

ÁREAS POTENCIALES PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN LAS CUENCAS DEL CHIRILU



ÁREAS POTENCIALES PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN LAS CUENCAS DEL CHIRILU

Es una publicación institucional del Fondo de Agua para Lima y Callao - AQUAFONDO

Fotografías
AQUAFONDO

Diseño y diagramación
AQUAFONDO

Lima - Perú, Noviembre del 2017

Se permite la reproducción total o parcial de esta obra citando la fuente.

Esta publicación ha sido posible gracias al generoso apoyo del pueblo de los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y The Nature Conservancy. El contenido de esta publicación es responsabilidad de AQUAFONDO y no refleja necesariamente el punto de vista de The Nature Conservancy, USAID o del Gobierno de los Estados Unidos de América..

ÁREAS POTENCIALES PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN LAS CUENCAS DEL CHIRILU



Índice

1.	Introducción	6
2.	Justificación	7
3.	Objetivos	8
4.	Metodología	9
5.	Marco Teórico	11
6.	Definición de tipos de Infraestructura Verde	14
6.1	Cercado de pastos naturales	14
6.2	Pastoreo rotativo en pastos naturales	14
6.3	Restauración de Humedales	15
6.4	Forestación con especies nativas	15
6.5	Construcción de microreservorios	16
6.6	Reutilización de amunas	16
6.7	Zanjas de infiltración	17
6.8	Recuperación andenes y terrazas	17
6.9	Capacitación y asistencia técnica	18
7.	Infraestructura Verde en las cuencas CHIRILU	19
7.1	Cuadros con criterios resumidos	20
7.2	Mapas de infraestructura verde	24
8.	Siguientes acciones	28
9.	Referencias	30
10.	Anexos	33

Listado de Cuadros

Cuadro 1: Clasificación de Infraestructura Verde Según Método de Recarga	12
Cuadro 2: Criterios Generales de Ubicación y Pisos Altitudinales de Infraestructura Verde	19
Cuadro 3: Criterios para la identificación de infraestructura verde de acuerdo a las zonas de vida (para más detalles véase el anexo 1)	20
Cuadro 4: Criterios para la identificación de infraestructura verde de acuerdo a la cobertura vegetal (para más detalles véase el anexo 2)	22
Cuadro 5: Fases de estudios para proyectos de siembra de agua (recarga hídrica)	23

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Infraestructura verde y los MRSE de regulación hídrica

12

Lista de Acrónimos

AQUAFONDO: Fondo de Agua para Lima y Callao

CHIRILU: Cuenca Chillón, Rímac y Lurín

FAO: Food and agriculture organization of The United Nations

GIRH: Gestión integral de recursos hídricos

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

IV: Infraestructura verde

MINAM: Ministerio del Ambiente

MRSE: Mecanismo de Retribución por Servicio Ecosistémico

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

PRODERM: Proyecto de desarrollo rural en microrregiones

PUCP: Pontificia Universidad Católica del Perú

SA: Servicios ambientales

SEH: Servicio ecosistémico hídrico.

SIG: Sistema de información geográfica





1. Introducción

Lima, es una ciudad ubicada en el desierto, la cual se abastece de agua mediante los ríos Chillón, Rímac y Lurín (CHIRILU), las cuencas de estos ríos presentan en las partes altas y medias zonas aptas para el desarrollo de proyectos de infraestructura verde como son la forestación, restauración de humedales, zanjas de infiltración, reutilización de amunas, recuperación de andenes, entre otras; es decir, tecnologías ancestrales y contemporáneas, que van acorde al medio físico, económico, social y cultural.

En ese sentido, desde el Fondo de Agua para Lima y Callao - AQUAFONDO, presentamos la identificación de áreas potenciales susceptibles, como una contribución para ejecución de proyectos que permitan hacer frente a la escasez hídrica que se presenta en la zona, en las cuales se puede poner en práctica acciones de siembra y cosecha de agua para el beneficio de los pobladores de las comunidades que habitan estas cuencas.



2. Justificación

El consumo del agua por persona es de 164.59 litros por día, sólo consumidores legales según SUNASS), demasiado en comparación a los niveles aceptables de las Naciones Unidas, que es de 20 a 50 litros de agua al día por persona*.

Por esta razón, desde AQUAFONDO, se pretende motivar el desarrollo de proyectos de infraestructura verde que permitan recuperar el caudal de nuestros ríos y que contrarresten el impacto del crecimiento poblacional**, escasez hídrica y cambio climático, inicialmente definiendo las intervenciones en infraestructura verde para continuar precisando criterios e identificando áreas con potencial para el desarrollo de dichos proyectos en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín.

* Fuente: <http://www.unwater.org/statistics/statistics-detail/en/c/211765/>.

** El INEI (2010) indica que para el año 2025 en el Perú seremos alrededor de 34,412,393 habitantes, mientras que en el departamento de Lima alrededor de 11,385,860 (27).



3. Objetivo

Definir criterios y mapas de áreas con potencial para el desarrollo de proyectos de infraestructura verde, poniendo en práctica la siembra de agua en la parte alta y media, así como su aprovechamiento, cosecha de agua, en época de estiaje, en las cuencas Chillón, Rímac y Lurín (CHIRILU).



4. Metodología

Para la identificación de las áreas de desarrollo de proyectos de infraestructura verde, se consideraron estudios provenientes de instituciones gubernamentales, tales como el Mapa de zonas de vida a escala 1:1'000,000 y su correspondiente Guía explicativa del mapa ecológico del Perú, Mapa de cobertura vegetal a escala 1:100,000 y su correspondiente Memoria descriptiva del mapa nacional de cobertura vegetal y Mapa hidrogeológico a escala 1:100,000.

Además, se desarrollaron entrevistas a representantes de Comunidades Campesinas así como de gobiernos locales.

Se complementó esta identificación con publicaciones sobre infraestructura verde, hidrogeología, geografía, metodologías de trabajo con comunidades campesinas y experiencias previas con relación a este tipo de infraestructura.

Asimismo, se utilizó la base de datos en Sistemas de Información Geográfica (SIG) de AQUAFONDO y la información recopilada en las constantes salidas de campo a las cuencas del Chillón, Rímac y Lurín.

Con la bibliografía y entrevistas se precisaron los conceptos de infraestructura verde, definiéndose tipos y criterios generales para la ubicación de proyectos de acuerdo a los pisos altitudinales de la vertiente del Pacífico.

Sirviéndonos de los mapas y sus guías o memorias explicativas se definieron criterios de ubicación de proyectos de infraestructura verde en función a las

zonas de vida y a la cobertura vegetal de las de las cuencas Chillón, Rímac y Lurín.

Finalmente, se elaboraron mapas que contienen cuadros con los criterios considerados para la elaboración de los mismos, además de indicar el tipo de recarga y la fase de acuerdo al nivel de información de las fuentes (estudio preliminar).





5. Marco Teórico

La infraestructura verde (IV) es un concepto en desarrollo que requiere de inversión financiera con el objetivo de proteger, restaurar y conservar paisajes naturales, tales como la reforestación, protección de bosques, riberas, humedales y todas aquellas actividades que contribuyan el funcionamiento de los ecosistemas. (1)

El enfoque de la infraestructura verde (IV) se refiere a los sistemas naturales o semi-naturales que prestan servicios para la gestión de los recursos hídricos con beneficios equivalentes o similares a las infraestructuras hídricas convencionales, "infraestructura gris". (2)

Sin embargo, la confianza en los sistemas naturales que prestan servicios (también denominados servicios ambientales" (SA)) es baja debido a que la relación entre el uso de la tierra y la provisión del servicio ambiental es ambigua o poco evidente. Además, se cuenta con poca información, debido a el poco desarrollo de experimentos puntuales (4).

Los servicios ecosistémicos hídricos (SEH) son un subconjunto de los "servicios ecosistémicos" (SE) o también llamados "servicios ambientales" (SA) (3).

