



RESUMEN EJECUTIVO

Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua

Proyecto Financiado con Aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad de
Asignación Regional FIC del Gobierno Regional de Atacama

Santiago de Chile
Abril, 2022

Documento preparado por el Laboratorio de Análisis Territorial de la Universidad de Chile (www.lat.uchile.cl)
y Laboratorio para el Análisis de la Biósfera de la Universidad de Chile (<http://biosfera.uchile.cl/>)

Santiago de Chile, 2022

TABLA DE CONTENIDO

| | | |
|---------|---|----|
| I. | RESUMEN | 6 |
| II. | INTRODUCCIÓN | 8 |
| II.1. | Cuantificación del problema | 10 |
| III. | OBJETIVOS Y PROPÓSITO | 12 |
| III.1. | Objetivo general | 12 |
| III.2. | Objetivos secundarios | 12 |
| III.3. | Propósito | 12 |
| IV. | ÁREA DE ESTUDIO | 13 |
| V. | MODELO DINÁMICO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA POTENCIAL Y EL CONSUMO REAL DE AGUA DE LOS CULTIVOS PARA LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ. | 16 |
| V.1. | Evapotranspiración real (ET_R) | 16 |
| V.2. | Evapotranspiración máxima (ET_{MAX}) | 18 |
| VI. | PLATAFORMA INFORMÁTICA PARA EL MONITOREO DE LA DEMANDA POTENCIAL Y CONSUMO REAL DE AGUA DE LOS CULTIVOS EN TIEMPO REAL | 20 |
| VI.1. | Funcionalidad del sistema | 20 |
| VI.2. | Arquitectura y organización del sistema | 22 |
| VI.3. | Visualización de la información | 22 |
| VI.3.A. | Página de inicio | 23 |
| VI.3.B. | Página de descripción del proyecto | 24 |
| VI.3.C. | Página de indicadores por sector | 24 |
| VI.3.D. | Página de indicadores por uso de suelo | 25 |
| VI.3.E. | Página de descarga de imágenes | 26 |
| VI.4. | Servidor web de la Plataforma | 27 |
| VI.5. | Actividades de retroalimentación con las comunidades de aguas subterráneas. | 27 |
| VI.6. | Consideraciones finales | 28 |
| VII. | TRANSFERENCIA DE LA CAPACIDAD DE ESTIMACIÓN Y MONITOREO DE LA DEMANDA POTENCIAL Y CONSUMO REAL DE AGUA A BENEFICIARIOS DIRECTOS DEL PROYECTO A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA INFORMÁTICA. | 29 |
| VII.1. | Desarrollo de manual del usuario de la Plataforma Informática | 29 |
| VII.2. | Capacitación beneficiarios directos de la plataforma. | 29 |
| VIII. | DIFUSIÓN | 31 |
| IX. | CONCLUSIONES | 33 |



| | |
|--|----|
| IX.1. Principales dificultades afrontadas durante el desarrollo del proyecto | 33 |
| X. ANEXO 1 CONVENIO DE COLABORACIÓN Y CARTA DE CONFORMIDAD | 35 |
| XI. ANEXO 2 ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN | 36 |
| XII. ANEXO 3 CARTA DE CONFORMIDAD | 40 |

I. RESUMEN

El problema de fondo que motiva esta investigación es la dificultad que enfrentan los usuarios de agua del sector agrícola y sobre todo las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) de la Región de Atacama para obtener la información necesaria para hacer frente al desafío que impone el fenómeno de la escasez hídrica, fenómeno que afecta no sólo a los sectores económicos que dependen directamente de los recursos hídricos, sino que también al bienestar de las personas y a la sustentabilidad del desarrollo de la región en general. La agricultura es uno de los sectores más sensibles a la escasez hídrica por lo que conocer con precisión tanto la demanda hídrica como los consumos reales de agua de este sector y las oportunidades para mejorar la gestión del recurso a nivel de cuenca es fundamental para el desarrollo sustentable.

La demanda de agua para riego agrícola a nivel de cuenca se calcula normalmente a partir de modelos tales como el propuesto por FAO 56 (Allen et al., 2006)¹, los cuales relacionan variables meteorológicas y de cultivo. Sin embargo, los datos requeridos por estos modelos suelen ser poco representativos espacialmente y muy dependientes de factores de manejo, por lo que su aplicabilidad a nivel de cuenca puede ser poco representativo. Este problema se puede abordar mediante estimaciones basadas en modelos de balance de energía a partir de imágenes satelitales, utilizando, por ejemplo, mediciones de temperatura de superficie para resolver el balance de energía o de manera indirecta mediante la incorporación de índices espectrales de vegetación, lo cual permite generar cartografías de evapotranspiración de los cultivos.

Sin embargo, para el uso efectivo de este conocimiento es necesario realizar un proceso de transferencia, donde se acerca la producción del conocimiento científico a las instancias donde se toman decisiones, a través de la construcción de “herramientas de apoyo a la gestión”, cuya funcionalidad principal es servir de puente entre estas dos instancias.

En concordancia con lo explicitado en los párrafos anteriores es que el propósito del presente proyecto fue mejorar la capacidad de las Comunidades de Aguas Subterráneas (CAS) de la cuenca del río Copiapó para estimar y monitorear la demanda potencial (estimada con la evapotranspiración máxima de cultivos o ET_{MAX}) y el consumo real (estimado con la evapotranspiración real de cultivos o ET_R) de agua de los cultivos desde una condición puntual en tiempo y espacio, a una escala espacial de 10 x 10 m y temporal cada 8 días. Para efectos de transferir esta capacidad a las CAS de la cuenca se desarrolló una Plataforma Informática que procesa y deja disponible, a dichas organizaciones, la información que es posible generar con un modelo de cuantificación de ET_R y ET_{MAX} a nivel de cuenca desarrollado por el presente proyecto.

El logro del propósito declarado permitió aportar al cumplimiento del objetivo general o fin del proyecto, el cual fue contribuir a reducir la actual brecha de disponibilidad y acceso a

¹ Allen, R.G., Morton, C., Kamble, B., Kilic, A., Huntington, J., et al. 2015. EEFlux: A Landsat-based evapotranspiration mapping tool on the Google Earth Engine. In Proceedings of the ASABE/IA Irrigation Symposium, Long Beach, CA, USA, 10–12 November 2015.

información científica-tecnológica respecto de la demanda hídrica real del sector agrícola durante la temporada a nivel territorial en la cuenca del río Copiapó. Este objetivo o fin se correspondió a una descripción de la solución al problema identificado.

La Plataforma Informática funciona sobre internet utilizando un sitio web dinámico con capacidad de entregar información de carácter espacial. De esta forma la información sobre la ET_{MAX} y ET_R de los cultivos es accesible a diferentes tomadores de decisión, pero en particular para las CAS, beneficiarios directos del proyecto. Una de las principales funciones de este sistema – además de la automatización de los procesamientos de datos – es el dar servicio a otros sistemas de apoyo a la toma de decisiones - ya sea que existan actualmente (Sistema CASUB) o a los desarrollados en el contexto del presente proyecto - mediante un protocolo de interacción máquina – máquina. Al respecto, esta propuesta consideró el desarrollo de sistemas informáticos prototipos independientes para cada beneficiario los cuales tienen como objetivo principal presentar la información de demanda hídrica generada por el modelo implementado en la Plataforma Informática de acuerdo con las necesidades particulares de cada OUA. Este enfoque de desarrollo permitió separar el proceso de generación de información del proceso de contextualización de esta información en las particularidades de la toma de decisiones de cada CAS, dejando esta última tarea a cargo de sus propios sistemas de apoyo a la toma de decisiones. De esta manera, se buscó romper el aislamiento de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, fomentar la interoperatividad entre los sistemas y ayudar a evitar la redundancia de esfuerzos en el desarrollo de nuevos sistemas

En términos metodológicos el proyecto demandó un periodo de ejecución de 27 meses y constó de tres etapas las cuales se corresponden con los objetivos específicos declarados: i) Desarrollo de un modelo dinámico que permite la estimación de la evapotranspiración real (ET_R) y potencial (ET_{MAX}) de los cultivos a nivel de cuenca a una escala espacial de 10 x 10 m y temporal de 8 días; ii). Desarrollo de una Plataforma Informática de transferencia del modelo dinámico desarrollado que permite monitorear la demanda potencial y consumo real de agua de los cultivos en tiempo real en la cuenca del río Copiapó y iii) Transferencia de la Plataforma Informática a beneficiarios directos.

