provincia de Trujillo, periodo 2018 - 2021* [Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7162>
- Tafur, M. (2017). Variación de la cobertura vegetal boscosa del Santuario Histórico Bosque de Pómac - SHBP, del año 2008 al 2015 [Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. In *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/6059>
- Teja, J. (2015). Tercera Conferencia Mundial sobre reducción de riesgo de desastres. “Aprobación del marco de SENDAI.” *Revista de Información Científica Para La Dirección En Salud. INFODIR*, 4. <http://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/161/186>
- Tito, Y. (2017). Modelamiento hidráulico del río Cañete Sector Puente Socsi - altura puente colgante (9km), con fines de diseño de defensas ribereñas. In *Universidad Nacional Agraria La Molina*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3053>
- Toledo, T., López, F., Bonilla, M., & Williams, G. (2020). Restauración del bosque de niebla. *Concejo Civil Mexicano Para La Silvicultura Sostenible*, 21(2), 89–101. [https://www.researchgate.net/publication/341194342\\_RESTAURACION\\_DEL\\_BOSQUE\\_DE\\_NIEBLA](https://www.researchgate.net/publication/341194342_RESTAURACION_DEL_BOSQUE_DE_NIEBLA)
- Vásquez, J. E., Gómez, M. I., & Martínez, H. D. (2018). La avenida torrencial de Mocoa, Putumayo ¿ejemplo de una retrospectiva sin punto final en la gestión del riesgo de desastres detonados por eventos naturales? *The Mocoa Tragedy: Example of a*

*Retrospective without an End Point in the Management of the Risk of Disasters Detonated by Natural Events?*, 43. <https://doi.org/DOI: 10.14482/dere.50.0007>

Velásquez, K. (2019). *Análisis de los potenciales problemas de sedimentación y medidas de mitigación en la presa Palo Redondo* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14599/VELASQUEZ\\_CASTRO\\_KATHERINE\\_BRISSETE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14599/VELASQUEZ_CASTRO_KATHERINE_BRISSETE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Venkateswaran, K., MacClune, K., Enríquez, M. F., & ISET-International. (2017). *El Niño Costero: Las inundaciones de 2017 en el Perú*. 1–51. <http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/44111/2594/4/Libro-PERC-nino-costero.pdf>

Ventura-León, J. L., Arancibia, M., & Madrid, E. (2017). Considerations about the psychometric properties of the measurement instruments on scientific publishing: Authors' reply to ventura-león. *Revista Medica de Chile*, 145(7), 954–955. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872017000700955>

Willems, B., Leyva-Molina, W.-M., Taboada-Hermoza, R., Bonnesoeur, V., Román, F., Ochoa-Tocachi, B. F., Buytaert, W., & Walsh, D. (2021). *Impactos de andenes y terrazas en el agua y los suelos: ¿Qué sabemos? Resumen de políticas*. 6. <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/01/Impactos-de-andenes-y-terrazas-en-el-agua-y-los-suelos.pdf>

Wolff, S., Schrammeijer, E. A., Schulp, C. J. E., & Verburg, P. H. (2018). Meeting global land restoration and protection targets: What would the world look like in 2050? *Global Environmental Change*, 52(August), 259–272. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2018.08.002>

Yali, R. (2018). *Modelo de erosión RUSLE y coeficiente de aporte de sedimentos (SDR)*

*para la estimación del volumen muerto de reservorios , caso de estudio : Reservorio Gallito Ciego: Vol. I* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].  
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10078>

Yepes, D. (2021). *Estudio y diseño de soluciones hidráulicas de la presa de la Rambla del Tinajón para laminación de crecidas (Archena, Murcia)*. Universitat Politècnica de Valencia.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de proyectos de inversión viables de las 8 cuencas consideradas en el estudio y analizados en los resultados

