

AQUA365: Student-Driven Solutions for Water Challenges in Vulnerable Communities- The experience applied to the “El Alfalfal” community

Camila Olmedo ; Alvaro Leguía 
Ingeniería Sin Fronteras Chile, Chile, camila.olmedo@isf-chile.org
Ingeniería Sin Fronteras Chile, Chile, alvaro.leguia@isf-chile.org

In the face of Chile’s growing water scarcity—where over two million people lack guaranteed access to potable water—Ingeniería Sin Fronteras Chile (ISF Chile) and the University of Chile launched AQUA365, a humanitarian engineering program empowering university students to co-design scalable water solutions with vulnerable communities. Initially launched as a national hackathon in 2021, the program evolved into an annual, multidisciplinary platform that brings together students from diverse institutions and fields to work on real-world water-related challenges.

AQUA365 is built upon a robust methodology in which each student team tackles a specific, community-defined challenge, ensuring both direct local impact and a strong sense of ownership over the proposed solution. Throughout the program, participants receive training on socio-environmental issues and humanitarian engineering, while also benefiting from mentorship by experts across technical and social disciplines.

This paper presents the evolution of the program and explores a case study in the mountain community of El Alfalfal, where students co-developed a slow sand filter adapted to local conditions. The experience illustrates how interdisciplinary collaboration and community participation enhance both the technical robustness and social acceptance of engineering solutions.

Keywords: Humanitarian Engineering, Community-based Design, Water Access and quality, student Innovation, Interdisciplinary Collaboration

I. INTRODUCCIÓN

Según el World Resources Institute del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, 25 países que albergan a una cuarta parte de la población enfrentan un estrés hídrico extremadamente alto. Chile se encuentra en el número 16 del ranking [1]. En 2022, el 47,5% de la población nacional se encontraba bajo escasez hídrica [2] y, según datos del 2019 más de 2 millones de personas no carecían de acceso garantizado a agua potable[3].

Frente a esta realidad, en 2017 nace la fundación Ingeniería Sin Fronteras Chile (ISF Chile), con el propósito de aprovechar el potencial social de la ingeniería para empoderar

a comunidades en situación de vulnerabilidad, uniendo saberes técnicos y sociales para co-crear soluciones innovadoras. ISF Chile opera en cuatro regiones del país —Metropolitana, Bio-Bío, Valparaíso y La Araucanía— y ha ejecutado 38 proyectos de Ingeniería Humanitaria, beneficiando a más de 9.000 personas y movilizandoo a más de 450 voluntarios y voluntarias. ISF Chile articula la colaboración entre voluntarios y voluntarias, comunidades, empresas, universidades y gobiernos locales, desarrollando proyectos enfocados en el acceso al agua, la energía y la infraestructura comunitaria. Esta labor también ha inspirado la creación de experiencias educativas que integran el aprendizaje técnico con el compromiso social, especialmente mediante metodologías activas que conectan a los estudiantes con contextos reales y comunidades diversas. La metodología base de los proyectos y programas de la fundación contempla cuatro etapas clave, con fuerte énfasis en la participación comunitaria: diagnóstico participativo, diseño colaborativo, implementación y evaluación.

En este contexto, surge AQUA365, programa orientado para que estudiantes de educación superior desarrollen soluciones innovadoras y escalables contextualizadas frente a desafíos hídricos, tales como el acceso, almacenamiento, distribución o tratamiento del agua en comunidades vulnerables. Desde su origen en 2021 como una hackathon y su transformación metodológica en 2022, AQUA365 ha implementado cuatro versiones del programa, integrando componentes técnicos y sociales en un proceso formativo extendido que permite a los equipos vivir todas las etapas de un proyecto de ingeniería humanitaria y colaborar con estudiantes de otras disciplinas, así como con mentores provenientes de diversos ámbitos profesionales.

Como muestra del enfoque y resultados de esta experiencia, el presente artículo profundiza en uno de los casos desarrollados durante la edición 2023: una propuesta de tratamiento de agua co-diseñada e implementada junto a una comunidad

cordillerana de la Región Metropolitana. Este caso ejemplifica cómo los aprendizajes técnicos y humanos promovidos por el programa pueden traducirse en soluciones sostenibles, apropiadas por la comunidad, y con impactos concretos en la calidad de vida de sus habitantes.

