



# CAPITULO 8

## **LAS ZANJAS DE INFILTRACIÓN, BONDADES CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ZONAS ALTO ANDINAS - PERU.**

**Guillermo Lorenzo, Vílchez Ochoa.**

Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Profesor Principal de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Carrera de Ingeniería Ambiental



**Por:** Guillermo Lorenzo, Vílchez Ochoa.

**Introducción.** En cambio climático en la orbe mundial y nacional va generando preocupación en las diferentes ámbitos de la sociedad, más que todo con las consecuencias que están traen consigo, como son los incrementos de temperatura mínima y máxima acompañan a ellas las inundaciones por incremento de los caudales de ríos y la erosión hídrica y heladas.

Uno de los procedimientos para convivir y mitigar los efectos del cambio climático es plantear un proyecto a nivel preliminar que es la construcción de las “Zanjas de Infiltración en las zonas Alto Andinas” para generar efectos positivos como es la Protección y Mejoramiento de los Recursos Agua y Suelo, Mejoramiento del Medio Ambiente, Paisaje y Mejoramiento de las condiciones Socio - Económicas de las cabeceras de cuencas de las 19 regiones identificadas en el Perú.

Con la revisión de literatura se describe la importancia de una zanja de infiltración para poder capturar las aguas de escurrimiento pluvial, sembrar especies forestales en los bordes de las zanjas de infiltración, reducir el grado de pérdida de suelos (erosión) y capturar el gas invernadero CO<sub>2</sub>.

Las actividades de desarrollo se circunscriben dentro de un territorio llamado cuenca y más específicamente Microcuencas Alto Andinas, donde siempre existe una organización comunal ancestral que espera las recomendaciones y apoyo del ente Estatal llámense Ministerio de Agricultura y Riego, Regiones y Gobiernos Locales.

Varias Regiones identificadas de las Zonas Alto andinas se ubican en zonas de extrema pobreza según el INEI, por lo tanto no existe desarrollo, y si a esto le sumamos las consecuencias del cambio climático motiva a que

se desarrollen proyectos de construcción y funcionamiento de las zanjas de infiltración.

Las áreas potenciales de 5'452,166.89 ha para construcción de Zanjas de Infiltración y siembra de especies vegetales se ubican en zonas altoandinas sobre los 3500 msnm en 19 Regiones. El Tiempo de ejecución es de 04 años aproximadamente. Las especies forestales adaptables son Eucalipto serrano, (Eucalyptus globulus), Quenual (Polylepis sp), Pino (Pinus radiata), Aliso (Alnus sp).

La captación de CO<sub>2</sub> de las especies vegetales para 5'452,166.89 ha de "zanjas de Infiltración" es de 109'043,338 TM/año de CO<sub>2</sub> lo cual reducirá la emisión de CO<sub>2</sub> generado por las industrias de los países desarrollados, causantes del Calentamiento Global.

El valor económico correspondiente a la extracción de CO<sub>2</sub> con las especies vegetales de las zanjas de Infiltración es de \$ 1,090'433,380/año. Este valor económico tendrá que ser cubierto por la Comunidad Internacional y los países Industrializados ya que son los causantes del incremento del CO<sub>2</sub>. Los beneficios entraran como "Bonos de Carbono" que el mercado Internacional podrán ser adquirirlos dentro de las Bolsas de Valores.

La cordillera de los andes en Latinoamérica abarcan países de Chile, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela de condiciones edáficas, climáticas y culturales semejantes, es posible la incorporación de las "Zanjas de Infiltración" para evitar la pérdida de suelos y reducir el CO<sub>2</sub> con siembras de pasturas, forestación y cultivos.

**Revisión de Literatura.** Algunos aspectos importantes que encontramos en la literatura revisada son:

**Las Zanjas de infiltración.** Las zanjas de infiltración, son canales sin desnivel en tierra de forma trapezoidal o rectangular, construidos en laderas. Tienen por objetivo captar el agua de lluvia que escurre para que estas se infiltren. El efecto físico inmediato es la reducción de la tasa de erosión de los suelos y el humedecimiento de los bordes.