N°	Cuenca	Tipo	Nombre perfil	CUI	Montos (S/.)	Link
1	Olmos	DR*	Mejoramiento y ampliación del servicio de protección frente a inundaciones en la cuenca del río Olmos, en 27 centros poblados en la provincia de Lambayeque del departamento de Lambayeque y la provincia de Huancabamba del departamento de Piura.	2506324	S/ 232,397,451	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/116789">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/116789</a>
2	Olmos	DR	Creación del servicio de protección frente a máximas avenidas en la cuenca media y baja del río Olmos, en 20 centros poblados en los distritos de Olmos y Jayanca de la provincia de Lambayeque - departamento de Lambayeque.	2524156	S/ 227,861,243	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/134467">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/134467</a>
3	Olmos	IN	Recuperación del ecosistema degradado por los factores condicionantes de inundación y movimientos de masas en la cuenca del río Olmos, de la provincia de Huancabamba del departamento de Piura y las provincias de Lambayeque y Ferreñafe del departamento de Lambayeque.	2524317	S/ 112,039,520	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/134630">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/134630</a>
4	Zaña	DR*	Creación del servicio de protección contra inundaciones por río Zaña y afluentes, distritos de Oyotún, Nueva Arica, Cayaltí, Zaña, Lagunas - Mocupe y Nanchoc, de la provincia de Chiclayo del departamento de Lambayeque y la provincia de San Miguel del departamento de Cajamarca.	2500094	S/ 160,466,848	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/110775">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/110775</a>
5	Zaña	IN	Recuperación de los servicios de ecosistemas degradados bosque estacionalmente seco y matorral andino; donde se encuentran los factores condicionante y desencadenante del peligro de movimientos de masa en la cuenca media y alta del río Zaña, 6 distritos de la provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca y la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.	2510795	S/ 54,945,041	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/121268">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/121268</a>
6	Chicama	DR	Mejoramiento y ampliación del servicio de protección contra inundaciones, en ambas márgenes del río Chicama, tramo de la desembocadura al Océano Pacífico hasta el puente punta moreno, distrito de Ascope, Chicama, Magdalena de Cao, Casa Grande, Santiago de Cao y San Benito de la provincia de Ascope del departamento de La Libertad y la Provincia de Contumazá del departamento de Cajamarca.	2501802	S/ 251,316,098	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/112436">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/112436</a>
7	Chicama	DR	Creación del servicio de protección en la ribera de las quebradas Ascope, el Oso, Alto Perú, Pampa Hermosa, Quirripango y Santanero, vulnerables ante el peligro de inundación en los distritos de Ascope, Chicama y San Benito de la provincia de Ascope del departamento de La Libertad y la provincia de Contumazá del departamento de Cajamarca.	2509655	S/ 73,596,979	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/120142">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/120142</a>
8	Chicama	DR	Creación del servicio de protección en riberas del río Chicama, vulnerable ante el peligro de inundación en el sector Galaxia - Pampa Hermosa, distrito de Chicama - provincia de Ascope - departamento de La Libertad.	2434793	S/ 12,048,129	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/42271">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/42271</a>
9	Chicama	DR	Creación del servicio de protección en riberas del río Chicama, vulnerable ante el peligro de inundación en los sectores de Puente Victoria aguas abajo, Alayo y Paiján - Facala - distrito de Chicama - provincia de Ascope - departamento de La Libertad.	2434856	S/ 11,885,389	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/42375">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/42375</a>
10	Chicama	PL	Creación del servicio de protección en riberas de río vulnerables contra movimientos de masa en las localidades de Caranguitas y Chacapuntas de la cuenca del río Chicama, distritos de Cospan, Lucma y Marmot de la provincia de Cajamarca del departamento de Cajamarca y la provincia de Gran Chimú del departamento de La Libertad.	2518952	S/ 257,050,822	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/129282">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/129282</a>
11	Chicama	IN	Recuperación de ecosistemas degradados bosque estacionalmente seco de colina y montaña, bosque relicto montano de vertiente occidental y matorral andino, donde se encuentran los factores condicionantes y desencadenantes del peligro de movimiento de masas en la cuenca alta y media del río Chicama, 3 distritos de la provincia de Otuzco y en 3 distritos de la provincia de Gran Chimú - departamento de La Libertad.	2521997	S/ 45,254,200	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/132316">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/132316</a>
12	Huarmey	DR	Creación del servicio de protección ante peligro de inundaciones en ambas márgenes del río Huarmey, desde el sector Huamba hasta la salida al mar, en los distritos de Huarmey y Huayán de la provincia de Huarmey - departamento de Ancash.	2501291	S/ 394,591,895	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/111932">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/111932</a>
13	Huarmey	DR	Creación del servicio de protección en riberas del río Huarmey vulnerable ante el peligro en el sector El Arenal - Puente La Panamericana, distrito de Huarmey - provincia de Huarmey - departamento de Ancash.	2432265	S/ 16,028,840	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/38345">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/38345</a>