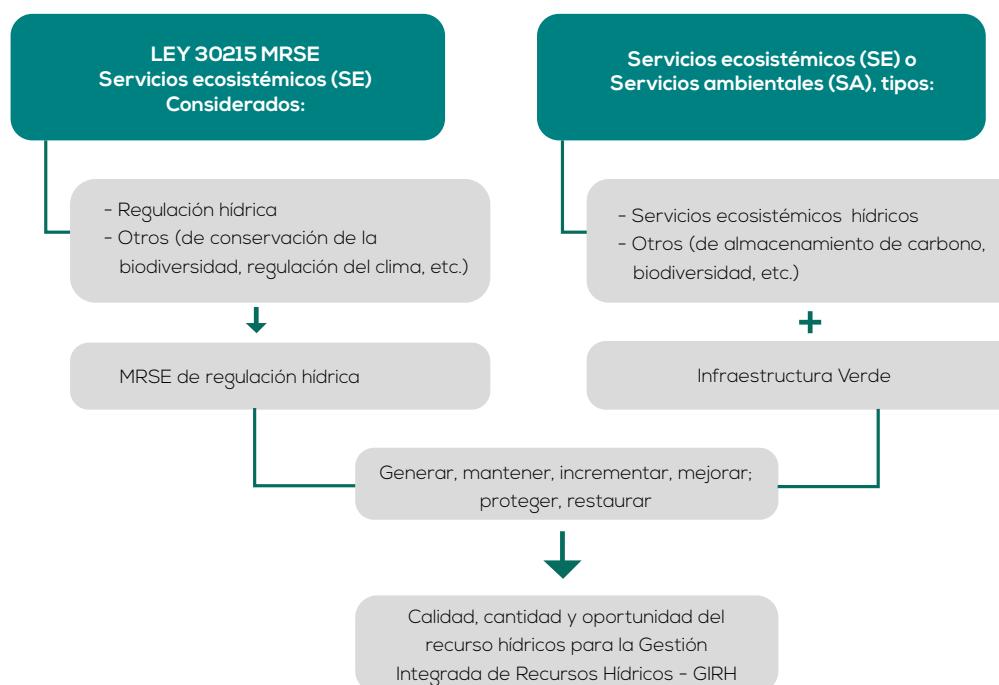
Asimismo, dentro del marco de la Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE), define a los MRSE de regulación hídrica como "aquellos que, mediante la implementación de acciones, generan, mantienen, incrementan o mejoran la calidad, cantidad y oportunidad del recurso hídrico dentro de los parámetros requeridos para el uso poblacional, riego y generación de energía, entre otros" (5).

En ese sentido, la implementación de la infraestructura verde tiene como objetivo la protección y/o conservación del servicio ecosistémico de regulación hídrica. Por ello de la normativa peruana vigente, se infiere que un MRSE de regulación hídrica implica la implementación de infraestructura verde (véase Gráfico 1).

Los proyectos de infraestructura verde que se presentan en este documento tienen la función de regulación hídrica y de sembrar agua, vale decir, regular y recargar el acuífero de forma natural mediante la mejora o el mantenimiento de pastos naturales, humedales y forestación; o de forma artificial mediante la construcción de micro-reservorios, amunas, zanjas de infiltración. Mientras que la capacitación y la asistencia técnica tienen el objetivo de dar sostenibilidad a los proyectos verdes.

Los criterios y las áreas potenciales para el desarrollo de proyectos de infraestructura verde se sustentan a partir de estudios a nivel preliminar o de reconocimiento(véase Cuadro 5), es decir, se tiene como propósito identificar y localizar las zonas para la siembra de agua en el ámbito de las cuencas Chillón, Rímac y Lurín.

Gráfico 1: Infraestructura verde y los MRSE de regulación hídrica



La regulación permite retener el agua de escorrentía superficial o de lluvia, dando tiempo para que pueda infiltrar al suelo y recargue el acuífero(6). La regulación hídrica se puede lograr mediante sistemas naturales como los bofedales, pastos naturales, etc.

Mientras que la recarga hídrica artificial es el conjunto de técnicas cuyo objetivo principal es permitir un mejor aprovechamiento de los acuíferos por aumento de sus recursos y creación de reservas, mediante una intervención directa o indirecta en el ciclo natural del agua, (Ibíd.)

Además, se diferencian los métodos de recarga, inducida y artificial. La recarga inducida consiste en crear situaciones favorables a la infiltración natural. Ello se logra preparando la superficie adecuadamente mediante andenes, terrazas, forestación, etc. Mientras que, la recarga artificial, propiamente, consiste en el diseño de estructuras para la recarga (véase Cuadro 1). Asimismo, debe tenerse en cuenta que el principal trabajo de mantenimiento de dichas estructuras consiste en desecar y limpiar los limos que se van depositando en los fondos. (Ibíd.)

Cuadro 1: Clasificación de Infraestructura Verde Según Método de Recarga

Método de Recarga (siembra de agua)	Sistemas Naturales	Sistemas Físicos
Inducida	<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de pastos naturales - Bofedales - Bosques 	<ul style="list-style-type: none"> - Andenes - Terrazas
Artificial		<ul style="list-style-type: none"> - Microreservorios - Amunas

Fuente: AQUAFONDO (2017)



6. Definición de tipos de Infraestructura Verde

6.1. Manejo de pastos naturales

Las pasturas naturales se presentan bajo diversas formas, las cuales tienen en común el hecho de que el forraje no ha sido sembrado. Por lo general se encuentran en tierras inapropiadas para cultivos arables. (7)

El manejo racional de los pastos naturales, tiene como beneficio ambiental el ayudar a mantener una buena cobertura vegetal y a la infiltración del agua, la recarga del acuífero y además, el incremento de alimentos para la producción pecuaria. (Ibíd.)

El manejo de pastos naturales mediante cercado está referida al impedimento del ingreso de animales a una pradera por un determinado tiempo con el objetivo de recuperar los pastos naturales, incrementar la recarga acuífera y generar semillas de buena calidad. (Ibíd.)

6.2. Pastoreo rotativo en pastos naturales

El pastoreo rotativo, consiste en subdividir un campo en varias parcelas las que serán pastoreadas sistemáticamente de modo que mientras una parcela es pastoreada las demás descansan. (7)

El pastoreo rotativo o clásico, generalmente se realiza en pequeñas áreas de pastoreo. Mientras que el pastoreo rotativo diferido prioriza la recuperación del pastizal, para ello se programan uno o más potreros de pastoreo adicionales que descansan por temporadas largas. (Ibíd.)

Para las condiciones de la sierra del Perú donde el crecimiento de los pastos naturales altoandinos es estacional, y gran parte son áreas comunales, el sistema de pastoreo rotativo diferido con descanso estacional resulta el más recomendable. (Ibíd.)

6.3. Restauración de Humedales

Un humedal de altura es una pradera nativa con permanente humedad y suelos hidromorfos. Los vegetales o plantas que habitan el bofedal reciben el nombre de vegetales hidrofíticos y constituyen forrajes de reserva para épocas secas. (8)

Los humedales son importantes porque albergan a una flora y fauna únicas,

poseen valor económico y cultural para los pueblos altoandinos, producción de forrajes para la alimentación animal, principalmente camélidos, y contienen reservas de agua. (9)

Para un buen manejo del humedal se requiere primero, evitar el ingreso de animales destructores como cerdos, caballos, burros, vacas, ovejas y cabras, que consumen indiscriminadamente los pastos y, por la forma de sus pezuñas, causan la compactación del suelo que disminuyendo la infiltración y destruyendo la cobertura vegetal. Asimismo, se requiere repoblar la cobertura vegetal mediante el trasplante de "champas vivas", esquejes y semillas en los bordes y zonas degradadas dentro del bofedal. También, construir drenajes y ampliar la zona húmeda con el agua excedente del bofedal con el propósito de incrementar la cobertura vegetal y la recarga. (8)

6.4. Forestación con especies nativas

Forestación, es el establecimiento de plantaciones, en superficies donde no existía cobertura arbórea (10). Los árboles aumentan el aporte hídrico, actuando como una red de hojas y ramas, donde se condensa la neblina. Los árboles interceptan las gotas de lluvia evitando que lleguen con fuerza al suelo, sus raíces sostienen al suelo disminuyendo el avance de las cárcavas, y sus copas disminuyen la velocidad del viento reduciendo la erosión eólica. Los árboles son utilizados por los pobladores

como combustible y fabricación de postes, vigas, y artesanías. (11)

Las especies forestales nativas de la zona altoandina son de mucha importancia dentro de las comunidades rurales, de ellas se obtienen importantes productos maderables como no maderables, (frutos, medicinas, tintes, etc.). (12)

6.5. Construcción de microreservorios

En la siembra de agua los microreservorios son depósitos de agua que se construyen aprovechando la depresión natural del suelo (hondonadas naturales) o lagunas naturales, levantando para ello un dique de tierra compactada que permite contener parte del agua excedente del periodo de lluvias y almacenarla para alimentar los manantiales, bofedales y humedecer terrenos aguas abajo. Se trata, así mismo, de lograr una lenta infiltración del agua, favoreciendo la recarga de los acuíferos. (8)

La construcción de microreservorios es importante porque sin éstos, en condiciones naturales, el agua discurre por la superficie del suelo sin ser aprovechada y, en algunos casos, se generan problemas de erosión e inundación en la parte baja de la cuenca. (Ibíd.)