Respecto a las “Zanjas de Infiltración” se indican que es una práctica muy útil para captar, retener e infiltrar el agua de lluvia en las laderas donde están construidas. Estas prácticas no sólo sirven para controlar la erosión de los suelos sino también para incrementar la disponibilidad de agua en las partes medias y bajas de estas zonas. (Vásquez A, 2011),

El diseño de las zanjas de infiltración consiste en definir fundamentalmente lo siguiente:

- El espaciamiento o separación entre zanjas,
- Las características hidráulicas deben permitir la captación y retención de toda el agua escurrida superficialmente, para lo cual se debe conocer la curva de intensidad, duración, frecuencia y el período de retorno de las lluvias de la zona; así como también las características de infiltración del suelo donde se construyen las zanjas,
- El otro elemento de gran importancia es el coeficiente de escorrentía del área donde se construya la zanja de infiltración.

Según Vásquez (2011) indica que diversos trabajos hidrológicos llevados a cabo en la sierra peruana es necesario saber la intensidad máxima de precipitación ( $I_{max}$ ) de 1 hora de duración y para un período de retorno de 25 años. La intensidad máxima de precipitación es de 27.8 mm/hora; la misma que puede ser considerada como la crítica, para la acumulación máxima de agua en las zanjas de infiltración y mantenimiento de las especies vegetales.

Los Recursos Hídricos en el Perú. Dentro del territorio Peruano existen 03 vertientes Pacífico, Atlántico y el lago Titicaca. En ellas existen las ofertas y demandas hídricas. La vertiente del Pacífico donde existe mayor actividad económica, agrícola, industrial y poblacional existe una oferta hídrica superficial de 1.8% (37,363 MMC/ anuales); en la vertiente del Atlántico la oferta hídrica superficial es de 97.7% (1'998,752 MMC/ anuales), donde el agua es extrema y para una mediana población y mediana a baja actividad agrícola; en la vertiente

del lago Titicaca, existe una oferta hídrica superficial baja de 0.5 % (10,172 MMC/anuales). La demanda Hídrica en el Perú es aproximadamente el 80% corresponde a la producción agrícola, el 8.6%, para el uso poblacional, el 8.0% para el uso industrial, el 2.5% para la minería y el 0.9% para la Actividad pecuaria.

La región de la costa demanda aproximadamente el 87.3%, la sierra el 8.6% y 4.1% la selva.- El mayor consumo de agua en la región de la costa, región árida, se debe a que en dicha zona se desarrolla la mayor actividad económica e industrial del país así como también alberga alrededor del 65% de la población nacional.

En las zonas alto andinas existen periodos de estiaje, degradación de suelos por la erosión, sobre pastoreo y prácticas agronómicas inadecuadas. La precipitación promedio en la sierra varía entre 400 a 1300 mm/año (Diciembre-Abril). De allí la propuesta de las zanjas de infiltración para las zonas alto andinas para la siembra de especies vegetales, para capturar CO<sub>2</sub>, evitar los procesos de erosión hídrica y múltiples efectos positivos.

**Cuenca Hidrográfica.** Es un sistema complejo abierto donde ocurre el ciclo hidrológico; delimitada por la divisoria de aguas, incluye el aire, la luz solar, elementos biológicos, sociales, económicos, políticos e institucionales y estos se encuentran en estrecha interrelación y que son variables en el tiempo.

Las Cuenca Hidrográfica son divididas en Subcuencas y Microcuencas. La Subcuenca es la unidad espacial de menor jerarquía, compuesta por un río secundario que drena al río principal, la subcuenca está compuesta por varias micro cuencas ríos terciarios. La Microcuenca está compuesta por los afluentes a los ríos secundarios, entiéndase por caños, quebradas, riachuelos que desembocan y alimentan a los ríos secundarios.

