

## Aprovechamiento de fuentes de agua y recarga hídrica, aplicando medidas de adaptación a riesgos de sequía en la comunidad de Santa Rosalía del distrito 6 del municipio de Sucre

### Use of water sources and water recharge, applying adaptation measures to drought risks in the community of Santa Rosalía, district 6 of the municipality of Sucre

Villalba, Jhail Fernando<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Carrera de Ingeniería Ambiental.

Recibido diciembre, 2024; Aceptado marzo, 21, 2025

#### Resumen

Este estudio analiza estrategias de uso de fuentes hídricas y recarga hídrica como medidas de adaptación al riesgo de sequía en la comunidad de Santa Rosalía, Distrito 6 del Municipio de Sucre. Se revisaron estudios recientes sobre gestión del agua, recarga de acuíferos y adaptación climática en comunidades rurales. La investigación utilizó un enfoque mixto, combinando análisis del agua, percepción de la comunidad y modelización climática. Los resultados muestran que la recolección de agua de lluvia y la recarga artificial de acuíferos son técnicas viables para mejorar la resiliencia del agua. Se concluye que la implementación de estas estrategias reduce la vulnerabilidad ante eventos de sequía y fortalece la seguridad hídrica de la comunidad.

La evaluación económica y técnica del PGA demostró su viabilidad y rentabilidad, validando su potencial para una implementación exitosa y la mejora continua del desempeño ambiental en el contexto específico de la formación artística universitaria. Se discuten las implicaciones de estos resultados para la sostenibilidad en instituciones de educación superior con actividades prácticas intensivas.

#### Palabras Clave

Gestión del agua, obras de captación, sequía, adaptación climática.

#### Abstract

This study analyzes strategies for water resource use and aquifer recharge as measures to adapt to drought risk in the community of Santa Rosalía, District 6 of the Municipality of Sucre. Recent studies on water management, aquifer recharge, and climate adaptation in rural communities were reviewed. The research employed a mixed-methods approach, combining water analysis, community perceptions, and climate modeling. The results show that rainwater harvesting and artificial aquifer recharge are viable techniques for improving water resilience. It is concluded that the implementation of these strategies reduces vulnerability to drought events and strengthens the community's water security.

The economic and technical evaluation of the PGA demonstrated its feasibility and cost-effectiveness, validating its potential for successful implementation and continuous improvement of environmental performance within the specific context of university arts education. The implications of these results for sustainability in higher education institutions with intensive practical activities are discussed.

#### Keywords

Water management, water harvesting structures, drought, climate adaptation.

**Citación:** Villalba J. (2025). Aprovechamiento de fuentes de agua y recarga hídrica, aplicando medidas de adaptación a riesgos de sequía en la comunidad de Santa Rosalía del distrito 6 del municipio de Sucre. *Revista Ingeniería Sostenible Ambiental*, 2(4), 95-104

## Introducción

A nivel global, el agua dulce representa solo el 2.5 % de las reservas hídricas, de las cuales el 68.9 % se halla en glaciares y el 30.8 % en acuíferos, dejando menos del 0.3 % disponible en fuentes superficiales (CONAGUA, 2015). Esta limitada distribución, sumada a una gestión ineficiente y a la sobreexplotación antropogénica, ha superado las tasas de recarga natural, provocando un deterioro crítico en la disponibilidad del recurso. Ante este escenario, la administración bajo un enfoque de desarrollo sustentable es imperativa para equilibrar el crecimiento económico, la equidad social y la integridad ambiental. En contextos de alta vulnerabilidad y conflictos socio ambientales, las aguas subterráneas específicamente los manantiales emergen como la alternativa más viable y rentable para el suministro de agua segura. Investigaciones previas demuestran que la caracterización hidrogeológica y el aprovechamiento de manantiales permiten implementar sistemas de captación directa y distribución domiciliaria con tratamientos mínimos, dada la calidad físico-química intrínseca de estas fuentes (Moreno et al., 2014; NNUU, 2022).