II. INICIATIVA AQUA 365

El programa **AQUA365** se origina en 2021 como una iniciativa conjunta entre la Universidad de Chile y la fundación Ingeniería Sin Fronteras Chile mediante la organización de la primera edición de la **Hackathon por el Agua**. Esta iniciativa tuvo como propósito convocar a estudiantes de distintas regiones del país en torno a un desafío urgente y común: la gestión sostenible del agua. La propuesta surgió también en respuesta a los hallazgos obtenidos por ISF Chile durante sus primeros cuatro años de intervención en terreno, donde se identificó por un lado la magnitud de los desafíos hídricos que enfrentan numerosas comunidades, y por otro, el alto potencial de los estudiantes de últimos años para contribuir con soluciones innovadoras y con sentido social. Durante tres días de trabajo intensivo, más de 100 estudiantes provenientes de diversas universidades participaron en equipos multidisciplinarios, acompañados por mentores expertos, para desarrollar prototipos orientados a resolver problemáticas reales.

Los desafíos abordados se centraron en tres ejes críticos: el acceso a agua potable para consumo humano; el monitoreo y gestión de aguas contaminadas; y la eficiencia y adaptación del recurso hídrico para la seguridad alimentaria. Las soluciones desarrolladas respondieron a estos temas mediante propuestas de tecnologías accesibles, aplicaciones para el monitoreo, sistemas de filtración, y mejoras en infraestructuras comunitarias. Esta primera experiencia demostró el potencial transformador de conectar la innovación temprana con necesidades locales, y sentó las bases metodológicas, técnicas y éticas del programa AQUA365, consolidando la importancia de una formación universitaria con propósito, orientada al servicio de los territorios y al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

No obstante, si bien la Hackathon por el Agua logró convocar a estudiantes con motivación y generó ideas con potencial transformador, su formato intensivo de corta duración evidenció una oportunidad más profunda: transformar ese entusiasmo inicial en un proceso continuo, con impacto real y sostenido en el tiempo. En este contexto y en coherencia con la misión de ISF Chile de poner las herramientas de la

ingeniería al servicio de comunidades en situación de vulnerabilidad, en 2022 se reformula el programa bajo **AQUA365: Innovación por el Agua**. Esta nueva versión no solo cambió el nombre, sino también el objetivo y la estructura metodológica del programa: se amplió a un formato anual y se focalizó en los desafíos concretos de dos comunidades específicas. Este cambio permite a los equipos de estudiantes trabajar durante varios meses en el desarrollo de soluciones técnicas en diálogo directo con comunidades reales.

Desde entonces, cada grupo aborda un único desafío comunitario, propuesto y priorizado en conjunto con organizaciones locales, con el compromiso de que dicha comunidad sea directamente beneficiada a partir de la propuesta final. Además, los estudiantes no solo idean las soluciones: las diseñan, las validan y, en muchos casos, las implementan junto a las propias comunidades. Este cambio de enfoque permitió promover el desarrollo de prototipos innovadores y escalables, fortaleciendo la autonomía técnica de los equipos y asegurando una mayor conexión con el territorio.

Respecto al eje formativo de los estudiantes, el programa se inspira en marcos teóricos como el Aprendizaje Situado, al incorporar comunidades reales y visibilizar los desafíos sociales y ambientales que están presenciando los estudiantes. La motivación de esto es la idea de que el conocimiento no se consolida de manera aislada sin conectar con la aplicación efectiva del mismo.; el Aprendizaje Basado en Problemas, al presentar desafíos reales, sin pauta o solución predeterminada, que exigen investigación, análisis crítico y diseño técnico por parte de los equipos; y la Pedagogía Crítica, al promover una formación con sentido ético y compromiso público, que vincula a los futuros profesionales con las desigualdades estructurales que afectan el acceso al agua en Chile y el mundo.

