



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

Carrera de Ingeniería Ambiental / Facultad de Ingeniería

Curso: Proyecto de Investigación Ambiental I

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (TP2)

“Efectividad de las técnicas ancestrales de infiltración y una propuesta de sistema de gestión de riesgos como método de adaptación frente al cambio climático: Provincia de Huarochiri”

Management

Modelos y estrategia de gestión para la adaptación y mitigación a los cambios ambientales globales climáticos

AUTOR(ES)

Quiroz Rojas Sherilyn Christy (U20171C961)

Quintana Vega Andrea Alexandra (U201619121)

DOCENTE

Lama Bustinza, José Carlos (0000-0003-2523-9432)

Lima, 29 de octubre del 2021

Resumen

Frente a un aumento en la precipitación, olas de calor, inundaciones y ciclones tropicales las principales ciudades del Perú son altamente vulnerables a las variaciones climáticas drásticas como las precipitaciones extremas. El departamento de Lima es uno de los departamentos que mostró una mayor ocurrencia de emergencias durante el primer semestre del 2017 con 980 emergencias en el departamento trayendo a su vez daños personales y materiales. Dentro de Lima, Huarochirí es la segunda provincia con un alto riesgo de movimiento de masas con 2299 viviendas en riesgo muy alto ante inundaciones debido a las altas precipitaciones provocadas por el Fenómeno del Niño, impactos que se encuentran proyectados a aumentar en el escenario. Estos eventos climáticos generan a su vez impactos negativos a nivel social, económico y ambiental. Se levantó información del aumento de las precipitaciones extremas y de peligro que configuran por la generación de huaicos e inundaciones, sin embargo, también pueden ser presentadas como una oportunidad. En respuesta, se propone hallar la efectividad de técnicas ancestrales de infiltración bajo una propuesta de sistema de gestión de riesgos como método de adaptación frente al cambio climático: Provincia de Huarochirí. Ello, mediante técnicas ancestrales de infiltración como las amunas, cochas y zanjas de infiltración que permitirán infiltrar el agua de las precipitaciones extremas reduciendo su escurrimiento. De esta manera podemos reducir los movimientos en masa y aprovechar el agua de lluvia. Por ello, el presente proyecto toma en consideración la importancia de un fuerte componente social y plantea un plan de gobernanza que haga énfasis en la participación ciudadana tomando en cuenta a niños, jóvenes y adultos para que a través de la educación ambiental puedan ser partícipes del presente proyecto. Con la implementación del Proyecto se espera la reducción del riesgo de movimientos de masa, así como las repercusiones ambientales, sociales y económicas que traen con ellos.

Palabras clave: Cambio Climático; Técnicas Ancestrales; Adaptación; Gobernanza; Soluciones basadas en la Naturaleza (SBN).

1. Planteamiento del Problema de Investigación

1.1. Problemática general

El clima de la tierra se encuentra cambiando rápidamente producto de las actividades humanas y la generación de emisiones de efecto invernadero producto de ellas. Desde el inicio de la revolución industrial los seres humanos se han vuelto más dependientes al empleo de combustibles fósiles generando a su vez mayores emisiones de dióxido de carbono, metano entre otros gases los cuales han aumentado el efecto invernadero generando consigo el cambio climático. El aumento de la temperatura planetaria producto de los gases de efecto invernadero trae consigo cambios en los patrones meteorológicos en la tierra de los cuales podemos observar un aumento en la precipitación, olas de calor, inundaciones y ciclones tropicales. Estos cambios en los patrones meteorológicos se pueden observar alrededor del mundo y afectan a los países social, ambiental y económicamente. Por ejemplo, en el periodo de 2000 hasta el 2019 se han generado pérdidas económicas globales por un estimado de 651 billones de dólares por inundaciones (CRED, UNDRR, 2020); además, se estima que 2.23 millones de kilómetros cuadrados serán áreas inundadas, afectando de esta manera a 290 millones de personas a nivel global (Tellman et al., 2021, 21). Estos efectos dependen a su vez de las características geográficas del país y la predisposición a ello según sus variables naturales. Perú es un país altamente vulnerable a las variaciones climáticas drásticas, siendo el tercer país más vulnerable a los riesgos climáticos (MINAM, 2013), en la última década las emergencias por peligros naturales se han incrementado en más de 6 veces de las cuales más de la mitad (72%) fueron de origen climático. Uno de los problemas más recurrentes en nuestro país son las inundaciones provocadas por las intensas precipitaciones relacionadas al Fenómeno El Niño, así como huaicos y deslizamientos en la costa, sierra y selva del país. Según el informe del IPCC 2021, el aumento de la temperatura de la tierra intensificará los eventos climáticos extremos de sequías e inundaciones, la frecuencia y localización de ellos dependerá de los cambios proyectados según cada región. De igual manera hay una mayor proyección de variabilidad relacionada a la amplificación del Fenómeno del Niño para la segunda mitad del siglo 21 en las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP) del escenario RCP4.5, RCP 7 y RCP8.5.

En la realidad peruana el fenómeno del niño afecta principalmente a las costas causando un aumento en la precipitación lo que a su vez genera un mayor riesgo por movimientos en

masa (huaycos) e inundaciones, según investigaciones históricas recopiladas por Quinn, W., Neal V., y Antuñez de Mayolo, S (INDECI, 2002) durante los últimos cinco siglos han habido por lo menos 120 episodios El Niño sin embargo este es un fenómeno que viene ocurriendo desde hace 40,000 años según las investigaciones de estudios de sedimentos y paleontología (SENAMHI, 2014, 24).

El último fenómeno impactó fuertemente a la capital limeña pues los principales ríos que alimentan a nuestra ciudad se desbordaron causando a su vez un aproximado de 16 mil damnificados, 41 mil afectados y 17 fallecidos, 139 puentes destruidos y 181 puentes afectados, así como 962 km de infraestructura vial destruidas (Comercio, 2017). El departamento de Lima es uno de los departamentos que mostró una mayor ocurrencia de emergencias durante el primer semestre del 2017 con 980 emergencias en el departamento trayendo a su vez daños personales y materiales (INDECI, 2017, 6). Solo en Lima se tuvo unos 18296 damnificados y 40428 afectados; además se tuvieron 2480 viviendas destruidas, 9953 viviendas afectadas y 2363 hectáreas de cultivo perdido. Según (INDECI 2017), de las emergencias observadas en el departamento de Lima unas 317 emergencias se encuentran relacionadas a Huaycos, unas 286 emergencias a lluvias intensas y unas 93 emergencias se encuentran relacionadas a Incendios Urbanos e Industriales.