Como cosecha de agua los microreservorios son incluidos dentro de sistemas de riego parcelario,

articulados a sistemas de riego mayor, por ejemplo: la red de un canal, pueden ser abastecidos con agua de escorrentía superficial, con agua proveniente de manantiales; fuentes mixtas, o combinaciones de dos o de las tres opciones mencionadas (canal, escorrentía, manantial). (13)

6.6. Reutilización de amunas

Las amunas son sistemas de recarga superficial localizados fuera de los cauces de los ríos mediante sistemas de canales asociados a campos, cuyo principio es captar las aguas de las quebradas que descargan al río, llevarlo fuera del cauce mediante canales y extenderlos en una superficie permeable que puede ser un desierto, áreas de bajo valor agrícola, zonas pedregosas de gran extensión. Tiene como objetivo el aumentar y alargar el caudal de los manantiales que abastecen a los pequeños sistemas de riego y a los asentamientos urbanos y rurales de las comunidades. (14)

En los Andes la mayor parte de la superficie se encuentra recubierta por rocas. Así, una roca compacta con escasa porosidad y fracturas abiertas puede permitir el almacenamiento de las aguas y descargarlas en forma de manantiales. La infiltración de las aguas sobre las superficies pedregosas y rocosas tanto dentro de los canales y laderas de forma gradual pero ininterrumpida van alimentando los dispersos y numerosos manantiales existentes aguas abajo de la zona. (Ibíd.)

De ese modo las familias campesinas disponen de una mayor cantidad de agua. Los manantiales y puquios, que son producto del almacenamiento del agua de las lluvias desde las partes altas, sostienen a la agricultura y la ganadería. También, almacenada en los reservorios, se destina al consumo doméstico y a otros servicios en los centros poblados. (Ibíd.)

Entre los beneficios ambientales, se tienen: recarga del acuífero, reducción de la erosión en las laderas, reducción del volumen de agua en las quebradas en momentos de las crecidas, presencia de humedad en el medio, sostenimiento de microclimas, conservación de la biodiversidad. (Ibíd.)

6.7. Zanjas de infiltración

Las zanjas de infiltración son estructuras que sirven para atrapar escurrimiento superficial en períodos de lluvias intensas en zonas de ladera. En las zanjas el agua captada se infiltra en el suelo y así aumenta la humedad y recarga el agua subterránea, evitando procesos erosivos del suelo. (8)

La habilitación de zanjas de infiltración se realiza en las laderas y en la cabecera de áreas agrícolas. (15)

Para la construcción de zanjas de infiltración se necesita determinar la cantidad de agua de lluvia que cae en la zona de captación, que debe ser menor o igual a la que capta y absorbe la zanja; la pendiente del terreno en el área que

se construirá la zanja determinará el espaciamiento entre cada una. En zonas de pastoreo se deben dejar tabiques con un ancho adecuado para facilitar el paso de los animales y evitar el deterioro de las zanjas. En el borde superior de las zanjas se debe sembrar pastos o plantas de buen macollaje a modo de barreras vivas para darle mayor protección a los taludes. Así mismo, es necesario realizar periódicamente el mantenimiento de la zanja, limpiando el material arrastrado por el agua, de esta manera se consigue aumentar su vida útil. (8)

Además, según la experiencia en Huarochirí, las zanjas de infiltración deben estar abastecidas constantemente de agua durante la época de estiaje por lo que éstas deben de estar conectadas a alguna fuente para que cumpla tal función. Asimismo, como protección deben sembrarse pastos y especies forestales nativas. (16)

6.8. Recuperación andenes y terrazas

Los andenes, son un medio de producción agrícola utilizado en zonas de laderas de montañas conformado por terrazas de cultivo que poseen una estructura interna de capas y tipos de suelos sumamente compleja, y que constituyen parte de un sistema mayor, abastecido de agua captada desde sus fuentes de manera permanente e irrigadas a través de canales. Estas pueden, según sea el caso específico,

estar acompañadas de obras de ingeniería hidráulica complementarias como represas, reservorios, galerías filtrantes, pozas de disipación, etc., destinadas a controlar el manejo del agua. Sus características varían según su ubicación agroecológica y su vocación productiva, y/o su época de construcción. (17)

Como beneficios ambientales, están concebidos para optimizar el control y el manejo del agua, aumentar la fertilidad y humedad del suelo, y producir mejoras en el control del agua y los microclimas. (Ibíd.)

La estructura interna de los andenes, es un factor importante a tomar en cuenta para la recuperación o rehabilitación ya que ello incide en la economía y control del agua, en la protección de heladas, en el control de la humedad y en la fertilización del suelo preparado para la siembra, lo cual si no se toma en cuenta se pone en riesgo la cosecha y se reduce la productividad y, por ende, la rentabilidad. (Ibíd.)

Mientras que las terrazas de formación lenta son modificaciones que se realizan al terreno en ladera para disminuir la pendiente. A diferencia del andén, las terrazas no tienen infraestructura interna, pero algunas se construyen con muros de piedras frontales llamadas pircas.

6.9. Capacitación y asistencia técnica

Las capacitaciones se trabajan en el fortalecimiento de capacidades y destrezas en parcelas demostrativas, en las cuales se realizan exhibiciones y pruebas del manejo agropecuario de los distintos cultivos o crieras (18). La extensión tradicional se define de forma lineal como el vínculo principal entre la investigación científica, por un lado, y los productores agrícolas, por el otro. Tiene un enfoque de transferencia de conocimientos científicos (19).

Una de las pocas experiencias exitosas de capacitación de campesinos para mejorar sus técnicas de riego en parcela fue la que llevo a cabo el PRODERM en el Cusco, entre 1979 a 1991. La estrategia para desarrollar este plan de capacitación se basó en la transferencia tecnológica de "campesino a campesino". (20)

La metodología de Campesino a Campesino se trata de una herramienta participativa sencilla, que permite que la mayor parte de las actividades sea dominada y manejada por campesinas y campesinos, se adapta muy bien a la promoción de la agricultura sostenible. Es una forma participativa de promoción y mejoramiento de los sistemas productivos campesinos, partiendo del principio de que la participación y el empoderamiento, intrínsecos en el desarrollo sostenible, que se centra en la iniciativa propia y el protagonismo de la población campesina. (19)



7. Infraestructura Verde en las cuencas CHIRILU

7.1. Cuadros con criterios resumidos

Cuadro 2: Criterios Generales de Ubicación y Pisos Altitudinales para Infraestructura Verde

CRITERIOS GENERALES DE UBICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VERDES		
INFRAESTRUCTURA VERDE	CRITERIOS GENERALES	PISO ALTITUDINAL
Cercado de pastos naturales	De acuerdo a los Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103 (21), los mapas de suelos y de capacidad de uso mayor del CHIRILU (22) así como a los pisos altitudinales, los leptosoles son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda.	Del piso quechua hasta la jalca.
Pastoreo rotativo en pastos naturales		
Restauración de humedales	De acuerdo al MINAM (24) y al mapa de cobertura vegetal del CHIRILU(22), los bofedales se encuentran por encima de los 3,800 msnm; en suelos del grupo regosol (21).	Pisos suni y jalca.
Forestación con especies nativas	De acuerdo a los Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103 (21), los regosoles en regiones montañosas son delicados y es mejor dejarlos bajo bosque, asimismo, los leptosoles son un recurso potencial como tierra forestal.	Piso altitudinal costa hasta el suni.
Restauración de amunas	De acuerdo a la Inspección hidrogeológica N°A6677 realizada por el INGEMMET (14), se recomienda que cuando las zanjas de infiltración y amunas vayan a ser construidas en un medio arcilloso (impermeable), debe procurarse que el trazo sea donde aflora el componente rocoso (con mejor infiltración), además, la longitud debe adecuarse a la topografía del terreno. Además, sobre calizas, lutitas y arenas o en piroclasa.	Pisos suni y janca.
Zanjas de infiltración		
Construcción de microreservorios	Éstas pueden ser cochas para la siembra de agua o reservorios para la aplicación de riego en las chacras. Se suele construir en depresiones naturales (25). También, de acuerdo a experiencias previas (26) para el caso de siembra de agua.	Pisos suni y janca
Recuperación de andenes y terrazas	De acuerdo a Javier Pulgar Vidal (27), los andenes se edificaron en el piso altitudinal yunga a pesar de ser una zona de alta erosión. Ello se ha observado en los trabajos de campo realizados por AQUAFONDO, en las cuecas del Chillón, Rímac y Lurín, andenes desde el piso yunga hasta el quechua.	Pisos yunga y quechua.