II. INTRODUCCIÓN

El problema de fondo que motivó esta investigación tecnológica fue la dificultad que enfrentan los usuarios de agua agrícola y sobre todo las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) de la Región de Atacama para **contar con la información necesaria para hacer frente al desafío que impone el fenómeno de la escasez hídrica**; fenómeno que afecta no sólo la competitividad de los sectores económicos que dependen directamente de los recursos hídricos, sino que también al bienestar de las personas y a la sustentabilidad del desarrollo en general por lo que constituye un problema regional de relevancia.

Contrariamente a lo que se tiende a pensar en una primera aproximación, en la Región de Atacama la escasez hídrica no es un fenómeno que deba interpretarse solamente como el producto de una disminución del recurso disponible a consecuencia de menores precipitaciones, como las que suele ocasionar el fenómeno ENSO o las que podría causar el Cambio Climático, sino que también responde a las decisiones que los diversos actores involucrados en la gobernanza y gestión del agua han tomado para ajustar los requerimientos a la disponibilidad natural de este recurso (Bitran et al. 2014; Bauer, 2015; Rinaudo y Donoso, 2018)². De esta manera, la escasez hídrica en la región debe entenderse como un **desafío de gestión estratégica a escala territorial**, gestión que debe ser capaz de definir y liderar acciones que permitan alcanzar nuestros objetivos en conformidad con los recursos disponibles y su variabilidad en el tiempo.

Esta idea fundamental está siendo entendida y adoptada por los distintos actores que tienen competencia e intereses en la gestión del agua en la Región de Atacama, lo que ha redundado en una mayor participación de estos actores, y en un mayor interés por parte de las instituciones de Estado, en crear y fortalecer Organizaciones de Usuarios de Agua, capaces de establecer una autorregulación en el uso de los recursos hídricos a nivel de cuenca. Ejemplos importantes de este tipo de organizaciones lo constituyen la Comunidad de Aguas Subterráneas Copiapó-Piedra Colgada; Piedra Colgada-Desembocadura (CASUB), la primera comunidad de usuarios de aguas subterráneas del país y otras organizaciones similares que le han seguido en la propia cuenca del río Copiapó (DGA, 2018a)³.

En este contexto, uno de los mayores desafíos que deben abordar estas organizaciones y cualquier otra organización que en el futuro busque el involucramiento de los actores de una

² Bitran, E.; Rivera, P. and Villena, M.J. 2014. Water management problems in the Copiapó Basin, Chile: Markets, severe scarcity and the regulator. *Water Policy* 16(5): 844–863.

Bauer, C. 2015. Water conflicts and entrenched governance problems in Chile's market model. *Water Alternatives* 8(2): 147–172.

Rinaudo, J.D. and Donoso, G. 2018. State, market or community failure? Untangling the determinants of groundwater depletion in Copiapó (Chile). *International Journal of Water Resources Development* 627: 1–22.

³ Dirección General de Aguas (DGA). 2018b. Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. Estudio elaborado por Unión Temporal de Proveedores Hídrica Consultores SPA y Aquateerra Ingenieros Ltda. DGA-MOP, Santiago.

cuenca en una gestión sostenible de los recursos hídricos, es **contar con información acerca de la verdadera disponibilidad y demanda de estos recursos**, de manera que les permita planificar y priorizar acciones sobre una base racional y confiable. Por otra parte, dada la capacidad de adquisición, procesamiento y comunicación de información que existe actualmente entre las OUA y las instituciones públicas, lo que representa una mayor dificultad es probablemente la capacidad de monitorear **el uso del recurso hídrico** a nivel de cuenca, es decir **cuantificar de manera dinámica la demanda y el consumo que efectivamente están realizando** los distintos sectores usuarios del recurso en el tiempo.

A nivel de regional, la agricultura de riego es la actividad económica que hace el uso más importante de recursos hídricos (DGA, 2018b) y a la vez, el uso que ofrece las mayores dificultades para llegar a medir tanto sus demandas potenciales como efectivas en el tiempo. Esto se debe a que - a diferencia de otros usos del agua que es posible encontrar en una cuenca - la compleja relación que se establece entre el suelo, los cultivos, la atmósfera y la tecnología utilizada, limitan seriamente la posibilidad de estimar el uso real del recurso en función de parámetros simples como la superficie cultivada o las magnitudes de producción. Si a lo anterior se suma que a nivel de cuenca es posible observar una gran variabilidad espacial y temporal de los efectos que tiene el clima sobre las necesidades hídricas de los cultivos, la capacidad de los suelos para almacenar agua, las especies y variedades utilizadas y las técnicas de manejo agronómico -en especial del riego- adoptadas por los agricultores para un mismo cultivo, se configura un escenario donde se hace prácticamente imposible estimar con precisión las necesidades potenciales y el uso efectivo que se hace del recurso hídrico por parte de la agricultura sin recurrir a algún **medio de medición directa** capaz de recoger esta variabilidad espacio-temporal.

A este respecto, las técnicas de monitoreo basadas en la tecnología satelital ofrecen una oportunidad interesante por cuanto permiten detectar los flujos de energía que ocurren entre la superficie terrestre y la atmósfera, los que tratados adecuadamente son transformables a flujos hídricos o evapotranspiración real (ET_R) o máxima potencial (ET_{MAX}). Al respecto, mientras la ET_R ⁴ corresponde a una magnitud física que señala la cantidad de agua que se está efectivamente utilizando en una superficie ocupada por cultivos o cualquier otra cobertura vegetal, la ET_{MAX} ⁵ establece la evapotranspiración teórica de un cultivo en función de la evapotranspiración de referencia (ET_0) que establece la demanda atmosférica potencial (FAO 56).

De esta forma, el uso conjunto de ambas variables – en una potencial herramienta de monitoreo – permite comprender de mejor manera tanto la demanda hídrica como el consumo real de agua por parte de la agricultura a nivel territorial o de cuenca lo que permitiría orientar

⁴ En términos formales la evapotranspiración real (ET_r) es la transferencia total de agua desde una cubierta vegetal a la atmósfera, en cualquier estado de desarrollo y con cualquier nivel de la humedad del suelo (Santibañez et al. 2015).

⁵ En términos formales la evapotranspiración real (ET_{max}) es la transferencia total de agua desde cualquier superficie vegetal, con cualquier estado de cobertura del suelo, pero sin restricción de agua en el suelo (Santibañez et al. 2015).

decisiones, priorizar y optimizar acciones y evaluar el impacto de medidas de autocontrol respecto del uso de los recursos hídricos en el sector agrícola.