El nuevo modelo buscó consolidar procesos más profundos de diagnóstico participativo, co-diseño y vinculación comunitaria, donde el componente técnico se articula con dimensiones sociales, culturales y organizativas propias de cada territorio. A su vez, el programa comenzó a fomentar experiencias más significativas para los estudiantes, en las que se espera que el desarrollo de soluciones contribuya no solo a mejorar el acceso o la calidad del agua, sino también a fortalecer la cohesión social, generar aprendizajes compartidos y avanzar hacia la autonomía hídrica de los territorios. Bajo este nuevo enfoque, AQUA365 pasó de ser una instancia

puntual de ideación a una plataforma formativa y colaborativa, orientada a asegurar el acceso seguro, continuo y sostenible al agua todos los días del año, dejando capacidades instaladas en las comunidades y aprendizajes duraderos en quienes participan.

Desde su transformación en 2022, AQUA365 ha trabajado junto a 6 comunidades, movilizándolo a más de 300 estudiantes y colaborando con más de 30 organizaciones nacionales e internacionales. En 2023, el programa fue reconocido internacionalmente al ser uno de los tres proyectos ganadores del concurso “We Are Together” en la categoría “Ecology and Sustainable Development”, seleccionado entre más de 500 iniciativas a nivel global.

AQUA365 se consolida así como una plataforma formativa de carácter interdisciplinario, que combina componentes técnicos, pedagógicos y territoriales. A diferencia de modelos académicos tradicionales, esta iniciativa sitúa a los estudiantes frente a desafíos de comunidades reales, promoviendo el desarrollo de soluciones que deben ser técnica y socialmente viables. Para ello, se ofrece acompañamiento permanente mediante capacitaciones específicas sobre desafíos socioambientales, enfoque humanitario e ingeniería con propósito, junto con el apoyo permanente de un equipo de mentores y mentoras provenientes de disciplinas como la ingeniería, la psicología comunitaria, las ciencias naturales y otras. Esta estructura permite que los estudiantes no solo fortalezcan habilidades profesionales, sino que también integren perspectivas diversas y se formen en el trabajo interdisciplinario. Se promueve la conformación de equipos con estudiantes de distintas disciplinas, promoviendo la colaboración entre saberes desde el inicio. De esta manera, AQUA365 se transforma en una experiencia educativa integral, donde la ingeniería, las ciencias sociales y el trabajo comunitario se entrelazan para responder de forma coherente y sostenible a los desafíos del acceso al agua en Chile.

La última edición de AQUA365, ejemplifica cómo el programa combina formación, vinculación territorial y desarrollo técnico. Todo comienza con una fase cero, en la que ISF Chile realiza el diagnóstico participativo y selecciona las comunidades con las que se trabajará. Luego, en la fase de preparación, los equipos se familiarizan con los diagnósticos comunitarios y participan en capacitaciones sobre diseño participativo e ingeniería con enfoque humanitario. En la fase de ejecución, los estudiantes desarrollan sucesivas versiones de su propuesta, acceden a mentorías con expertos, reciben

retroalimentación de profesionales de la industria y visitan el territorio para validar directamente con las comunidades. Finalmente, en la fase de cierre, elaboran presupuestos, afinan su diseño técnico, presentan sus propuestas finales y entregan un informe consolidado, cerrando así un proceso formativo aplicado, interdisciplinario y conectado con la realidad.

A continuación, se presenta el caso aplicado de la comunidad “El Alfalfal”, con la cual ISF Chile inició un proceso de colaboración en el año 2023 orientado a mejorar la calidad de agua para consumo humano. En la versión 2023 de Aqua 365, participaron 50 estudiantes organizados en equipos multidisciplinarios, quienes desarrollaron propuestas de solución ante la problemática identificada. La propuesta seleccionada correspondió al equipo Gyaqua, cuyo diseño se centró en un sistema de tratamiento basado en Filtro Lento de Arena (FLA) como componente principal.

III. CASO APLICADO: “EL ALFALFAL”

El Cajón del Maipo es un cañón andino ubicado en la zona suroriente de la Región Metropolitana. Corresponde a la alta cuenca del río Maipo, a más de 900 metros sobre el nivel del mar y se encuentra encajonado por cerros, farellones y macizos. La zona cuenta con una serie de subcuencas aportantes como el Río Olivares antes de su confluencia con el Río Colorado [4]. En el kilómetro 23 de la ruta los maitenes se ubica la comunidad “El Alfalfal” habitada por 47 familias descendientes de campesinos que fundaron el pueblo hace más de 100 años. Según el último censo en el año 2017, la comunidad contaba con 190 personas, con una distribución de 68,4% hombres y 31,6% mujeres [5]. Territorialmente están dispuestos por 2 sectores mencionados por la comunidad: Alfalfal Bajo (AB) que reúne a 40 familias y el Alfalfal Alto (AA) que agrupa a 7 familias.