14	Huarmey	DR	Creación del servicio de protección frente a inundaciones en la Quebrada Malvas distrito de Huayán - provincia de Huarmey - departamento de Ancash.	2509643	S/ 96,159,281	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/120130">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/120130</a>
15	Huarmey	DR	Creación del servicio de protección frente a inundaciones en el centro poblado San Damián del distrito de Coris - provincia de Aija - departamento de Ancash.	2505100	S/ 13,823,738	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/115549">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/115549</a>
16	Huarmey	DR	Creación del servicio de protección frente a inundaciones en la Quebrada Aija, en el distrito de Coris de la provincia de Aija y en los distritos de Huarmey y Huayán de la provincia de Huarmey - departamento de Ancash.	2509474	S/ 80,939,330	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/119960">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/119960</a>
17	Huarmey	SAT	Creación del servicio de SAT frente a peligros originados por fenómenos de geodinámica externa e hidrometeorológicos en la cuenca del río Huarmey, 4 distritos de la provincia de Huarmey, 3 distritos de la provincia de Recuay, y 5 distritos de la provincia de Aija - Ancash.	2521484	S/ 3,581,488	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/131799">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/131799</a>
18	Huarmey	PL	Instalación del servicio de protección frente a inundaciones con presa laminadora Angel Cruz, en la cuenca del río Huarmey, distrito de Huarmey, provincia de Huarmey, departamento de Ancash.	2524447	S/ 156,455,439	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/134761">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/134761</a>
19	Huarmey	IN	Recuperación de ecosistemas degradados de vegetación silvestre para la regulación de riesgos de inundaciones y movimientos de masas en la cuenca el río Huarmey.	2524730	S/ 28,127,096	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/135045">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/135045</a>
20	Casma	DR*	Creación del servicio de protección ante inundaciones en el río Casma, río Sechín y río Grande en los distritos de Comandante Noel, Buena Vista, Casma y Yautan - 4 distritos de la provincia de Casma - departamento de Ancash.	2501395	S/ 243,098,924	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/112036">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/112036</a>
21	Casma	DR	Creación del servicio de protección en riberas del río Casma vulnerable ante el peligro en el sector Casa Blanca - Hualgayoc, distrito de Casma - provincia de Casma - departamento de Ancash.	2434348	S/ 20,267,456	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/41522">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/41522</a>
23	Casma	PL	Creación del servicio de protección ante inundaciones mediante estructuras de laminación y almacenamiento en el río Casma, río Sechín y río Grande, en los distritos de Comandante Noel, Casma, Buena Vista Alta y Yaután-4 distritos de la provincia de Casma- departamento de Ancash.	2520180	S/ 122,757,768	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/130496">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/130496</a>
24	Casma	IN	Recuperación de ecosistemas degradados bosque estacionalmente seco de colina y montaña, bosque relicto montano de vertiente occidental y matorral andino, donde se encuentran los factores condicionantes y desencadenantes del peligro de movimiento de masas en la cuenca alta y media del río Chicama, 3 distritos de la provincia de Otuzco y en 3 distritos de la provincia de Gran Chimú - departamento de La Libertad.	2520459	S/ 86,101,263	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/130776">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/130776</a>
25	Mala	DR	Creación del servicio de protección ante movimientos de masa en 30 quebradas de la cuenca del río mala, en el distrito de Calango de la provincia de cañete, en los distritos de Huarochirí, Sangallaya y Mariatana de la provincia de Huarochirí y en los distritos de Ayaviri, Quinocay, Huañec, San Joaquín y Huampara - 5 distritos de la provincia de Yauyos - departamento de Lima.	2505954	S/ 62,928,092	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/116409">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/116409</a>
26	Mala	DR*	Creación del servicio de protección ante inundaciones en el río mala, en los distritos de Mala, San Antonio, Santa Cruz De Flores y Calango - 4 distritos de la provincia de Cañete - departamento de Lima.	2506092	S/ 136,116,458	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/116552">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/116552</a>
27	Mala	DR	Creación e implementación de medidas de protección y de prevención para el control de desbordes e inundaciones del río Mala: tramo: progresiva 00+00 km. a 4+900 km del río Mala, en los distritos de Mala y San Antonio de la provincia de Cañete - departamento de Lima	2430100	S/ 10,504,647	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/35201">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/35201</a>
28	Mala	PL	Creación del servicio de protección ante inundaciones mediante estructura de laminación en el río mala, en 1 distrito de la provincia de Yauyos, y 4 distritos de la provincia de Cañete - departamento de Lima.	2513577	S/ 60,984,076	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/124042">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/124042</a>
29	Mala	IN	Recuperación de los ecosistemas degradados donde se encuentran los factores condicionantes y desencadenantes de los peligros de movimiento de masa en la cuenca del río Mala en 7 distritos de la provincia de Yauyos y en 7 distritos de la provincia de Huarochirí - departamento de Lima.	2513671	S/ 153,269,774	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/124137">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/124137</a>
30	Cañete	DR	Creación del servicio de protección contra inundaciones del río cañete entre el tramo desembocadura del río cañete - localidad de Paullo en los distritos de San Vicente De Cañete, Nuevo Imperial y Lunahuaná de la provincia de Cañete - departamento de Lima.	2498739	S/ 205,890,134	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/109415">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/109415</a>