En Bolivia, la heterogeneidad edafológica condiciona la disponibilidad de recursos; mientras las tierras bajas poseen suelos fértiles, las zonas altas se caracterizan por condiciones áridas y semiáridas (Ibáñez, 2008).

En el distrito 6 del municipio de Sucre se sitúa la comunidad de Santa Rosalía, la cual presenta un marcado déficit hídrico exacerbado por su aislamiento geográfico y la ausencia de infraestructura de captación técnica.

El presente estudio plantea el diseño de medidas de aprovechamiento y recarga hídrica basadas en un diagnóstico biofísico integral. El objetivo es mitigar la escasez y prevenir conflictos derivados de la competencia por el recurso, promoviendo una gestión que garantice la seguridad hídrica y mejore la calidad de vida de los pobladores de Santa Rosalía bajo principios de uso racional y conservación.

## Materiales y métodos

### Encuestas y tabulación de datos

En el marco del estudio sobre la captación de agua por gravedad en la comunidad de Santa Rosalía, se realizaron diversas actividades con el objetivo de recopilar información cuantitativa y cualitativa relevante. Estas incluyeron la aplicación de encuestas a la población local, visitas de campo para la observación directa del entorno y el análisis de datos mediante herramientas informáticas, principalmente microsoft excel.

Para conocer las necesidades hídricas y la percepción de la población sobre el acceso al agua, se diseñó y aplicó un cuestionario estructurado dirigido a los habitantes de la comunidad.

El cuestionario fue elaborado con base en parámetros técnicos y sociales, contemplando preguntas cerradas y abiertas que permitieran evaluar aspectos clave como:

Disponibilidad de agua: Frecuencia y cantidad de acceso al recurso.

Uso del agua: Consumo doméstico, agrícola y ganadero.

Percepción de calidad del agua: Opinión sobre la potabilidad y condiciones del agua utilizada.

Problemas asociados: Falta de infraestructura, acceso limitado, contaminación, entre otros.

Las encuestas fueron realizadas de manera presencial, entrevistando a los jefes de familia en cada vivienda visitada. La muestra de la población fue seleccionada considerando los hogares que dependen del manantial como fuente principal de abastecimiento. Se realizó una estrategia de muestreo intencional, priorizando familias residentes permanentes en la comunidad, usuarios del sistema de captación de agua propuesto y representantes de sectores productivos que dependen del agua.

Los datos obtenidos de las encuestas y las visitas de campo, fueron organizados y analizados en Microsoft Excel, utilizando herramientas estadísticas básicas para su interpretación.

## **Diseño de la propuesta**

### ***Evaluación del manantial***

Se realizó un análisis teórico e in-situ para caracterizar el manantial y su capacidad de suministro. Para calcular el caudal de un manantial estancado utilizando el método volumétrico, es necesario medir la cantidad de agua que fluye o se acumula en un período determinado. Este método puede ser útil si el manantial es pequeño o si el agua se acumula en una zona concreta, como un pozo o un estanque. El principio detrás del método volumétrico es calcular el volumen de agua que se acumula o que se mueve a través de un área durante un tiempo específico.

### ***Estimación de la demanda de agua***

Se calculó la demanda de agua para los residentes de la comunidad y las actividades productivas, aplicando:

- Proyección poblacional basada en la Norma Boliviana NB 689.
- Cálculo de caudales de diseño, considerando (Caudal medio diario, caudal máximo diario y caudal máximo horario)
- Dimensionamiento del volumen de almacenamiento con base en el periodo de sequía (mínimo de 4 meses).

### ***Diseño del sistema de captación***

Se optó por una galería filtrante tipo dren, diseñada con las siguientes características

- Tubería PVC ranurada de 8 pulgadas
- Longitud efectiva de drenado: 60 cm
- Pendiente de tuberías entre 0,1% y 0,5%
- Material de filtrado compuesto por capas de grava y arena

El caudal de infiltración se determinó mediante la ecuación de Darcy como también valores de permeabilidad del terreno.