También la Microcuenca se emplea para definir las unidades hidrográficas más pequeñas dentro de una sub-cuenca, permite una mejor



priorización de las unidades de intervención o tratamiento a través de líderes comunales que buscan el desarrollo de las comunidades Alto Andinas por un territorio manejable en función a los Recursos Naturales.

**Estado de Pobreza de las zonas Altoandinas.** El Instituto Nacional de Estadística e Informática 2019, mide la incidencia de la pobreza a nivel nacional en diferentes zonas del país. Según los datos estadísticos los departamentos con pobreza total alta respecto a los 24 departamentos del país son: Huancavelica representa la cifra más alta de pobreza con 54.5 1%, le sigue Cajamarca con % 53.5, Ayacucho con 51.5%, Apurímac con 51.2%. Como se puede analizar estos departamentos se ubican en zonas alto andinas del Perú, en los cuales los procesos erosivos son parte de la pobreza.

**Cambio Climático.** El Perú tiene el 77% de los glaciares tropicales del mundo, el que alimenta gran parte de los ríos andinos y los ríos costeros. Precisamente por esta razón el Perú es uno de los países más afectados con el cambio climático y el incremento de la temperatura, causantes de la desglaciación que se inició en los años 70. Muchos ojos de agua en las zonas altoandinas han desaparecido por falta de recarga hídrica lo cual genera merma de la producción agrícola, consecuencia de ello el régimen hidrológico también varía significativamente.

Al menos estos son dos argumentos de importancia para justificar que el poblador alto andino pueda recibir incentivos de construcción de Zanjales de Infiltración de parte del estado y ellos poder retribuir económicamente con el aporte de la mano de obra.

El realizar inversiones sociales en construcciones de zanjales de Infiltración en zonas alto andinas reduciría la pobreza y mejoraría las condiciones de vida de la población rural.

**Captura de carbono.** La captura de carbono consiste en retirar el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido por la industria y empresas generadoras de energía en los procesos de combustión provocados en el proceso de desarrollo. Dicha captura se realiza naturalmente a través de las especies

vegetales, de allí la importancia de incrementar los parques urbanos (áreas verdes), siembra de especies vegetales el uso de energías limpias y actitudes personales de reducción del CO<sub>2</sub>.

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas de efecto invernadero que se encuentra de forma natural en la atmósfera. Las actividades humanas están aumentando la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> y de esta manera contribuyen al calentamiento global del planeta. Las emisiones de CO<sub>2</sub> se producen cuando se quema combustible, ya sea en grandes centrales eléctricas, en motores de automóviles o en sistemas de calefacción, cuando se extraen y se procesan los recursos o cuando se queman los bosques.

### **Materiales y Métodos.**

**Materiales.** El presente tema se basó en información relacionada a la:

- Cuantificación de la erosión hídrica Superficial en laderas de las zonas alto Andinas de las regiones de Ancash, Apurímac, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, La Libertad, Lima y Moquegua, en 22 Microcuencas.
- La captación de agua de lluvia en laderas de zonas alto andinas y su proceso de reducción de la erosión hídrica". El experimento lo realizaron en territorios donde comúnmente se encuebran las poblaciones de extrema pobreza
- Información relaciona Área total y el área potencial sobre los 3500m.s.n.m. en zonas alto andinas del Perú para la construcción de las "zanja de infiltración". La documentación fue proporcionada por Área académica de Geomática del Departamento de Recursos Hídricos (DRH) de la Facultad de Ingeniería Agrícola (FIA), de la Universidad Nacional Agraria la Molina.



Documentos de Captura de Carbono (CO<sub>2</sub>) por la existencia de cubierta vegetal en las zonas alto andinas del país. Existen documentos que sustentan la cantidad de CO<sub>2</sub> que una hectárea al año pueda capturar.

- Se trabajó con información PRONAMACHCS, en la cual profundizan la Gestión Participativa de los Recursos Naturales para el Desarrollo Rural Sostenible de las Microcuencas Muylo Mullu. Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, Lima.
- Información correspondiente a la adaptación de especies forestales y grado de almacenamiento de gas CO<sub>2</sub> en zonas Alto Andinas después de los 3500 msnm, de igual manera los costos en el mercado correspondiente a la compra de TM de CO<sub>2</sub>.