31	Cañete	DR	Creación del servicio de protección contra inundaciones y movimiento de masas en las quebradas San Jerónimo, Condoray, Jacayita y Picamarán en los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga de la provincia de Cañete - departamento de Lima.	2498426	S/ 30,608,002	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/109212">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/109212</a>
32	Cañete	DR	Creación e implementación de medidas de protección y de prevención para el control de desbordes e inundaciones del río Cañete: tramo, Puente Sosci- puente San Jerónimo, en los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga de la provincia de Cañete - departamento de Lima.	2430098	S/ 36,383,960	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/35174">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/35174</a>
33	Cañete	SAT	Creación del servicio de protección mediante sistema de alerta temprana en la cuenca del río cañete, en los distritos Ayauca y Viñac de la provincia de Yauyos , y en los distritos de Lunahuaná y Zuñiga de la provincia de Cañete - departamento de Lima.	2514822	S/ 2,971,407	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/125223">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/125223</a>
34	Cañete	PL	Creación del servicio de protección contra inundaciones del río cañete mediante embalse de laminación en el centro poblado Yangaspalma del distrito de Chocos - provincia de Yauyos - departamento Lima.	2511533	S/ 159,515,206	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/122004">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/122004</a>
35	Cañete	IN	Recuperación del ecosistema degradado por los factores condicionantes de inundación y movimientos de masas en las subcuencas Huancaya, Miraflores, Laraos, Huantán y Yauyos - 6 distritos de la provincia de Yauyos - departamento de Lima.	2509868	S/ 72,351,775	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/120352">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/120352</a>
36	Matagente	DR	Creación del servicio de protección frente al movimiento de masa e inundaciones de las quebradas el Carmen, Seca y Puerta Blanca en 4 localidades del distrito de El Carmen - provincia de Chincha - departamento de Ica.	2497405	S/ 16,189,868	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/108208">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/108208</a>
37	Matagente	DR	Creación de los servicios protección frente al movimiento de masa en zonas críticas de las localidades Tantarà y nuevo amanecer del distrito de Tantarà, localidad de Buena Vista del distrito de Capillas, y localidad de Yauritambo del distrito de Alto Larán - la provincia de Castrovirreyna del departamento de Huancavelica y la provincia de chincha del departamento de Ica.	2497906	S/ 6,914,894	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/108682">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/108682</a>
38	Matagente	DR	Ampliación del servicio de protección frente a inundaciones en los tramos críticos de los ríos Chico y Matagente en los distritos de Alto Larán, Chincha Baja, El Carmen y Tambo de Mora - 4 distritos de la provincia de Chincha - departamento de Ica.	2497426	S/ 291,553,410	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/108229">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/108229</a>
39	Matagente	DR	Creación del servicio de protección contra deslizamientos y derrumbes en las localidades de Huachos, Huajintay y Huamatambo en los distritos de Huachos y Huamatambo de la provincia de Castrovirreyna - departamento de Huancavelica.	2497573	S/ 9,644,492	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/108367">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/108367</a>
40	Matagente	DR	Creación del servicio de protección en ribera del río matagente vulnerable ante el peligro en los sectores San Carlos-Sra. Vargas - distrito de El Carmen - provincia de Chincha - departamento de Ica.	2432434	S/ 3,320,706	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/38594">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/38594</a>
41	Matagente	IN	Recuperación de ecosistemas con fines de reducción de riesgos de inundación y movimiento de masas en la cuenca alta y media del río San Juan, la provincia de Castrovirreyna del departamento de Huancavelica y la provincia de Chincha del departamento de Ica.	2517877	S/ 56,544,652	<a href="https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/128256">https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/fo/mato/verProyecto/128256</a>
<b>Monto total de inversión pública</b>					<b>S/ 4,017,627,092</b>	