II.1. Cuantificación del problema

El alcance del problema de la carencia de información respecto de la verdadera demanda y uso real del agua en un contexto de escasez hídrica y en particular el efecto que esto tiene sobre la agricultura como sector productivo es difícil de determinar. Lo anterior se debe a que, si bien es posible actualmente estimar las demandas teóricas de los cultivos mediante el uso de modelos generales como el de FAO (Allen et al., 2006)⁶, estos modelos no dan cuenta del estado hídrico real de los cultivos, el cual depende precisamente de las restricciones que puede imponer la escasez hídrica y otros factores de manejo que afectan la demanda potencial. Se sabe también que, en términos generales en la Región de Atacama, la agricultura hace un uso relativamente poco eficiente del agua de riego, 60-70% de eficiencia promedio (Fuster et al. 2016; Martín y Saavedra 2018)⁷ si se le compara con el potencial tecnológico y el conocimiento actual sobre la fisiología de los cultivos, pero esta eficiencia no ha sido medida a escalas extraprediales. Por otro lado, el uso del agua en la Región de Atacama por parte de la agricultura representa en general la mayor demanda de recursos en una cuenca alrededor del 75% (DGA, 2018a)⁸ y su variabilidad en el tiempo – ya sea por factores económicos, tecnológicos o de disponibilidad - afecta la disponibilidad que tengan otros usos que dependen de las mismas fuentes. De esta forma, aunque no se puede señalar *a priori* una magnitud que describa el alcance real de la escasez hídrica a nivel regional, si es posible establecer que el uso agrícola y la eficiencia que este tenga en el uso del recurso hídrico resulta fundamental para abordar el problema.

Es importante señalar que las OUA como las comunidades de aguas subterráneas de la cuenca del río Copiapó tienen la posibilidad de establecer prorratas y promover otras formas de reasignación voluntaria – como es el caso del mercado *spot* (Fuster et al. 2015)⁹ - de recursos hídricos ante una situación de escasez. En una situación como esta, el sector agrícola es uno de los más afectados y debe buscar mecanismos para adaptarse, pero al mismo tiempo - como se

⁶ Allen, R.G., Morton, C., Kamble, B., Kilic, A., Huntington, J., et al. 2015. EEFlux: A Landsat-based evapotranspiration mapping tool on the Google Earth Engine. In Proceedings of the ASABE/IA Irrigation Symposium, Long Beach, CA, USA, 10–12 November 2015.

⁷ Fuster, R., Escobar, C., Moya, H., Prat, C., Orell, M.I., et al. 2016. Apoyo al Diseño del Programa Regional Estratégico de Cuencas Sustentables, Región de Atacama. Financiado por CORFO. Laboratorio de Análisis Territorial, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Martín, F., Saavedra, F. 2018. Irrigated Agriculture. En: Water Policy in Chile. Donoso, G. Ed. pp: 165-177. Springer International Publishing.

⁸ Dirección General de Aguas (DGA). 2018a. Diagnóstico Nacional de Organizaciones de Usuarios. Estudio elaborado por Universidad de Chile. DGA-MOP, Santiago.

⁹ Fuster, R., De la Fuente, A., León, A., Bauer, C., Magner, N., González, L., Herrera, P., Prohens, F., Silva, K., et al. 2015 Sistema Piloto de Banco de Aguas geoespacializado en los sectores 5 y 6 del acuífero de Copiapó (CORFO N° 13BPC3-19056). Documento de trabajo. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

puede desprender de las cifras señaladas - es también el sector que tiene la mayor posibilidad de ceder recursos a otros usos o de generar un impacto en la reducción de la escasez, tanto por el caudal que utiliza como por el margen que tiene para mejorar su eficiencia. No obstante, esta situación teórica no necesariamente es homogénea en el sector agrícola de una cuenca, de allí la importancia de contar con herramientas que permitan tener información distribuida en el espacio para gestionar una asignación equitativa de los recursos, conforme a derecho y a disponibilidad real.

En particular, en la Región de Atacama y en específico en la cuenca del río Copiapó la implementación de herramientas tecnológicas para la generación de información respecto a la demanda y consumo real de agua de los cultivos, le permitiría a las CAS identificar de forma más precisa dichas variables en tiempo y espacio dentro de sus jurisdicciones, mejorando la capacidad de gestión del recurso dentro de una misma temporada, situación que se ve limitada al poseer actualmente una estimación teórica y a escala anual de la demanda teórica potencial.

Adicionalmente, esta información podría facilitar la labor de fiscalización de las CAS, puesto que se mejora la identificación de las necesidades de agua en el tiempo y el espacio.

III. OBJETIVOS Y PROPÓSITO

III.1. Objetivo general

Contribuir a reducir la actual brecha de disponibilidad y acceso a información científica-tecnológica respecto del consumo y demanda hídrica real del sector agrícola a nivel territorial en la cuenca del río Copiapó.

III.2. Objetivos secundarios

1. Desarrollar un modelo dinámico que permita la estimar la demanda potencial y el consumo real de agua de los cultivos a nivel de cuenca a una escala espacial de 10 x 10 m y temporal de 8 días.
2. Desarrollar una Plataforma Informática de transferencia del modelo dinámico desarrollado que permita monitorear la demanda potencial y consumo real de agua de los cultivos en tiempo real en la cuenca del río Copiapó.
3. Transferir la capacidad de monitoreo de la demanda potencial y consumo real de agua de los cultivos a través de la Plataforma Informática a los beneficiarios directos del proyecto.

III.3. Propósito

Mejoramiento de la capacidad de las OUA de la cuenca del río Copiapó para estimar y monitorear la demanda potencial y consumo real de agua de los cultivos desde una condición puntual en tiempo y espacio a una condición distribuida en el espacio y dinámica en el tiempo.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió las zonas agrícolas activas ubicadas dentro de la cuenca del río Copiapó. A partir de la información recolectada en terreno y la cartografía de la cobertura de uso de suelo levantada por el proyecto, se determinó una grilla de análisis satelital de 5 km² las cuales fueron determinadas como objeto de estudio (Figura 1).

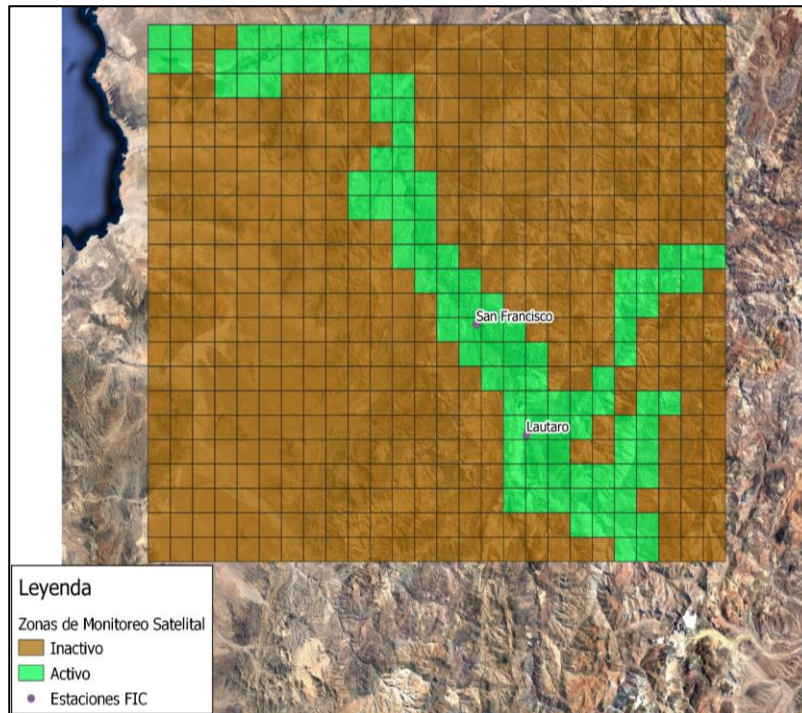


Figura 1. Área de estudio

Por otra parte, para la calibración y validación de los modelos se instalaron dos estaciones meteorológicas en la zona de estudio. Estas estaciones se instalaron en enero de 2020 en la zona alta del valle del río Copiapó. Las estaciones “San Francisco” y “Lautaro” se ubicaron en las coordenadas 27°50'10.39"S, 70° 5'44.60"O y 28° 2'29.15"S, 69°58'58.23"O, respectivamente (Figura 2). En la Tabla 1 y Figura 3 se muestran las variables medidas en las estaciones y sus sensores correspondientes.