La comunidad se abastece de agua a través del Estero Quempe con un caudal autorizado de 3 L/s otorgados por la Dirección General de Aguas (DGA), organismo que administra el recurso hídrico en Chile. En 2023 el sistema de abastecimiento consistía en una captación directa en el estero a más de 1500 m.s.n.m, el agua era desviada mediante una bocatoma hacia tuberías de 76,2 mm de diámetro (3 pulgadas) por 2 km con un desnivel de 200 metros aguas abajo hasta una piscina de acumulación de 40 m³ donde se acumulaba el recurso para las viviendas del AB. El sector AA tenía conexiones artesanales desde este último punto hacia sus viviendas.

Durante los períodos de deshielos o frentes de mal tiempo y debido a la vulnerabilidad del sistema de distribución, el agua presentaba altos niveles de turbiedad llamada “agua chocolate” por los/as habitantes del Alfalfal. En estas situaciones, la comunidad optaba por la compra de agua embotellada encareciendo sus gastos básicos.

El programa AQUA365 se involucró en 2023 con el objetivo de mejorar la calidad del agua de la comunidad. En paralelo, la comunidad accedió a fondos para poder mejorar su sistema de distribución y construir una nueva captación, por lo que durante los años 2023, 2024 y 2025 se ha trabajado en conjunto para robustecer su sistema completo de agua.

A. Diagnóstico comunitario

El primer acercamiento con la comunidad se efectuó en enero del año 2023 y desde febrero a julio del mismo año se ejecutó el diagnóstico comunitario. Durante ese período se efectuaron ocho visitas al territorio, en las cuales se desarrollaron jornadas participativas orientadas a conocer su forma organizativa y reconstruir su historia territorial. Asimismo, se aplicaron encuestas a habitantes, se realizó una inspección de la infraestructura y medición de la calidad del agua.

La comunidad posee una data de más de 100 años en el territorio, y se caracteriza por una fuerte vinculación con la naturaleza y prácticas de subsistencia basadas en la ganadería. Una de sus tradiciones más relevantes es la “verenada”, que consiste en el traslado de sus animales (ovejas, cabras, vacas) hacia sectores cordilleranos altos en búsqueda de forraje. Esta actividad no solo es una estrategia productiva, sino también un espacio de fortalecimiento del tejido social comunitario.

Uno de los hitos relevantes para los habitantes fue la construcción de la central hidroeléctrica “El Alfalfal” de la empresa AES ANDES en el año 1991[6] lo que permitió la electrificación de la zona y creación de empleos, generando un importante crecimiento económico y poblacional, no obstante, también transformó las dinámicas relaciones entre los habitantes.

La comunidad cuenta con diversas formas organizativas, una de estas es el comité de adelanto encargada de administrar la infraestructura hídrica y de la tramitación de los derechos de agua (DDA) del Estero Quempe. Por otro lado, la Junta de Vecinos constituida en 2015 ha liderado otros proyectos de mejoras en la comunidad, como la construcción de una sede social que actualmente es utilizada como espacio de reunión y articulación comunitaria.

Durante este proceso, el 70% de las viviendas participó en una encuesta que permitió profundizar en aspiraciones y priorizar sus desafíos. Al realizar la pregunta: *¿Cuál cree que es la problemática que más los aqueja?* el 57% de los encuestados/as identificó la turbiedad del agua como problemática principal, tal como se ve en la Fig 1. Esta situación se ve agravada por el hecho que el 69,7% de los hogares encuestados declara adquirir agua embotellada para su consumo, generando un aumento en sus costos de vida. Además, más del 90% de las viviendas encuestadas declara que el agua de la vertiente se utiliza principalmente para labores domésticas como lavado, ducha, riego u otros.