### ***Diseño del tanque de almacenamiento***

El tanque fue dimensionado en función del volumen mínimo necesario para garantizar el suministro de agua destinada al consumo humano, riego y ganadería. La estructura se propone construir con hormigón ciclópeo, con una base diseñada para soportar de manera segura las cargas hidráulicas y asegurar la estabilidad del sistema. El tiempo de llenado se calculó considerando el caudal disponible del manantial, lo que permite estimar la eficiencia operativa y la capacidad de respuesta del sistema frente a la demanda hídrica de la comunidad.

### ***Diseño del muro de contención***

Se diseñó un muro de hormigón ciclópeo de 2 metros de altura, con cálculos estructurales para resistencia al empuje del agua y estabilidad ante deslizamientos.

### ***Métodos de construcción***

Se proponen técnicas convencionales de construcción:

- Excavación del área para la galería filtrante y el tanque.
- Colocación de tuberías y material filtrante siguiendo las recomendaciones de diseño hidráulico.
- Construcción del tanque y el muro de contención con compactación del suelo y refuerzo estructural.
- Instalación de tuberías y válvulas de control para regular el flujo de agua hacia los consumidores.

### **Forestación como estrategia de recarga hídrica**

Para garantizar la sostenibilidad del manantial, se propone un programa de forestación con especies como *Pinus radiata*, *Schinus molle*, con el objetivo de aumentar la infiltración del agua de lluvia y reducir la erosión del suelo en la zona de captación. El diseño de plantación siguió el método de Tres Bolillos, con cálculos de densidad Procedimientos de análisis

$$\frac{Np}{ha} = \frac{ha}{d^2 * 0.866}$$

Donde:

ha = Área en m<sup>2</sup> o hectáreas

d = distancia entre arboles

0.866 = Valor de la tangente trigonométrica

Np = Número de árboles por hectárea

### **Resultados**

A partir del diagnóstico territorial realizado en la comunidad de Santa Rosalía, se identificaron diversos problemas relacionados con la disponibilidad de recursos hídricos, las condiciones productivas y el acceso a servicios básicos. Las encuestas aplicadas a los comunarios, junto con las observaciones de campo, permitieron obtener información clave para diseñar estrategias de captación de agua por gravedad y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

### **Disponibilidad y uso del agua**

El 100% de las familias encuestadas carecen de acceso a agua potable, dependiendo de pequeños manantiales situados a una considerable distancia de sus hogares. De estos, el 83% utiliza el agua únicamente para consumo humano, mientras que solo una familia (17%) la destina al riego agrícola.

La falta de infraestructura adecuada dificulta tanto la potabilización como el almacenamiento eficiente del agua, exponiendo a la comunidad a riesgos sanitarios. Además, la ausencia de sistemas de cosecha de agua eficientes limita el aprovechamiento del recurso hídrico, resultando en un uso mínimo de este vital elemento.

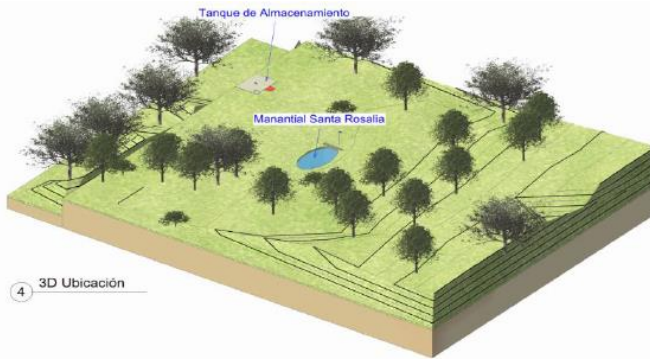
### **Condiciones de vida y acceso a servicios básicos**

La comunidad enfrenta severas carencias, ya que el 100% de las viviendas carece de electricidad y alcantarillado, y todas las familias valoran negativamente su acceso al agua potable, otorgándole la puntuación más baja en una escala del 1 al 5. Aunque dispone de una escuela primaria, no cuenta con servicios de salud, lo que obliga a los habitantes a desplazarse a otras localidades para recibir atención médica. Este contexto de deterioro ha llevado a una crisis demográfica alarmante, evidenciada por el drástico descenso de su población, que pasó de 144 habitantes en el censo de 2012 a solo 16 en la actualidad, lo que representa una disminución de más del 88%.