Tabla 1 Variables que entrega las estaciones agrometeorológicas de San Francisco y Lautaro.

| Sensor | Variable |
|------------------|---|
| ATMOS-41 | Temperatura del aire [°C] |
| ATMOS-41 | Humedad Relativa [%] |
| ATMOS-41 | Precipitación [mm/hr] |
| ATMOS-41 | Radiación Solar [W/m ²] |
| ATMOS-41 | Velocidad de viento [m/s] |
| ATMOS-41 | Dirección de viento [°] |
| SRS-Decagon NDVI | Radiancia espectral en rojo e infrarrojo [W/m ² sr nm] |
| SRS-Decagon NDVI | Índice Normalizado diferencial de Vegetación (Vigor) [-] |
| TEROS-12 | Temperatura de suelo a 10 cm [°C] |
| TEROS-12 | Humedad de suelo a 10 cm [m ³ /m ³] |



Figura 2 Localización de las estaciones adquiridas por el proyecto para la calibración y validación de los modelos de ET_R y ET_{MAX} .

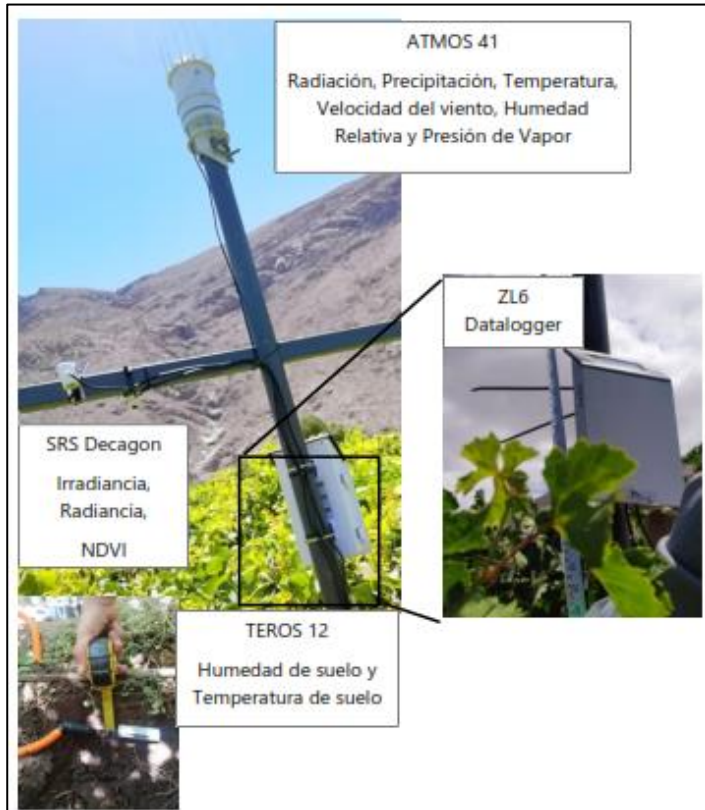


Figura 3 Sensores implementados en cada estación meteorológica.

V. MODELO DINÁMICO PARA LA ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA POTENCIAL Y EL CONSUMO REAL DE AGUA DE LOS CULTIVOS PARA LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ.

V.1. Evapotranspiración real (ET_R)

La ET_R se obtuvo a partir del *Modelo Operacional de Balance de Energía Superficial Simplificado* (SSEBop; (Senay et al., 2013). Este modelo ya ha sido validado en Chile, y ha demostrado ser efectivo para estimar ET_R en zonas semi-áridas (Olivera-Guerra et al., 2017). Este método estima ET_R a partir de la Ecuación FAO56, aplicando como factor de cálculo el coeficiente máximo de cultivo, la evapotranspiración de referencia (ET_0) y la fracción evaporativa:

$$ET_a = \Lambda k ET_0 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

Λ = Fracción evaporativa [-].

ET_0 = Evapotranspiración de referencia [mm/día].

k = Coeficiente que escala la referencia de pradera a una máxima ET experimentada por su condición más rugosa de superficie, también considerado como K_{cmax} (Olivera-Guerra, Merlin y Er-Raki, 2020).

En la Figura 4 se muestran la relación entre los datos satelitales y los obtenidos desde las estaciones ($r^2 = 0.92$), donde el comportamiento es semejante a la ET_{MAX} , resultado esperable al observar coberturas en condiciones de irrigación. La distribución espacial de ET_R se aprecia en las Figura 5 y 6 durante para los períodos de invierno y verano, respectivamente.

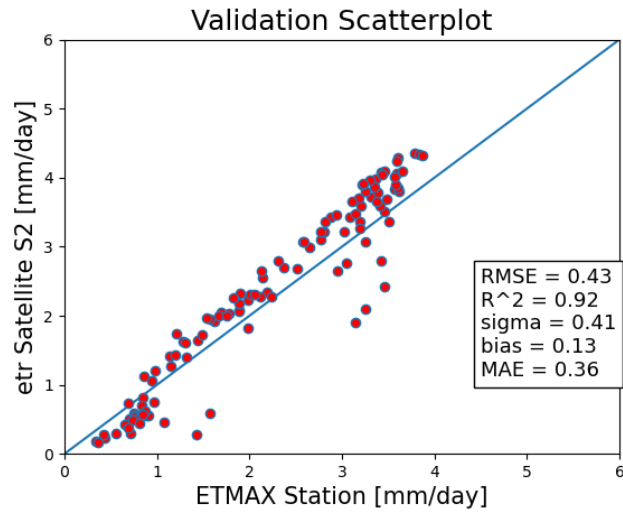


Figura 4. Evaluación de ET_R de Sentinel-2 versus ET_{MAX} de las estaciones Lautaro y San Francisco.

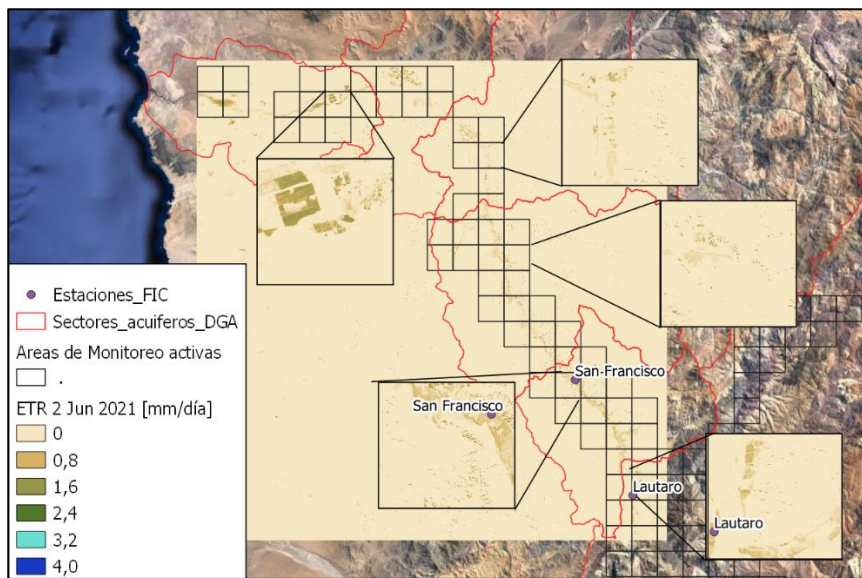


Figura 5. Evapotranspiración real (ET_R) durante la estación de invierno para la cuenca del río Copiapó. Se utiliza como ejemplo el paso del satélite 19JCK de Sentinel-2.