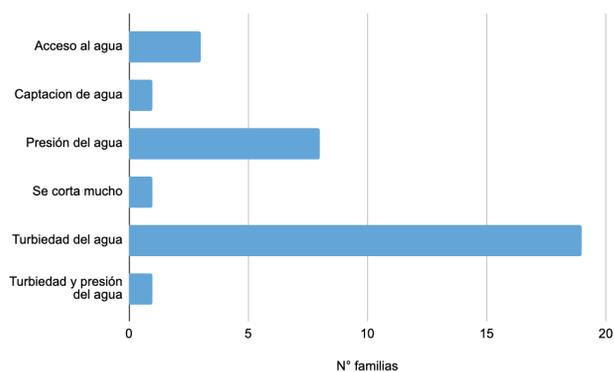


Fig. 1 Número de familias que declaran cuál es su principal problemática en torno al agua

Respecto a la infraestructura hídrica, se verificó la inexistencia de dispositivos formales para la remoción de sólidos del agua. Algunos hogares contaban con sistemas de filtración casero, los cuales se volvían inutilizables en las épocas más críticas. Asimismo, los componentes de captación y acumulación de agua eran estructuras al aire libre, lo que facilitaba la entrada de contaminantes físicos (como hojas, tierra y sedimento), las tuberías de distribución tenían mucha pendiente generando un exceso de presión en la red, además presentaban daños por la exposición climáticas y a animales. Estas condiciones generan interrupciones frecuentes en el suministro de agua, afectando la calidad de vida de los habitantes.

En julio de 2023, un frente de mal tiempo provocó crecidas de agua causando deslizamientos de barro, tierra y piedras que obstruyeron las cañerías, además del desplazamiento del cauce lo que inutilizó completamente el sistema de captación existente.

B. Diseño participativo

Durante el proceso de co-diseño, 50 estudiantes de distintas disciplinas y universidades se interesaron en aportar en el desafío del Alfalfal. Tras un proceso de selección realizado en noviembre del 2023, el grupo “Gyaqua” conformado por cinco estudiantes de Ingeniería Química fueron ganadores del prototipo de solución.

En colaboración con la comunidad, se desarrollaron cinco jornadas de iteración del diseño. Estas sesiones contemplaron metodologías participativas orientadas a definir colectivamente los elementos claves del sistema de tratamiento de agua. Como resultado, se acordó que el tratamiento de agua debía realizarse previo a la bifurcación del sistema de almacenamiento destinado a las dos zonas de la comunidad. Asimismo, se co-diseñó el trazado de la distribución del recurso hídrico desde la captación hasta el sistema de filtrado y sus puntos de entrega aguas abajo. Para complementar este proceso, se aplicó una encuesta virtual destinada a validar y priorizar los componentes esenciales del diseño. Cabe destacar que la participación comunitaria no se limitó a la validación técnica, sino que incluyó una activa toma de decisiones respecto a elementos a incorporar, lo cual permitió integrar conocimientos locales, especialmente aquellos relacionados con la experiencia constructiva propia de los habitantes.



Fig. 2 Jornadas de co-diseño con habitantes de “El Alfalfal”

Paralelamente al programa AQUA365, integrantes de la fundación colaboraron en el rediseño del sistema distribución que tenía la comunidad y así robustecer todo su sistema que permitiera asegurar un suministro constante de agua y a la vez, mejorar su calidad. Esta etapa contempló la construcción de un tranque de captación, la instalación de una tubería colgada para sortear crecidas de agua, un estanque disipador de $5m^3$ y

un sistema de almacenamiento compuesto por un estanque de $20 m^3$ para el AB y de $5 m^3$ para el AA. El layout del sistema completo se puede apreciar en la Fig.3. El foco de este artículo se enfoca en el proceso de co-diseño del sistema de tratamiento de agua.

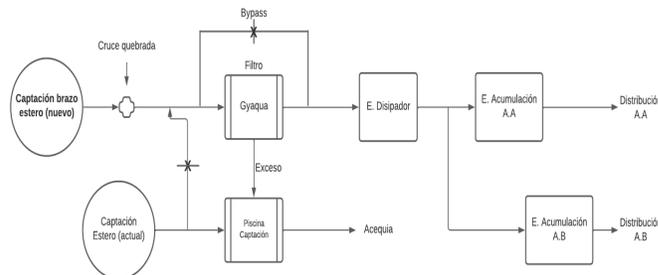


Fig. 3 Esquema sistema hídrico “El Alfalfal”