**Métodos.** Se aplicó la siguiente metodología, en esta investigación:

- Se analizó las potenciales Áreas de las zonas alto andinas del Perú, con fines de incorporación de las Zanjas de Infiltración.
- Se analizó las especies vegetales que pudieran adaptarse a las condiciones edáficas y climáticas, para capturar el CO<sub>2</sub> en las zonas Alto Andinas.
- Se analizó las labores mecanizadas de construcción de “Zanjas de Infiltración” y el periodo de su ejecución en años.
- Se analizó la cantidad de retiro de gas efecto invernadero CO<sub>2</sub> de la atmósfera para evitar incremento de la temperatura ambiental y otras consecuencias naturales.
- Se analizó la cantidad de dinero monetario que pueda recibir el país, como consecuencia del retiro de gas efecto invernadero CO<sub>2</sub> y la posibilidad de invertir en la Bolsa de valores a nivel Internacional



### **Resultados y Discusión.**

De acuerdo a los materiales y métodos empleados se plantean resultados y discusiones siguientes:

**Áreas potenciales para Zanjás de Infiltración.** Según los estudios realizados por el Área académica de Geomántica del Departamento de Recursos Hídricos (DRH) Universidad Nacional Agraria la Molina, presenta un Mapa cuya área total sobre los 3500m.s.n.m. es de 26'424,562.10 ha y un área potencial para la construcción de "Zanjás de Infiltración" de 5'452,166.89 ha.

Las variables para la elección de las áreas potenciales para construcción de las "Zanjás de Infiltración" han sido: altitud superior a los 3500 msnm, las pendientes de 15% a 70%, precipitación de 600 a 800 mm/año, valles interandinos comunales no intervenidos.

Las regiones Alto Andinas identificadas para la construcción de "Zanjás de Infiltración" (5'452,166.89 ha áreas potenciales), son (19): Junín, Huancavelica, Arequipa, Puno, Ayacucho, Tacna, Moquegua, Cusco Apurímac, Pasco, Ancash, Cajamarca, La Libertad, Lima, Huánuco, Piura, Amazonas, Ica y Lambayeque, en su gran mayoría zonas de pobreza.

**Tiempo de ejecución de Zanjás de Infiltración.** Según los estudios realizados por el PRONAMACHCS, 2004, Gestión Participativa de los Recursos Naturales para el Desarrollo Rural Sostenible y las actividades que se realizaron en el proyecto "Sierra Verde", indica que el avance de en construcción de las zanjás de infiltración mecánicamente (tractores con verterá) es de **15 ha/día**, cuyo espaciamiento entre zanjás de infiltración sería cada 10m. y la sección transversal de la zanja de infiltración sería de 30 cm \* 40 cm.

Si cada región poseería 15 tractores a través del apoyo gubernamental del Ministerio de Agricultura y Riego u otra fuente de financiamiento Nacional o Internacional se tendría una flota total de  $19 \times 15 = 285$  tractores disponibles.



El rendimiento para la construcción de zanjas de infiltración en las 19 regiones con los 285 tractores x 15 ha.día, nos resultaría un avance de 4275 ha. Día de zanjas de infiltración.

La cantidad de días que necesitaríamos para construir zanjas de infiltración sería:  $5'452,166.89 \text{ ha} \div 4275 \text{ ha. Día es de } 1275 \text{ días}$ .

Si el año posee 365 días y descontamos los domingos y feriados tendríamos 305 días disponibles de trabajo durante un año. Por lo tanto para poder saber en cuantos años pudiéramos construir zanjas de infiltración sería:  $1275 \text{ días} \div 305 \text{ días/año} = 4 \text{ años aproximadamente para cubrir las } 5'452,166.89 \text{ ha de zanjas de infiltración}$ .

La cifra de 4 años para cubrir las  $5'452,166.89 \text{ ha}$  de zanjas de infiltración en las 19 regiones puede reducirse si incrementa el número de maquinaria (Tractores de vertedera) u horario de trabajo.