### **Diseño de galería filtrante para captación de aguas subterráneas**

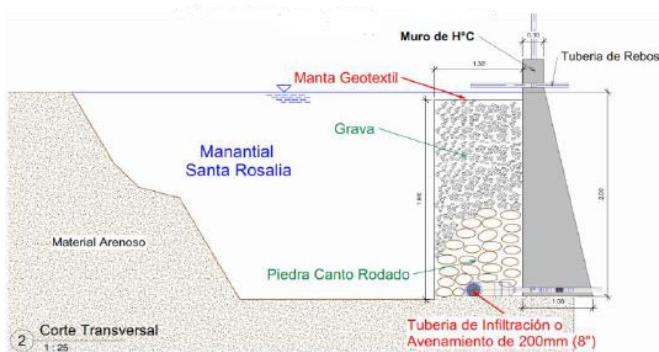
Para el proyecto, se opta por el diseño de una galería filtrante tipo dren, la cual consiste en perforaciones horizontales o excavaciones tipo zanja. En el fondo de estas se colocan tuberías perforadas o ranuradas, conocidas como drenes, las cuales se ubican estratégicamente en la zona húmeda del acuífero para captar el agua subterránea (Figura 1). Estos drenes están cubiertos con un material seleccionado, lo que permite optimizar el rendimiento del sistema y facilita la filtración del agua sin que se obstruya el flujo.

**Figura 1 Reconocimiento de campo**



Para asegurar un flujo constante, el diseño de estos drenes generalmente incluye tuberías con diámetros superiores a 200 mm y una pendiente que varía entre el 0,1% y el 0,5% (uno a cinco por mil). Esta pendiente facilita el movimiento del agua captada a lo largo de la tubería hasta el punto de recolección, contribuyendo a la eficiencia del sistema de captación en el proyecto. Además, debido a las características del manantial, el acuífero en estudio cuenta con una recarga superficial. Esto significa que la galería filtrante diseñada no solo captará los flujos subterráneos del propio acuífero, sino que también interceptará y recolectará escurrimientos provenientes de un curso o cuerpo de agua superficial cercano. (Figura 2). Este tipo de recarga contribuye a mantener un nivel estable de agua en el acuífero, asegurando un suministro continuo y suficiente para la galería incluso en épocas de menor precipitación.

