

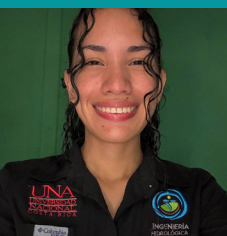


Agua de lluvia potabilizada:
proceso de producción y utilización
en la comunidad fronteriza de
Cuajiniquil, La Cruz, Costa Rica

CEMEDE- UNA



VarClim
ADAPTACIÓN AL CLIMA



Elsa Soto Orozco

Bachiller y licenciada en Ingeniería Hidrológica de la Universidad Nacional de Costa Rica. Actualmente estudiante de licenciatura en Ingeniería Hidrológica. Asistente y practicante del proyecto Ecosalud del Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE-UNA). Con fuerte sentido acerca de la investigación del aprovechamiento del recurso hídrico en torno al cambio climático.

<https://orcid.org/0009-0003-7676-4998>



María Fernanda Zúñiga Li

Bachiller en administración de empresas de la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Asistente y practicante del proyecto Ecosalud del Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE-UNA).

<https://orcid.org/0009-0003-3102-6182>



Erick Josué Rodríguez Montoya.

Bachiller en Administración de Empresas en la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA). Asistente y practicante del proyecto Ecosalud del Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE-UNA).

<https://orcid.org/0009-0006-0805-9789>



Jorge Luis Loáiciga Gutiérrez

Doctor en Proyectos con especialidad en Investigación por la Universidad Internacional Iberoamericana (UNIB, PR-EE.UU). Máster en Administración de proyectos por la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI, CR). Egresado con grado de Licenciado en Gestión Financiera por la Universidad Nacional (UNA, CR). Docente de la Escuela de Administración de la Universidad Nacional. Extensionista e investigador en proyectos sociales en temas de empresarialidad y de empleabilidad.

<https://orcid.org/0000-0002-0421-3906>



Ronald Sánchez Brenes

Doctor en Ciencias Agrícolas, Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE-UNA), Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional, Liberia, Costa Rica. Trabaja en las líneas de investigación y extensión en temas de desarrollo sostenible, conservación, agroecosistemas, fauna silvestre y recurso hídrico.

<https://orcid.org/0000-0002-6979-1336>

Silvia Lorena Zúñiga Guerrero

Licenciatura en economía, maestría en gerencia de proyectos, Centro Mesoamericano para el Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE-UNA), Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional. Trabaja en gestión estratégica del territorio, diseño, ejecución y evaluación de procesos participativos para el desarrollo de capacidades organizacionales, empresariales e institucionales.

<https://orcid.org/0000-0001-9529-191X>



Juan Carlos Ramírez Brenes

Catedrático de la Universidad Nacional de Costa Rica. Máster en Administración de Proyectos de la Universidad Nacional y Licenciado en Relaciones Internacionales de la misma institución. Estudios en Comercio Internacional en el Instituto Tecnológico de Monterrey (México). Coordinador y participante en Proyectos de Investigación y extensión en el tema de Fronteras latinoamericanas y en el área del turismo.

<https://orcid.org/0000-0001-9283-4798>

Adolfo Salinas Acosta

Bachiller en Ingeniería Agrícola del I.T.C.R. Licenciado en Ciencias de la Educación con énfasis en Docencia U.S.J, Master en Desarrollo Integrado de Regiones bajo Riego de la U.C.R. Master en Administración Educativa de la U.S.J, Afiliado al CIA 4969 y al COLYPRO 85148, Mi interés es la educación ambiental, manejo eficiente de los recursos hídricos y la cosecha de agua de lluvia para diversos usos.

<https://orcid.org/0000-0002-4997-7029>



Ricardo Castro Blanco

Académico en la Universidad Nacional y especialista en gestión de datos para la investigación, desarrollo e innovación. Máster en Gerencia del Comercio Internacional del Centro Internacional de Política Económica (CINPE-UNA) y Licenciado en Administración con Énfasis en Gestión Financiera. Con experiencia en análisis y gestión de datos, manejo de grandes volúmenes de información, estadística y análisis investigativo. Experto en marketing y comunicación, integrando estrategias basadas en datos para la toma de decisiones.

<https://orcid.org/0009-0002-6001-5581>

Pável Bautista Solís

Doctor en ciencias en Agroforestería Tropical con énfasis en Desarrollo Rural (Bangor University, Reino Unido). Maestro en Ciencias en Agricultura Ecológica por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, CR). Ingeniero Agrónomo por la Universidad Veracruzana (UV, MX). Investigador del Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE-UNA), de la Universidad Nacional (UNA, Costa Rica). Su trabajo se enfoca en facilitar el desarrollo rural y la adaptación al cambio climático de sistemas socioecológicos mesoamericanos.

<https://orcid.org/0000-0002-9100-3009>

Agua de lluvia potabilizada: proceso de producción y utilización en la comunidad fronteriza de Cuajiniquil, La Cruz, Costa Rica



Elsa Soto Orozco^{1, 2}, María Fernanda Zúñiga Li^{2, 3}, Erick Josué Rodríguez Montoya^{2, 3}, Jorge Luis Loáiciga Gutiérrez^{2, 4}, Ronald Sánchez Brenes^{2, 5}, Silvia Lorena Zúñiga Guerrero^{2, 5}, Juan Carlos Ramírez Brenes^{2, 5}, Adolfo Salinas Acosta^{2, 5}, Ricardo Castro Blanco^{2, 5}, Pável Bautista Solís^{2, 5}

1 Estudiante Licenciatura Ingeniería Hidrológica. Universidad Nacional. Liberia, Costa Rica.
Correos: elsa.soto.orozco@est.una.ac.cr, maria.zuniga.li@est.una.ac.cr, erick.rodriguez.montoya@est.una.ac.cr, jorge.loaciga.gutierrez@una.cr, ronald.sanchez.brenes@una.cr, silvia.zuniga.guerrero@una.cr, juan.ramirez.brenes@una.ac.cr, adolfo.salinas.acosta@una.cr, ricardo.castro.blanco@una.cr, pavel.bautista.solis@una.ac.cr

2 Sede Regional Chorotega. Universidad Nacional (UNA). Heredia, Costa Rica.

3 Estudiante Licenciatura Administración. Universidad Nacional (UNA). Liberia, Costa Rica.

4 Escuela de Administración. Universidad Nacional (UNA). Heredia, Costa Rica.

5 Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (Cemedé-UNA). Heredia, Costa Rica.

RESUMEN

Los eventos extremos del clima como las sequías y tormentas tropicales generan graves impactos en las poblaciones rurales. La capacidad para adaptarse a estos eventos puede ser construida colaborativamente entre la población local, sus organizaciones, las instituciones del estado costarricense y el sector privado. En este capítulo se documentó una experiencia real para construir capacidades locales para captar agua de lluvia, potabilizarla y utilizarla con fines humanitarios y educativos en Cuajiniquil, La Cruz, Costa Rica. Durante un periodo de tres años que inició en 2020, con el apoyo de dos iniciativas interuniversitarias VarClim (SIA 06575-19) y EcoSalud (SIA 0019-23), se establecieron alianzas y procesos colaborativos que facilitaron los acuerdos para establecer el sistema de captación y potabilización de agua de lluvia en el Liceo Cuajiniquil, diseñar una estructura de gestión con consideraciones técnicas y legales pertinentes para su construcción en el Liceo Cuajiniquil y la elaboración colaborativa





de un modelo de negocios que propone la autogestión de recursos para la operación y el mantenimiento del sistema. La utilización del sistema permitirá contar con mayor seguridad hídrica durante la emergencia por eventos extremos que limita el acceso a servicios básicos como el agua. Además, facilitará el contacto directo de la población local con la estrategia de adaptación, principalmente de la comunidad estudiantil del Liceo Cuajiniquíl. Finalmente, el modelo de negocios estableció las bases para el aprovechamiento del agua potabilizada por medio de la venta de agua embotellada. Este emprendimiento social es rentable en la gestión financiera y puede convertirse en un modelo pedagógico de interés para la educación superior rural de Costa Rica y el corredor seco centroamericano.

Introducción

La comunidad de Cuajiniquíl eligió experimentar con la construcción colaborativa, es decir, con la participación voluntaria de miembros de la comunidad, de un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia. Estos sistemas fueron diseñados y adaptados por el Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (Cemedé-UNA). Se han instalado cuatro sistemas previamente en distintos lugares del golfo de Nicoya, e inicialmente eran conocidos como “Nimbu”. Sin embargo, el registro de la marca final se está efectuando bajo el nombre “SCALL-UNA”.

El sistema SCALL-UNA, ha permitido la operación de un Equipo Básico de Atención Integral en Salud (EBAIS) en Isla Caballo, Puntarenas (Gómez-Solís y Salinas-Acosta, 2020); complementar el abastecimiento de agua potable en un acueducto rural de Brasilito, Santa Cruz (Salinas Acosta et al., 2023); implementar un modelo pedagógico y demostrativo en el campus Nicoya de la Universidad Nacional que genera agua embotellada potabilizada para toda

la Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional (Salinas Acosta et al., 2023); y permitirá probar la recarga gestionada de acuíferos con agua potabilizada como medida de adaptación a la intrusión salina en Potrero, Santa Cruz, Costa Rica.

El propósito de SCALL-UNA en Cuajiniquil, comprendió mejorar la capacidad de responder ante desastres o periodos de escasez de agua, además de la organización de un proyecto que comercializa el agua de lluvia potabilizada. Por lo tanto, SCALL-UNA pretendió probar si además de permitir el autoabastecimiento y distribución de agua potable, es posible comercializar el agua embotellada para generar un ingreso económico que mantenga en funcionamiento el sistema de captación de agua, sin depender de aportes de la Universidad Nacional. Finalmente, mientras el sistema se mantenga en funcionamiento, será un recurso de formación práctica para la comunidad, las organizaciones y los estudiantes del Liceo Cuajiniquil.