Cabe destacar que, además del fenómeno del niño, que solo quiera que se intensifiquen los riesgos de movimientos en masa, estos suceden de forma constante y no episódica. Uno de los mayores desastres ocurridos en Lima durante el siglo XX lo constituyen los huaycos que afectaron el distrito limeño de Lurigancho-Chosica. Desde, el día 09 de marzo de 1987 se activaron las quebradas de Quirio, Pedregal y Corrales que desembocan en el río Rímac, cuyos conos de deyección actualmente se encuentran pobladas, lo que constituye sobre la población residente una amenaza de gran magnitud e impacto. Antecedentes catastróficos comparables al de 1987 lo representan los ocurridos durante la crisis climática de 1925-1926, evento en el cual fue afectada la central eléctrica de Huampaní (O'Connor, 1988 citado por Abad, 2009). El huayco ocurrido en la localidad de Chosica provocó la muerte de sesenta y cuatro personas y dejó sin vivienda a miles de damnificados (E, Carrasco, Zapata, Morales y Tapia, 1989). Por otro lado, en 1987 existieron problemas en el manejo de la emergencia (abastecimiento de agua, ayuda a las víctimas, limpieza de vías principales, entre otros); asimismo, la reubicación territorial se realizó temporariamente sobre la misma quebrada, lo que evidencia que existe una falta de seguimiento y ciertas dificultades para la aplicación de

medidas de planificación preventiva en lo que atañe a la ocupación de zonas de alto peligro. Más adelante, precisamente el 05 de abril del año 2012 ocurrieron huaycos en el margen izquierdo del río Rímac (integrado por las quebradas de La Cantuta, Santo Domingo, Mariscal Castilla, La Ronda, California); y huaycos ocurridos en el margen derecho del mismo río, en el que se sitúan las quebradas de Quirio, Pedregal, Libertad, Carossio y Corrales. En el margen izquierdo se registraron mayores consecuencias, a diferencia del margen derecho, en el que se realizaron obras de mitigación debido a las experiencias previas (Guadalupe y Carrillo, 2012). El 23 de marzo de 2015 nuevos huaicos afectaron el distrito de Lurigancho- Chosica sobre el margen derecho del río Rímac, declarando el Poder Ejecutivo estado de emergencia en el distrito (COEN/INDECI, 2015). Casi dos años más tarde, el 15 de enero de 2017 se produjo un huaico en las provincias de Lima (distrito de Chosica) y Huarochirí (San Pedro de Castas, distrito de Santa Eulalia, producto del fenómeno de El Niño Costero. (Domingo D., 2019)

1.2.Problemática específica

La provincia de Huarochirí ubicada entre los 2600 hasta los 5000 msnm es la que mostró la mayor cantidad de movimientos en masa además de ser la segunda provincia con riesgo muy alto por movimiento de masa con 2299 viviendas en riesgo muy alto (CENEPRED). Esto a su vez genera una serie de problemas sociales en la población de Huarochirí y de Lima Metropolitana como el desabastecimiento de ciertos alimentos provenientes de otros departamentos del Perú, lo cual a su vez afecta a las familias más vulnerables por el alza de precios. Sin embargo, dentro de la provincia de Huarochirí hay áreas que se encuentran en especial riesgo, estas son las que se encuentran dentro de la cuenca del río Rímac cuyas subcuencas son el río Santa Eulalia y San Mateo (Ministerio De Agricultura, 2010, 8). La cuenca del río Rímac es de mucha importancia, ya que, en su ámbito se encuentra la ciudad de Lima y desempeña un rol importante en el abastecimiento de agua para la capital, además de tener en su ámbito diversas actividades agrícolas y energéticas (5 importantes centrales hidroeléctricas) (Chavarri, 2009). La cuenca a su vez puede dividirse de acuerdo con su altitud en cuenca baja, media y alta. La cuenca alta es aquella que ubicada entre los 3800 a 4800 msnm, se muestra una cantidad frecuente de lluvias en época húmeda entre diciembre a marzo, con eventos reportados en promedio con una continuidad de 15 días y cuyas precipitaciones promedio anuales se encuentran entre los 525.3 a 874.6 mm, por lo cual es

la zona con mayor riesgo a movimientos de masa o inundación dentro de la cuenca (Ministerio De Agricultura, 2010, 83).

Durante el último Niño costero del 2017 se activaron el 80% de las quebradas identificadas dentro de la cuenca del río Rímac produciéndose huaicos e inundaciones que afectaron a los poblados de Chosica, Huachipa Carapongo, Cajamarquilla, Santa Eulalia, Campoy, entre otros. De igual manera, estos eventos climáticos extremos causan daño en la infraestructura vial gris tales como carreteras, colegios, viviendas, puentes, en especial en los poblados asentados en zonas vulnerables. El incremento en la vulnerabilidad se da por el aumento en la intensidad y volumen de las lluvias, la energía de la pendiente por el relieve, la naturaleza del sustrato del suelo, la abundancia de material suelto, la falta de cobertura vegetal, entre otros (Comeca et al., 2019, 106). Esto conlleva a una inversión alta para la reparación de la infraestructura, pues, deben ser construidos nuevamente o ser reparados según se requiera generando así un costo dentro del presupuesto nacional y municipal.

1.3.Pregunta(s) de investigación

¿Las técnicas ancestrales de infiltración influyen en la generación de movimientos de masa en la cuenca del río Rímac?

Pregunta de investigación específicos

- ¿Las infraestructuras existentes en la cuenca alta del río Rímac logran aumentar la infiltración provocado por las lluvias intensas en Huarochirí?
- ¿Qué modelo de gestión se puede plantear para reducir los riesgos de movimientos en masa en Huarochirí?

1.4. Objetivo(s) de investigación (general y específicos)

1.4.1. Objetivo general

Verificar la efectividad de las técnicas ancestrales en la generación de movimientos en masa para plantear un modelo de gestión que reduzca los riesgos por movimientos en masa en Huarochirí.

Objetivos específicos

- Determinar la cantidad de volumen de agua infiltrado de las infraestructuras existentes en la parte alta de la cuenca del río Rímac.
- Proponer un modelo de gestión que reduzca los riesgos por movimientos en masa originados por las intensas precipitaciones en Huarochirí.

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Huarochirí

La provincia de Huarochirí se encuentra ubicada en la zona centro sur del departamento de Lima, cuenta con 6,475.96 km² aproximadamente y alberga a treinta y dos distritos. Su distribución abarca parte de las cuencas de los ríos Rímac, Lurín, Mala y Chilca que desembocan en el mar Pacífico. Debido a sus características geomorfológicas presenta cumbres elevadas que superan los 5,650 m.s.n.m. y cuenta con laderas de fuerte pendiente y profundos cañones (Presidencia del consejo de ministros, 2009, 27). Debido a las características climáticas de la zona esta presenta lluvias en alta intensidad durante los meses de verano durante los meses de diciembre a febrero. Por ello, se viene promoviendo por parte del estado y entidades no gubernamentales como Aquafondo, SEDAPAL y el sector privado, el empleo de infraestructura natural como las amunas, zanjas de infiltración, entre otros en el área de estudio. Debido al mapa de riesgos (CENEPRED, 2016), se verifica que la zona más afectada será la ubicada dentro de la cuenca del río Rímac por ello, la presente investigación se centrará en la evaluación del área de Huarochirí dentro de los límites de dicha cuenca. Dicha cuenca se encuentra conformada por las subcuencas del río Santa Eulalia y San Mateo, que al unirse a la altura de la ciudad de Chosica forman el río Rímac (Ministerio De Agricultura, 2010, 8).

En la tabla N° 1, podemos observar los proyectos de infraestructura verde ejecutados y en ejecución dentro de la cuenca antes mencionada.