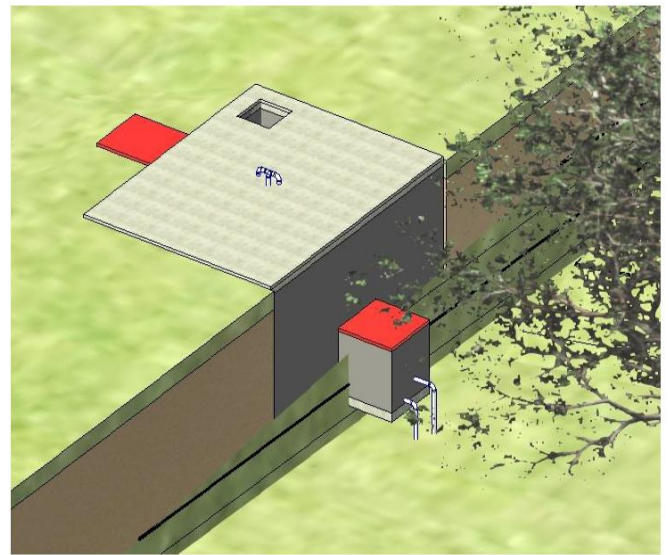
**Figura 2 Captación subterránea**



**Diseño de tanque de almacenamiento**

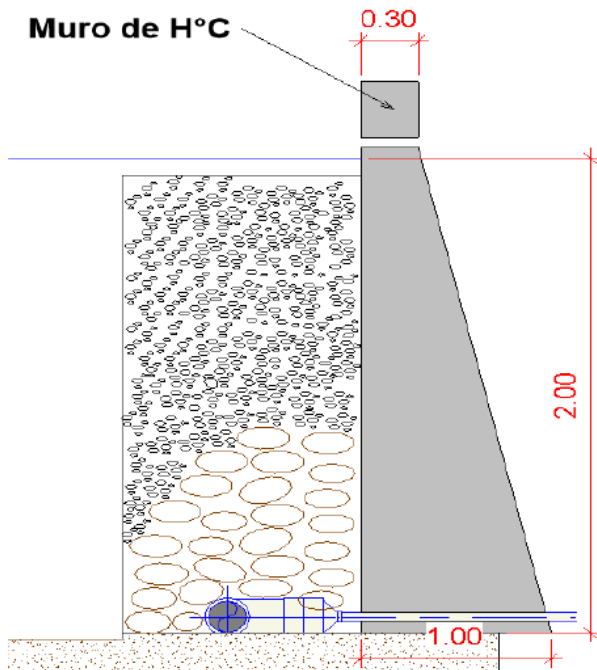
El hormigón ciclópeo se emplea de manera frecuente en la construcción de tanques de agua debido a su resistencia mecánica, durabilidad y bajo costo. Este material consiste en una mezcla de concreto reforzada con piedras de gran tamaño, generalmente entre 10 y 30 cm de diámetro, lo que permite reducir la cantidad de cemento utilizado y, al mismo tiempo, incrementar la estabilidad estructural del tanque (Figura 3).

**Figura 3 Tanque de almacenamiento**



**Diseño estructural muro de contención.**

Este muro es diseñado para soportar las presiones hidráulicas y el peso del material filtrante, garantizando estabilidad y durabilidad a largo plazo. El diseño incluye el cálculo de cargas, elección de materiales adecuados y consideraciones de impermeabilización para evitar filtraciones indeseadas y asegurar una estructura eficiente y segura para el sistema de captación de agua (Figura 4)

**Figura 4** Diseño del muro de contención

### Propuesta de forestación como estrategia para la recarga hídrica

**Identificación del área prioritaria:** Se identificó mediante un estudio detallado el área más favorable para forestar significativamente en ayuda a la recarga hídrica. (Figura 5)

**Selección de especies:** Investigando y consultando con expertos se define que las plantas de pino *Pinus radiata* y molle *Schinus molle* son especies arbóreas adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas locales. Estas especies tienen raíces profundas y son capaces de retener el suelo, favoreciendo así la infiltración del agua de lluvia.

**Plantación y mantenimiento:** Se propone organizar jornadas de plantación participativa con la comunidad local y voluntarios. Establecer un plan de mantenimiento a largo plazo para garantizar la supervivencia y el crecimiento saludable de las plantas.

**Monitoreo y evaluación:** Implementar un sistema de monitoreo regular para evaluar el éxito de la reforestación en términos de incremento en la cobertura vegetal, mejoría en la calidad del agua y aumento en la infiltración hacia los acuíferos.

**Figura 5** Zona prioritaria para la forestación

### Proyecciones de los beneficios esperados con la implementación del proyecto

La implementación del sistema de captación de agua por gravedad traerá beneficios significativos a la comunidad, mejorando tanto el acceso al agua como el desarrollo económico-productivo.