En esta obra se describimos cómo se realizó el proceso colaborativo de construcción del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia en el Liceo Cuajiniquil, desarrollando experiencia, información y capacidades para el establecimiento de una estrategia de adaptación a la variabilidad natural del clima en zonas fronterizas de Guanacaste, Costa Rica. Explicamos la definición de los sistemas de captación y potabilización de agua de lluvia, discutimos algunas posibilidades para su utilización en el contexto de un liceo rural costarricense y algunas recomendaciones para garantizar el correcto aprovechamiento del agua potabilizada y la sostenibilidad de todo el sistema SCALL-UNA. Posteriormente, en los resultados presentamos y discutimos las alianzas necesarias para facilitar la construcción colaborativa del sistema, el proceso de diseño colaborativo del sistema SCALL-UNA y algunos elementos de la gestión administrativa, operativa y financiera.



¿Qué es un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia?



Los sistemas de captación y potabilización de agua de lluvia son tecnologías sencillas que aprovechan el agua llovida a partir de los techos o áreas impermeables de cualquier tipo de construcción (Herrera Monroy, 2010). De acuerdo con Bautista et al., (2020) estos sistemas tienen una estructura dividida en partes independientes que llamamos subsistemas. Primero, el subsistema de captación, es la superficie donde se recolecta el agua de lluvia. Segundo, el subsistema de conducción, permite canalizar el agua por medio de canaletas y tuberías de PVC hacia los subsistemas de almacenamiento, potabilización y utilización. El subsistema de almacenamiento, utiliza tanques o cisternas. Es importante señalar, que cuando el agua se utiliza para consumo humano es necesario agregar el subsistema de potabilización, el cual utiliza componentes como filtros o sistemas de desinfección, para lograr que el agua pueda ser consumida por las personas sin poner en riesgo su salud. En el mercado existen opciones tecnológicas de potabilización como la ósmosis inversa o las lámparas de luz ultravioleta (Gómez-Sólis y Salinas-Acosta, 2020). Por último, la utilización del agua potabilizada puede efectuarse con un subsistema simple como una llave de agua, o incluso interconectarse a la tubería local para abastecer los servicios, el comedor u otras áreas claves para el funcionamiento de un centro educativo o albergue.

Oportunidades de utilización del agua de lluvia potabilizada

Al poder usar el agua de lluvia potabilizada para el consumo de las personas, se permite el abastecimiento de un recurso indispensable en la población, principalmente, en lugares en que el acceso a diferentes fuentes de agua como ríos, nacientes o pozos es limitado. De esta manera, un sistema de potabilización permite el acceso al agua potable en distintos sitios. Hasta el momento, en las experiencias desarrolladas por Cemedé-UNA no se ha planteado un modelo de negocio para comercializar el agua potabilizada. Esta es una opción posible, ya que Cuajiniquíl es una población costera y fronteriza que forma parte del corredor turístico costero La Cruz, con diversos restaurantes y puntos de interés turístico, donde se puede ofrecer el agua potabilizada a turistas nacionales e internacionales, permitiendo generar un valor agregado que facilita la sostenibilidad económica del proceso.

Organización para la comercialización del agua potabilizada

La comercialización del agua potabilizada requiere de una estructura encargada de la administración comercial y operacional, esto se debe a que es necesario que las diferentes áreas de la empresa o emprendimiento funcionen de manera ordenada. En este contexto, la gestión estratégica, administrativa, operativa y financiera ayudan a implementar las correctas decisiones para las distintas áreas requeridas en el proceso de captación, potabilización, producción de agua de lluvia potabilizada embotellada y comercialización. Esto es muy importante, dada la naturaleza del Liceo Cuajiniquíl, que tiene como misión principal la educación secundaria. Es decir, el emprendimiento se administrará y operará por estudiantes, docentes y padres de familia que no necesariamente tienen experiencia en la administración o producción de agua potabilizada. Precisamente, este trabajo comprende la organización de un equipo de gestión y el desarrollo de un modelo de negocio para operar el sistema y administrarlo eficientemente.



El proceso colaborativo como herramienta pedagógica

Para lograr la operación y administración del sistema de agua potabilizada de lluvia, conforme a la experiencia de Cemed-UNA, se planteó un proceso colaborativo de construcción de la infraestructura y las capacidades de operación y gestión. Este comprende principalmente una alianza entre las autoridades del Liceo Cuajiniquil, líderes locales, estudiantes, docentes, autoridades municipales y personeros del Ministerio de Educación Pública (MEP). De esta manera, conforme se presentan retos los actores mencionados interactúan para proponer, evaluar y llevar a cabo estrategias de solución. Eso permitió un aprendizaje práctico para todas las personas involucradas.

Materiales y métodos

El proceso de construcción colaborativa del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia es una iniciativa de los proyectos de extensión VarClim (SIA 0675-19) e investigación EcoSalud (SIA 0019-23). En estos proyectos se priorizó la participación de los pobladores en el proceso a través de las siguientes etapas: i) Gestión institucional, o la negociación de los permisos, alianzas y capacidades necesarias para la construcción del proyecto. ii) Diseño colaborativo del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia SCALL-UNA. iii) Construcción colaborativa del plan de negocios para el aprovechamiento del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia. iv) Fortalecimiento de capacidades para la utilización y mantenimiento del sistema. En cada una de estas fases fue necesario el involucramiento de distintos actores locales, autoridades del Liceo Cuajiniquil y de Cuajiniquil, líderes comunales, estudiantes de las carreras de ingeniería hidrológica o administración y académicos de la Sede Regional Chorotega (Figura 1).

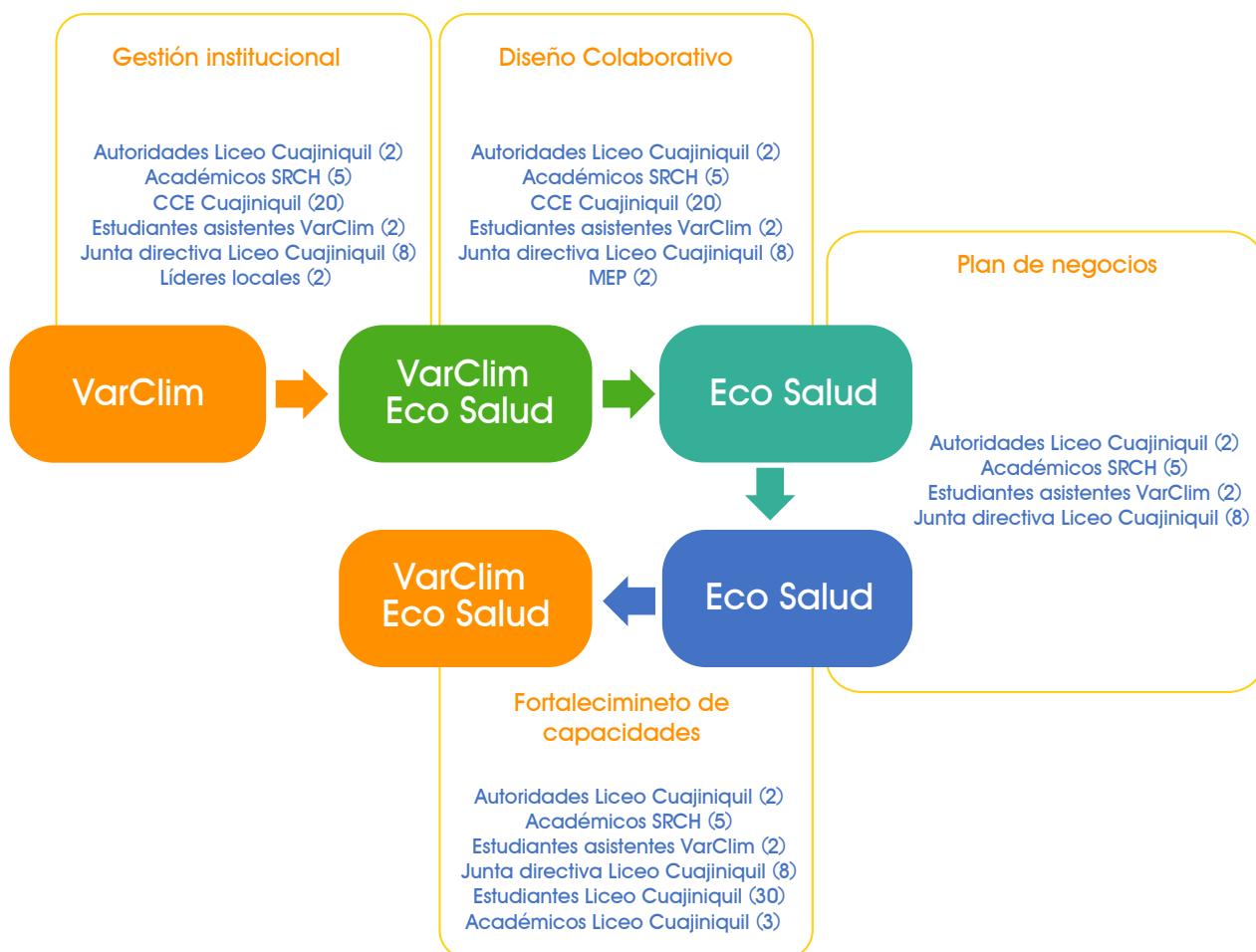


Figura 1. Proceso de construcción colaborativa del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia del Liceo Cuajiniquíl, Guanacaste, Costa Rica. Nota: los números entre paréntesis corresponden a las personas participantes por cada categoría de actor y etapa

La integración de la extensión-investigación-docencia para la construcción, operación y administración del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia es esencial. Principalmente, porque el diseño de la infraestructura y del modelo de negocios fueron liderados por estudiantes asistentes de práctica profesional supervisada de las carreras de ingeniería hidrológica y administración. Esto además, permitió la colaboración del cuerpo docente de ambas carreras, complementando las capacidades técnicas de los proyectos VarClim y EcoSalud.