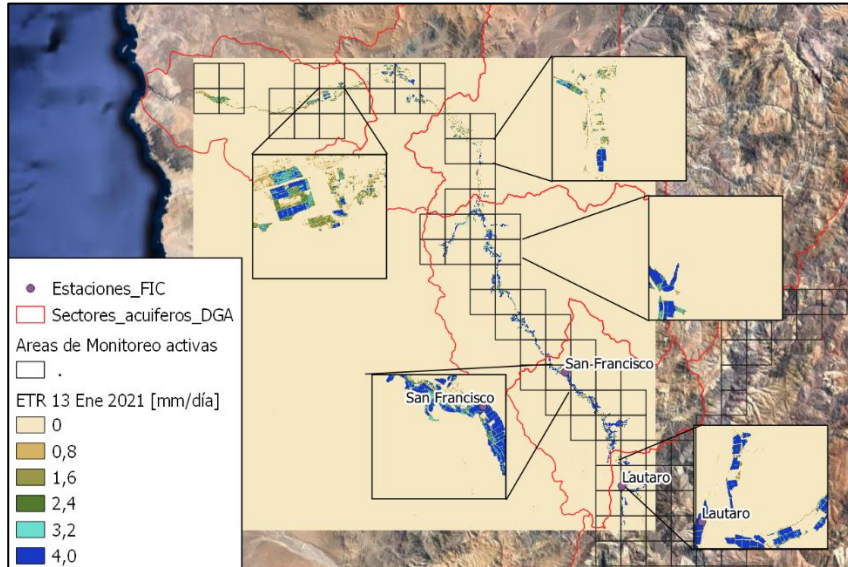


Figura 6. Evapotranspiración real (ET_R) durante la estación de verano para la cuenca del río Copiapó. Se utiliza como ejemplo el paso del satélite 19JCK de Sentinel-2.

V.2. Evapotranspiración máxima (ET_{MAX})

La evapotranspiración máxima es el máximo valor de la evapotranspiración en un cultivo. Este valor está definido para condiciones estándares las cuales se refieren a la evapotranspiración de un cultivo que se desarrolla libre de enfermedades, con buena fertilización, que crece en un campo extenso bajo condiciones óptimas de humedad en el suelo y el cual alcanza su producción total bajo ciertas condiciones climáticas (FAO56). Al respecto, la ET_{MAX} está dada por la ecuación 2.

$$ET_{MAX} = ET_P = ET_c = k_C ET_0 \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

ET_{MAX} = Evapotranspiración máxima [mm/día]

ET_P = Evapotranspiración potencial [mm/día]

ET_c = Evapotranspiración de cultivo [mm/día]

K_C = coeficiente de cultivo [-]

En la Figura 7 se presenta la validación de ET_{MAX} con los datos provenientes de las estaciones meteorológicas de San Francisco y Lautaro. Al respecto, el ajuste tuvo un RMSE de 0.36 mm/día y un R^2 de 0.92, por lo que el producto de ET_{MAX} satelital es confiable para realizar monitoreo y

calendarización de riego sobre los cultivos. La distribución espacial de ET_{MAX} se aprecia en las Figura 8 y Figura 9 durante para los períodos de invierno y verano, respectivamente.

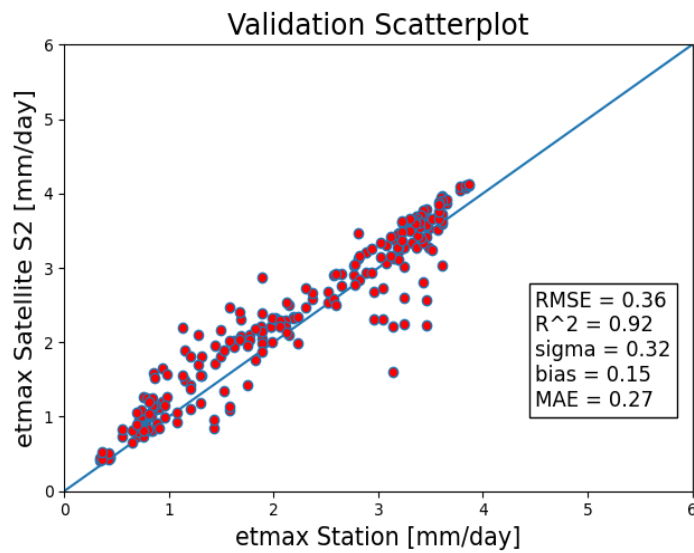


Figura 7. Validación de ET_{MAX} de Sentinel 2 versus los valores obtenidos de las estaciones Lautaro y San Francisco.

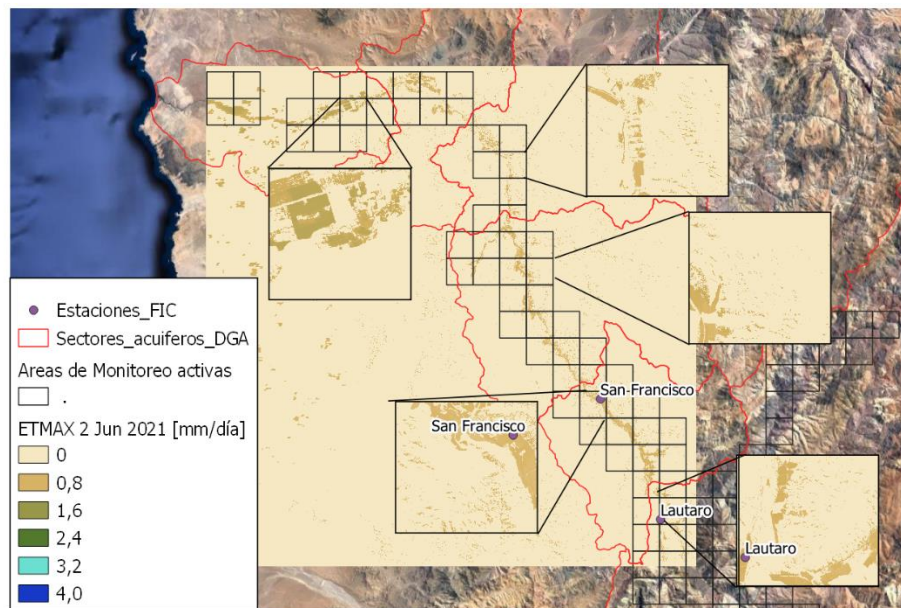


Figura 8. Evapotranspiración máxima (ET_{MAX}) durante la estación de invierno para la cuenca del río Copiapó. Se utiliza como ejemplo el paso del satélite 19JCK de Sentinel-2.

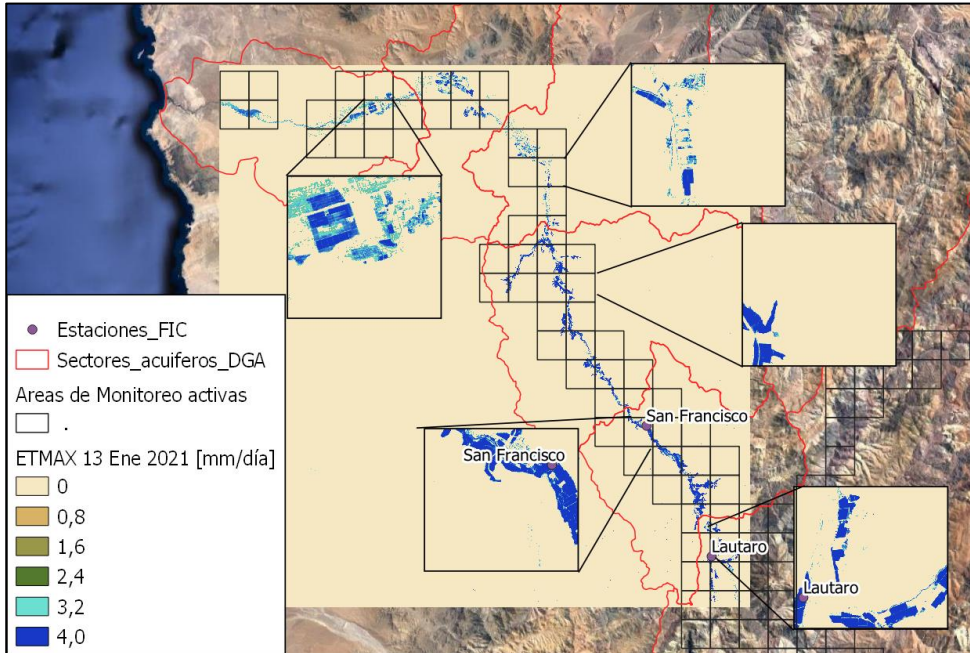


Figura 9. Evapotranspiración máxima (ET_{MAX}) durante la estación de verano para la cuenca del río Copiapó. Se utiliza como ejemplo el paso del satélite 19JCK de Sentinel-2.