Tabla N° 1: Proyectos de infraestructura natural ejecutados y en ejecución en la cuenca del río Rímac - Huarochirí

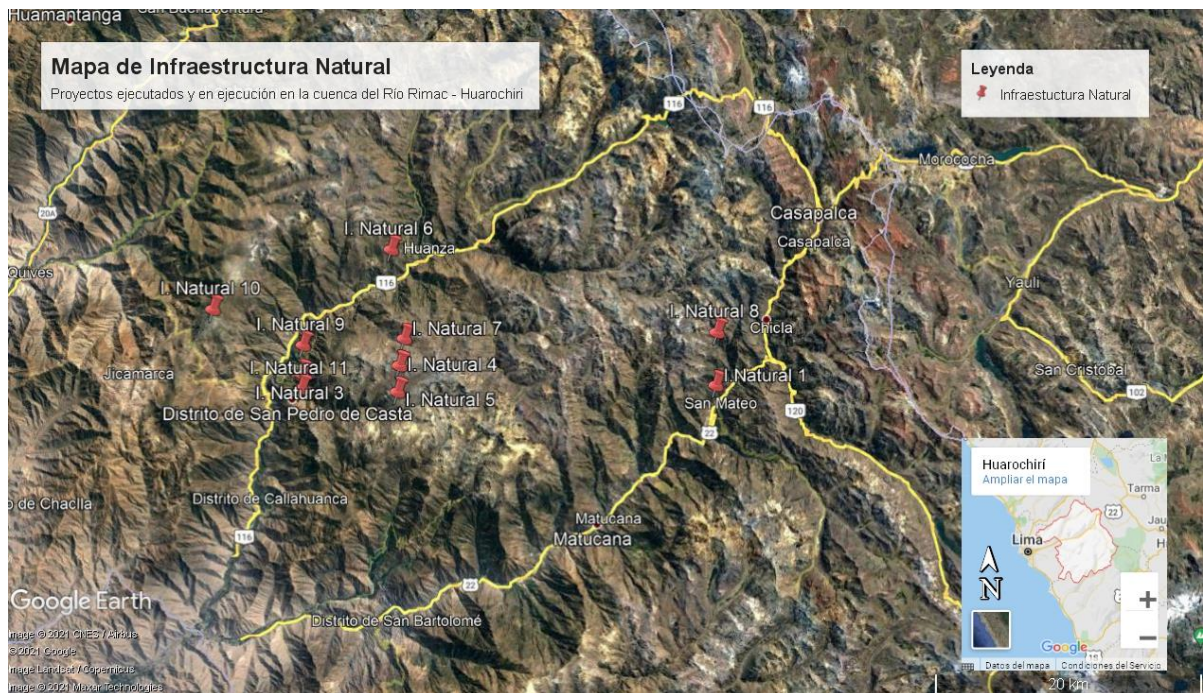
N°	Infraestructura	Ubicación geográfica			Año	Descripción
		Este	Norte	Distrito		
1	Diseño e implementación del microreservorio Comunidad Campesina de San Mateo de Huanchor	35770.1	869987.3	San Mateo de Huanchor	2019	Construcción de un micro reservorio y de zanjas de infiltración
2	Rehabilitación de un represamiento ancestral Laguna Cachu-Cachu, Marcahuasi	-	-	San Pedro de Casta	2019	Ejecución de un dique de piedra, un aliviadero, ejecución de un canal de demasías
3	Gestión de infraestructura ancestral de recarga hídrica artificial (Amuna)	326389.8	8699649.6	San Pedro de Casta	2019	Recuperación de 200 km de amunas, instalación de un pluviómetro, desarrollo de material guía, entre otros.
4	Recuperación y mejoramiento de infraestructura ancestral de recarga hídrica artificial en la comunidad campesina de San Pedro de Casta	334045.0	8699780.0	San Pedro de Casta	2017	-
5	Mejora del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en San Pedro de Casta, Lima	324688.0	8701410.0	San Pedro de Casta, Lima	2017	-
6	Recuperación y reforestación con especies nativas en áreas deforestadas en la localidad de Laraos, distrito de Laraos – Huarochirí - Lima	333265.0	8710070.0	Laraos	2016	-
7	Recuperación de la amuna de Saywapata	334376.0	8698480.0	San Pedro de Casta, Lima	2016	-
8	Manejo y mejoramiento de praderas naturales del Sector Moya de la comunidad campesina de San Antonio, distrito de San Mateo, provincia Huarochirí	357661.0	8699830.0	San Mateo	2011 - 2016	-

9	Recuperación de la amuna Laguna Pestancia para la siembra de agua en San Pedro de Casta.	326389.8	8699649.6	San Pedro de Casta - Saywa - laguna Pestancia	2018	Recuperación de 1 ,5 km de canal amunero; protección de media hectárea de bofedal, con cerco perimétrico; fortalecimiento de capacidades a la comunidad campesina.
10	Instalación de zanjas de infiltración para la siembra de agua en la comunidad de Chaclla.	320063.4	8701360.2	San Antonio, Chaclla	2015 - 2016	Implementación de 15 ha de zanjas de infiltración; instalación de 700 quenuales; cerco perimétrico al área intervenida.
11	Avanzando en la seguridad del agua y la sostenibilidad económica en el Perú. - Comunidades de San Antonio y San Pedro de Casta	326389.8	8699649.6	San Antonio, San Pedro de Casta.	2018	Recuperación de pastos y rehabilitación de amunas en las comunidades de San Antonio y San Pedro de Casta.

Fuente: Elaboración propia con datos de (ANA - Observatorio Chirilu, 2019).

En la imagen N°1 podemos observar la distribución geográfica de los proyectos de infraestructura natural dentro de la cuenca del río Rímac de la cual podemos observar una mayor cantidad de proyectos cerca al río Santa Eulalia.

Imagen N°1: Mapa de Infraestructura Natural (Proyectos ejecutados y en ejecución en la cuenca del río Rímac - Huarochirí.



Fuente: Elaboración propia con datos de (ANA - Observatorio Chirilu, 2019).

2.1.2. Antecedentes mundiales

En los últimos años el empleo de infraestructura natural ha tomado mayor relevancia en la gestión de los recursos hídricos como una forma de regulación, control de la erosión y control de inundaciones y movimientos de masa. La infraestructura natural también conocida como técnicas ancestrales cuenta con una gran variedad de técnicas para su aplicación según el área de estudio y las necesidades del ecosistema (Herrera, Martos et al. 2020). De igual manera, según Keesstra et al., 2018, 997-1009, el correcto planeamiento y manejo de la infraestructura natural a través de una red de áreas naturales como zanjas de infiltración, la agricultura orgánica, la reforestación, trampas de sedimento vegetal, infraestructura verde y azul permiten recuperar servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, protección del suelo, regulación de la calidad del agua, crecimiento de biomasa, biodiversidad, resiliencia en el ecosistema, regulación de nutrientes, entre otros. La aplicación de estas medidas previene inundaciones, sequías y optimizan los servicios ecosistémicos. Sin embargo, para poder generar el máximo beneficio de la implementación de un sistema de infraestructura natural no es solo necesario un correcto planeamiento y manejo sino que se debe buscar

maximizar los beneficios que se generan a partir de estos proyectos tal como lo indican (Hsueh-Sheng et al., 2021), en la literatura falta explorar las configuraciones espaciales de infraestructura verde que generen un mayor beneficio maximizando los co-beneficios para ello la relación espacial entre la distribución de las sinergias y compensaciones de los beneficios deben ser evaluados, gracias a ello se puede demostrar que la disminución de la escorrentía se cumple cuando se tiene un planeamiento de infraestructura verde descentralizada pues es más resiliente y sostenible.