Resultados y discusión



El proceso colaborativo como herramienta pedagógica

El proceso de alianzas o gestión institucional incluyó el acercamiento a las autoridades del Liceo Cuajiniquil, que trabajó de manera muy cercana con el Comité Comunal de Emergencias de Cuajiniquil (ver capítulo 2 en esta obra). Esta organización describió el proceso de evacuación de las personas afectadas por inundaciones en Cuajiniquil al gimnasio del Liceo Cuajiniquil, en la cual se llegan a albergar hasta 400 personas. Las inundaciones ocurren todos los años en la época lluviosa, principalmente, durante los meses de septiembre y octubre que tienen una alta influencia de tormentas tropicales (Hidalgo et al., 2021). Las lluvias prolongadas saturan los suelos y exceden la capacidad de drenaje del Río Cuajiniquil, sobre todo en barrios ubicados en zonas de alta vulnerabilidad a inundaciones (Beita Mora, 2021). Además, los fuertes vientos pueden provocar deslizamientos y daños al suministro eléctrico o acueducto comunal, lo cual interrumpe el servicio de agua potable cuando las personas se encuentran evacuadas. En 2024, se presentaron en promedio 7.63 interrupciones en el servicio de energía eléctrica en Costa Rica, siendo los factores ambientales una de las principales causas (ARESEP, 2024). La duración promedio de interrupción por abonado fue de 9.92 horas (ARESEP, 2024). Los tanques de reserva del Liceo Cuajiniquil no pueden ser utilizados, ya que, según la percepción local, se encuentran contaminados por los escurrimientos de agua en el liceo. Ante esta situación y considerando también la gran cantidad de estudiantes del liceo y sus familias que pueden apreciar el sistema SCALL-UNA, se propuso como alternativa instalar un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia.

1. <https://www.youtube.com/watch?v=zHYBGui4j8U>

El proceso de alianzas inició con una presentación ante la directora del Liceo Cuajiniquil y su equipo de trabajo. En esta se le explicó la idea del proyecto y se le presentaron diversos materiales de comunicación¹ para que se comprendiera el sistema SCALL-UNA. Posteriormente, se organizó otro taller técnico con la junta administrativa del Liceo Cuajiniquil, esta es una organización local que administra los recursos del Liceo. Simultáneamente, se explicó el proyecto a los líderes comunales y organizaciones vinculadas a la gestión del riesgo como el CCE Cuajiniquil, la Municipalidad La Cruz y el Comité Comunal de Emergencias La Cruz. Este proceso se tuvo que repetir, porque el Liceo cambió de dirección y de junta administrativa, sin embargo, ambas administraciones mostraron un apoyo total. Las autoridades del Liceo Cuajiniquil externaron un par de condiciones: i) El proyecto debía construirse sin afectar de ninguna manera la construcción del Liceo Cuajiniquil administrada por el Fideicomiso Ministerio de Educación Pública - Banco Nacional de Costa Rica. ii) El proyecto no debería implicar una inversión adicional de los recursos del MEP y el Liceo Cuajiniquil para mantener el sistema a construir. Esto debido a que el diseño del Liceo ya sigue el código de construcción de Costa Rica e incluye zonas de evacuación, drenajes y obras de manejo de aguas.

Adicionalmente, el apoyo institucional de las organizaciones y líderes locales permitió iniciar el diseño del sistema en un terreno ubicado en la parte trasera del gimnasio del Liceo Cuajiniquil. El terreno se seleccionó por su cercanía a los servicios del gimnasio donde se requiere el agua potabilizada y donde no existe infraestructura administrada por el Fideicomiso MEP-BNCR. Adicionalmente, dos líderes locales: Manuel Alán y William Watson se comprometieron a colaborar en el proceso de construcción aportando materiales, herramientas y mano de obra para el sistema. Finalmente, con apoyo de la junta administrativa del Liceo Cuajiniquil y la directora Roxana Villalobos se presentó el proyecto al Fideicomiso MEP-BNCR, recibiendo un visto bueno para su construcción.



Diseño del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia

El diseño del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia SCALL-UNA, fue liderado por la asistente y practicante del proyecto EcoSalud Elsa Soto. Se consideraron aspectos técnicos y como modelo se tomó el diseño del sistema ubicado en el campus Nicoya de la Universidad Nacional. El diseño está compuesto por cinco subsistemas: captación, conducción, almacenamiento, potabilización y utilización (descrito en la gestión administrativa).



Subsistema de captación

El subsistema de captación está conformado por el techo de la infraestructura a utilizar (Jiménez Flores, 2020). En este caso para cumplir con la no afectación de la obra del Liceo Cuajiniquil financiada por el Fideicomiso MEP-BNCR, se requirió de la construcción de una estructura nueva. El subsistema de captación está conformado por 16 láminas de zinc #26, brindando un área de captación 63 m^2 , cada lado presenta las medidas de 8,56 metros de largo por 3,66 metros de ancho. Las láminas de zinc conducen el agua llovida hacia las canaletas de recolección (Figura 2).

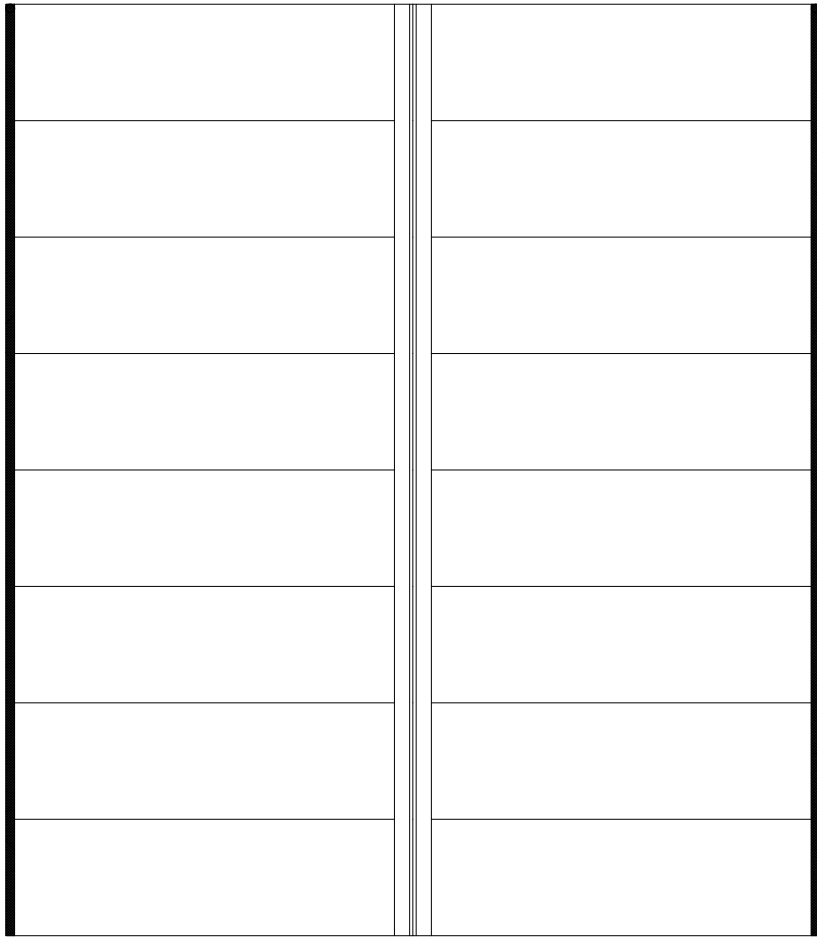
		<p>PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA</p>			
		<p>ESTUDIANTE: ELSA SOTO OROZCO 5 0444 0447</p>			
		PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO	
		GUANACASTE	LA CRUZ	SANTA ELENA	
		<p>CONTENIDO: DIBUJO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DEL TECHO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL)</p>			
		ESCALA	FECHA	LÁMINA	
		1:20	04 SEPT. 2023	1	1

Figura 2. Vista de planta del techo del sistema de la infraestructura del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia (SCALL-UNA) del Liceo Cuajiniquil, Guanacaste, Costa Rica.
Fuente: Soto Orozco, 2023



Subsistema de conducción

El sistema de conducción tiene por función principal conducir el agua llovida por medio de las canaletas, por un sistema de tubería PVC hacia los tanques de almacenamiento y por último al sistema de potabilización (Grández Torres, 2017). El subsistema de recolección incluye cumbreras de color blanco #26 (18 cm x 1,83 cm), que por medio de un sistema de tubería PVC de 3 pulgadas transporta el agua a los tres tanques de almacenamiento. Además, para el subsistema de conducción se utilizaron distintas medidas de tuberías de PVC, 1/2 pulgadas en el sector de embotellamiento, 1/4 pulgadas en todo el sector del sistema de potabilización y 2 pulgadas en el sector de los tanques al sistema de potabilización y para contar con la presión suficiente para la conducción del agua se utilizaron un tanque hidroneumático vertical de 110 litros y una bomba centrífuga Pedrollo 1,5 HP (Figura 3).