**La captura de carbono.** Dongo, G (2017), indica 04 especies forestales adaptables sobre los 3500 msnm. Los cuales son Eucalipto serrano, (*Eucalyptus globulus*), Quenual o Queuña (*Polylepis* sp) El "Quenual" Pino (*Pinus radiata*), Aliso (*Alnus* sp).

Mollocondo, M. Aguilar, L (2019); Gamarra, J (2001) y Ramirez, F (2012) mencionan diferentes tasas Potenciales de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (TM/ha.año) en especies vegetales adaptables sobre los 3500 msnm. El promedio a ser considerado es de 20 TM/ha.año de CO<sub>2</sub>.

Dado las especies adaptables, condiciones climatológicas y suelos característicos de zonas alto andinas se puede inducir que la Captura de Carbono por las especies vegetales en los suelos potenciales para las zanjas de infiltración  $5'452,166.89 \text{ ha} \times 20 \text{ TM/ha.año de CO}_2 = 109'043,338 \text{ TM/año de CO}_2$ . Las especies vegetales sembradas representarían una gran ayuda para la reducción del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas de efecto invernadero.

**Valor Económico por Descontaminar** . La TM de CO<sub>2</sub> en los últimos años se va incrementando en los mercados Europeos de 20 euros a 30

euros por tonelada y tienden a incrementar por las exigencias legales y los acuerdos internacionales de reducción del CO<sub>2</sub>, efecto invernadero. De acuerdo a información nacional y mercado mundial la TM de CO<sub>2</sub> tiene un valor de \$ 10. (10 dólares americanos)

Si las especies vegetales en las áreas potenciales donde se ubican las “zanjas de Infiltración” capturan 109'043,338 TM/año CO<sub>2</sub> y esto lo multiplicamos por el costo \$10/TM tendremos la cantidad de 1,090'433,380 \$/año que la Comunidad Internacional y los países Industrializados tendrán abonarnos por descontaminar el CO<sub>2</sub> que emana sus industrias.

Este valor monetario de 1,090'433,380 \$/año por retirar el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) gas de efecto invernadero de la atmosfera suelen llamar los Bonos de Carbono que el mercado Internacional o Nacional puedan adquirirlos dentro de las Bolsas de Valores, las empresas industriales contaminadoras.

### **Conclusiones y Recomendaciones.**

**Conclusiones.** La investigación presenta las siguientes soluciones.

1. Las áreas potenciales para construcción de Zanjás de Infiltración y siembra de especies vegetales en zonas altoandinas sobre los 3500 msnm es de 5'452,166.89 ha a un nivel preliminar. Las pendientes a considerar son 15% a 70%, precipitación de 600 a 800 mm/año. Los beneficios son reducción de la erosión hídrica y captura del CO<sub>2</sub> para evitar el efecto invernadero y generar efectos positivos socio - económicos - ambientales.
2. Las áreas potenciales para construcción de Zanjás de Infiltración en zonas altoandinas son (19): Junín, Huancavelica, Arequipa, Puno, Ayacucho, Tacna, Moquegua, Cusco Apurímac, Pasco, Ancash, Cajamarca, La Libertad, Lima, Huánuco, Piura, Amazonas, Ica y Lambayeque, en su gran mayoría zonas de pobreza.