**Nota:**

DR: Defensa ribereña; PL: Presa de Laminación; IN: Infraestructura Natural con enfoque de Gestión del Riesgo de Desastres; SAT: Sistema de Alerta Temprano.

\* Los proyectos de DR incluyen el SAT como parte de sus componentes

La inversión pública para la inversión pública de DR, PL e IN fue determinada consultado al SIAF – FONDES [https://apps5.mineco.gob.pe/seguimiento\\_fondes/Navegador/default.aspx](https://apps5.mineco.gob.pe/seguimiento_fondes/Navegador/default.aspx).

**Fuente:** Elaboración propia.

## Anexo 2: Matriz de consistencia de la tesis:

### “Infraestructura natural (IN) en las cabeceras de cuencas afectadas por el “Fenómeno El Niño (FEN)” como prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037”.

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Diseño metodológico
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p><b>1) Variable independiente</b></p> <p>La recuperación de ecosistemas mediante la IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN.</p> <p>Dimensiones:</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> aplicada y el nivel correlacional causal prospectivo (Arispe et al., 2020). Permite la comprobación práctica de la prevención de riesgos naturales en base a las hipótesis propuestas.</p> <p>Método de investigación fue hipotético deductivo presenta características explicativas que orienta la investigación a través de predicciones comprobables (Arispe et al., 2020); con enfoque cuantitativo, recolectando datos para probar hipótesis con base en la medición y la cuantificación a través del análisis estadístico (Arispe et al., 2020).</p>
<p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>¿Cuál es el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, en la <b>intensidad</b> de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023-2037?</p>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>✓ Determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la intensidad de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p><b>Hipótesis Específica</b></p> <p>✓ La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la intensidad de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p>✓ Intensidad de exposición en la zona de origen.</p> <p>✓ Tecnología para la prevención del riesgo en la zona de origen.</p> <p>✓ Financiamiento público en la zona de origen.</p>	<p><b>Diseño de la investigación</b> fue experimental de corte longitudinal y del tipo cuasi experimental (Hernández-Sampieri &amp; Mendoza Torres, 2018). El control se realizó sobre la variable independiente manipulando el estado del ecosistema de una situación con áreas susceptibles a los peligros de IyMM, pasando de una situación a otra con ecosistemas recuperados con medidas de IN, tomando datos de 2 momentos, ex ante (2017 y 2022) y ex post (2028 y 2037) y con 2 grupos: tratamiento y control, condicionando los efectos de los proyectos de IN.</p>