Por otro lado, *The oldest managed aquifer recharge system in Europe: New insights from the Espino recharge channel (Sierra Nevada, Southern Spain)* es un antecedente que evalúa la aplicación ancestral de un Sistema de manejo de recursos hídricos (IWRM) llamado acequias de careo, esta técnica se encuentra basada en el uso de aguas subterráneas y superficiales para el aprovisionamiento de agua durante las estaciones secas. Las acequias infiltran el agua en la parte alta de los valles y lentamente se infiltran cuesta abajo hasta llegar al acuífero. La recarga de estos comprende de igual manera una técnica gestionada de recarga de acuíferos (MAR). La investigación en mención busca evaluar la edad y eficiencia de este sistema ancestral para lo cual se evaluaron técnicas arqueológicas, sedimentológicas, geofísicas e hidrológicas (Martos-Rosillo et al., 2019). Es por ello que nos puede servir de base o guía para nuestro proyecto. A diferencia de este anterior, “*A methodology of policy assessment at the municipal level: Costa Rica 's readiness for the implementation of nature-based-solutions for urban stormwater management.*” nos brinda otra perspectiva con una guía de políticas y un marco legal para la implementación de soluciones basadas en la naturaleza (SBN) tomando como referencia el plan de Infraestructura verde planteado por la ciudad de Nueva York, pues es el primero en su tipo. Las políticas aplicadas pueden ser replicadas en otros países para evaluar cómo se podría lograr una transferencia de conocimientos urbano-sostenible (Neumann & Hack, 2020, 230).

2.2.Marco conceptual y/o principales definiciones

El cambio climático es cualquier alteración del clima ocasionada por la variabilidad natural o la actividad humana (IPCC). Una de sus más grandes consecuencias son las lluvias extremas. Las precipitaciones intensas son eventos hidrometeorológicos extremos de gran intensidad, baja frecuencia temporal y aparente distribución espacial irregular, que provocan peligros naturales de tipo geomorfológico, como procesos de erosión superficial,

movimientos de masa, inundaciones fluviales, arrollamiento torrencial, y cambios en los cauces y en las llanuras aluviales, que desencadenan desastres, afectando a poblaciones, viviendas e infraestructuras (Beguería & Lorente, 1999, 17-36). Con lo expuesto anteriormente, pueden generarse eventos de riesgos como los movimientos de masa. Estos son procesos geológicos que involucran desplazamientos o remoción de masas rocosas por efecto de la gravedad. Estos se dividen en caídas, vuelcos, deslizamientos, propagación lateral, flujos, reptación de suelos y movimientos complejos (Vílchez, 2021).

Uno de los conceptos fundamentales para esta propuesta es el de las técnicas ancestrales. Las técnicas tradicionales o ancestrales son las que se practican desde tiempos ancestrales y aún siguen siendo practicadas en la actualidad por las comunidades. Como se observa en la Tabla 1, se destacan los lugares donde la infraestructura de Water Sowing and Harvesting (WS&H) es original. Es decir, los lugares donde se conservan las estructuras de hace mucho tiempo, pero tal vez rehabilitados y recuperados. Además, se distinguen de las zonas donde las formas replicadas basadas en los procedimientos ancestrales de recarga son recientes o en construcción (Martos-Rosillo et al., 2021). En Latino América, se han encontrado evidencias de infraestructura natural tal como se observa en la tabla 1.

Tabla 2 - Sitios identificados con Water Harvest en América Latina

Site	Country	WS&H technique	Ancestral vs. Replicate
Bofedales de Parinacota, Caquena, Guallatire, Sorasorani	Chile	<i>Bofedal</i>	A
Chiapa, Poroma, Macaya	Chile	<i>Acequias</i>	A
Manglar Alto, Santa Elena	Ecuador	<i>Albarradas, tapes</i>	A/R
Catacocha, Palta, Loja	Ecuador	<i>Qochas</i>	A
Granada and Almería. S. Nevada	Spain	<i>Acequias de careo</i>	A
La Valduerna (León)	Spain	<i>Zayas</i>	A
Quispillacta (Ayacucho)	Peru	<i>Qochas</i>	R
Santo Dominigo de Capillas, (Huaytara, Huancavelica)	Peru	<i>Zanjas, qochas</i>	R
Chaclla (Huarochiri, Lima)	Peru	<i>Zanjas, amunas</i>	R
Huacrahuacho (Cuzco)	Peru	<i>Zanjas, qochas</i>	R
Ayacucho	Peru	<i>Cuchacuchas</i>	A
Pillao y Matao, San Jerónimo, Salcantay (Cuzco)	Peru	<i>Zanjas, amunas</i>	R
Chichilla (Arequipa), Antacollana (Cuzco)	Peru	<i>Qochas</i>	R
Tupicocha, Santiago de Tuna, Chau-te, Huamantanga	Peru	<i>Amunas</i>	A

Recopilado de Ancestral techniques of Water Sowing and Harvesting in Ibero-America: examples of hydro-geo-ethical systems, elaborado por Martos-Rosillo, S., Durán, A., Castro, M., Vélez, J. J., Herrera, G., Martín-Civantos, J. M., Mateos, L., Durán, J. J., Jódar, J., Gutiérrez, C., Hermoza, R. M., & Peña, F. (2021).

Estas técnicas ancestrales pueden denominarse según su estructura y finalidad. Para la infiltración o siembra de agua suelen llamarse Cochas, Zanjas de Infiltración y Amunas. Las cochas son pequeños reservorios o lagunas artificiales que se construyen en depresiones naturales del terreno, usando materiales de la zona como piedras y terrones de tierra, y permiten almacenar e infiltrar agua de lluvia (Minam, N.D.). Las zanjas de infiltración son excavaciones que se realizan en el terreno en forma de canales de sección rectangular o trapezoidal, que se construyen a curvas de nivel para detener la escorrentía de las lluvias y almacenar agua para los pastos y cultivos instalados debajo de las zanjas (MINAGRI, 2014). Por último, Las Amunas es una palabra de origen quechua que significa “retener”, y es parte de un sistema prehispánico de recarga artificial de acuíferos mediante la siembra y cosecha de agua. Además, son un sistema construido por rocas impermeables sobre un terreno permeable en el que se pueda infiltrar el agua hacia el subsuelo. (Aquafondo, 2020).