3. Tiempo de ejecución para 5'452,166.89 ha de Zanjas de Infiltración de zonas Alto andinas es de 04 años aproximadamente, con una flota de 15 tractores por región que totalizan 19 y con un rendimiento de cada tractor de 15 ha/día y el espaciamiento entre zanjas de infiltración 10m. y la sección transversal 30 cm x40 cm.
4. Las especies forestales adaptables sobre los 3500 msnm. son Eucalipto serrano, (*Eucalyptus globulus*), Quenual (*Polylepis* sp), Pino (*Pinus radiata*), Aliso (*Alnus* sp).
5. La capacidad de captura de las especies vegetales en zonas altoandinas de gas CO<sub>2</sub> en promedio es 20 TM/ha.año. Muchos autores presentan valores superiores a la media de capacidad de captura de CO<sub>2</sub> como valores inferiores al promedio.
6. La captación de CO<sub>2</sub> de las especies vegetales para 5'452,166.89 ha de "zanjas de Infiltración" es de 109'043,338 TM/año de CO<sub>2</sub> lo cual reduce la emisión de CO<sub>2</sub> generado por las industrias de los países desarrollados, causantes del Calentamiento Global.
7. El Valor económico para reducir una TM de CO<sub>2</sub> en los últimos años se va incrementando en los mercados Europeos de 20 - 30 euros/TM y tiene a subir por las exigencias legales y los acuerdos internacionales.
8. El Valor económico para reducir una TM de CO<sub>2</sub> efecto invernadero, según estudios realizados a nivel nacional e internacional es de un valor de \$ 10 por TM. (10 dólares americanos).
9. El valor económico correspondiente a la extracción de CO<sub>2</sub> gas invernadero con las especies vegetales en las zanjas de Infiltración en 5'452,166.89 ha es de \$ 1,090'433,380/año. Este valor económico tendrá que ser cubierto por la Comunidad Internacional y los países Industrializados ya que son los causantes del incremento del CO<sub>2</sub>.
10. La construcción y funcionamiento de las zanjas de infiltración en 5'452,166.89 ha en zonas alto andinas generara "Bonos de Carbono" que el mercado Internacional podrán ser adquirirlos dentro de las

Bolsas de Valores. Las empresas industriales contaminadoras serán los primeros en comprar dichos Bonos de Carbono.

**Recomendaciones. Se recomienda, tener en cuenta las siguientes consideraciones:**

1. El proyecto de construcción de las zanjas de infiltración para 5'452,166.89 ha, contra el cambio climático en zonas alto andinas, es aun nivel preliminar, se recomienda seguir realizando investigaciones para su mejora.
2. Se recomienda realizar fase de campo para verificar características específicas del ámbito de trabajo para cada región de las 19 identificadas. Dichas características son edafología, precipitación, especies vegetales y acuerdos comunales
3. El tiempo de ejecución para 5'452,166.89 ha de Zanjas de Infiltración de zonas Alto andinas se puede reducir de 04 años a 03 años si se incrementan 05 tractores a cada región.
4. Es necesario investigar otras especies vegetales resistentes a las heladas, adaptables sobre los 3500 msnm, apoyar proyectos de manejo de camélidos, Turismo, gastronomía, pesca en lagos y lagunas.
5. Realizar trabajos específicos de investigación de captura de CO<sub>2</sub> en especies vegetales de Quenual (*Polylepis* sp), Pino (*Pinus radiata*) y Aliso (*Alnus* sp), para diferentes periodos vegetativos y condiciones de altitud.
6. Propiciar a través de los Ministerios de Agricultura y Riego, Medio Ambiente y Relaciones Exteriores la cuantificación de captura de CO<sub>2</sub> de: Bosques, Áreas Naturales Protegidas de las zonas Alto andinas.
7. Recomendar a la ciudadanía de la importancia del cuidado de las especies vegetales así como realizar inversiones en plantaciones forestales por las entidades gubernamentales, privadas, locales y regionales para evitar erosión de suelos y calentamiento global.



8. Realizar investigación para estimar el precio social del carbono para la evaluación social de proyectos en el Perú. El valor debe estar en función de la calidad de vida del poblador Alto Andino.
9. Los beneficios económicos por Captura de Carbono deben ser destinados al mantenimiento de las zanjas de infiltración y las inversiones sociales de desarrollo (viviendas con calefacción, carreteras de 2do orden, centros educativos, postas medicas), creación de especie de canon.
10. Realizar trabajos de investigación de “Bonos de Carbono” y su incorporación a la Bolsa de Valores por las múltiples ventajas sociales, económicos, ambientales y culturales.