**Mejora en el acceso y disponibilidad del agua:** Se garantizará un suministro continuo de agua para las 5 familias residentes, reduciendo la distancia y el tiempo que actualmente invierten en la recolección de agua. La construcción del tanque de almacenamiento de 30 m<sup>3</sup> permitirá contar con una reserva suficiente para el consumo humano, agrícola y ganadero durante la época de sequía. Se reducirá la contaminación del agua, ya que el sistema de filtración de la galería impedirá el contacto con agentes contaminantes. Se impulsará la capacitación de los comunarios en manejo sostenible del agua y estrategias de conservación del recurso hídrico.

**Incremento en la producción agrícola y ganadera:**

Con la disponibilidad de agua regulada, se prevé un aumento del 30% en la producción de cultivos como papa, maíz, quinua y trigo. Se podrá implementar pequeñas huertas familiares, diversificando la alimentación de los comunarios y reduciendo su dependencia de alimentos comprados en otras localidades. Se fortalecerá la ganadería, asegurando una dotación mínima de agua para el ganado y reduciendo su mortalidad en periodos de sequía. La reforestación con especies como *Schinus molle* y *Pinus radiata* contribuirá a mejorar la infiltración del agua y a reducir la erosión del suelo.

**Impacto en la calidad de vida de la comunidad:**

Mejora en la salud de los comunarios al reducir el consumo de agua no tratada, disminuyendo enfermedades gastrointestinales. Disminución del estrés hídrico, permitiendo que las familias enfoquen sus esfuerzos en la producción agrícola y ganadera. Reducción de la migración, al ofrecer mejores condiciones de vida y oportunidades económicas en la comunidad.

**Discusión**

La precariedad en el acceso al recurso hídrico en la comunidad de Santa Rosalía trasciende la carencia de infraestructura, configurándose como un estado de estrés hídrico estructural. El hallazgo de que el 100 % de la población carece de una fuente segura de agua potable evidencia una brecha crítica en la seguridad hídrica, donde la dependencia de manantiales de bajo caudal sin tecnificación expone a la comunidad a riesgos sanitarios y a una vulnerabilidad extrema frente a la variabilidad climática. Desde una perspectiva hidrológica y ambiental, el diagnóstico territorial revela una sinergia negativa entre la aridez de los suelos y los procesos de erosión activa. La reducida cobertura vegetal, sumada a regímenes de precipitación irregulares, compromete la tasa de recarga de los acuíferos, por lo que el balance hidrológico local se encuentra en un equilibrio precario.

Este déficit hídrico actúa como un limitante determinante para el desarrollo socioeconómico; la transición forzada hacia la agricultura de secano y la ganadería de subsistencia (especies menores como ovinos y caprinos) no es una elección productiva, sino una respuesta adaptativa a la escasez, lo que coincide con lo expuesto por Ibañez (2008) sobre las limitaciones de las zonas altas en Bolivia. La implementación de un sistema de captación por gravedad, mediante una galería filtrante y un volumen de regulación de 30 m<sup>3</sup> se fundamenta como una solución técnica óptima para la zona. A diferencia de los sistemas de bombeo, la gravedad minimiza los costos operativos y la dependencia energética, factores críticos en comunidades con nulo acceso a servicios básicos. La capacidad de almacenamiento proyectada no solo garantiza la continuidad del suministro doméstico, sino que introduce un margen de maniobra para la estabilización de las actividades agropecuarias, reduciendo la presión migratoria al fortalecer el arraigo territorial a través de la autosuficiencia. Finalmente, la sostenibilidad del proyecto debe entenderse desde la gestión integral de cuencas. La propuesta de forestación es fundamental para restaurar los servicios ecosistémicos de regulación hídrica y protección del suelo. Esta medida, complementada con programas de gobernanza del agua y capacitación técnica, asegura que la infraestructura se traduzca en una mejora resiliente de la calidad de vida. La integración de soluciones basadas en la naturaleza con infraestructura constituye, por tanto, el eje central para transformar la vulnerabilidad de Santa Rosalía en un modelo de desarrollo rural sustentable.

**Conclusiones**

La investigación confirma que la comunidad de Santa Rosalía se encuentra en un estado de vulnerabilidad hídrica crítica, donde la ausencia de infraestructura de captación y regulación actúa como el principal factor limitante del desarrollo socioeconómico y la estabilidad demográfica.