Las técnicas ancestrales también denominadas soluciones basadas en la naturaleza (SBN), son estrategias de restauración y rehabilitación basadas en procesos y ciclos naturales, estas emplean el flujo natural de materia y energía, tomando ventaja de las soluciones locales siguiendo cambios temporales y estacionales del ecosistema (Meli et al., 2014). Según el contexto donde se apliquen las SBN pueden ser referidas como técnicas milenarias empleadas usualmente para la protección de inundaciones (Keesstra et al., 2018, 10). Otro concepto que es muy asociado y en el que se incluyen los anteriores es el de Infraestructura Verde, la cual es una red interconectada de espacios que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y proveen beneficios a la población humana (Benedict y McMahon, 2002). Además, se utiliza y relaciona con la planificación de ambientes urbanos y periurbanos (Tzoulas et al., 2007; Eisenman, 2013).

“Integrating green infrastructure into the built environment must be a priority”

American Society of Landscape Architects, (ASLA).

Por el contrario, la infraestructura Gris es conocida por toda edificación creada por el hombre que permite transportar, canalizar y tratar el agua como las plantas de tratamiento de aguas,

las presas, acueductos, tuberías, desagües y complejas redes de procesamiento del agua (Albertawater, 2016). Además, es considerado una red de espacios construidos con materiales que no permiten el aprovechamiento o entendimiento del valor de los servicios ambientales (Pons Bárbara, 2016).

Por último, se tomará las definiciones de Sistema de Gestión como herramienta que planifica, administra, controla y organiza un conjunto de procesos para un fin objetivo y Sistema de gestión de Riesgos como herramienta que planifica, administra, controla y organiza un conjunto de procesos para reducir los impactos de una amenaza.

3. Hipótesis y Variables / Aporte, Propuesta de Mejora o Propuesta de Valor

3.1. Formulación de hipótesis

Las técnicas ancestrales de infiltración sí influyen en la generación de movimientos de masa en la cuenca del río Rímac.

- Las infraestructuras ancestrales aumentan la infiltración del suelo en un rango de 3% a 554% en la parte alta del río Rímac.

3.2. Variables y su definición conceptual y operacional

Las variables a tomar en cuenta en la siguiente investigación se presentan en la tabla N°3 .

Tabla 3. Variables con definición Conceptual y Operacional

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional
Capacidad de Infiltración de las técnicas ancestrales	Las técnicas ancestrales también son conocidas como soluciones basadas en la naturaleza (SBN), pues, según autores son estrategias de restauración y rehabilitación basadas en procesos y ciclos naturales, estas emplean el flujo natural de materia y energía, tomando ventaja de las soluciones locales siguiendo cambios temporales y	Basado en (Ochoa-Tocachi et al., 2019, 590), se emplearán experimentos con trazadores de tinte en la parte alta de la cuenca. Adicionalmente se emplearán muestreadores de carbón activado que serán recuperados en un periodo entre 45 a 8 meses para posteriormente ser analizados en un laboratorio. Se determinará el volumen captado con el presente método.

	estacionales del ecosistema (Meli et al., 2014).	
Nivel de riesgo por Movimientos en Masa	Según el Servicio Nacional de Geología y Minería (2007), los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre y en la interfase entre ésta, la hidrósfera y la atmósfera. Así, si por una parte el levantamiento tectónico forma montañas, por otra la meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la acción del hombre) actúan sobre las laderas para desestabilizarlas y cambiar el relieve a una condición más plana.	Para el cálculo del nivel de riesgo por movimientos de masa primero se debe determinar el nivel de peligro y vulnerabilidad. Donde el nivel de riesgo es calculado por $Rie=[f(Pi, Ve)]$ Rie= Riesgo f= Función Pi= Peligro con la intensidad mayor o igual a, durante un periodo de exposición Ve= Vulnerabilidad de un elemento expuesto Gracias a ello se calculan los rangos y niveles de riesgo para poder formular la matriz de riesgo correspondiente. (SUB GERENCIA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES - Municipalidad Provincial de Abancay, 2016, 100).
Capacidad de infiltración del suelo	La infiltración se define como el proceso por el cual el agua penetra por la superficie del suelo y llega hasta sus capas inferiores. (figura N° 1). Muchos factores del suelo afectan el control de la infiltración, así como también gobiernan el movimiento del agua dentro del mismo y su distribución durante y después de la infiltración. (Vélez et al, 2002). La capacidad de infiltración conocida también como “infiltrabilidad del suelo” es el flujo que el perfil del suelo puede absorber a través de su superficie, cuando es mantenido en contacto con el agua a	Basado en (Ochoa-Tocachi et al., 2019, 590), se emplearán experimentos con trazadores de tinte en la parte alta de la cuenca. Adicionalmente se emplearán muestreadores de carbón activado que serán recuperados en un periodo entre 45 a 8 meses para posteriormente ser analizados en un laboratorio. Se determinará el volumen captado con el presente método.

	presión atmosférica (Gurovich, 1985).	
Nivel de participación de la población (Mapeo participativo)	El mapeo participativo es un proceso de mapeo que busca hacer visible la asociación entre el paisaje y las comunidades locales al usar un lenguaje cartográfico que sea comúnmente entendido y reconocido. Esto permite que se puedan representar distintas comprensiones del paisaje desde una perspectiva social o cultural. (IFAD, 2009)	Se emplean tres métodos para la recolección de datos: 1). Entrevistas semi estructuradas; 2). Focus group por personas claves de la comunidad y otros miembros que deseen participar; 3). Participación a modo de observantes en las actividades diarias para observar la dinámica local (Ochoa-Tocachi et al., 2019, 590).

Elaboración: Propia

3.3. Aporte, propuesta de mejora o propuesta de valor

La implementación de un sistema de gestión de riesgos de movimiento en masa mediante técnicas ancestrales de infiltración en Huarochirí reduciría los impactos generados por el movimiento de masas y además generaría un uso eficiente del agua infiltrada para otras actividades de la localidad. Las técnicas ancestrales son consideradas como infraestructura verde que, además de ser amigables con el paisaje, son técnicas que ya han sido utilizadas y que aún se encuentran activas en ciertas zonas. Es decir, son conocidas, hechas con materiales simples como la piedra en el caso de amunas, o el empleo de especies nativas como bofedales, estas técnicas son eficientes captadoras de agua. Se propone evaluar la efectividad de las técnicas ancestrales de infiltración bajo una propuesta de sistema de gestión de riesgos como método de adaptación frente al cambio climático en la provincia de Huarochirí.

Un sistema de gestión de riesgos de movimientos en masa mediante técnicas ancestrales permitirá hacer frente al cambio climático en Huarochirí. Los movimientos en masa

aumentan con precipitaciones extremas. Este riesgo puede reducirse si se controla el escurrimiento de las precipitaciones. En base a ello, el agua proveniente de las lluvias puede cosecharse y los acuíferos pueden recargarse de forma eficiente utilizando las técnicas correctas. En muchas partes del Perú existen técnicas ancestrales inactivas debido a la falta de mantenimiento, malas prácticas y de información sólida sobre su efectividad para la infiltración de agua de escorrentía. Además, al tener información incompleta sobre la verdadera efectividad de los sistemas naturales de infraestructura verde (técnicas ancestrales) no permite que se replique y de valore en gran escala y por lo tanto no se cuenta con un plan de gestión de riesgos de movimiento en masa y se desconoce cómo vincular estas técnicas con el objetivo real de la zona de Huarochirí. Por ello, se considera que evaluar la efectividad del empleo de técnicas ancestrales de infiltración bajo una propuesta de sistema de gestión de riesgos como método de adaptación frente al cambio climático, su empleo reduciría el riesgo de movimiento en masa en Huarochirí por aumento de la precipitación producto del cambio climático.