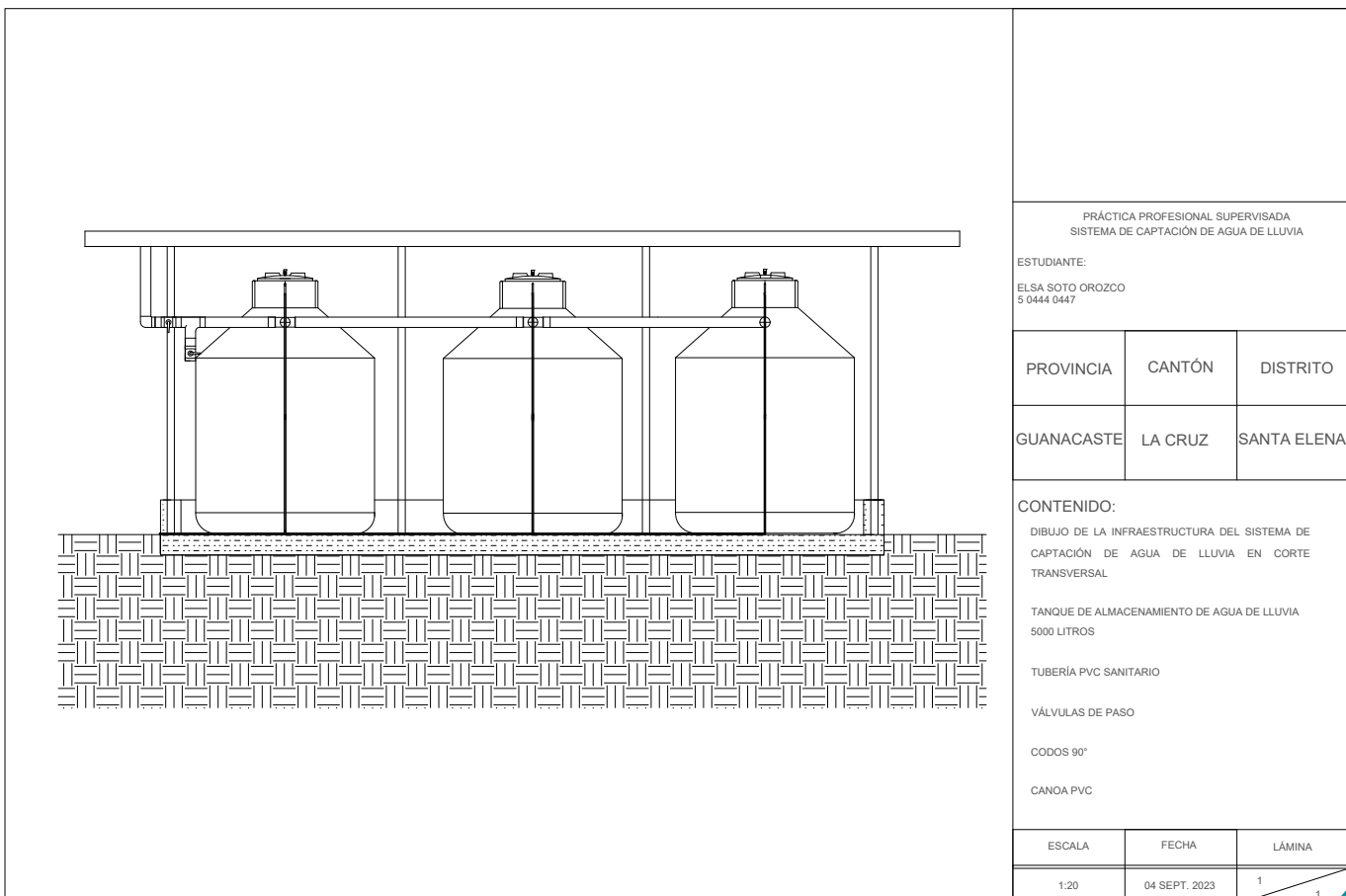


Figura 3. Corte transversal del subsistema de captación, conducción y potabilización de agua de lluvia (SCALL-UNA). Fuente: Soto Orozco, 2023

Subsistema de almacenamiento

El subsistema de almacenamiento comprende tres tanques tricapa de 5 000 litros cada uno. Por lo tanto, la capacidad de almacenamiento máxima del sistema es de 15 000 litros. El registro histórico de precipitación de 39 años (1980-2019) de la Estación Santa Elena, en las coordenadas 85°36'38.4" O 10°55'11.9" N (Hidalgo, et al., 2021), registró un promedio anual de precipitación de 1 309 litros /m². Si se considera que el área de captación es una superficie de 63 m², restando las pérdidas por evaporación y otros factores, permitirá llenar 5,50 veces los tanques de almacenamiento al año. Los tanques se encuentran instalados en serie gracias a una tubería de PVC de 2". Además, cada tanque cuenta con un aireador que ayuda a conservar la calidad del agua durante el tiempo de almacenamiento (Figura 3).

Subsistema de potabilización

El subsistema de potabilización está conformado por una serie de procesos que garantizan el cumplimiento adecuado de acuerdo a la norma oficial de calidad de agua de Costa Rica (Salinas-Acosta, et al., 2023). Además, se debe considerar que estos procesos tienen un objetivo pedagógico. El subsistema de potabilización está conformado por un clorinador, dos suavizadores, un sistema de filtro de carbón activado y un filtro con sedimento convencional y una lámpara ultravioleta (Figura 4). Asimismo, para demostrar otro proceso alternativo de potabilización, se agregó un sistema de ósmosis inversa (Figura 5).

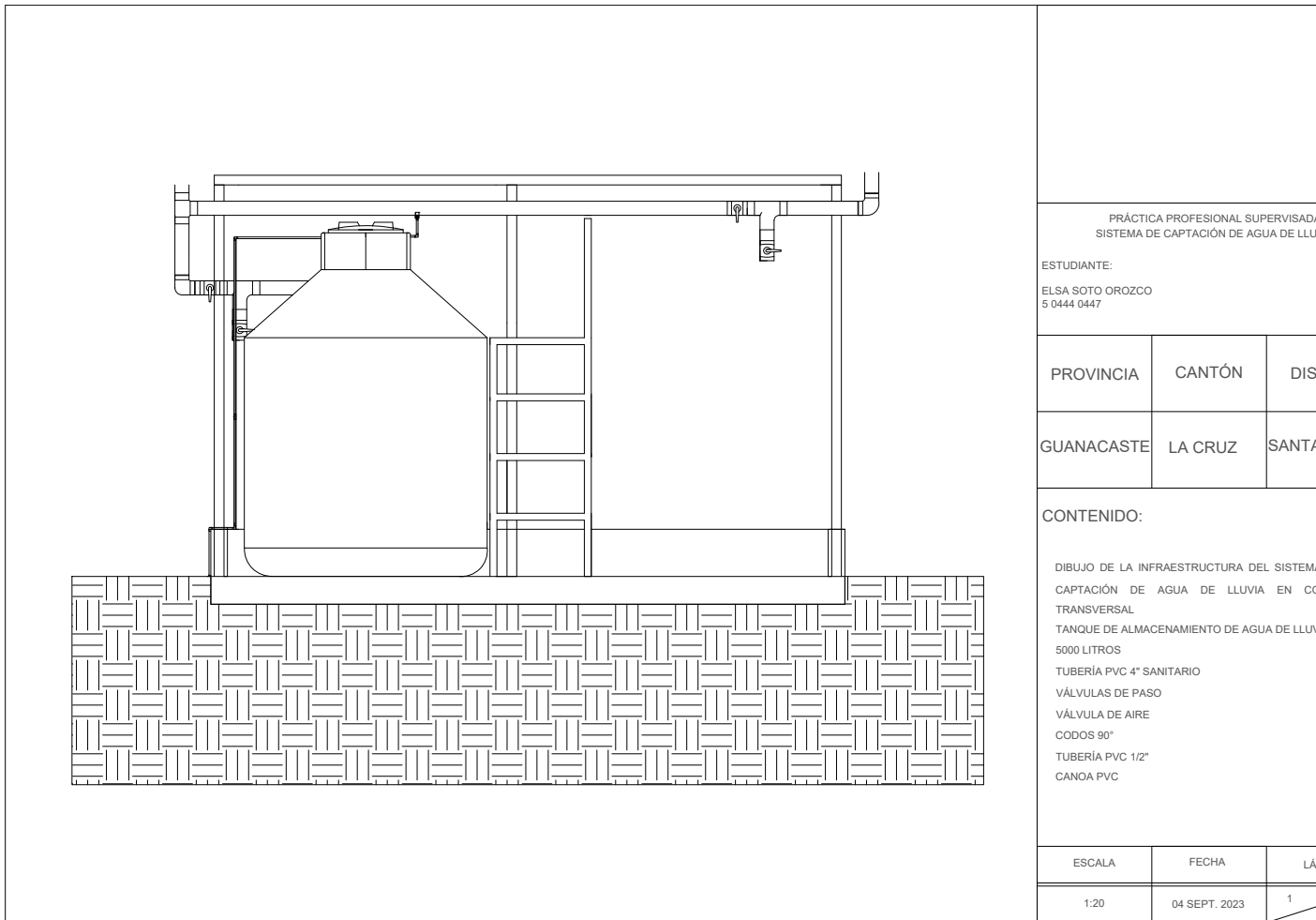


Figura 4. Corte transversal del subsistema de potabilización del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia (SCALL-UNA).
Fuente: Soto Orozco, 2023