FUENTE: Elaboración propia (2017)

Cuadro 3: Criterios para la identificación de infraestructura verde de acuerdo a las zonas de vida (para más detalles véase el anexo 1)

Infraestructura Verde	Uso actual	Uso potencial	Zona de vida
Forestación con especies nativas	Agricultura de secano (tuberosas, leguminosas comestibles y algunos cereales de grano chico). Ganadería extensiva.	Buen potencial para cultivos criofílicos. Favorable para plantaciones forestales.	Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT)
Andenes	Agricultura muy limitada sólo con riego. Pastoreo estacional. Se debería prohibir toda actividad ganadera dentro del área geográfica de estas Zonas de Vida, incluyendo la prohibición total de quemas y extracción de leña.	Potencial regular debido a limitaciones topográficas y deficiencia de agua. La reforestación de los terrenos es sólo factible con especies que tienen un ritmo de crecimiento muy lento y muy bajo volumen de producción de madera por hectárea, como el "ccasi" (<i>Haplorus peruviana</i>), la "tara" y la "tuna".	Estepa espinosa Montano Bajo Tropical (ee-MBT)
Microreservorios para riego	La agricultura que se lleva es de secano y con ganadería extensiva en aquellos lugares con pasturas naturales estacionales. El principal cultivo es la cebada, ya que requiere poca agua, cultivándose papa y algunos tubérculos nativos hacia los límites con el matorral húmedo-Montano. Debido a la escasez de lluvia, con un máximo de 500 milímetros la reforestación recomendable son con especies poco exigentes en agua.	Buen potencial para cultivos criofílicos con riego.	Estepa Montano Tropical (e-MT)
Andenes	Agricultura de subsistencia y bajo riego. Pastoreo estacional.	Bajo potencial por limitaciones topográficas y disponibilidad de agua. Los cultivos que prosperan bien en estas Zonas de Vida son el maíz, los cereales de grano chico (trigo), papa, hortalizas, frutales de climas templados (de hueso), alfalfa y otros forrajes. Desde el punto de vista forestal, tiene muchas limitaciones.	Matorral desértico Montano Bajo Tropical (md-M.BT)

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Ministerio de Agricultura (1995)

Infraestructura Verde	Uso actual	Uso potencial	Zona de vida
Zanjas de Infiltración	Las áreas que mantienen gramíneas perennes son utilizadas para pastoreo temporal durante el corto tiempo de las lluvias veraniegas.	Sin o muy escaso valor, tanto para la actividad pecuaria y para la forestal.	Matorral desértico-subalpino tropical (md-SaT)
Microreservorios para recarga	Sin uso.	Importancia desde el punto de vista del régimen hidrológico de los ríos y de las lagunas altoandinas. Para el desarrollo del turismo.	Nivel Tropical (NT)
Pastoreo rotativo	Ganadería lanar extensiva. Muy degradado por sobrepastoreo.	Buen potencial para fines pecuarios (lanar), Con capacidad para la producción de pastos para ganado, conveniente actividad tradicional de la ganadera altoandina.	Páramo húmedo Subalpino Tropical (ph- SaT)
Cercado de pastos	Actividad ganadera limitada, debido generalmente a su inaccesibilidad y a sus condiciones poco favorable de clima pluvial, que propicia la prevalencia de enfermedades en los animales.	Bajo potencial para el desarrollo pecuario.	Páramo pluvial Subalpino Tropical (pp-SaT)
Amunas	Ganadería lanar (ovinos y auquénidos). En los límites inferiores de esta Zona de Vida, se realiza un pastoreo indiscriminado. Empobreciendo los pastos, quedando el suelo sin cobertura y erosionando, incapaz de absorber y retener la humedad necesaria para el desarrollo de la cubierta vegetal.	Bajo potencial y actualmente muy degradado por sobrepastoreo.	Tundra pluvial Alpino Tropical (tp-AT)

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Ministerio de Agricultura (1995)

Cuadro 4: Criterios para la identificación de infraestructura verde de acuerdo a la cobertura vegetal (para más detalles véase el anexo 2)

Infraestructura Verde	Ubicación	Características	Cobertura Vegetal
Mantenimiento o restauración de humedales	Fondos de valle fluvio-glacial, conos volcánicos, planicies lacustres, piedemonte y terrazas fluviales	Altitud: desde 3,800 msnm Ecosistema hidromórfico distribuido en la región altoandina.	Bofedal (Bo)
Forestación con especies nativas cercado de pastos naturales y zanjas de infiltración	Sobre fuerte pendiente.	Altitud: 3,500-4,900 msnm Considerado como "relicto" debido a reducida superficie, alta fragmentación y poca accesibilidad, albergan especies en peligro de extinción.	Bosque relictico altoandino (Br-al)
	De manera fraccionada en algunas zonas puntuales y distantes de la región mesoandina; en laderas montañosas casi inaccesibles.	Altitud: 3,000-3,800 msnm Se caracteriza por su porte bajo o achaparrado, con árboles dispersos y con alturas máximas que oscilan entre 3 y 9 m.	Bosque relictico mesoandino (Br-me)

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de MINAM (2015)

Cuadro 5: Fases de estudios para proyectos de siembra de agua (recarga hídrica)

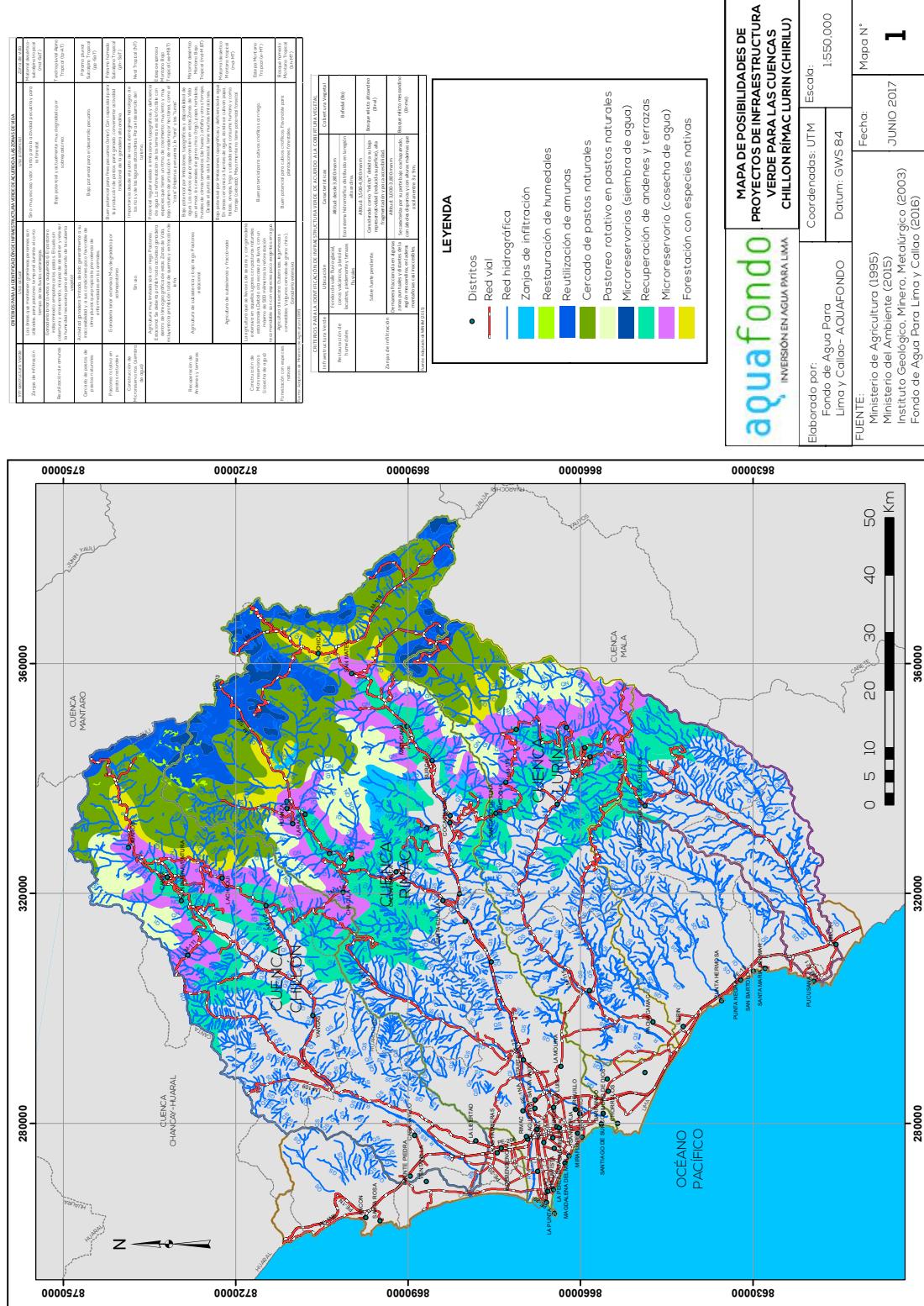
FASES DE ESTUDIOS ⁽⁶⁾		
TIPO DE ESTUDIO	DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN BÁSICA
Estudios preliminares	Tiene como objetivo localizar embalses subterráneos más importantes y una primera estimación de sus dimensiones, parámetros hidrológicos de las zonas de recarga y descarga y de la calidad de agua.	<ul style="list-style-type: none"> - Mapas geológicos y topográficos - Escalas de mapas entre 1:200,000 y 1:100,000 - Datos hidrológicos - Estudios de demanda de agua.
Estudios hidrogeológicos generales	Conducen a una cuantificación más aproximada de los embalses subterráneos localizados en los estudios de reconocimiento o preliminares.	<ul style="list-style-type: none"> - Mapas geológicos y topográficos - Mapas litológicos y estructurales - Escalas de mapas entre 1:100,000 y 1:50,000 - Datos hidrológicos - Inventario detallado de fuentes - Prospección geofísica - Sondeos mecánicos
Estudios de detalle	Tienen por objeto un conocimiento pormenorizado del acuífero que permita resolver una demanda de agua concreta. Los datos hidrológicos y técnicos son importantes.	<ul style="list-style-type: none"> - Mapas geológicos, topográficos, litológicos y estructurales. - Escalas de mapas entre 1:25,000 a 1:10,000 - Prospección geofísica - Datos hidrológicos - Piezómetros