VI. PLATAFORMA INFORMÁTICA PARA EL MONITOREO DE LA DEMANDA POTENCIAL Y CONSUMO REAL DE AGUA DE LOS CULTIVOS EN TIEMPO REAL

La presente sección describe la Plataforma de Observación de la Evapotranspiración Real y Máxima de Cultivos, desarrollada por el proyecto. Esta plataforma tecnológica se diseñó para transferir en forma simplificada la información derivada de los modelos de estimación de la evapotranspiración real (ET_R) y evapotranspiración máxima (ET_{MAX}) desarrollados. Esto con el fin de dar soporte al monitoreo del comportamiento hídrico de los cultivos a escala de cuenca, como un apoyo para dirigir y/o priorizar acciones de gestión a nivel de Organizaciones de Usuarios de Aguas (OUA) del valle del río Copiapó.

VI.1. Funcionalidad del sistema

La “Plataforma de Observación de la Evapotranspiración Real y Máxima de Cultivos” tiene como funcionalidad fundamental proporcionar información para el monitoreo de la demanda hídrica de cultivos en el valle de Copiapó. La información que se proporciona es principalmente mapas del tipo matricial o ráster que cubren las áreas actualmente cultivadas en el valle, las cuales contienen datos respecto a Evapotranspiración Real (ET_r) y Evapotranspiración Máxima (ET_{MAX}), a una resolución espacial de 10m y una resolución temporal de 8 días

aproximadamente. Adicionalmente, se calcula y almacena información del tipo matricial de variables precursoras de la ET_r y ET_{MAX} , específicamente la estimación del índice de área foliar (LAI) y coeficiente de cultivo (kc), que además de servir de base para el cálculo de las variables de evapotranspiración, son también de utilidad para otras aplicaciones en el ámbito de la gestión hídrica y el manejo de huertos.

En específico, la funcionalidad de la plataforma está dividida en dos componentes principales a saber: la automatización del procesamiento, almacenamiento y consulta de datos de evapotranspiración y la entrega de esa información para su despliegue en condiciones apropiadas para la toma de decisiones.

Respecto a la primera funcionalidad, la plataforma tiene la capacidad de realizar las siguientes tareas:

1. Automatizar el proceso de descarga de datos satelitales necesarios para la obtención de las variables ET_r y ET_{MAX} a una escala temporal de 8 días y espacial de 10 x 10 m.
2. Procesar automáticamente las imágenes para generar las variables ET_r y ET_{MAX}
3. Almacenar los resultados en una base de datos externa ubicada en la nube, específicamente Google Storage.
4. Realizar el procesamiento automático de los datos originales de ET_r y ET_{MAX} y otros datos para producir información útil a la toma de decisiones.
5. Almacenar los datos procesados en una base de datos local para ser servidos a sistemas de visualización web.

Respecto a la segunda funcionalidad, la plataforma tiene la capacidad de servir datos de carácter espacial y no espacial mediante una API que controla el acceso a la base de datos local por parte de otros sistemas.

Lo anterior se logra mediante distintos componentes o módulos que operan en conjunto para calcular distintas variables descriptivas de la demanda, almacenarlas en la nube y servir las a otras aplicaciones para su despliegue y/o almacenamiento local.

Los mapas matriciales de las variables que quedan almacenadas en la nube se sirven mediante una interfaz de programación (API), con el objetivo de poder ser procesadas y/o almacenadas localmente por otros sistemas, lo que permite que en cada sistema local se realicen los análisis que sea de mayor interés para sus usuarios y se facilite el despliegue de información en sus respectivas interfaces.

El sistema está diseñado para dar servicio principalmente a plataformas de las comunidades de aguas subterráneas del valle de Copiapó, las cuales son socias en el proyecto que le da origen. No obstante, el diseño incluye la posibilidad de dar servicio a otras plataformas que pudieran requerir los datos que se generan en ella, mediante la implementación de una API. Lo anterior se incluyó en el diseño como una manera de cumplir el objetivo de interoperabilidad de los sistemas de información de apoyo a la toma de decisiones que existen en la cuenca.

Aunque no forman parte de la plataforma propiamente tal, durante la ejecución del proyecto se construyó dos sistemas web, uno para las CAS 123 y otro para la CAS 4 de Copiapó, cuya función es la de procesar, almacenar y presentar información en un formato apropiado para sus usuarios. La información se obtiene de imágenes descargadas desde la plataforma utilizando la API.

VI.2. Arquitectura y organización del sistema

Como se menciona anteriormente, el sistema está dividido en distintos módulos interoperables que permiten realizar las distintas tareas que se realizan en ella. En la Figura 1 se puede apreciar un esquema de esta organización.

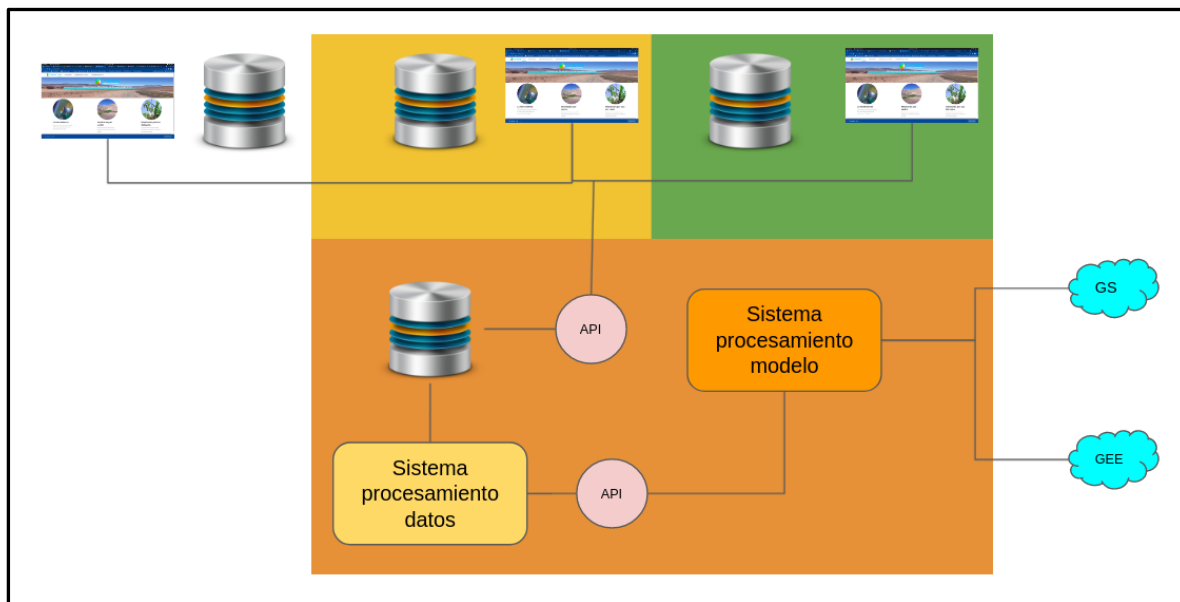


Figura 10 Esquema de la organización de la plataforma

Es importante mencionar que el sistema cuenta además con datos de uso del suelo agrícola en el valle de Copiapó, sectores de acuíferos y unidades de gestión que están almacenados en la base de datos local. Cabe destacar que el dato de uso actual del uso agrícola del valle de Copiapó se levantó específicamente para este proyecto.