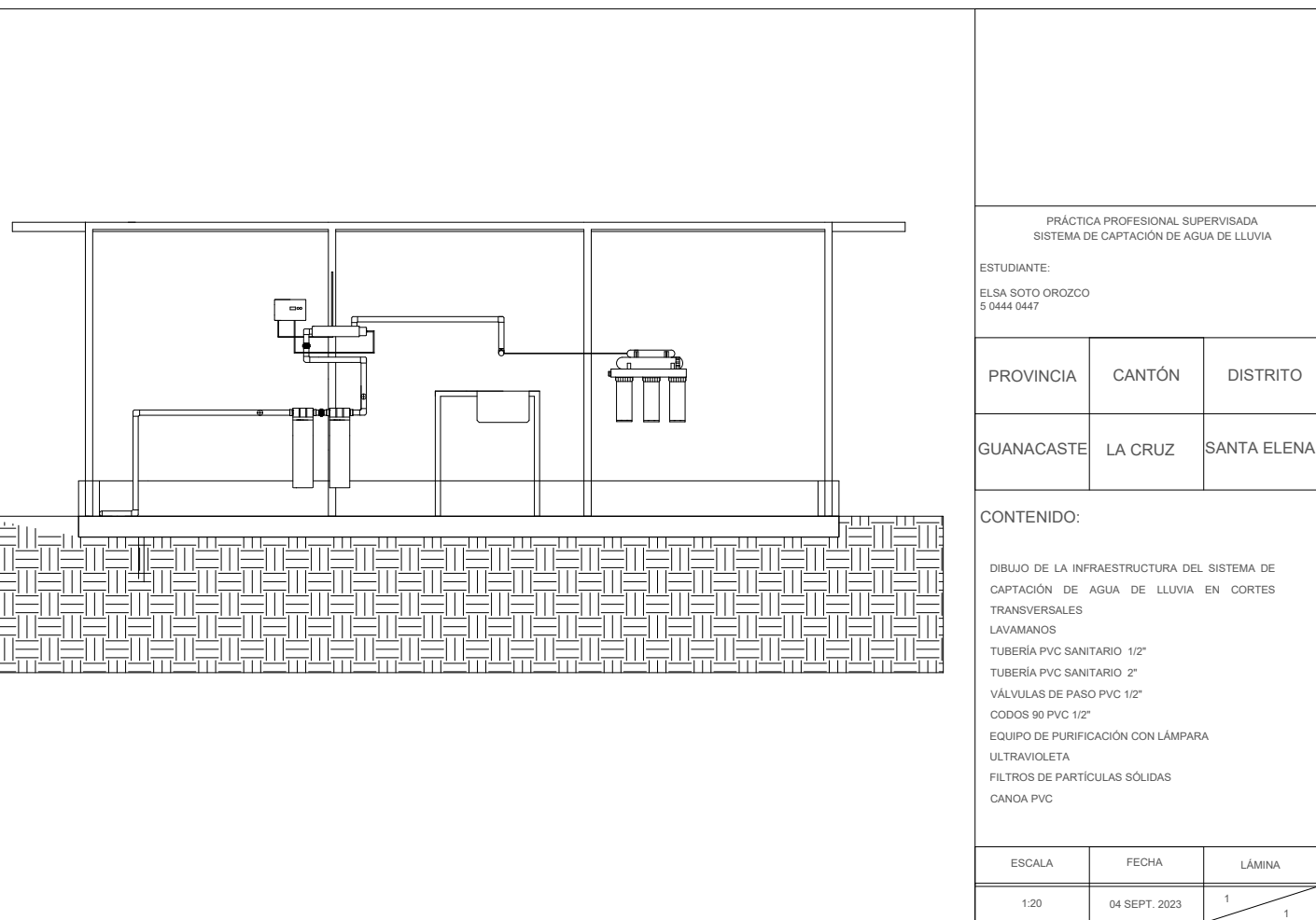


Figura 5. Corte transversal del subsistema de potabilización del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia (SCALL-UNA).
Fuente: Soto Orozco, 2023



Gestión estratégica

La comercialización del agua potabilizada requiere de distintas gestiones o procedimientos, con el fin de tener un correcto desarrollo, tanto en el proceso de producción, como en la comercialización (almacenamiento, potabilización, envasado, distribución y ventas). Considerando esto, se efectuaron diferentes propuestas de gestión estratégica, administrativa y operativa. Estas fueron revisadas por las autoridades del Liceo y la Junta administrativa a fin de adaptarlas y llevarlas a la práctica adecuadamente.

La planeación estratégica es un proceso que permite a una organización ser creativa en vez de reactiva en la formulación de su futuro. Su propósito es el de ayudar a la organización a operar de una manera efectiva, dentro de un ambiente complejo y dinámico afectado permanentemente por restricciones y amenazas (González Millán y Rodríguez Díaz, 2020).

Se elaboraron una serie de propuestas de gestión estratégica y administrativa, entre estas propuestas destacan la selección del nombre de la empresa; la realización de un análisis FODA; la elaboración de la misión empresarial, la cual es de suma importancia, ya que nos permite conocer el propósito principal de la organización; la visión es igual de importante, ya que nos indica donde se espera ver posicionado el negocio en el futuro; y los valores de la empresa vienen a complementar, tanto la misión y la visión, ya que estos nos brindan una identidad empresarial.

Los procesos que se han mencionado, con un poco más de detalle, son los siguientes: primero, se deberá de realizar la correcta potabilización del agua de lluvia recolectada dicha tarea será realizada por los estudiantes y profesores a cargo de la potabilización y en el envasado del producto, se deberá de manejar la cantidad de agua de recolectada con el fin de conocer cuánto tiempo se necesita para la potabilización de la

misma, además de tener un registro con el fin de poder saber cada cuanto se debe de estar oxigenando el agua almacenada en los tanques.

Luego, se potabiliza el agua y se procede al envasado de la misma, en el cual se deberá de dividir a los estudiantes en grupos para tener una correcta organización. Se deberá de embotellar aproximadamente 440 botellas de 350 ml, 728 botellas de 500 ml y 188 botellas de 1 000 ml lo cual nos daría un total de 1 355 botellas, que según las estimaciones realizadas son necesarias para satisfacer la necesidad mensual de los comercios de Cuajiniquil.

Una vez realizado el envasado del producto y habiendo verificado el buen estado de las botellas envasadas, se procede a realizar el almacenaje del producto. De esta forma, se esperará a la fecha de entrega o venta. Se debe de mencionar que el lugar donde se encuentran almacenadas las botellas debe de ser un lugar limpio, fresco y alejado de la luz directa del sol.

Para realizar una correcta venta y distribución del producto, se debe nombrar a un gerente de ventas, encargado de la logística. Esta persona puede ser subcontratada, o puede formar parte de la junta administrativa del colegio. Posteriormente, se deberá elaborar una lista de posibles compradores para el producto (comercios de la zona central de Cuajiniquil), para después confirmar el interés en adquirir el producto. Se debe considerar que las presentaciones disponibles son las siguientes: botellas de 350 ml, botellas de 500 ml y botellas de 1 000 ml. Una vez que se tiene la confirmación del pedido se acordarán con los clientes las disposiciones de pago: por medio de transferencia a una cuenta de banco, pago en efectivo o pago por SINPE móvil; y las condiciones de entrega del producto: en el local o retiro en las instalaciones del colegio.






Se debe de aclarar que el negocio se realiza con varios propósitos o fines entre los que se encuentran los siguientes: proporcionar una ayuda económica extra para la comunidad educativa del Liceo Cuajiniquil, mediante las ganancias del negocio, ayudar a la comunidad en casos de emergencia cuando haga falta el agua potable y generar el conocimiento teórico-práctico sobre la captación y potabilización del agua de lluvia, generando que toda la comunidad educativa se vea involucrada en el proyecto.

Gestión administrativa

La gestión administrativa, “es la puesta en práctica de cada uno de los procesos de la administración. Estos son: la planificación, la organización, la dirección, la coordinación o interrelación y el control de actividades de la organización” (Ramírez Casco, Ramírez Garrido y Calderón Moran, 2017, p. 1). Se debe de rescatar la importancia de los procesos antes mencionados, ya que gracias a ellos se puede realizar la toma de decisiones oportuna para la organización, debido a esto se realizaron una serie de propuestas que se presentan a continuación:

El nombre del emprendimiento es “Niza”, proveniente de un término antiguo que significa fuente de agua dulce. La justificación del nombre se efectuó en referencia a un significado representativo a la captación de agua de lluvia para la potabilización. Asimismo, se construyó la misión, visión y valores del negocio, estos elementos son de suma importancia debido a que logran definir lo que se desea reflejar en la actualidad, que se desea llegar a ser en un futuro y qué valores se quieren promover para sus colaboradores y clientes. De la misma manera, se realizaron propuestas para la creación de una estructura administrativa, donde se definieron quienes son los encargados del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia según las distintas áreas y procesos.

La estructura administrativa del emprendimiento comprende:

-  La junta administrativa del Liceo Cuajiniquil, quienes son los encargados de fiscalizar el proyecto y de realizar el control y manejo de dinero que se obtenga con la comercialización del producto. Igualmente, serán los encargados de realizar las compras de repuestos y materiales necesarios para el desarrollo y mantenimiento del proyecto, además, deberán de realizar distintas actividades con el fin de lograr promocionar y vender el producto.
-  El agente de ventas, dicha figura puede establecerse por medio de subcontratación o puede ser una persona de la junta administrativa, entre sus funciones deberá de promover la colocación del agua potabilizada en diferentes mercados y puntos de venta. Además, también se encargará de realizar distintas formas de promoción del producto, así como de informar al resto de la junta administrativa sobre las ventas del producto.
-  La persona directora del Liceo Cuajiniquil, se encargará de fiscalizar al personal voluntario (profesores) para corroborar que estén realizando las funciones de manera



correcta. Además, se encargará de asignarle a los profesores las lecciones de las horas club (voluntariado), o bien, definir quienes estarán encargados de fiscalizar a los estudiantes que colaboren en el proyecto.