Los hallazgos demuestran que el déficit hídrico estructural no solo restringe la seguridad alimentaria al condicionar la producción agrícola y ganadera a la variabilidad pluviométrica, sino que también impulsa procesos migratorios que debilitan el tejido social rural.

La implementación del sistema de captación por gravedad, diseñado bajo criterios de eficiencia técnica y sostenibilidad económica, se posiciona como una solución robusta para cerrar las brechas de acceso al recurso.

La integración de una galería filtrante y almacenamiento centralizado garantiza la provisión de agua segura, permitiendo la transición desde una economía de subsistencia hacia un sistema productivo resiliente. Asimismo, la incorporación de estrategias de reforestación, promoviendo la restauración de los servicios ecosistémicos y la protección de las zonas de recarga hídrica.

En definitiva, este estudio establece que la autosuficiencia de la comunidad depende de una gestión integral del recurso hídrico que armonice la infraestructura técnica con la gobernanza local. La participación activa de los usuarios en el ciclo de vida del proyecto y el respaldo institucional son determinantes para garantizar la durabilidad de las intervenciones. Este modelo de gestión propuesto no solo mitiga la crisis hídrica actual, sino que fortalece la resiliencia de la comunidad frente a los escenarios de cambio climático, sirviendo como referente para la planificación de proyectos de desarrollo rural sustentable en zonas áridas y semiáridas de la región andina.

## Referencias

Angulo, A. O., Prins, C., Faustino, J., & Madrigal, B. R. (2008). *La gestión del agua en Valle de Ángeles, Honduras: Elementos claves para la protección y buen aprovechamiento del agua*. CATIE.  
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2682>

Bates, B., Kundzewicz, Z., Wu, S., & Palutikof, J. (2008). *El cambio climático y el agua*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.  
<https://archive.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-sp.pdf>

Estado Plurinacional de Bolivia. (2012, octubre 15). *Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien (Ley 300)*.  
<http://siarh.gob.bo/wp-content/uploads/2018/11/Ley-No-300.pdf>

Estado Plurinacional de Bolivia. (2014, noviembre 14). *Ley de Gestión de Riesgos (Ley 602)*.  
<http://www.defensacivil.gob.bo/web/uploads/pdfs/ley602.pdf>

Bustos, J., Limón, G., & Sandoval, C. G. (2017, septiembre). *Gobernanza de los recursos hídricos locales: Implicancias conductuales y cognitivas*. Encuentros Multidisciplinares.  
[http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-57/jos%C3%A9\\_gerardo\\_fco\\_cruz.pdf](http://www.encuentros-multidisciplinares.org/revista-57/jos%C3%A9_gerardo_fco_cruz.pdf)

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2002). *Manual de diseño de galerías filtrantes*.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2003). *Manual de galería filtrante*. Lima, Perú.

Comisión Nacional del Agua. (2015, diciembre). *Situación del subsector agua potable, drenaje y saneamiento*. México, D.F., México.

Comisión Nacional Forestal. (2010). *Prácticas de reforestación: Manual básico*. México.

Comisión Nacional Forestal [@CONAFOR]. (2017, mayo 4). CONAFOR promueve la reforestación con participación comunitaria en México.  
<https://x.com/CONAFOR/status/900085952927989760>