FUENTE: Elaboración propia. Adaptado de Custodio (1976)

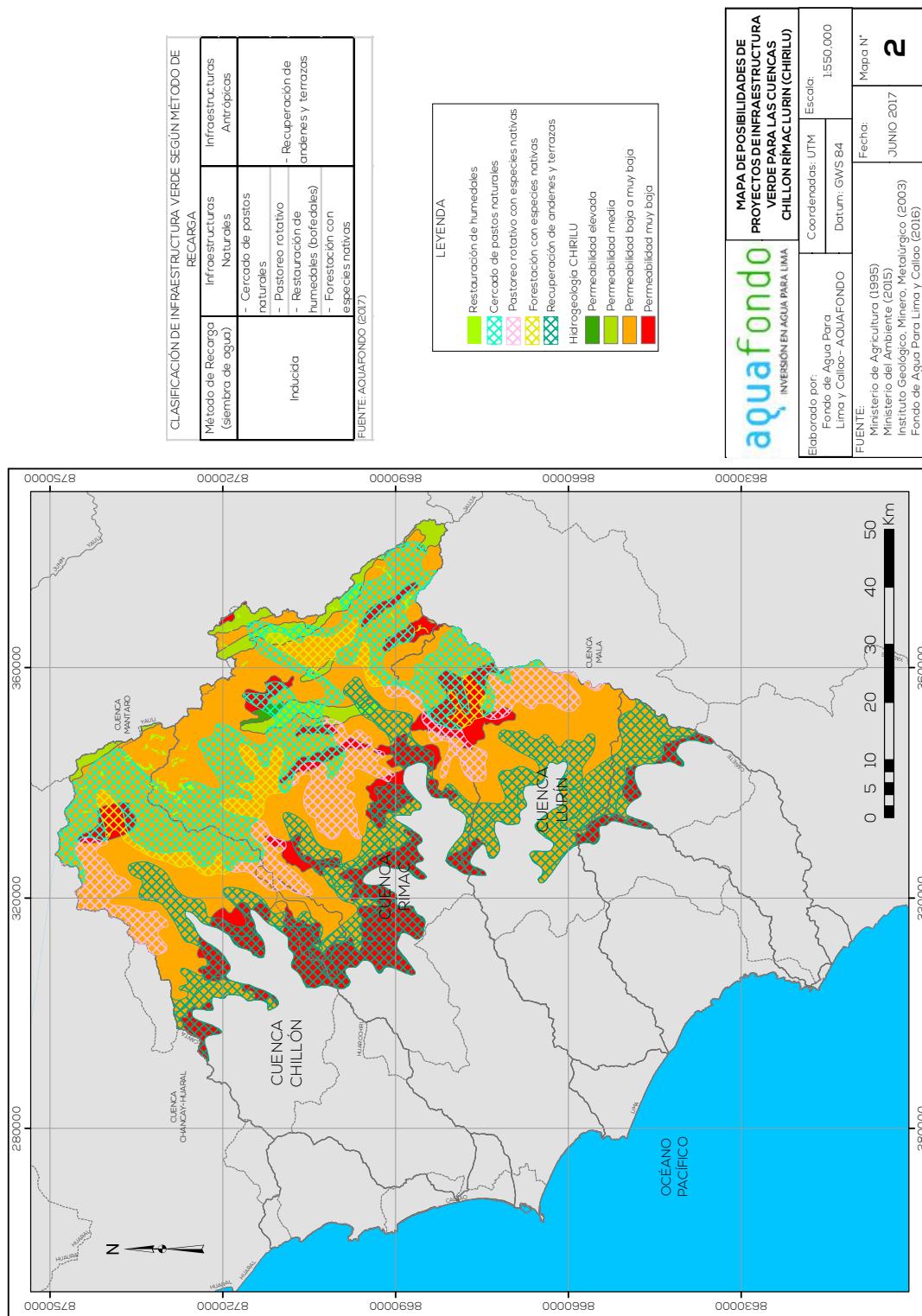
7.2. Mapas de infraestructura verde

Mapas de infraestructura verde con posibilidades de implementación, ubicadas en las cuencas que abastecen de agua a Lima y Callao: Chillón, Rímac y Lurín (CHIRILU):

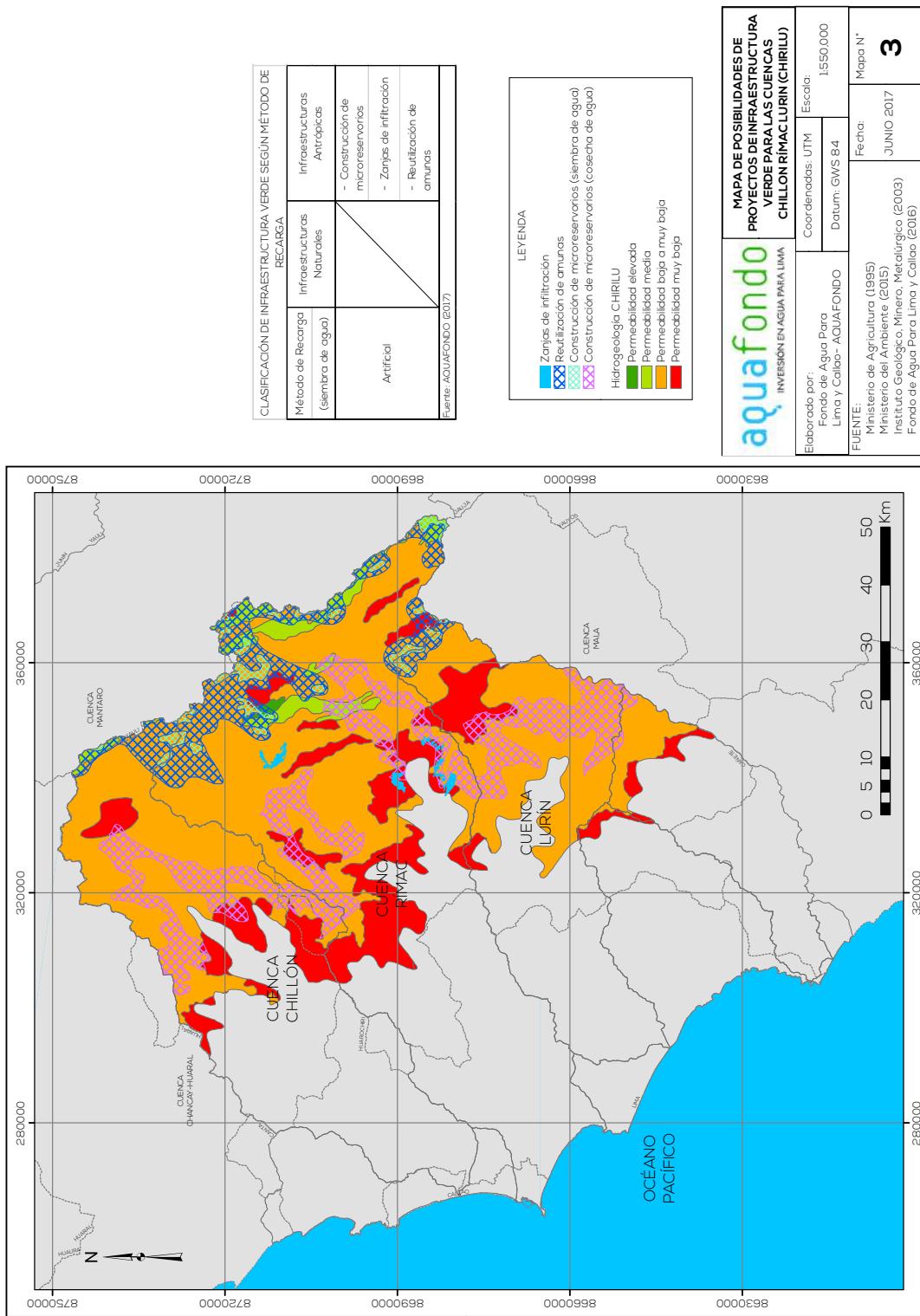
Mapa 1: Ubicación de áreas con posibilidades de desarrollo de infraestructura verde de acuerdo a criterios de zonas de vida y cobertura vegetal