Adicionalmente, se realizó un benchmark que se encuentra en la Tabla N°4 con propuestas que evidencian en qué áreas se diferencia nuestra propuesta de otras.

Tabla 4. Benchmark

Benchmark					
Áreas temáticas		Propuestas			
		Efectividad de las técnicas ancestrales de infiltración bajo una propuesta de sistema de gestión de riesgos como método de adaptación frente al cambio climático: Provincia de Huarochirí	Contribuciones potenciales de la infraestructura de infiltración preincaica a la seguridad hídrica andina	Formulación de un modelo de gobernanza de cuencas hidrográficas sostenibles	Implementación de un sistema de Gestión riesgos basado en técnicas ancestrales de infiltración para reducir los movimientos en masa como método de adaptación frente al Cambio Climático: Provincia de Huarochirí
Soluciones Basadas en la Naturaleza	10%	5	5	1	5
Métodos infiltración de agua	10%	4	4	0	5
Métodos de adaptación ante las lluvias extremas	15%	5	4	2	3
Implementación de un sistema de Gestión riesgos de movimientos en masa	30%	5	0	0	5
Movimientos en masa	5%	4	5	0	4
Respuesta ante el Cambio climático	10%	4	4	4	5
Gobernanza	20%	3	0	5	5
Puntaje	100%	4.35	2.15	1.8	4.65

Leyenda	
Mínimo puntaje	0
Máximo puntaje	5

Fuente: Propia

4. Metodología del Proyecto

4.1. Alcance y enfoque investigativo

El enfoque del proyecto es Mixto con alcance investigativo causal-experimental debido a que toma dos variables “Infiltración de técnicas ancestrales” que es independiente y “Nivel de riesgo de movimientos en masa”, variable dependiente. Así mismo, es experimental debido a que se evaluará las variables in situ de forma cuantitativa en volumen de agua que influirá en el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

4.2. Diseño metodológico y muestral

Experimental:

Debido a las características del presente trabajo, este es denominado experimental pues se manipulan una o más variables independientes para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes dentro de una situación de control (Privitera, 2017; Fleis, 2013 y O'Brien, 2009). Debido a los objetivos planteados en la investigación, la fase experimental responde a determinación de la cantidad de volumen de agua infiltrada por parte de las técnicas ancestrales para ello se plantea un experimento puro con control con un grado de manipulación de variables de presencia-ausencia. Según (Hernández Sampieri et al., 2014, 131), el presente nivel implica que un grupo se expone a la presencia de la variable independiente identificada y el otro no. Posteriormente, los dos grupos serán comparados para determinar si el grupo expuesto a la variable difiere del grupo no expuesto. El diseño por emplear es posprueba únicamente y grupo de control, para lograr el control y la validez interna se tendrán dos grupos para evaluar, lograremos la equivalencia inicial al asignar aleatoriamente la recolección de muestras de monitoreo dentro del ámbito de estudio en relación a los muestreadores de carbón activado requeridos en el experimento. En el diseño factorial se determina que la variable independiente 1 es el método de infiltración con técnicas ancestrales, la variable independiente 2 son la cantidad de técnicas ancestrales de infiltración en la zona de estudio y la variable dependiente es el volumen de agua infiltrada, cuya unidad experimental será volumen de agua infiltrada en m³km². Los niveles se encuentran referidos al número de alternativas o ajustes para cada factor por

lo cual se emplea un diagrama de dispersión y regresión, para la determinación de la variable respuesta debido a los objetivos propuestos será cuantitativa debido a que busca conocer la cantidad de infiltración de las técnicas ancestrales. Por último, siguiendo la metodología planteada por (Ochoa-Tocachi et al., 2019, 590) se realizarán cuatro experimentos con trazadores de tinte en cuatro manantiales ubicados cuesta abajo.

4.2.1. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para llevar a cabo la investigación se plantea primero evaluar la efectividad de las técnicas ancestrales de infiltración de agua siguiendo con la metodología empleada en (Ochoa-Tocachi et al., 2019, 590) y tomando en consideración el tiempo de desarrollo de la investigación se plantea emplear los siguientes métodos de recolección de datos.

- Mapeo participativo: Se plantea realizar focus groups, entrevistas y encuestas en la comunidad para conocer el nivel de conocimiento sobre las prácticas de técnicas ancestrales y conocer las experiencias en relación con la operación y mantenimiento de los sistemas de infiltración. Para la recolección de datos se usarán entrevistas semi estructuradas, discusiones grupales con personas de interés y la participación de actividades diarias de la comunidad.
- Experimentos con trazadores de tinte: Se inyectarán 907g sw eosin (Ácido rojo 87) en un canal de la parte alta de la cuenca. Se emplearán muestreadores de carbón activado con 4.25g de carbón activado tipo AC de Barnebey y Sutcliffe con una superficie de 1150 m²g⁻¹ ubicados en la pendiente descendente. Estos muestreadores se irán recuperando en un intervalo de tiempo y posteriormente serán analizados en un laboratorio para cuantificar el trazador acumulado.
- Cálculo del potencial volumen de infiltración: Se usarán datos de lluvia provenientes del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología del Perú (SENAMHI) de la estación meteorológica de San Pedro de Casta (1964-2018) y de la ciudad de Chosica - Lima (1990 - 2018).
- Estimación del tiempo de residencia del trazador y construcción de la función de retardo del flujo subterráneo: Se emplea una serie de tiempo interpolada de concentración de trazador en el agua de manantial para estimar el tiempo de residencia del agua infiltrada en la ladera y construir una función derivada de ella. Se emplea el método del Manual de estimación de flujo bajo del Reino Unido. El tiempo de residencia medio T viene dado por el primer momento de

la distribución del tiempo de residencia. $t=0tE(t)dt$ (Ochoa-Tocachi et al., 2019, 590).

4.3. Técnicas (estadísticas) para el análisis y procesamiento de datos

Para las técnicas estadísticas utilizaremos ayuda de programas como Arc Gis, Arc Map, Matlab, OpenFOAM, entre otros, que nos permitirán el acceso a técnicas estadísticas de medición de precipitación, caudal y modelamiento del movimiento en masa. Además, se emplea la herramienta estadística de ANOVA para determinar el efecto del tratamiento en el experimento y de esta manera comprobar su efectividad.