- Delgado, L. E., & Sepúlveda, M. B. (2013). *Provisión de servicios ecosistémicos de la cuenca de Aysén, Patagonia chilena, a hogares rurales*. *Ecosystem Services*, 5, 1–10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041613000284>
- Dirección Nacional de Cambio Climático. (2023). *Sequía*. Argentina.gob.ar. . <https://www.argentina.gob.ar/sinagir/riesgos-frecuentes/sequia>
- Durán, D. (2010, abril 25). *Las sequías como riesgo natural*. Ecoportal. [https://www.ecoportal.net/temas-especiales/agua/las\\_sequias\\_como\\_riesgo\\_natural/](https://www.ecoportal.net/temas-especiales/agua/las_sequias_como_riesgo_natural/)
- Ibañez, J. J. (2008, marzo 15). *Suelos de Bolivia y Paraguay (El Mundo Guaraní y Más...): Un universo invisible en nuestros pies*. Madrimasd. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/03/15/86707>
- Javier, T., & Viviana, Z. (2020). *Plan de contingencia alimentaria: Estrategias para facilitar el abastecimiento de alimentos en el municipio de Sucre*. Bolivia. [https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2020/12/PCA-Sucre\\_FINAL.pdf](https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2020/12/PCA-Sucre_FINAL.pdf)
- Parsi, J., Godio, L., Miazzi, R., Maffioli, R., Echevarría, A., & Provencal, P. (2001). *Nutrient requirements of swine*. [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_de\\_l\\_alimento/16-valoracion\\_nutritiva\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_de_l_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf)
- Locatelli, B., & Kanninen, M. (2010). *Servicios ecosistémicos y adaptación al cambio climático*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Manos Unidas. (2023). *Cambio climático*. Manos Unidas. <https://www.manosunidas.org/observatorio/cambio-climatico>
- Martínez, Y., & Villalejo, V. (2017). La gestión integrada de los recursos hídricos: Una necesidad de estos tiempos. *Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(1), 51–58. <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v39n1/riha05118.pdf>
- Méndez, R., Rodríguez, A., Gonzales, C., Radón, K. y Solís, MT (2024). *Evaluación de Riesgo de Sequía en Unidades Educativas del Municipio de Sucre, Bolivia*.
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI). (2013). *Plan de adaptación al cambio climático del sector silvoagropecuario: Propuesta ministerial elaborada en el marco del Plan de Acción Nacional de Cambio Climático 2008–2012*. Chile. [http://www.mma.gob.cl/1304/articulos-55242Plan\\_Adaptacion\\_CC\\_S\\_Silvoagropecuario.pdf](http://www.mma.gob.cl/1304/articulos-55242Plan_Adaptacion_CC_S_Silvoagropecuario.pdf)
- Moreno, H. J., Peña, L. F., Cutipa, W. L., & Navarro, C. P. (2014). *Evaluación hidrogeológica para el aprovechamiento de las aguas subterráneas en la microcuenca Lauricocha - Huánuco*. INGEMMET. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2705>
- Naciones Unidas (NNUU). (2022). *Informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2022: Aguas subterráneas*. LATIN WASH+. <https://www.latinwash.org/post/informe-mundial-de-nnuu-sobre-el-desarrollo-de-los-recursos-h%C3%AAdricos-2022-aguas-subterr%C3%A1neas>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2013). *Estudios económicos de la OCDE: Chile*. <http://www.oecd.org/eco/surveys/Overview%20Chile%20spanish.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2015). *El papel de los bosques en la gestión del agua en las zonas áridas*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). *Generalidades sobre pesca y acuicultura*. [https://www.fao.org/fishery/static/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6705s/x6705s01.htm#top](https://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6705s/x6705s01.htm#top)
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano* (4ª ed.). Ginebra. <https://doi.org/978-92-4-354995-8>
- Gobierno Autónomo Municipal de Sucre. (2016–2020). *Plan Territorial de Desarrollo Integral (PTDI)*. Sucre, Bolivia.
- Reed, M. S., & Stringer, L. C. (2016). Land degradation, desertification and the role of reforestation in mitigating climate change in dryland regions. *Global Environmental Change*, 37, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.01.001>
- Rodríguez, L., & Gómez, J. (2019). Impacto de la recarga hídrica en los ecosistemas y la agricultura. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 45–60.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). (2024). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología*. <https://senamhi.gob.bo/index.php/inicio>
- Tirado, B. M. (2010). Cambio climático y salud. *Informe SESPAS 2010*. España. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911110002578>