- ☀️ Como personal voluntario se identificaron a los profesores asignados en lecciones relacionadas al ambiente, o la tecnología, a quienes les corresponderá desarrollar y supervisar el proceso de potabilización, embotellado y mantenimiento del sistema. Estas personas serán capacitadas para la manipulación del sistema de captación de agua por profesionales, pero posteriormente, capacitarán a otras personas de la junta administrativa o estudiantes. Se seleccionará a uno de los profesores del liceo elegidos como supervisor con el propósito de que este proporcione una lista del inventario de materia prima y de producto con el fin de saber cuando sea necesario realizar una compra o realizar el embotellado de agua.
- ☀️ También, se encuentran los estudiantes del liceo que participarán como voluntarios. Su función será realizar la operación del sistema y todos los procesos de captación, potabilización, embotellado y almacenamiento del producto.
- ☀️ Por último, se debe de mencionar la figura del contador, el cual se recomienda contratar mediante una subcontratación. Este, debe realizar diferentes tareas relacionadas con el negocio, entre ellas: controlar las transacciones financieras del negocio, realizar informes del estado del mismo, elaborar estados financieros y la declaración de impuestos respectiva.



Gestión operativa

La gestión operativa presenta los diferentes aspectos que son necesarios para operar la microempresa, así como los requerimientos para el funcionamiento operativo que se deben de contemplar en la producción. Una definición de gestión operativa es:

... en el proceso administrativo representa la fase crucial en la ejecución de los planes estratégicos de una organización. En esta etapa, se transforman las estrategias y metas en acciones tangibles y concretas, involucrando la asignación de recursos, supervisión de tareas, seguimiento de procesos y la toma de decisiones ágiles y efectivas (Rodríguez Bravo y Castro Zorilla, 2023, p. 72).

De esta manera, es posible identificar tareas concretas que son necesarias en el proceso de potabilización y embotellamiento del agua de lluvia. A continuación, en el Cuadro 1, se detallarán las actividades necesarias:



Cuadro 1. Proceso operativo de producción de agua de lluvia potabilizada

N	Descripción
1	<p>Verificar la limpieza de los tanques para la recolección del agua de lluvia, después de comprobar la limpieza y buen estado de los tanques, se deberán dejar abiertas las válvulas de paso de cada tanque para que estas se llenen con el agua de lluvia.</p> <p>Esto debe de realizarse antes y después de cada recolección de agua de lluvia, será supervisado por los profesores que en ese momento estén cuidando a los estudiantes encargados de la limpieza. Estos profesores deben de realizar un reporte donde verifiquen que se realizó la tarea. El profesor seleccionado como encargado principal deberá de verificar y aprobar la actividad.</p>
2	<p>Verificar que cada tanque llegue a su capacidad máxima de 5 000 litros, una vez comprobado esto se puede comenzar el proceso de potabilización, el cual estará a cargo del profesor y estudiantes accionados.</p> <p>Primeramente, se deberá de encender la bomba de agua para que impulse el agua hacia el clorinador, posteriormente esta pasará por los tanques de filtrado, para luego terminar la desinfección por medio de un sistema de lámparas ultravioleta y finalmente el agua estará lista para ser embotellada.</p> <p>Este proceso puede hacerse durante una mañana entera, por lo que, se recomienda realizarlo un día antes de comenzar la entrega del producto. La persona encargada de verificar el correcto proceso, será el profesor encargado en ese momento, él cual deberá de completar un reporte donde conste que la actividad se cumplió correctamente.</p>
3	<p>Antes de comenzar el embotellamiento del producto corresponderá realizar las normas de higiene necesarias para embotellar.</p> <p>Tanto el profesor encargado, como los estudiantes, deberán de realizar un lavado de manos y posteriormente colocarse las cofias y los guantes para poder comenzar el embotellado del producto. El profesor a cargo deberá de verificar que todos realicen dicha actividad de suma importancia.</p>



N	Descripción
4	<p>Después del proceso de higiene, se seleccionará a los encargados del embotellamiento del agua, los encargados de colocar tapas y etiquetas, así como al encargado de la verificación de botellas.</p> <p>Esto puede elaborarse por acuerdo entre los integrantes del grupo de estudiantes voluntarios, o por disposición del profesor a cargo, él cual verificará que se realice todo de manera correcta.</p>
5	<p>Comenzar a embotellar el agua. Una vez las botellas se encuentran llenas se colocan las tapas.</p> <p>Encargado a los estudiantes seleccionados para esta tarea y supervisado por el profesor a cargo.</p>
6	<p>Una vez las botellas se encuentren con tapa, se colocan las etiquetas.</p> <p>Encargado a los estudiantes seleccionados para esta tarea y supervisado por el profesor a cargo.</p>
7	<p>Una vez etiquetadas las botellas, pasan al proceso de control.</p> <p>Encargado a los estudiantes seleccionados para esta tarea y supervisado por el profesor a cargo.</p>
8	<p>Se realiza un proceso de control para verificar el buen estado de las botellas comerciales.</p> <p>Este paso es realizado por el estudiante que fue seleccionado para este proceso, tomando en cuenta además la opinión del profesor a cargo.</p>
9	<p>¿Cumple con los requisitos los cuales son tener la tapa y la etiqueta colocada correctamente? Si no cumple: Encargado de revisión comunica a los encargados de las anteriores áreas. Si cumple: sigue con el paso 10.</p> <p>En el debido caso de que la botella no cumpla con los requisitos se tratará de solucionar, tratando de evitar el gasto excesivo de materia prima.</p>



N	Descripción
10	<p>Almacenar las botellas que se encuentren aprobadas según el anterior paso.</p> <p>Una vez finalizado todo el proceso de embotellado y sus complementos, se procede a unir las botellas en grupos de doce y se almacenan en la zona seleccionada, esta zona debe de ser un lugar ventilado, limpio, fresco y alejado de la luz directa del sol.</p> <p>El profesor a cargo ayudará y vigilará a los estudiantes para que todas las botellas se encuentren bien almacenadas, además de realizar un recuento de cuantas botellas se lograron embotellar ese día.</p>
11	<p>Venta de los productos a los comercios o en actividades de la institución.</p> <p>La junta administrativa deberá realizar actividades en las inmediaciones de la institución para poder hacer promoción del producto y a su vez poder realizar ventas de el mismo. Por otro lado, también se contará con un agente de ventas, ya sea subcontratado o que pertenezca a la junta. Esta persona será la encargada de realizar la promoción del producto a los diferentes comercios de la zona, le corresponderá realizar las negociaciones y explicar tanto el producto como los terminos de venta y distribución.</p>
12	<p>Distribución del producto.</p> <p>En caso de ventas en las inmediaciones de la institución, un integrante de la junta administrativa será el encargado de ir por el producto y realizar un reporte de cuántas botellas se sacaron de bodega y cuántas de estas fueron vendidas. Por otro lado, si se trata del agente de ventas este deberá comunicarse igualmente con un miembro de la junta para consultar la disponibilidad del producto, además, deberá de realizar un reporte donde se detalle cuántas botellas se vendieron, si se encargará de la entrega del producto o si el cliente pasará por las instalaciones.</p>

Fuente: Rodríguez Montoya y Zúñiga Li, 2023

Gestión financiera

La gestión financiera se define como: "... la creación, agregación y entrega de valor asociado con el dinero. Esto quiere decir que no solo es el dinero mismo, sino también la representación y utilización que hace la organización de él, al igual que la interpretación de esta representación/utilización..." (Juárez, 2023, p. 3). El análisis financiero y los resultados obtenidos a través de las distintas evaluaciones financieras, permiten evaluar la rentabilidad económica del proyecto de comercialización del agua potabilizada de lluvia. Esto brinda los datos necesarios para estimar los beneficios potenciales de la actividad.

Costo de la inversión

El desarrollar un proyecto de potabilización de agua de lluvia requiere de una inversión inicial en infraestructura en caso de no contar con un área para la captación, almacenamiento y potabilización del agua. Además, se requiere de la inversión en el equipo o sistema de potabilización, así como diferentes activos de oficina necesarios para la producción. Como se aprecia en el Cuadro 2, el monto total de la inversión requerida para el proyecto es 6 625 883 colones (\$12 270 dólares). Debe considerarse que en caso de contar con infraestructura ya construída, esto disminuye considerablemente la inversión.

2 Tasa de cambio del Banco Central de Costa Rica al 25/09/2023 de 540 colones/dólar



Cuadro 2. Costo total de la inversión requerida para establecer un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia

Costos hundidos		
Activo	Costo total	Costo en \$
Infraestructura		
Cimientos de concreto	₡1 184 039	\$2 193
Estructura tubo galvanizado	₡318 928	\$591
Techo metálico	₡545 521	\$1 010
Canoas y tuberías PVC	₡614 493	\$1 138
Subtotal	₡2 662 982	\$4 931
Equipo		
Tanques de agua	₡1 934 280	\$3 582
Tanque hidroneumático	₡158 200	\$293
Sistema de potabilización UV	₡641 840	\$1 189
Sistema de tuberías	₡569 766	\$1 055
Bomba Pedrollo 1.5 HP	₡192 100	\$356
Arrancador en la caja de break	₡66 670	\$123
Fregadero	₡61 280	\$113
Subtotal	₡3 624 136	\$6 711
Mobiliario		
Subtotal	₡338 765	\$627
Total	₡6 625 883	\$12 270

Fuente: Rodríguez Montoya y Zúñiga Li, 2023

Costos unitarios por presentación

El proyecto plantea la elaboración de tres presentaciones de agua en botellas plásticas: 1) 355 ml, 2) 500 ml y 3) 1000 ml. En el Cuadro 3 se detallan los costos correspondientes a cada presentación de las botellas de agua listas para la venta, tomando en cuenta los costos fijos de la producción mensual, es decir aquellos que se tienen que efectuar sin importar el volumen de agua producida; así como el costo variable que tendría cada botella, el cual si depende de la cantidad de botellas elaboradas. Por lo tanto, es importante mencionar que este costo variable es posible que aumente o disminuya según la producción, así como por otros aspectos de variantes en el mercado. La utilidad o porcentaje de ganancia se incrementa con el tamaño de la botella.