4.4. Estrategia, fuentes y técnica(s) de recolección y/o medición de datos (esto con énfasis)

Para llevar a cabo la investigación se plantea la siguiente metodología, que permitirá un alcance preliminar y una recolección estratégica de información. Se usará la técnica de recolección de información mediante el análisis documental constituido por documentos escritos (carta nacional, sistemas de georreferenciación, informes especializados, libros, textos, tesis, revistas, etc.). Asimismo, se usará la técnica de la observación de todas las características, cualidades y propiedades del objeto en materia de investigación (Técnicas ancestrales - Acuíferos - Movimientos en masa). Finalmente, una medición cuantitativa donde tendremos apoyo de algunos instrumentos físicos que permitirán obtener y recoger datos de las variables en estudio como cámaras fotográficas, caudalímetros, pluviómetros, eclímetros, GPS, entre otros para obtener datos cuantificables de ciertas características.

a. Evaluación geográfica de la zona

Se evaluarán los tipos de suelo que presenta Huarochirí, en qué zonas estratégicas y cuántas de estas técnicas ancestrales se deberían implementar.

b. Análisis de Interconexión entre comunidades y técnicas

En este punto se realizará un análisis de las formas en las que podrían integrarse o interrelacionarse las técnicas ancestrales para reducir el riesgo de movimiento de masas con el fin de que sean administradas y organizadas para su uso efectivo. Entre las actividades se

incluyen reuniones con la comunidad, autoridades regionales, provinciales, entre otros y visitas de campo.

c. Implementación del Proyecto.

Se implementan las técnicas ancestrales de infiltración en las zonas identificadas previamente y se implanta el sistema de gestión.

4.5. Cronograma, presupuesto y fuentes de financiamiento (representado aquí)

4.5.1. Cronograma de Actividades

El cronograma de actividades a seguir se evidencia en la Tabla N°5.

Tabla 5. Cronograma

Actividades		2021																2022																											
		Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Elaboración del diagnóstico preliminar																																												
2	Contacto con la municipalidad de Huarochirí																																												
3	Visita de campo																																												
4	Mapeo participativo																																												
5	Identificación de los niveles de Precipitación																																												
6	Medición de parámetros físicos																																												
7	Evaluación de la efectividad de las técnicas ancestrales																																												
8	Monitoreo y determinación del área de muestreo																																												
9	Determinación del potencial de infiltración de la zona con técnicas																																												
10	Determinación del potencial de infiltración de la zona sin técnicas																																												
11	Simulación de movimientos en masa en las zonas medidas																																												
12	Análisis de datos																																												
13	Formulación del sistema de gestión de riesgos																																												
14	Difusión de resultados																																												
15	Elaboración informe final																																												

Fuente: Propia

4.5.2. Presupuesto estimado

El presupuesto estimado para el presente proyecto se encuentra en la Tabla N°6.

Tabla 6. Presupuesto

Área	Recurso específico	Cantidad	Costo Unitario (S./)	Costo total (S./)
Transportes	Transporte de Lima a Chosica (Ida y vuelta)	10	15	150
	Transporte de Chosica a Huarochirí (Ida y vuelta)	10	20	200
	Transporte dentro de Huarochirí	15	20	300
Equipos	Material informativo	50	1	50
	Alquiler de equipos de monitoreo de agua	4	1000	4000
	Eosin (Ácido Rojo 87) 907g	1	930	930
	Muestreadores de carbón activado	4	73	292
	Pellets de hidróxido de potasio	1	140	140
	Amonio	1	44	45
	Alcohol isopropilico	1	119	119
Software	Licencia Arcgis	2	30	60
	Licencia ArcMap	2	30	60
	Licencia Microsoft 365	2	120	240
	Licencia de MATLAB	2	30	60
	Licencia de Soil and Water Assessment Tool (SWAT)	2	0	0
Viáticos	Hospedaje	10	30	300
	Alimentación	10	30	300

Fuente: Propia

5. Resultados esperados, relevancia y divulgación

5.1. Resultados principales esperados

La presente investigación tiene como objetivo final evaluar la efectividad de las técnicas ancestrales de infiltración bajo una propuesta de sistema de gestión de riesgos como método de adaptación frente al cambio climático en la provincia de Huarochirí, para reducir la brecha de información sobre el funcionamiento de la infraestructura natural para la reducción de desastres naturales como los movimientos de masa en un contexto de cambio climático. Posterior a ello se plantea un sistema de gestión de riesgos que tome como eje soluciones basadas en la naturaleza (SBN) con el empleo de técnicas ancestrales para la adaptación al cambio climático. Gracias a su implementación se podrán mitigar los efectos climáticos extremos como huaycos e inundaciones en la provincia de Huarochirí dentro de nuestra área de estudio delimitada a la cuenca del río Rímac. Se tomarán en consideración factores sociales (reducción de vulnerabilidad social), la reducción de escorrentía y huaycos para comprobar su eficacia. Se demuestra el potencial de las soluciones basadas en la naturaleza como una solución rentable a largo plazo pues requiere un menor mantenimiento y de ser planteado correctamente la efectividad de la estructura mejora con el tiempo al mimetizarse con el entorno (Keesstra et al., 2018, 2). Debido a los servicios ecosistémicos que nos proveen estas infraestructuras como la regulación de inundaciones, protección del suelo, regulación de la calidad del agua entre otros; también, se ven reducidos los accidentes ocasionados por los movimientos en masa. Cabe mencionar, que se podría evidenciar un resultado secundario de aprovisionamiento y gestión del agua captada que sirva para otras actividades productivas de la zona. Además, representaría una ventaja para la seguridad y promoción del turismo en la zona.

5.2. Relevancia de dichos resultados e implicancias en políticas (públicas, empresariales)

La relevancia de este proyecto recae en reducir la brecha de conocimiento actual sobre el funcionamiento de las infraestructuras naturales para la gestión de desastres naturales. Además, su empleo reduce significativamente los riesgos de los movimientos de masa en Huarochirí y genera un beneficio extra, puede ser replicable en zonas aledañas o alejadas a Huarochirí que cuenten con características similares y que permita reducir los riesgos que el cambio climático causa. Se tiene conocimiento que el Perú y otros países cuentan con muchas zonas que tienen movimientos en masa concurridamente por causa del cambio climático y el aumento de precipitaciones extremas. Con ello, se bloquean las vías de acceso,

se paraliza el intercambio de productos y servicios (afectando a la economía de la provincia y al abastecimiento de otras localidades), se produce daño a la infraestructura y sobre todo, se generan accidentes graves. Por ese motivo, implementar un sistema de gestión de riesgos de movimientos en masa es completamente necesario. Adicionalmente, las técnicas que se utilizarán son ancestrales y naturales que valoran la retribución de los servicios ecosistémicos al estar construidos con materiales de origen natural que representan un costo menor para su construcción a comparación de la infraestructura gris. También, apoya a cumplir los lineamientos dispuestos por la Política de Estado en Gestión del Riesgo de Desastre al fortalecer la gestión de riesgos de desastres a través de un sistema de gestión, priorizar y reducir riesgos, fomentar el desarrollo y uso de la ciencia y tecnología.