Mapa 2: Ubicación de áreas con posibilidades de desarrollo de infraestructura verde para recarga inducida



Mapa 3: Ubicación de áreas con posibilidades de desarrollo de infraestructura verde para recarga artificial





8. Acciones a seguir

Durante el desarrollo del presente documento “Áreas Potenciales para el Desarrollo de Proyectos de Infraestructura Verde para la parte media y alta de las cuencas Chillón, Rímac y Lurín (CHIRILU)”, que abastecen de agua a Lima y Callao, se consideraron factores geográficos, hidro-geológicos, ecológicos y sociales en un contexto de cambio climático y mundial, donde resulta sustancial promover y fortalecer la visión de mantenimiento, mejoramiento o implementación de amunas, zanjas de infiltración, bofedales, etc. Por lo cual, las siguientes acciones a seguir serán:

- Estudios que permitan perfilar los proyectos de infraestructura verde, siguiendo las fases de estudio sintetizadas en el cuadro 5; de acuerdo a ello, siguen estudios hidrogeológicos generales antes de pasar a los estudios a detalle, sin que ello signifique que el presente documento a nivel de estudio preliminar pueda ser enriquecido.
- Estudios a pequeña escala que permitan identificar cuantitativa y cualitativamente los beneficios que brindan los servicios ecosistémicos de las infraestructuras verdes; dichos

estudios deben contar con una metodología de evaluación de mediano a largo plazo para obtener una base de datos confiable,

- Elaborar una metodología que permita identificar de manera específica en las cuencas, los lugares idóneos para la implementación, recuperación y/o mantenimiento de infraestructuras verde.
- Elaborar metodologías de evaluación a largo plazo, de acuerdo al tipo de infraestructura verde, para la obtención de una base de datos robusta que permita conocer a detalle el funcionamiento de los servicios ecosistémicos de infraestructuras verdes y realizar proyecciones y prospecciones respecto a condiciones sociales, económicas y ambientales.

• Rescate de saberes ancestrales. Los estudios, metodologías u otro a elaborarse se continuarán en acompañamiento de las comunidades locales, como las comunidades campesinas, aplicando la metodología de campesino a campesino, ya que ellos tienen identificados los lugares donde se pueden generar, mantener, incrementar y mejorar proyectos de infraestructura verde, llámense infraestructura natural, de servicios ecosistémicos o simplemente ecosistémicos, los cuales tienen la finalidad de inducir o recargar el acuífero o regular el agua para una mejor calidad, cantidad y oportunidad del recurso hídrico en especial para la época de estiaje.

9. Referencias

1. Echevarria, Marta, y otros. Infraestructura Verde en el Sector de Agua Potable en América Latina y el Caribe: Tendencias, Retos y Oportunidades. 2015. pág. 33.
2. Observatorio del Agua El Salvador. Observatorio del Agua. [En línea] 7 de Enero de 2015. <http://agua.marn.gob.sv/index.php/publicaciones/369-programa-de-naciones-unidas-para-el-medio-ambiente-pnuma-the-nature-conservancy-union-internacional-para-la-conservacion-de-la-naturaleza-y-sus-recursos-uicn-septiembre-2014>.
3. Coronel, Lorena. Servicios ecosistémicos y ambientales. 8 de marzo de 2017.
4. Wunder, Sven. Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales. 25. Indonesia : Centro Internacional de Investigación Forestal, 2006. ISSN 0854-9818.
5. Ministerio del Ambiente - MINAM. Ley 30215 Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos. [En línea] 29 de junio de 2014. [Citado el: 5 de mayo de 2017.] http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/06/ley_302105_MRSE.pdf.
6. Custorio, Emilio y Llamas, Manuel Ramón. Hidrología Subterránea. Primera. Barcelona : Omega S.A., 1976. Vol. II.
7. Heno de pasturas naturales. Suttie, J. M. 29, Roma : Food and Agriculture Organization, 2003, Conservación de heno y paja: para pequeños productores y en condiciones pastoriles, Vol. Producción y protección vegetal, págs. 125-137. ISBN 92-5-304458-6.
8. Alejo Rivera, Juan , y otros. Manejo de pastos naturales altoandinos. [ed.] Liz Carol Silva Peralta. Lima : PACC Perú, 2014. Vol. Manual Técnico N° 2.
9. Castro Medina, Irene. Humedales y bofedales en el Perú. [En línea] 10 de Noviembre de 2013. <https://es.slideshare.net/irenecm444/humedales-y-bofedales-en-per>.
10. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). DS N° 020-2015-MINAGRI, Decreto Supremo que Aprueba el Reglamento para la Gestión de las Plantaciones Forestales y los Sistemas agroforestales. DS N° 020-2015-MINAGRI. Lima, Lima, Perú : El Peruano, 29 de Setiembre de 2015.

11. Medina Ureña, María Isolina y Uribe Ruiz, Alexander. Reforestación: su importancia y aplicación en las instituciones rurales. Academia.edu. [En línea] Mayo de 2012. [Citado el: 24 de Febrero de 2017.] http://www.academia.edu/8075004/REFORESTACI%C3%93N_SU_IMPORTANCIA_Y_APPLICACI%C3%93N_EN_LAS_INSTITUCIONES_RURALES_REFORESTACI%C3%93N_SU_IMPORTANCIA_Y_APPLICACI%C3%93N_EN_LAS_INSTITUCIONES_RURALES_Autores_MAR%C3%8DA_ISOLINA_MEDINA_URUE%C3%91A.pdf.
12. Arica S., Denis. Especies forestales Condesan.pdf. Condesan. [En línea] 2014 (?). [Citado el: 24 de Febrero de 2017.] <http://www.ecosaf.org/altiplano/Especies%20forestales%20Condesan.pdf>.
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Sistemas de Riego Tecnificado Presurizado con Micro-reservorios Familiares para la Adaptación de los Pequeños Productores de las Cuenca Andina al Cambio Climático. [En línea] 2010. [Citado el: 24 de Febrero de 2017.] <http://www.fao.org/docrep/013/al924s/al924s.pdf>.
14. Apaza Idme, Dimas, Arroyo Hurtado, Roberto y Alencastre Calderón, Andrés. Las Amunas de Huarochirí: Recarga de acuíferos en los Andes. Lima : IICA, 2006. pág. 97.
15. Machaca Mendieta, Marcela, y otros. Yacumama- Madre Agua: lagunas de lluvia y comunidades criadoras del agua. [ed.] Asociación Bartolomé Aripaylla. Ayacucho : Asociación Bartolomé Aripaylla, 2014.
16. Ríos, Gregorio. Zanjas de infiltración según la Asociación de Comunidades Campesinas Nor Huarochirí. Infraestructura verde. Lima, 05 de abril de 2017.
17. Aguirre-Morales P., Manuel. Cómo funciona un andén maicero. [ed.] Mourik Bueno de Mesquita y Timmi Tillmann. II Congreso Internacional de Terrazas: Encuentro de culturas y saberes de terrazas del mundo. Cusco : Centro Bartolomé de las Casas, 2015, Vol. Serie Ecología y Desarrollo 6015, págs. 169-180.
18. Agrobanco. Capacitación técnica - Agrobanco. [En línea] 2013. <http://www.agrobanco.com.pe/index.php?id=capacitacion-tecnica>.
19. Griffon Briceño, Diego. Agroecología: Metodología de Campesino a Campesino. Agroecología. [En línea] Campesino a Campesino, 12 de Octubre de 2008. [Citado el: 24 de Febrero de 2017.] <http://agroecologianvenezuela.blogspot.pe/2008/10/metodologa-de-campesino-campesino.html>.