La primera propuesta de Gyaqua visualizado en la Fig. 4 contempló un sistema de coagulación, sedimentación y cloración. Sin embargo, esta propuesta fue descartada debido al bajo nivel de turbiedad tras mejorar la captación, su complejidad y costos asociados por la etapa de coagulación. En su lugar, se optó que el componente principal del sistema sea un Filtro Lento de Arena (FLA) visualizado en la Fig. 5, debido a su bajo costo de operación, una alta eficiencia en remoción de turbiedad y microorganismos, su viabilidad en contextos rurales y los saberes locales de la comunidad. La cloración del sistema fue excluida por la comunidad y los otros componentes propuestos en primera instancia también se descartaron debido a las mejoras del sistema de distribución que se realizaron previo a la instalación del FLA.

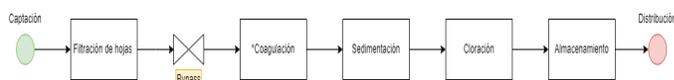


Fig. 4 Propuesta 1 equipo Gyaqua, elemento principal sedimentador



Fig. 5 Propuesta 2 equipo Gyaqua, elemento principal FLA

El diseño del FLA pasó por varias iteraciones considerando el tipo de estructura a utilizar, cuantas etapas debía tener, materialidad, facilidad en su construcción por parte de la comunidad y mantención monetariamente accesible. La primera propuesta contempló una estructura de hormigón armado compuesto por 2 etapas de filtración, pero fue

desechada por su alto costo de construcción y la no existencia de mano de obra especializada en este rubro en la comunidad. La segunda estructura contempló el re acondicionamiento de un container marítimo, propuesta que fue desechada por su alto costo y la dificultad logística de traslado. El plano de esta propuesta se visualiza en la Fig. 6

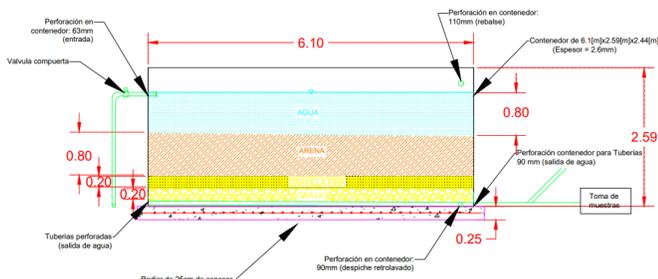


Fig. 6 Propuesta de FLA con estructura de container marítimo

Finalmente, se optó por una solución basada en dos estanques de polietileno reforzado de 10.000 litros, seleccionada considerando criterios técnicos, económicos y sociales.

Para el diseño, se asumió una dotación media de 130 L/hab/día y una cobertura del 100%, se estimó el caudal medio diario de agua potable a 0,4 L/s conforme a los lineamientos de la Norma Chilena NCh 691. Este valor se adoptó como base para el diseño del sistema de tratamiento.

Para el dimensionamiento del FLA, se optó por considerar el caudal medio diario en lugar del caudal máximo horario, considerando la capacidad de almacenamiento existente en la comunidad. Esta decisión técnica permite garantizar el abastecimiento durante los periodos de mayor demanda sin comprometer la continuidad del servicio. El sistema fue diseñado con un caudal de 0,2 L/s por unidad de filtración, lo que facilitó la adecuación del proyecto a las restricciones presupuestarias. En este contexto, se verificó la factibilidad operativa del filtro durante un período nocturno de 8 horas, cuando el consumo de agua es mínimo o nulo. Bajo estas condiciones, se estima que el sistema puede tratar un volumen de $5,76 \text{ m}^3$ durante ese período. Adicionalmente, se identificó las horas de mayor demanda que corresponden a dos horas durante la mañana, con un requerimiento estimado de $4,87 \text{ m}^3$. La comparación entre el volumen filtrado durante la noche y el consumo en horas puntas confirma la viabilidad técnica, validando la decisión de dimensionar el sistema en función del caudal medio diario.