5.3.Propuesta de divulgación

El presente proyecto “Efectividad de las técnicas ancestrales de infiltración bajo una propuesta de sistema de gestión de riesgos como método de adaptación frente al cambio climático: Provincia de Huarochirí” tiene como eje central la evaluación de la efectividad para realizar una valoración de técnicas ancestrales de infiltración relacionadas con soluciones basadas en la naturaleza y gestión hídrica. Es por ello, que para la divulgación de la presente investigación se propone el journal Water Hydrology/Hydrogeology, Sustainability Switzerland and Science of the total Environment pues el tema desarrollado a nuestra investigación se relaciona con los papers publicados en los journals mencionados además que la información presentada será una buena contribución a la revista y esto permitirá a otros investigadores poder replicar la investigación a diferentes realidades. Como segunda propuesta de divulgación se propone la participación en conferencias internacionales tales como “International Conference on The Water Security, Management under Climate Change and Water Sustainability” y concursos como “Premio Nacional Cultura del Agua” relacionado a la puesta en valor de propuestas de investigación e innovación científica ligadas al agua e infraestructura natural, las cuales buscan correcta gestión de los recursos hídricos.

Por otro lado, en cuanto a un criterio no académico se propone realizar convenios con entidades de la zona de Huarochirí y Aquafondo, para implementar nuestro proyecto en favor de los habitantes de la zona. Además, se tiene como opción primaria la promoción de la

lectura, difusión informativa para todos los interesados a favor del conocimiento de alternativas ante Riesgos de Movimientos en masa que permitan una nueva ideología y oportunidad en otras comunidades. Esto incluiría añadirlos a bibliotecas o talleres de tecnología.

Fuera de la zona de estudio, se considera difundirlo en el proyecto “Hospitales con ciencia” de la Universidad de Extremadura. En este, se busca la difusión de la cultura científica para niños que han sido internados y de esta manera tengan una estancia interesante, divertida y enriquecedora que logre sacarlos de su realidad por un momento. Por último, se ha considerado participar en “Citas con ciencia” como otro método de divulgación. Este último consiste en una propuesta de la Universidad de Córdoba que organiza citas a ciegas entre investigadores y ciudadanos. Las citas tienen la finalidad de cautivar, incentivar la curiosidad y generar pasión por la ciencia. Se tiene un Speed Date en la que se cambia de pareja cada 5 minutos.

References

ANA - Observatorio Chirilu. (2019). *Proyectos de Infraestructura Natural (a julio de 2019)*.

[http://observatoriochirilu.ana.gob.pe/sites/default/files/Proyectos%20de%20Infraestructura%20Natural%20\(a%20julio%202019\).pdf](http://observatoriochirilu.ana.gob.pe/sites/default/files/Proyectos%20de%20Infraestructura%20Natural%20(a%20julio%202019).pdf)

CENEPRED. (2012). *Política de Estado en Gestión del Riesgo de Desastres*.

<https://cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/2018/06/Pol%C3%ADtica-de-Estado-en-Gesti%C3%B3n-del-Riesgo-de-Desastres.pdf>

CENEPRED. (2016). *Escenario de riesgo por movimientos en masa - Departamento de*

Lima. https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//8165_escenario-riesgo-por-movimientos-en-masa-en-departamento-lima.pdf

- Chavarrí, V. E. E. (2009). *Estudio Hidrológico de identificación de zonas de riesgo en los distritos de Lima Cercado y El Agustino, Lima Metropolitana, Provincia de Lima, Perú.*
- Comeca, M., Cruz, F., Durand, D., Rojas, T., & La Torre, F. (2019). El Niño Costero y la ocupación del territorio, cuenca del río Rímac. Caso: Chosica. *investigaciones sociales.*
<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/sociales/article/download/16769/14310/58598#:~:text=En%20Lima%20se%20activaron%20el,la%20cuenca%20del%20r%C3%ADo%20R%C3%ADmac.>
- Domingo Depaula, P. (2019). *Huaycos en el distrito limeño de Lurigancho-Chosica: urbanización, vulnerabilidad social, cultura y resiliencia comunitaria.* DOI:
<https://doi.org/10.32654/CONCIENCIAEPG.4-1.5>
- García Rodríguez, M. (2013). ESTIMACIÓN DE LA INFILTRACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA CON PERMEÁMETRO DE GUELPH. *Facultad de Ciencias. Dpto. Ciencias analíticas. UNED.* <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-41205/59articulo.pdf>
- Hsueh-Sheng, C., Yi-Ya, H., & Zih-Hong, L. (2021). Planning for green infrastructure and mapping synergies and trade-offs: A case study in the Yanshuei River Basin, Taiwan. *Urban Forestry & Urban Greening*, 65.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127325>
- INDECI. (2002). *Plan de contingencia para el Fenómeno El Niño 2002-2003.*
- INSTITUTO DE FORMACIÓN PERMANENTE (INSFOP). (2008). Organización Comunitaria. <http://www.fao.org/3/as496s/as496s.pdf>
- Instituto distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. (2021, 10 06). *Caracterización General del Escenario de Riesgo por Movimientos en Masa en*

- Bogotá. GOV.CO. Retrieved 10 1, 2021, from
<https://www.idiger.gov.co/rmovmasa>
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, 159, 62-75. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.005>
- Ministerio De Agricultura. (2010). Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac. In (Vol. 1, p. 8).
http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Estudio_hidrologico_Cuenca_Rimac_volumen_I_texto_final_2010.pdf
- Ministerio De Agricultura. (2010). *Estudio Hidrológico y Ubicación de la Red de Estaciones Hidrométricas en la Cuenca del Río Rímac*.
http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Estudio_hidrologico_Cuenca_Rimac_volumen_I_texto_final_2010.pdf
- Presidencia del consejo de ministros. (2009). Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de la demarcación territorial provincia de Huarochiri. In (pp. 26-27).
<http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2019/06/EDZ-Huarochiri-Tomo-Iv4.pdf>
- Sanchez, A., Ordoñez, E., & Maradiaga, P. (2013). Potencial de Infiltración en los Suelos Presentes en la Sub cuenca del Río Guacerique. *Universidad Nacional Autónoma de Honduras Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra*.
<https://acchonduras.files.wordpress.com/2014/08/potencial-de-infiltracion-en-los-suelos-presentes-en-la-subcuenca-guacerique.pdf>
- SENAMHI. (2014). *El fenómeno EL NIÑO en el Perú*.
- Servicio Nacional de Geología y Minería. (2007). *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2830>

Social media en Investigación. (2017). *6 Proyectos para divulgar ciencia más allá de las Redes Sociales*. Retrieved 10 04, 2021, from

<https://socialmediaeninvestigacion.com/ciencia-mas-alla-redes-sociales/>

SUB GERENCIA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES - Municipalidad

Provincial de Abancay. (2016). *CALCULO DEL NIVEL DE RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA (REPTACIÓN) EN LAS URBANIZACIONES DE SANTA SEBASTIANA, JULIAN H. MEDRANO, SAN AGUSTÍN I y II ETAPA, APURÍMAC, MIRAFLORES, SANTA LUISA, GILBER URBIOLA VALER, BELLAVISTA ALTA, ASOCIACIÓN NUEVA UNIÓN – LIMAP.*

http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/CALCULO%20DE%20RIESGO%20MOVIMIENTOS%20EN%20MASA%20FONAVI_Abanca y.pdf

Zhai, J., Ren, J., Xi, M., Tang, X., & Zhang, Y. (2021). Multiscale watershed landscape infrastructure: Integrated system design for sponge city development. *Urban Forestry & Urban Greening*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127060>