Cuadro 3. Costos unitarios de producción de agua de lluvia potabilizada embotellada

	Botellas de 355 ml		Botellas de 500 ml		Botellas de 1 000 ml	
	Costo (₡)	Costo (\$)	Costo (₡)	Costo (\$)	Costo (₡)	Costo (\$)
Costo fijo unitario	₡232	\$0,43	₡260	\$0,48	₡356	\$0,66
Costo variable unitario	₡6	\$0,01	₡7	\$0,01	₡10	\$0,02
Total costo unitario	₡239	\$0,44	₡267	\$0,49	₡365	\$0,68
Utilidad %	20,4%	20,4%	28,8%	28,8%	39,1%	39,1%
Precio de venta	₡300	\$0,56	₡375	\$0,69	₡600	\$1,11

Fuente: Rodríguez Montoya y Zúñiga Li, 2023



Proyección de ventas

La estimación de la demanda de agua embotellada se efectuó a partir de un sondeo que ayudó a calcular las ventas del proyecto. Esto permitió determinar si la venta local en los comercios de Cuajiniquil es un mercado potencial y rentable (Cuadro 4). La venta local para el primer año se estimó en 6 623 689 colones (\$12 267 dólares), lo cual equivale prácticamente a la inversión en la instalación del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia.

Según el sondeo aplicado en el año 2023 en 15 comercios de Cuajiniquil, con el fin de conocer el potencial de la demanda de botellas de agua local, se estimó que 11 de estos comercios requieren mensualmente de 1 356 botellas equivalentes a 705.5 litros de agua embotellada. Considerando esta demanda, el proyecto podría vender localmente durante el año inicial 5 632 unidades en una presentación de 350 ml, además de 9 312 unidades de botellas de 500 ml y de 2 400 unidades de botellas de agua de 1 000 ml.



Cuadro 4. Proyección de ventas anual del agua potabilizada de lluvia en comercios de Cuajiniquil, Guanacaste, Costa Rica

Proyección de ventas año inicial		
	Total	Total en \$
350 ml		
Unidades	5 632	5 632
Precio unitario	₡300	\$0,56
Subtotal	₡1 690 768	\$3 131
500 ml		
Unidades	9 312	9 312
Precio unitario	₡375	\$0,69
Subtotal	₡3 493 006	\$6 469
1 000 ml		
Unidades	2 400	2 400
Precio unitario	₡600	\$1,11
Subtotal	₡1 440 215	\$2 667
Total de ventas	₡6 623 989	\$12 267

Fuente: Rodríguez Montoya y Zúñiga Li, 2023



Estos datos indican que existe una capacidad adicional de producción de agua de lluvia potabilizada, ya que la oferta de acuerdo a la capacidad instalada de almacenamiento es superior a la demanda local. Además, debe notarse que el cálculo efectuado en el cuadro 4, implica cubrir el 100% del mercado de agua embotellada de Cuajiniquil en los 11 comercios consultados, lo cual resulta poco probable de lograr en los primeros años de vida del proyecto. Por lo tanto, se recomienda explorar otros puntos y estrategias de venta. En esto se debe considerar la reserva de agua necesaria para abastecer la demanda por parte del uso humanitario, estimada en 11 840 litros/día³ para 400 personas albergadas (Soto Orozco, 2023). Este estimado puede ser menor si se considera la situación de emergencia, ya que se recomienda un rango de 7.5 a 15 litros/persona/día, para una demanda entre 3 000 a 6 000 litros/día para las 400 personas evacuadas (WMO, 2013).

Punto de equilibrio unitario

El punto de equilibrio permite conocer el monto en ventas o unidades de producto que debe venderse para cubrir los costos de producción mensuales. En este caso permite determinar cuántas unidades se deben vender por cada presentación de agua embotellada, considerando cubrir los diferentes costos de producción. El punto de equilibrio se alcanza con la comercialización de 956 unidades mensuales, distribuidas en 310 unidades de 355 ml, 513 unidades de 500 ml y 132 unidades de 1000 ml (Cuadro 5).

3 Incluye el uso por persona de servicio, lavamanos y ducha. El servicio y lavamanos se usan dos veces/día.

Cuadro 5. Punto de equilibrio unitario de la venta mensual de agua potabilizada de lluvia

Punto de equilibrio					
Rubro	Botellas 355 ml	Botellas 500 ml	Botellas 1000 ml	Total	Total en \$
Precio de Venta	¢300	¢375	¢600	¢1 275	\$2,36
Costo variable unitario	¢6	¢7	¢10	¢24	\$0,04
Margen de Contribución	¢294	¢368	¢590	¢1 252	\$2,32
Participación (%)	32%	54%	14%	100%	100%
MC Ponderado	¢95	¢197	¢82	¢375	\$0,69
Punto de equilibrio	Gasto fijo / MC Ponderado = 357 966 / 375			956	956
Punto de equilibrio unitario	310	513	132	956	956

Fuente: Rodríguez Montoya y Zúñiga Li, 2023



Flujo de efectivo

El flujo de efectivo es un estado financiero que permite verificar los ingresos y las inversiones requeridas para desarrollar el proyecto de la comercialización de agua potabilizada de lluvia embotellada (Vargas Soto, 2008). Los ingresos e inversiones de la venta de agua embotellada se estimaron anualmente para un periodo de seis años (Cuadro 6). Aunque la estimación tiene algunas limitaciones, dado que no incluye el total de los costos de mantenimiento, transporte, equipo de refrigeración del producto y el impuesto de venta. Se calculó que el proyecto es rentable a partir del segundo año y puede generar 1 685 242 colones, equivalentes a \$3 121 dólares (Cuadro 6). Incluso, el flujo de efectivo señala que en los seis años de operación es posible pagar completamente la inversión en la infraestructura y generar suficientes recursos para reinvertir en incrementar la producción de agua embotellada de lluvia.

Cuadro 6. Flujo de efectivo anual de la venta de agua potabilizada de lluvia

Flujo de efectivo anual (Año base)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		€6 623 989	€6 782 965	€6 945 756	€7 112 454	€7 283 153
Costo de producción		€4 415 590	€4 521 564	€4 630 082	€4 741 204	€4 854 992
Utilidad bruta		€2 208 399	€2 261 401	€2 315 674	€2 371 251	€2 428 161
Gastos operativos						
Electricidad		€120 000	€122 880	€125 829	€128 849	€131 941
Celular		€126 000	€129 024	€132 121	€135 291	€138 538
Patente comercial		€165 456	€169 427	€173 493	€177 657	€181 921
Análisis de agua potable (Nivel 1)		€100 000	€102 400	€104 858	€107 374	€109 951
Permiso de funcionamiento sanitario		€27 000	€27 648	€28 312	€28 991	€29 687
Servicios profesionales		€600 000	€614 400	€629 146	€644 245	€659 707
Suministros de limpieza		€129 120	€132 219	€135 392	€138 642	€141 969
Imprevistos (3%)		€198 720	€203 489	€208 373	€213 374	€218 495
(-) Depreciación		€471 569	€471 569	€471 569	€471 569	€471 569
Total de gastos operativos		€994 727	€1 029 918	€1 065 953	€1 102 854	€1 140 640
Utilidad neta		€1 213 673	€1 231 483	€1 249 721	€1 268 397	€1 287 520
(+) Depreciación		€471 569	€471 569	€471 569	€471 569	€471 569
Infraestructura		-€2 662 982				
Inversión de equipo		-€3 624 136				
Mobiliario		-€338 765				
Capital de trabajo		-€552 668				€552 668
Financiamiento no reembolsable UNA		€7 178 551				
Valor de desecho						€4 222 557
Flujo de efectivo en €	€0	€1 685 242	€1 703 052	€1 721 290	€1 739 966	€6 534 315
Flujo de efectivo en \$		\$3 121	\$3 154	\$3 188	\$3 222	\$12 101
Flujo de efectivo acumulado en €	€0	€1 685 242	€3 388 294	€5 109 584	€6 849 549	€13 383 865
Flujo de efectivo acumulado en \$		\$3 121	\$6 275	\$9 462	\$12 684	\$24 785

Fuente: Rodríguez Montoya y Zúñiga Li, 2023



Conclusiones

El diseño del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia es de gran importancia para poblaciones rurales con desafíos importantes en variabilidad del clima como Cuajiniquil, La Cruz, Guanacaste. Este trabajo demuestra una experiencia de construcción colaborativa que incluyó una fase de alianzas y colaboración de la población local, el diseño técnico del sistema y la creación de los elementos de gestión administrativa fundamentales para la operación del proyecto. Los resultados confirman que el sistema de captación y potabilización de agua de lluvia, también conocido como SCALL-UNA, puede ser adaptado al contexto de una población rural, es viable ambiental, social y financieramente no solo considerando un aprovechamiento humanitario para las personas albergadas, sino, destinando parte de la producción de agua potabilizada para un negocio social gestionado por el Liceo Cuajiniquil, lo cual a su vez garantiza la sostenibilidad del sistema para que sea observado, operado y mejorado por la población local.

El involucramiento de un equipo de diferentes profesionales en torno al objetivo de desarrollar el proyecto permitió integrar en el proceso aspectos administrativos fundamentales para poder comercializar el agua de lluvia potabilizada. Los resultados preliminares del plan de negocios evidencian el avance de las distintas gestiones necesarias para la implementación y funcionamiento del negocio en las áreas administrativa, estratégica y operativa. Asimismo, en la parte financiera se estimaron los primeros resultados que respaldan la rentabilidad de la comercialización del agua potabilizada, lo que además permitirá solventar la demanda de producción y brindar ayuda a la comunidad en casos de emergencia. Con respecto a la gestión estratégica se recomienda estar en constante evaluación y cambio de las estrategias para poder mantener un correcto posicionamiento del mercado. La estructura administrativa propuesta debe ser validada durante la operación real del emprendimiento y adaptarse a las sugerencias de la población local.