Desde el punto de vista económico, el proyecto presenta dos alternativas de implementación: una con dos estanques, cuyo costo total asciende a 11.700 USD, y otra con un solo estanque, con un costo de 6.700 USD. En conjunto con la comunidad, se decidió avanzar en una primera etapa basada en la opción más económica. La comunidad aportó 2.000 USD para la compra de materiales y la instalación, y asumió íntegramente la construcción del sistema. Los planos del diseño final se presentan en la Fig. 7 y la Fig. 8

En cuanto a las características técnicas, el filtro fue diseñado con una velocidad de filtración de 0,15 metros por hora y un área filtrante de $4,9 \text{ m}^2$ resultando en una estructura de 2,21 m de diámetro y una altura total de 2,3 m. El sistema considera capas de arena filtrante y grava, y los estanques se instalaron sobre un radier de hormigón armado de 6m de largo por 3m de ancho y 25 cm de espesor.

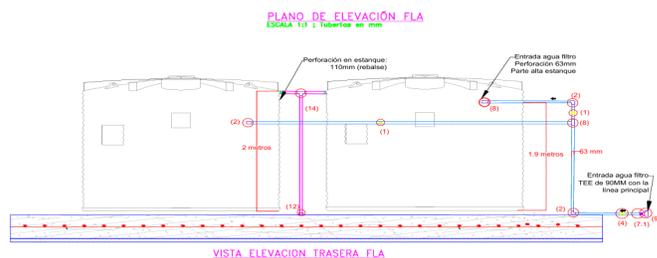


Fig. 7 Vista elevación dos estanques de polietileno de 10.000 L

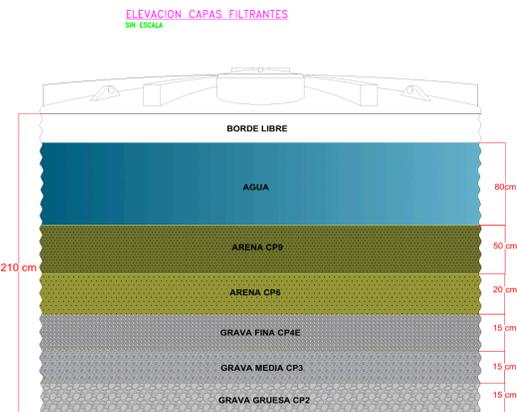


Fig. 8 Vista capas filtrantes FLA

C. Implementación

La implementación se desarrolló en 3 jornadas con un promedio de 18 vecinos/as de la comunidad que instalaron el sistema en conjunto a integrantes de la fundación. La primera jornada consistió en la construcción del radier, ejecutada por la comunidad. En la segunda jornada se realizó la perforación del estanque e instalación de los áridos del lecho filtrante. En la

tercera jornada, se instalaron los elementos hidráulicos y se puso en marcha el filtro. Al finalizar la implementación, se entregó a la comunidad un documento con la información técnica para que ellos puedan implementar la segunda etapa del FLA, además del manual de operación y mantención. Los registros de las jornadas de implementación se encuentran en la Fig. 9 y Fig. 10



Fig. 9 Vista aérea implementación FLA



Fig. 10 Habitantes comunidad “El Alfalfal” en jornada de implementación FLA

D. Evaluación

Una semana después de la puesta en marcha, se realizaron análisis de calidad de agua pre y post tratamiento. Los resultados preliminares se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1 Análisis de parámetros de agua pre y post tratamiento

Parámetro	Pre tratamiento	Post tratamiento
pH	6,8	7
Amonio	< 1 mg/L	< 1 mg/L
Nitrito	< 0,125 mg/L	< 0,125 mg/L

Nitrato	0,69 mg/L	0,67 mg/L
Sulfato	66,5 mg/L	58,7 mg/L
Sólidos disueltos	72 mg/L	73 mg/L
Sólidos suspendidos	0,2 mg/L	no detectables

Los resultados preliminares indican que la calidad del agua de la vertiente ya presentaban buena calidad antes del tratamiento y cumplen con los parámetros establecidos en la Norma Chilena Nch 409/1 para agua potable. A partir de estos resultados, se acordó con la comunidad que el uso del FLA será más relevante en épocas de deshielos y frentes de mal tiempo, aunque queda a libre disposición el uso en el horario nocturno si así lo requieren.