#### **Bibliografía.**

- Dongo, G (2017), Especies Forestales Pisos Altitudinales 3000 - 4500 msnm. Mensaje dirigido a: <https://es.scribd.com/document/196716956/Especies-Forestales-Pisos-Altitudinales-3000-4500-Msnm>
- Gamarra, J (2001). Estimación del Contenido de Carbono en Plantaciones de Eucalyptus globulus Labill, Junin, Perú. Symposion Internacional Medición y Monitoreo de la captura en Ecosistemas Forestales, 18 al 20 de Octubre 2001. Valdivia Chile.
- Llerena, C. (1988). Uso de Varillas para medir la Erosión Hídrica. En: Revista Forestal, 15(2): 47- 57. UNALM, Lima.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) (2005), “Informe especial sobre la captura y almacenamiento de dióxido de carbono: resumen técnico”, Greenfacts. Mensaje dirigido <https://www.greenfacts.org/es/captura-almacenamiento-co2/index.htm>.
- PRONAMACHCS, 2004, Gestión Participativa de los Recursos Naturales para el Desarrollo Rural Sostenible. Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, Lima.

- Ramirez, F (2012), Potencial de captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub> en el Valle de Perote. Estudio de Caso: Pinus cembroides subsp. Foresta Veracruzana, Mexico, Vol 14. Numero 1, marzo-agosto. Pp 17-22.
- Roy P. C. Morgan. (1997). Erosión y Conservación de Suelos. México: S.A. Mundi-Prensa Libros.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) (2005), "Informe especial sobre la captura y almacenamiento de dióxido de carbono: resumen técnico", Greenfacts. Mensaje dirigido <https://www.greenfacts.org/es/captura-almacenamiento-co2/index.htm>.
- Mollocondo, M. Aguilar, L (2019). Tesis "Estimación de la captura de CO<sub>2</sub> en plantaciones forestales de *Polylepis* sp, *Cupressus* y *Eucalyptus globulus*, para mitigar el cambio climático en el centro de producción San Juan de Potojani - Puno (Tesis Ingeniero), Universidad Peruana Unión. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.
- Ojea, Laura 03/01/19. El precio del CO<sub>2</sub> superará los 25 euros en 2019 y encarecerá el precio del gas y la electricidad. El Periodo de la Energía. Recuperado de: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-precio-del-co2-superara-los-25-euros-en-2019-y-encarecera-el-precio-del-gas-y-la-electricidad/>
- Vásquez, A (2011). Tesis "Sistema de Captación del Agua de Lluvia en Laderas Semiáridas de la Sierra y su Impacto en el Proceso de Desertificación y Cambio Climático" (Tesis Doctor). Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Postgrado Especialidad Recursos Hídricos. Lima.
- Vásquez, Absalón; Tapia M., Manuel. (2011). Cuantificación de la erosión hídrica superficial en las laderas semiáridas de la Sierra Peruana. Revista INGENIERÍA UC. Valencia, Venezuela, vol. 18, núm. 3, 42-50.
- Vílchez, G (2013). Tesis "Manejo Ambiental para el Desarrollo Sustentable de la Microcuenca Muylo Mullucro Distrito y Provincia de Tarma -



Departamento de Junín” (Tesis Doctor). Universidad Nacional Federico Villarreal. Escuela Universitaria de Post Grado. Lima.

Vilchez, G. Paz, F 14 Oct 2016 . Área Potencial de Siembra de Aguas en la Puna sobre los 3500 m.s.n.m. Mensaje dirigido a: <http://www.cienciactiva.gob.pe/eventos/43-foro-ciencia-y-tecnologia-en-la-gestion-de-los-recursos-hidricos-en-el-peru>.

Ojeda, Laura 03/01/19. El precio del CO2 superará los 25 euros en 2019 y encarecerá el precio del gas y la electricidad. El Periodo de la Energía. Recuperado de: <https://elperiodicodelaenergia.com/el-precio-del-co2-superara-los-25-euros-en-2019-y-encarecera-el-precio-del-gas-y-la-electricidad/>