<p>¿Cuál es el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, en la <b>tecnología</b> para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023-2037?</p>	<p>✓ Determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en la tecnología para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p>✓ La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en la tecnología para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p>✓ Beneficios esperados s en la zona de origen.</p>	<p><b>Técnicas:</b> Revisión o análisis documental (Sánchez, 2019)</p> <p><b>Instrumento:</b> Se usó la ficha de recolección de los datos y el registro “archivos diversos” (Sánchez, 2019). Se recolectó la información relacionada con la investigación con: fichas de captura sobre reportes SIG y Excel, reportes del SIAF y consulta amigable del MEF sobre los proyectos y el gasto público en IN, DR y PL. Para la determinación del N° de ha de ecosistemas susceptibles a los peligros de IyMM se revisará y recopilará los perfiles viables y sobre estos datos, en un segundo momento, se calculó la atenuación del caudal hídrico y la retención de sedimentos usando el Modelo Kineros2 (Velásquez, 2019).</p>
<p>¿Cuál es el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, en el <b>financiamiento público</b> de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037?</p>	<p>✓ Determinar el efecto de la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p>✓ La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en el financiamiento público de la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p>La prevención de riesgos naturales, Perú 2023 -2037.</p> <p>Dimensiones:</p> <p>✓ Intensidad de exposición en la zona de impacto.</p> <p>✓ Tecnología para la mitigación de riesgos en la zona de impacto.</p> <p>✓ Financiamiento público en la zona de impacto.</p>	<p><b>Población:</b> 168 conjuntos de datos de las 17 cuencas afectadas por el FEN 2017, con Planes Integrales para el CIyMM y proyectos de IN, DR y PL viables.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra será de tipo no probabilística, Hernández et al. (2014) citado por (Sánchez, 2019), conformada por 168 conjuntos de datos de las 8 cuencas.</p>
<p>¿Cuál es el efecto de los beneficios esperados por la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, en los <b>beneficios esperados s</b> por la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037?</p>	<p>✓ Determinar el efecto de los beneficios esperados por la recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN, para la mejora de los beneficios esperados por la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p>✓ La recuperación de ecosistemas con IN en las cabeceras de cuencas afectadas por el FEN tiene un efecto positivo y significativo en los beneficios esperados para la prevención de riesgos naturales, Perú 2023 - 2037.</p>	<p>✓ Beneficios esperados s en la zona de impacto</p>	<p><b>Muestreo:</b> no probabilístico por conveniencia con criterios de inclusión.</p> <p><b>Criterios de inclusión:</b> A los Planes Integrales para el CIyMM con proyectos de IN viables.</p> <p><b>Aspectos éticos:</b> Se usó información de portales académicos e instituciones oficiales y no se realizó alteraciones en cuanto a información, respetando los derechos de propiedad intelectual y citando con la norma APA.</p> <p>De acuerdo con el reglamento de código de ética para la investigación de la UPNW, se consideraron los siguientes principios: beneficencia, cuidado al ambiente, cumplimiento de la normativa nacional e internacional, contribución, rigor científico, honestidad científica, integridad, objetividad e imparcialidad y transparencia.</p>