20. Felipe-Morales, Carmen, Bernex, Nicole y Varas, Nilda. Educacion y capacitacion para el riego. [aut. libro] Grupo Permanente de Estudio Sobre Riego. [ed.] Tecnología Intermedia (ITDG). Gestión del agua y crisis institucional: un análisis multidisciplinario del riego en el Perú. Lima : Tecnología Intermedia (ITDG), 1993, Vol. 9, pág. 317.
21. USS Grupo de Trabajo WRB. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. FAO. Roma : FAO, 2007.
22. Crisólogo Rdríguez, Mirton Enrique. Mapas elaborados, base de datos sig y ruta de información Chillón, Rímac y Lurín. Lima, Fondo de Agua para Lima y Callao - Aquafondo. Lima : Aquafondo, 2016. pág. 32 (44 mapas), Consultoría.
23. Ministerio del Amiente - MINAM. Mapa Nacional de Cobertura Vegetal: memoria descriptiva. Lima : Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, 2015. Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú n° 2015-13226.
24. Rojas Melo, Mesías Teodoro. Experiencia de reservorios construidos en San Andrés de Tupicocha. Infraestructura verde y siembra de agua. Lima, 24 de abril de 2017.
25. Machaca, Marcela, y otros. Informes de sistematización de quince experiencias de siembra y cosecha de agua en el Perú. <http://www.paccperu.org.pe>. [En línea] Diciembre de 2016. [Citado el: 15 de marzo de 2017.] <http://www.paccperu.org.pe/publicaciones/pdf/259.pdf>.
26. Pulgar Vidal, Javier. Las ocho regiones naturales. [ed.] Nicole Bernex Weiss. Veinte. Lima : INTE-PUCP, 2014.
27. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población Departamental. Por Años Calendario y Edades Simples, 1995-2025. [En línea] noviembre de 2010. [Citado el: 23 de junio de 2017.] <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib1039/index.htm>.



Anexos

CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VERDE DE ACUERDO A LAS ZONAS DE VIDA

Zona de vida	Características altitudinales y climáticas	Relieve topográfico y suelo	Vegetación	Uso actual	Usopotencial	Infraestructura verde
Bosque húmedo Montano Tropical (bh-MT)	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 2,800 y 3,800 hasta 4,000 msnm - Bio-tempertura media anual: 13.1°C (max.) y 7.3°C (min.) - Promedio de precipitación total por año (PPTA): 1,154 milímetros (máx.) y 498 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 0.5 y 1 del PPTA - Provincia de humedad: Húmedo 	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: dominante empinado, conforma el borde o parte superior de las laderas que emmarcan los valles interandinos. - Suelos: relativamente profundos, arcillosos, de reacción ácida, tonos rojizos a pardos y que asimilan al grupo edafogénico de Phaeozems. Donde predominan materiales litológicos calcáreos pueden aparecer los Kastonozems, de tonalidades rojizas generalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> "Chachacomo" (<i>Escallonia</i> sp.), "quinual" (<i>Polylepis</i> sp.), "ulcumano", "romerillo" o "intimpa" (<i>Podocarpus</i> sp.), etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Agricultura de secano (tuberosas, leguminosas comestibles y algunos cereales de grano chico), Ganadería extensiva. 	<ul style="list-style-type: none"> Buen potencial para cultivos criofílicos. Favorable para plantaciones forestales. 	<ul style="list-style-type: none"> Forestación con especies nativas

Zona de vida	Características altitudinales y climáticos	Relieve topográfico y suelo	Vegetación	Uso actual	Uso potencial	Infraestructura verde
Estepa espinosa Montano Bajo Tropical (ee-MBT)	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 2,000 y 3,100 msnm - Bio-tempertura media anual: 18.2°C (max.) y 12.1°C (mín.) - Promedio de precipitación total por año (PPTA): 522.4 milímetros (máx.) y 231.3 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 2 y 4 del PPTA - Provincia de humedad: Semiárido 	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: dominante empinado. - Suelos: de naturaleza calcárea, relativamente profundos, de textura tendente a arcillosa, bajos en el contenido orgánico, pertenecientes a los grupos edafogénicos Xerosoles, Kastanozems y Litosoles sobre materiales litológicos diversos. 	<p>"Tuna", "chamana" y el "molle" en los lugares un poco más abrigados y el "ccasi" (<i>Haplopus peruviana</i>) en las partes elevadas.</p> <p>Entre las gramíneas los géneros <i>Stipa</i>, <i>Melica</i>, <i>Adropogon</i>, <i>Eragrostis</i> y <i>Pennisetum</i>.</p>	<p>Agricultura muy limitada sólo con riego. Pastoreo Estacional. Se debería prohibir toda actividad ganadera dentro del área geográfica de estas Zonas de Vida, incluyendo la prohibición total de quemas y extracción de leña.</p>	<p>Potencial regular debido a limitaciones topográficas y deficiencia de agua. La reforestación de los terrenos es sólo factible con especies que tienen un ritmo de crecimiento muy lento y muy bajo volumen de producción de madera por hectárea, como el "ccasi" (<i>Haplopus peruviana</i>), la "tara" y las "tunas".</p>	<p>Andenes</p>

Zona de vida	Características altitudinales y climáticas	Relieve topográfico y suelo	Vegetación	Uso actual	Usopotencial	Infraestructura verde
Estepa Montano Tropical (e-MT)	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 2,800 y 3,800 y hasta 4,000 msnm - Bio-tempertura media anud: 14.1°C (max.) y 9.5°C - Promedio de precipitación total por año (PPTA): 541.8 milímetros (máx.) y 244.5 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 1 y 2 del PPTA - Provincia de humedad: Subhúmedo 	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: empinado - Suelos: un tanto profundos, de textura media, generalmente de naturaleza calcárea, pertenecientes a los Kastanozems. Asimismo, se tiene suelos superficiales y muy calcáreos. 	<p>Stipa, Festuca, Calamagrostis y Eragrostis.</p>	<p>La agricultura que se lleva es de secano y con ganadería extensiva en aquellos lugares con pasturas naturales estacionales. El principal cultivo es la cebada, ya que requiere poca agua, cultivándose papa y algunos tubérculos nativos hacia los límites con el bosque húmedo-Montano. Debido a la escasez de lluvia, con un máximo de 500 milímetros la reforestación recomendable son con especies poco exigentes en agua.</p>	<p>Buen potencial para cultivos criofílicos con riego.</p>	<p>Microreservorios para riego</p>

Zona de vida	Características altitudinales y climáticas	Relieve topográfico y suelo	Vegetación	Uso actual	Uso potencial	Infraestructura verde
Matorral desértico Montano Bajo Tropical (md-M.BT)	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 2,000 y 2,900 msnm - Bio-températura media anual: 17° (máx.) y 12°C (mín.) - Promedio de precipitación total por año (PPTA): 250 milímetros (máx.) y 125 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 4 y 8 del PPTA - Provincia de humedad: Árido 	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: grada de quebrado a abrupto - Suelos: superficiales, de naturaleza lítosólica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Escasa y de tipo xerofítico. Durante la época de lluvias, desarrolla una cubierta temporal de hierbas efímeras, entre las que se observan algunas gramíneas anuales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Agricultura de subsistencia y bajo riego. Pastoreo estacional. 	<p>Bajo potencial por limitaciones topográficas y disponibilidad de agua. Los cultivos que prosperan bien en estas Zonas de Vida son el <u>maíz</u>, los <u>cereales de grano chico</u> (<u>trigo</u>, <u>papa</u>, <u>hortalizas</u>, <u>frutales de clímas templados</u> (<u>de hueso</u>), <u>alfalfa</u> y <u>otros forrajes</u>.</p> <p>Andenes</p> <p>Desde el punto de vista forestal, tiene muchas limitaciones.</p>	

Zona de vida	Características altitudinales y climáticas	Relieve topográfico y suelo	Vegetación	Uso actual	Usopotencial	Infraestructura verde
Matorral desértico Montano tropical (md-MT)	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 3,000 y 3,500 msnm - Bio-températura media anual: 12°C (máx) y 6°C (mín.) - Promedio de precipitación total por año (PPTA): 250 milímetros (máx.) y 125 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 2 y 4 del PPTA - Provincia de humedad: Semiárido 	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: abrupta a base de laderas de marcada inclinación (más de 70 %). - Suelos: Pertenece al grupo de los Xerosoles principalmente, de textura variada entre media a fina, calcáreo y bajo contenido de materia orgánica. Donde hay marcada influencia volcánica, aparecen los Andosoles vitrinos. 	<p>Constituida por arbustos, subarbustos y cactáceas, además de una cubierta rala de gramíneas perennes anuales como los géneros <i>Stipa</i>, <i>Calamagrostis</i> y <i>Festuca</i>. Asimismo es frecuente ver la "tolá" (<i>Lepidophyllum quadrangulare</i>) y la "chillihua" (<i>Fraseria fruticosa</i>).</p> <p>Alrededor de los 3,200 metros de altura, los <i>Cereus columnares</i> y cactáceas en general.</p>	<p><u>Agricultura de subsistencia y fraccionada</u></p> <p><u>Andenes</u></p>	<p>Bajo potencial por limitaciones topográficas y deficiencia de agua. En áreas cercanas a fuentes de agua, donde se cultivan <u>papa</u>, <u>habas</u>, <u>aryejas</u>, <u>trigo</u> y <u>cebada</u> para consumo humano y como forraje (<u>cebada</u>). Mayormente <u>no tiene potencial forestal</u>.</p>	