VI.3. Visualización de la información

Como se menciona en la descripción general, este proyecto contempló el desarrollo de dos interfaces web para la visualización y consulta de los datos producidos en la plataforma. Aunque estas interfaces no forman parte de la plataforma propiamente tal, su desarrollo se consideró relevante debido a que las Comunidades de Aguas Subterráneas CAS123 y CAS4 contaban solamente con páginas web muy incipientes que no tenían la capacidad de consumir los datos de la plataforma ET_R. En consecuencia, era necesario generar una base para que estas

comunidades pudieran iniciar el desarrollo de sus propias plataformas de gestión y al mismo tiempo asegurar que la información de ET_R pudiera ser accedida por los usuarios de la cuenca.

En la práctica, estas interfaces son en realidad pequeñas plataformas de gestión, cuya principal funcionalidad por el momento es presentar la información generada por la plataforma ET_R. Sin embargo, cuentan con una base de datos y un sistema de control de usuario ya implementado, por lo que resulta relativamente sencillo seguirlas desarrollando para agregarles nuevas funcionalidades.

El desarrollo de estas pequeñas plataformas se realizó en lenguaje PHP, sobre el *framework* Laravel 8. Esta estrategia de desarrollo se eligió porque, por una parte, facilita el desarrollo modular del tipo MVC (Modelo-Vista-Controlador), lo que ayuda mucho en la escalabilidad posterior del sistema. En segundo lugar, el uso de un *framework* como Laravel 8 permite que resulte mucho más accesible para futuros desarrolladores ya que es uno de los más conocidos a nivel mundial y cuenta con una muy amplia comunidad de usuarios que dan respaldo al desarrollo basado en este sistema.

Estas pequeñas plataformas cuentan con una interfaz WEB 2.0, que contempla distintas páginas con niveles de acceso diferentes, dependiendo de la información que se presenta en ellas. La información de las variables se presenta en organizaciones de página tipo *dashboard*, que entregan información agrupada en un solo golpe de vista, de manera interactiva.

A continuación, se presenta las principales páginas del sistema de despliegue de información.

VI.3.A. Página de inicio

La página de inicio sirve de bienvenida al usuario y presenta un pequeño panel que, complementariamente a la clásica barra de navegación, facilita el acceso del usuario a las distintas secciones del sitio (Figura 11).

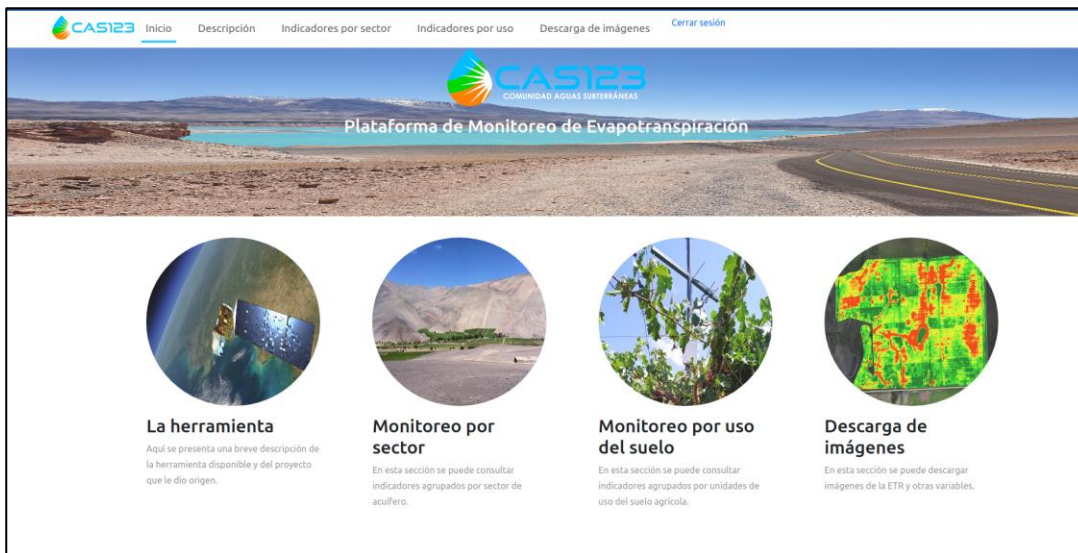


Figura 11. Página de inicio de la interfaz web.

Cabe destacar que la página de inicio presentará distintos enlaces dependiendo de si el usuario se ha autenticado o no. En el caso de no haberse autenticado, los enlaces presentados serán aquellos que son de acceso general, en este caso la descripción del proyecto y la descripción de indicadores por sector. En el caso de haberse autenticado, se mostrarán los enlaces anteriores y además un enlace a indicadores por uso de suelo y a descarga de imágenes.

VI.3.B. Página de descripción del proyecto

La página de descripción del proyecto (Figura 12) presenta una reseña general del proyecto que da origen a la plataforma. Se trata de una página de información estática, pero que presenta enlaces a los sitios web de los distintos socios del proyecto, además de un enlace a una página de difusión del proyecto que se desarrolló especialmente para ello y que no forma parte de la plataforma propiamente tal.



Figura 12 Página de descripción del proyecto

VI.3.C. Página de indicadores por sector

La página de indicadores por sector presenta la información agrupada a nivel de todo el valle y a nivel de los distintos sectores de acuífero que forman parte de las áreas de jurisdicción de las distintas CAS del valle de Copiapó.

Esta página presenta la organización del tipo *dashboard*, donde la información se presenta resumida en recuadros de datos clave, mapas interactivos y gráficos dinámicos (Figura 13).

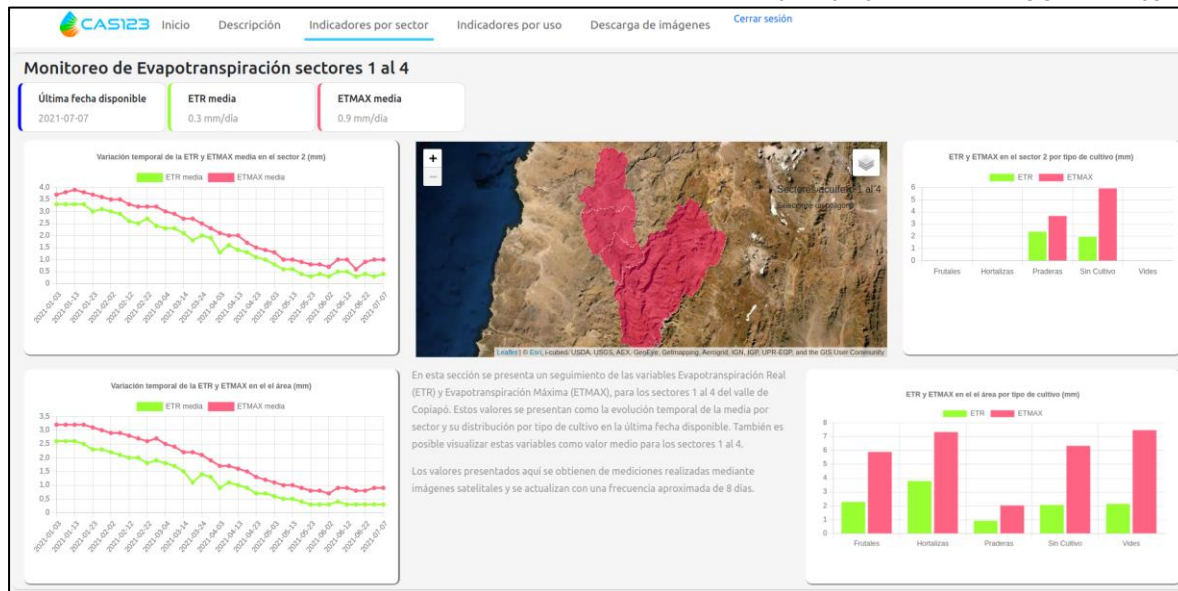


Figura 13 Página de indicadores por sector

Esta es una página de acceso liberado, es decir que no requiere autenticación del usuario para acceder a ella.