### **Anexo 3: Instrumentos**

## **Anexo 4: Validez del instrumento**

**Anexo 5: Anexo 4: Confiabilidad del instrumento**

## **Anexo 6: Aprobación del comité de ética**

**Anexo 7: Anexo 6: Formato de consentimiento informado**

**Anexo 8: Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos**

## **Anexo 9: Programa de intervención (plan o proyecto)**

**Anexo 10: Informe del asesor del turnitin (20% de similitud)**

## **Anexo 11: LISTA DE ABREVIATURAS**

ABE	:	Adaptación basada en ecosistemas
ACC	:	Adaptación al cambio climático
AL	:	América Latina
ALyC	:	América Latina y el Caribe
ANA	:	Autoridad nacional del Agua
ARCC	:	Autoridad de Reconstrucción con Cambios
CC	:	Cambio climático
CCUS	:	Cambio en la cobertura y uso del suelo
CUI	:	Códigos únicos de inversiones
DB	:	Diversidad biológica
DR	:	Defensas Ribereñas
ECE	:	Eventos climatológicos extremos
EE	:	Experimentos de elección
ENFEN	:	Comisión Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño”
EdR	:	Ecosistema de referencia
FC	:	Factores condicionantes
FEN	:	Fenómeno El Niño Costero / Fenómeno El Niño
GIRD	:	Gestión Integral de Riesgo de Desastres
GL	:	Gobiernos Locales
GORE	:	Gobierno Regional
GORELL	:	Gobierno Regional de La Libertad

GRIDES	:	Grupo Impulsor de Gestión del Riesgo de Desastres
GRD	:	Gestión del Riesgo de Desastres
GRH	:	Gestión de los riesgos hidrometeorológicos
HE	:	Hipótesis Específicas
iGOPP	:	Índice de Gobernabilidad y Políticas Públicas
IDD	:	Índice de Déficit por Desastre
IDL	:	Índice de Desastres Locales
IGR	:	Índice de Gestión del Riesgo
IN	:	Infraestructura Natural
INEI	:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INDECI	:	Instituto de Defensa Civil
INSH	:	Proyecto Infraestructura Natural para la Seguridad Hídrica
INVIERTE	:	Sistema Nacional de Inversión Pública
iRDyGR	:	Indicadores de Riesgo de Desastres y de gestión de riesgos
IVP	:	Índice de Vulnerabilidad Prevalente
Fondes	:	Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales
KINEROS2	:	Modelo cinemático de escorrentía y erosión
MIDAGRI	:	Ministerio de Agricultura y Riego
MEF	:	Ministerio de Economía y Finanzas
MRSE	:	Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos
NDVI	:	Índice Normalizado diferencial de la Vegetación (por sus siglas en inglés)
ONU	:	Organización de las Naciones Unidas

OT	:	Ordenamiento territorial
PHM	:	Peligros hidro-meteorológicos
PIB	:	Producto Bruto Interno
PL	:	Presas de Laminación
Planes Integrales:		Planes Integrales de control de inundaciones y movimientos de masa
PNGRD	:	Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
PP	:	Política pública
PP 0068	:	programa presupuestal 0068 “Reducción de vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres”
PP 0144	:	programa presupuestal 144 “Conservación y uso sostenible de los ecosistemas para la provisión de Servicios Ecosistémicos”
PSI	:	Programa Subsectorial de Irrigaciones
RCC	:	Reconstrucción con Cambios.
RD	:	Riesgos de desastres
RH	:	Recursos hídricos
RHi-F	:	Recuperación o restauración hidrológico - forestal
RR	:	Reducción del riesgo
RRD	:	Reducción del Riesgo de Desastre
SAT	:	Sistema de alerta temprana
SbN	:	Soluciones basadas en la naturaleza
SE	:	Servicios ecosistémicos
SERH	:	Servicios ecosistémicos de regulación hídrica
SERRN	:	servicios ecosistémicos de regulación de riesgos naturales

SEMFL	:	Servicios de mediación de flujos líquidos
SINAGERD	:	Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre
SINAGIRD	:	Sistema Nacional para la Gestión Integral de Riesgo de Desastres
SINAPLAN	:	Sistema Nacional de Planificación Estratégica
SINAPROC	:	Sistema Nacional de Protección Civil
SNPC	:	Sistema Nacional de Protección Civil
SNPP	:	Sistema Nacional de Presupuesto Público
T°	:	Temperatura