Zona de vida	Características altitudinales y climáticas	Relieve topográfico y suelo	Vegetación	Uso actual	Uso potencial	Infraestructura verde
Matorral desértico-subalpino-tropical (md-SaT)	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 4,000 a 4,200 msnm - Bio-tempertura media anual: 3°C (máx.) y 6°C (mín.) - Promedio de precipitación total por año (PPTA): 250 (máx.) y 125 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 1 y 2 del PPTA - Provincia de humedad: Subhúmedo 	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: Quebrado variando a colinado. - Suelos: Con horizonte A relativamente prominente y negro, generalmente ácido y con o sin influencia de materiales volcánicos, asimilándose a los Páramos andosoles (suelos volcánicos altoandinos) y Paramosoles (sin influencia volcánica). 	<p>"Tola" (<i>Lepidophyllum quadrangulare</i>); en algunos lugares, con una mezcla de gramíneas perennes o como <i>Festuca orthophylla</i>, <i>Stipa depauperata</i> y <i>Poa gymnata</i>.</p>	<p>Las áreas que mantienen gramíneas perennes son utilizadas para pastoreo temporal durante el corto tiempo de las lluvias veraniegas.</p>	<p>Sin o muy escaso valor, tanto para la actividad pecuaria y para la forestal.</p>	<p>Zanjas de infiltración</p>
Nival Tropical (NT)				<p>Algunas algas sobre la nieve misma, así como minúsculos liquenes, crustáceos, que crecen sobre las rocas de color oscuro.</p>	<p>Importancia desde el punto de vista del régimen hidrológico de los ríos y de las lagunas altoandinas.</p> <p>Para el desarrollo del turismo.</p>	<p>Microreservorios para recarga</p>

Zona de vida	Características altitudinales y climáticas	Relieve topográfico y suelo	Vegetación	Uso actual	Uso potencial	Infraestructura verde
	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 4,000 a 4,300 msnm - Bio-temperatura media anual: 3°C (máx.) y 6°C (min.) - Promedio de precipitación total por año (PPTA): 1,000 milímetros (máx.) y 500 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 0.5 y 1 del PPTA Provincia de humedad: Húmedo <p>Páramo húmedo Subalpino Tropical (ph- SaT)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: laderas inclinadas así como por áreas colinadas y algunas veces de relieve suave hasta plano. - Suelos: Mediana profundidad, con un horizonte A negro profundos, ácidos y ricos en materia orgánica. En áreas inclinadas, donde los suelos delgados, aparecen los Litosoles Y, en áreas de drenaje imperfecto y un tanto deprimidas aparecen Gleysoles y suelos Orgánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Pastos naturales altoandinas llamados "pajonales de puna", sobre todo <i>Festuca scirpifolia</i>, <i>Calamagrostis</i> rígida. <i>Calamagrostis</i> intermedia. Como arbustos, aparece el "quinudí" (<i>Polylepis sp.</i>) y la especie <i>Gynoxys</i> (<i>G. oleifolius</i>). Como cactáceas, se especies de <i>Echinocactus</i> y <i>Opuntia</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Buen potencial para fines pecuarios (lanar). Con capacidad para la producción de pastos para ganado, conveniente actividad tradicional de la ganadería altoandina. 	<ul style="list-style-type: none"> Pastoreo rotativo 	

Zona de vida	Características altitudinales y climáticas	Relieve topográfico y suelo	Vegetación	Uso actual	Uso potencial	Infraestructura verde
	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 3,900 y 4,500 msnm. - Bio-températura media anual: 6°C (máx.) y 3°C (mín.) - Promedio de precipitación total por año (PPTA): 1,819 milímetros (máx.) y 1,754 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 0.125 y 0.25 del PPTA <p>Provincia de humedad: Superhúmedo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: Desde suave y colinada hasta quebrada - Suelos: Medianamente profundos, de textura media, con un horizonte superficial A bastante conspicuo, negro y ácidos por lo general, con influencia volcánica (Páramo Andosoles) o escasa o ninguna influencia piroclástica (Paramosoles). 	<p>"Carrizo enano" (<i>Chusquea</i> sp.), el "chinchange" (<i>Hypericum laeticifolium</i>), bosques de géneros <i>Polylepis</i>, <i>Gyroxyx</i>, <i>Escallonia</i>, <i>Buddleia</i> Y <i>Baccharis</i> Y arbustos de los géneros <i>Brachyotum</i>, <i>Ribes</i>, <i>Berberis</i>, <i>Chuquiragua</i> Y <i>Vaccinium</i>.</p>	<p>Actividad ganadera limitada, debido generalmente a su <u>inaccesibilidad</u> y a sus condiciones poco favorable de clima <u>pluvial</u>, que propicia la prevalencia de enfermedades en los animales.</p>	<p>Bajo potencial para el desarrollo pecuario.</p>	Cercado de pastos
	<ul style="list-style-type: none"> - Altitud: Entre los 4,300 y 5,000 msnm - Bio-températura media anual: 3.2° C - Promedio máximo y mínimo de precipitación total por año (PPTA): 1,020.2 milímetros (máx.) y 687.9 milímetros (mín.) - Promedio de evapotranspiración potencial total por año: entre 0.125 y 0.25 del PPTA <p>Provincia de humedad: Superhumedo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Relieve: accidentado, variando a colinado y ondulado. - Suelos: Paramosoles, Páramo Andosoles, cuando dominan los materiales volcánicos o piroclásticos y Litosoles en aquellas áreas de fuerte gradiente y naturaleza peñascosa o rocosa. En donde existen depresiones y problemas de drenaje, aparecen los Gleysoles altoandinos e Histosoles. 	<p>Calernagrostis vicunaria, <i>Aciachne pulvinata</i>, <i>Poa charmaeclinos</i>, <i>Anthochloa lepidula</i>, <i>Descurainia theroocarpa</i>, etc.</p>	<p>Ganadería lanar (ovinos y auquénidos). En los límites inferiores de esta Zona de Vida, se realiza un <u>pastoreo</u> indiscriminado. Empobreciendo los pastos, quedando el suelo sin cobertura y erosionando, incapaz de absorber y retener la humedad necesaria para el desarrollo de la cubierta vegetal.</p>	<p>Bajo potencial y actualmente muy degradado por sobrepastoreo.</p>	Amunas

CRITERIOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VERDE DE ACUERDO A LA COBERTURA VEGETAL

Cobertura vegetal	Ubicación	Características	Suelo	Vegetación	Infraestructura Verde
Bofedal (Bo)	Fondos de valle fluvio-glacial, conos volcánicos, planicies lacustres, piedemonte y terrazas fluviales	Altitud: desde 3,800 msnm Ecosistema hidromórfico distribuido en la región altoandina.	Suelos inundados permanentemente con ligeras oscilaciones durante el periodo seco y se han formado a partir de materiales parentales de origen fluvio-glacial, glacial, aluvial y coluvioaluvial localizados en las depresiones de las superficies planas y ligeramente inclinadas.	Herbácea hidrófila, compacta y de porte almohadillado. Representadas en general por las siguientes especies: <i>Distichia muscoides</i> ("champa") de la familia Juncaceae, <i>Plantago rígida</i> ("champa estrella") de la familia Plantaginaceae, <i>Alchemilla pinnatifolia</i> Rosaceae.	Mantenimiento o recuperación de bofedales

Cobertura vegetal	Ubicación	Características	Suelo	Vegetación	Infraestructura Verde
Bosque relicto altoandino (Br-q)	Sobre fuerte pendiente.	Altitud: 3,500-4,900 msnm Considerado como "relicto" debido a su baja representatividad (reducida superficie), alta fragmentación y poca accesibilidad.	Superficiales y rocosos.	Representado por el género <i>Polylepis</i> conocido localmente como "queñoal", "quinual" o "quenual", el cual está conformado en nuestro país por más de 19 especies. En el estrato inferior del bosque se desarrolla un tapiz herbáceo típico de la vegetación de puna, donde son comunes algunas poáceas como <i>Stipa</i> y <i>Festuca</i> .	Forestación con especies nativas y cercado de pastos naturales y zanjas de infiltración.
Bosque relicto mesoandino (Br-me)	De manera fraccionada en algunas zonas puntuales y distantes de la región mesoandina; en laderas montañosas casi inaccesibles.	Altitud: 3,000-3,800 msnm Se caracteriza por su porte bajo o achaparrado, con árboles dispersos - y con alturas máximas que oscilan entre 3 y 9 m.		Representado por <i>Kageneckia lanseolata</i> ("lloque") y <i>Escallonia resinosa</i> ("chachacomo"). Entre las especies arbustivas asociadas: <i>Aristeguietia sp.</i> , <i>Dodonea viscosa</i> , <i>Ophyrosporus heptanthus</i> , <i>Jungia sp.</i> , etc.	

FUENTE: Adaptado de MINAM (2015)

aquafondo

INVERSIÓN EN AGUA PARA LIMA