Desde una perspectiva social, el proceso colaborativo entre los estudiantes, ISF Chile y la comunidad de “El Alfalfal” fortaleció los vínculos sociales internos. Según la declaración de los habitantes, este proyecto contribuyó a una mayor cohesión comunitaria. ISF facilitó la conformación de un comité de aguas encargado de la operación y mantención del sistema hídrico. Actualmente la comunidad ha establecido un mecanismo de financiamiento basado en pagos y ha organizado turnos rotativos para asegurar la operación continua del sistema. Además, los habitantes declaran un aumento en su percepción de seguridad respecto al acceso y calidad del recurso hídrico. Tal como expresó una integrante de la comunidad “*gracias a este proyecto como comunidad también nos hemos unido*”.

IV. CONCLUSIONES

El programa AQUA365 demuestra que la ingeniería humanitaria no solo es viable, sino imprescindible en contextos de creciente escasez hídrica como el que atraviesa Chile. Mediante su enfoque formativo y comunitario, la iniciativa ha logrado movilizar a cientos de estudiantes de educación superior para aplicar sus conocimientos en desafíos reales, articulando innovación técnica con pertinencia social. El caso de la comunidad El Alfalfal evidencia que, a través de procesos colaborativos e interdisciplinarios, es posible desarrollar soluciones sostenibles, técnicamente robustas y con alto grado de apropiación por las comunidades, con potencial de ser replicadas en otros territorios. Este modelo contribuye no sólo al cumplimiento del derecho humano al agua, sino también a la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible y la justicia social.

De cara al futuro, el principal desafío consiste en fortalecer y escalar esta articulación virtuosa entre academia, territorio y sociedad civil, adaptando el enfoque de AQUA365 a nuevos contextos y sin comprometer su esencia participativa, formativa y transformadora.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Agradecemos a los estudiantes, voluntarias y voluntarios, al equipo coordinador del proyecto, a los mentores y mentoras, así como a las instituciones y organizaciones que contribuyeron con financiamiento y conocimientos técnicos, poniéndolos al servicio de las comunidades. Extendemos también nuestro reconocimiento a todas las comunidades colaboradoras que han sido parte del camino de AQUA365, por su disposición, apertura y compromiso en cada etapa del programa. En especial, agradecemos profundamente a los y las habitantes de “El Alfalfa”, quienes nos han enseñado con su resiliencia frente a las adversidades comunitarias y climáticas, confiaron en la propuesta de ISF Chile y nos acogieron con cariño, generosidad y alegría en cada visita. Su compromiso y espíritu colaborativo fueron el motor que hizo posible este proyecto y marcan un precedente para los desafíos que vienen en los próximos años.

REFERENCES

- [1] S. Zukma, L. Saccoccia, and M.Chertock, “25 countries, housing one-quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress”, World Resources Institute, 2023. <https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries>
- [2] Dirección General de Aguas, “Escasez Hídrica para el 47,5% de la población”, *Ministerio de Obras Públicas*, 2022. <https://dga.mop.gob.cl/escasez-hidrica-para-el-475-de-la-poblacion/>
- [3] Fundación Amulen, “Pobres de Agua: Radiografía del agua rural en Chile: Visualización de un problema oculto”, Fundación Amulen, Santiago, Chile, 2020. https://www.fundacionamulen.cl/wp-content/uploads/2020/07/Informe_Amulen.pdf
- [4] Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR)2, “Explorador de cuencas CAMELS-CL”, 2018. <https://camels.cr2.cl>
- [5] Instituto Nacional de Estadísticas, “*Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos 2019*”, Santiago, Chile, Marzo, 2019. https://geoarchivos.ine.cl/File/pub/Cd_Pb_Al_Cs_2019.pdf
- [6] AES Andes, *Nuestra Historia*, AES Andes, Santiago, Chile. <https://www.aesandes.com/es/nuestra-historia>
- [7] J.R. Anderson, L.M. Reder, and H.A. Simon, “Situated learning and education,” *Educational Researcher*, 1996.
- [8] J. Lave and E. Wenger, *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge University Press, 1991.
- [9] P. Freire, *Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a pedagogia do oprimido*, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
- [10] P. Freire, *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.
- [11] H. Giroux, *Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*, Barcelona: Paidós, 1997.
- [12] G.R. Norman, “Problem-solving skills, solving problems and problem based learning,” *Academic Medicine*, vol. 67, no. 9, 1992.