En la gestión administrativa, realizamos propuestas de importancia para el negocio, entre las que se pueden mencionar el nombre de la marca y la estructura administrativa, en la cual se logró definir la jerarquía y las funciones pertinentes, esto se considera de importancia ya que permite conocer la organización del negocio para cumplir todo el proceso de producción y comercialización. En la gestión operativa, se logró realizar una guía sobre las actividades principales del negocio, esto con el propósito de lograr un seguimiento y facilitar el control de calidad de todo el proceso. La guía se estructura desde el proceso de captación y potabilización del agua, hasta el embotellado, almacenaje y venta del producto. Esto permite tener un conocimiento básico de las actividades y de los encargados de cada actividad, así como sus funciones en ese momento.

Finalmente, en la gestión financiera se presentan las estimaciones del negocio que sugieren la rentabilidad del proyecto para el Liceo Cuajiniquil. Además, se presentaron los costos de la inversión que son un ejemplo de un indicador de adaptación de entrada, ya que es muy importante conocer el monto requerido para construir el sistema, en caso de querer replicarlo. Seguidamente, se presentaron datos de gran importancia como la proyección de ventas, el punto de equilibrio mensual y el flujo de efectivo del proyecto. Sin estos datos no se podría plantear un proyecto, ya que estos, permiten conocer el estado del negocio en un futuro cercano, información muy necesaria para la institución en donde se encuentra el proyecto y para su construcción en otros poblados fronterizos del Corredor Seco Centroamericano.



Agradecimientos

El proyecto VarClim es una iniciativa de extensión interuniversitaria financiada por el Consejo Nacional de Rectores de Costa Rica (CONARE, subvenciones SIA 0675-19, 0326-20, 0019-23 UNA, EC-947 UCR). La construcción del sistema de captación y potabilización de agua de lluvia en el Liceo Cuajiniquil es un esfuerzo colaborativo de distintos actores sociales. Se agradece al Comité Comunal de Emergencias y al Liceo de Cuajiniquil por su apoyo en todo el proceso, principalmente en la identificación de la necesidad.

Además, se reconoce la invaluable colaboración de Roxana Villalobos, Manuel Alán y William Watson, líderes locales que aportaron alma, ingenio, fuerza, materiales y gestiones para la construcción del sistema. Se agradece la subvención concedida durante el proceso de revisión de este trabajo en 2023 por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), Ottawa, Canadá y el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA) al proyecto RC4 (CR-66, SIA 0054-23, C4-468). Las opiniones aquí expresadas no representan necesariamente las del IDRC, CSUCA o las de la Junta de Gobernadores. Asimismo, este trabajo fue financiado por el Centro Internacional Fogarty de los Institutos Nacionales de Salud con la subvención: D43TW011403, titulada: "Programa Internacional de Formación en Salud Ambiental a lo largo de la Vida" (Claudio, L., y van Wendel de J.B., IPs), fondos asignados a la Escuela de Medicina Icahn de Mount Sinai y a la Universidad Nacional de Costa Rica.

Referencias

- Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP, CR). (2024). Informe de calidad del suministro de electricidad: 2024. <https://aresep.go.cr/electricidad-calidad/informe-de-calidad-electrica-del-servicio-de-distribucion-2024/>
- Bautista-Solís, P., Gómez Solís, W., Salinas Acosta, A., Cardoza Cruz, G., Jara Carvajal, K., Navarro Ramírez, R., Piña Rodríguez, J., Molina Cascante, J. L., Camacho Alvarado, F., Benavides Vallejos, H., Elizondo Loría, V. Y., Guevara Gómez, Y., Caravaca Gómez, E., Caravaca Morales, R., Rodríguez, L. A., Mora Villalobos, Ó., Olivares Fernández, M., Corea Pizarro, R., Castillo Badilla, S., ... Duarte Vallejos, J. (2020). Caracterización de los sistemas de captación de agua de los cantones de Hojancha y Nicoya, en Guanacaste, Costa Rica. En J. C., Picón Cruz. (Coord.), *Clima, agua y producción sostenible: aportes desde la acción académica CEMEDE-HIDROCEC* (pp. 45-82). Universidad Nacional. https://www.researchgate.net/publication/344479627_Caracterizacion_de_los_sistemas_de_captacion_de_agua_de_los_cantones_de_Hojancha_y_Nicoya_en_Guanacaste_Costa_Rica
- Beita Mora, S. (2021). *Análisis de la amenaza por inundación en Cuajiniquil, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica*. (Práctica Profesional Supervisada, Universidad Nacional). Heredia, CR. <https://drive.google.com/drive/folders/1yJBtmfwWHSbOQQCP1i4EKkqkPanrTZQ3?usp=sharing>
- Gómez-Solís, W. A. y Salinas-Acosta A. (2020). Implementación de un sistema alternativo de captación y potabilización de agua de lluvia para el acceso de agua potable para los pobladores de Isla Caballo, Puntarenas, Costa Rica. En: M. Flores Abogabir, N. Sánchez Acuña. (Coord.), *Sistematización de experiencias: visibilización de procesos con las poblaciones interlocutoras*. (pp: 158-177). Universidad Nacional. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/24509/Art.%20Implementaci%C3%B3n%20de%20un%20sistema%20alternativo%20de%20captaci%C3%B3n%20potabilizaci%C3%B3n%20de%20agua%20de%20lluvia...pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20aprovechamiento%20del%20agua%20de,y%20a%20servicios%20b%C3%A1sicos%20de%20saneamiento.>
- González Millán, J. J., y Rodríguez Díaz , M. T. (2020). *Manual práctico de planeación estratégica*. Díaz de Santos. https://www.google.co.cr/books/edition/Manual_pr%C3%A1ctico_de_planeaci%C3%B3n_estrat%C3%A9gica/kGzWDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=Gesti%C3%B3n+estrat%C3%A9gica+de+empresas+PDF&printsec=frontcover



- Grández Torres, E. E. (2017). *Diseño de un sistema de captación de aguas pluviales, para el uso doméstico en viviendas del barrio La Florida del distrito de Yurimaguas-provincia de Alto Amazonas-región Loreto*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín). <http://hdl.handle.net/11458/2749>
- Herrera Monroy, L. A. (2010). *Estudio de alternativas para el uso sustentable del agua lluvia*. (Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional). <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/7945>
- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., y Pérez-Briceño, P. M. (2021). Cambios climáticos proyectados de modelos CMIP5 en La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 69(Suppl. 2), 60-73. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69is2.48307>
- Jiménez Flores, J. S. (2020). *Diseño e instalación de un sistema captador de lluvia para la mejora en el abastecimiento de agua de consumo humano, Iparía-Ucayali*. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali). <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4220>
- Juárez Acosta, F. (2023). Capítulo 1. Principios, funciones y modelos de la administración financiera en las organizaciones. En *Administración financiera: modelos, enfoques, tendencias* (Juárez Acosta, F.; Useche, A. J.). Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.12804/urosario9789585002203>
- Ramírez Casco, A., Ramírez Garrido, R., y Calderón Moran, E. (2017). "La gestión administrativa en el desarrollo empresarial". *Contribuciones a la Economía, servicios académicos intercontinentales SL*, (1). <https://ideas.repec.org/a/erv/contri/y2017i2017-0108.html>
- Rodríguez Montoya, E. y Zúñiga Li, M. (2023). *Plan de negocios para la comercialización de agua de lluvia potabilizada en la planta del Liceo de Cuajiniquil, La Cruz, Guanacaste* (Práctica Profesional Supervisada, Universidad Nacional). Heredia, CR.
- Rodríguez Bravo, A., y Castro Zorilla, M. (2023). Gestión operativa en el proceso administrativo: empresa pública de agua potable y alcantarillado, cantón Jipijapa. *Ciencia y Desarrollo*, 26(4), 71. https://www.researchgate.net/publication/374792967_GESTION_OPERATIVA_EN_EL_PROCESO_ADMINISTRATIVO_EMPRESA_PUBLICA_DE_AGUA_POTABLE_Y_ALCANTARILLADO_CANTON_JIPIJAPA

Salinas Acosta, A., Baldioceda Garro, A., Suárez Serrano, A., Gómez Solís, W., Rojas Conejo, J., y Guillén Watson, A. (2023). Captación de agua de lluvia para consumo humano en el trópico seco de Costa Rica. *Revista Digital Costa Oriental*, 1 (1), 3-24. <https://revistacostaoriental.mx/index.php/rco/article/view/4>

Singer, A. (06 de abril de 2021). *¿Qué es la gestión de operaciones?* Maplink global: <https://maplink.global/blog/es/gestion-de-operaciones-y-producciones/#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20de%20operaciones%20es,aumentando%20su%20eficiencia%20y%20productividad>.

Soto Orozco, E. (2023). *Propuesta de diseño de un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia (SCALL) para la adaptación a la variabilidad climática en Cuajiniquil, La Cruz, Guanacaste* (Informe Final de Práctica Profesional Supervisada, Universidad Nacional). Heredia, C.R.

Vargas Soto, R. (2011). Estado de flujo de efectivo. *InterSedes*, 8(14), 11-136. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/880>

Velázquez, A. (2023). *Gestión estratégica: ¿Qué es, ventajas, importancia, ejemplos y etapas?* <https://www.questionpro.com/blog/es/proceso-de-gestion-estrategica/>

World Meteorological Organization (WMO). (2013). How much water is needed in emergencies? *WEDC*. <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/who-tn-09-how-much-water-is-needed.pdf>