VI.3.D. Página de indicadores por uso de suelo

La página de indicadores por uso de suelo presenta la información agrupada a nivel de polígonos de uso agrícola del suelo en el valle de Copiapó. Esto significa que la información desplegada representa el comportamiento de las variables entregadas por el modelo a un nivel de agregación de mayor detalle incluso que los predios. Sin embargo, no existe la posibilidad de asociar cada polígono de uso con un predio o propietario en particular.

Al igual que en el caso anterior, en esta página se presenta la información en un *dashboard*, donde la información se presenta resumida en recuadros de datos clave, mapas interactivos y gráficos dinámicos (Figura 14).

La información desplegada en esta página se considera sensible y por lo tanto tiene acceso controlado y limitado a usuarios que cuentan con la autorización correspondiente. En consecuencia, el acceso a esta página solamente es permitida si el usuario se ha autenticado previamente.

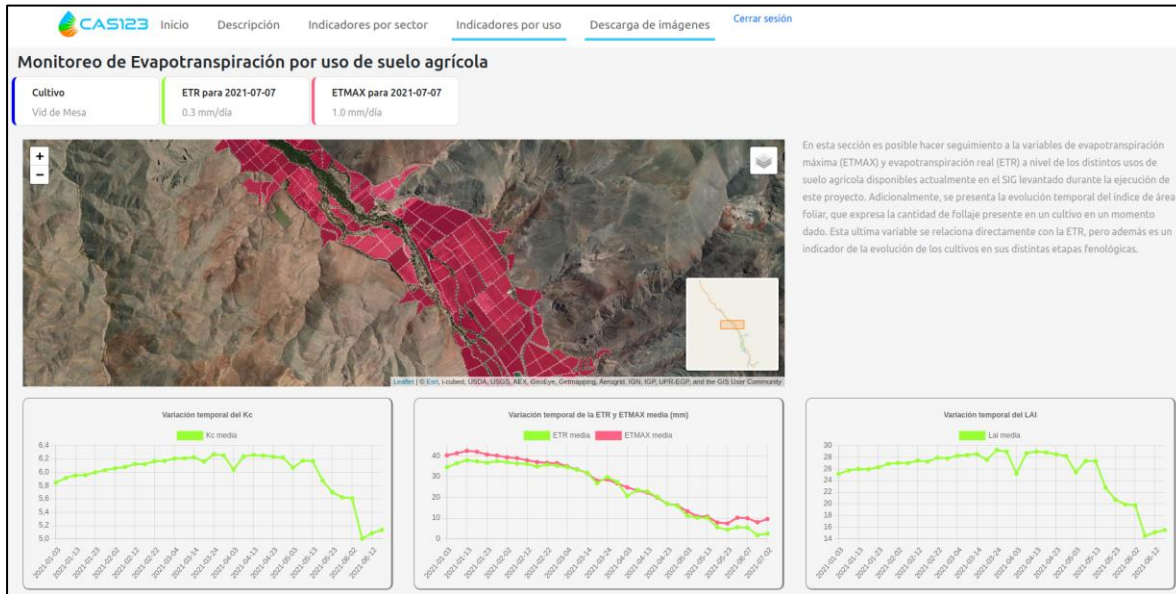


Figura 14 Página de indicadores por uso de suelo.

VI.3.E. Página de descarga de imágenes

Esta página permite la descarga de imágenes ráster para un determinado cuadrante dentro del área cubierta por el proyecto (Figura 15). Esto se diseñó para que tanto los agricultores como los asesores puedan obtener la información base con todo el detalle para una zona determinada, entregando una mayor flexibilidad en el uso de la información.

Para descargar una imagen, el usuario debe primero seleccionar un cuadrante dentro de los que se despliegan en el mapa. Posteriormente deberá seleccionar la variable de interés que desea descargar y finalmente solicitar la descarga. La descarga se realizará automáticamente a su computador local.

La información desplegada en esta página se considera sensible y por lo tanto tiene acceso controlado y limitado a usuarios que cuentan con la autorización correspondiente. En consecuencia, el acceso a esta página solamente es permitida si el usuario se ha autenticado previamente.

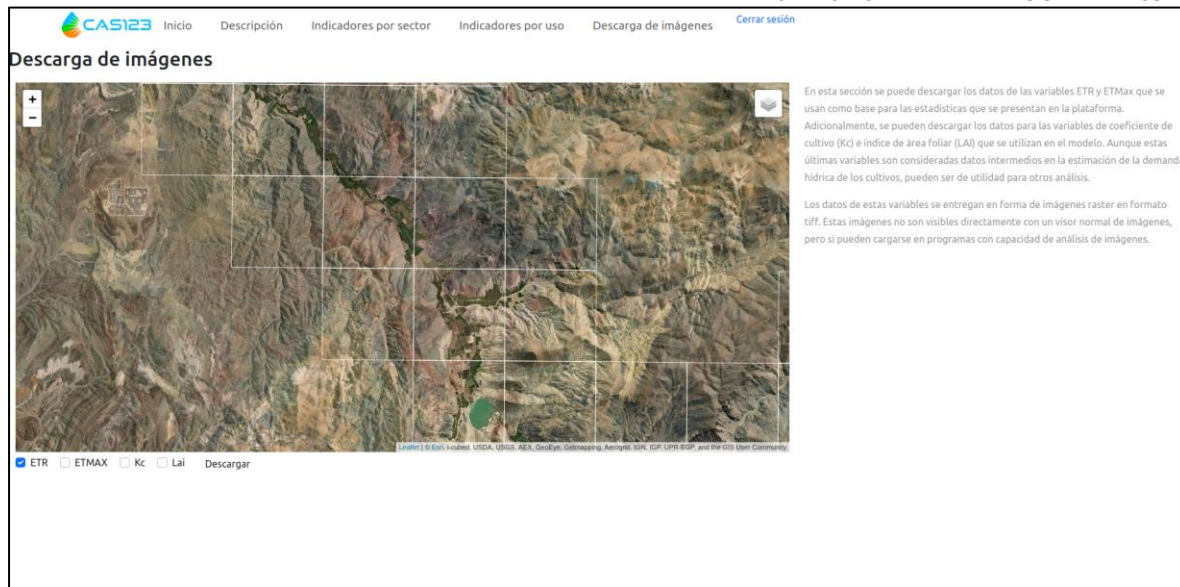


Figura 15 Página de descarga de imágenes.

VI.4. Servidor web de la Plataforma

El software de la Plataforma está implementado en un servidor web el cual fue adquirido por el proyecto. A la fecha de entrega del presente informe se encuentra firmado un Convenio de Colaboración entre las comunidades de aguas subterráneas de la cuenca del río Copiapó (CAS123, CAS4 y CASUB) y la Universidad de Chile (Anexo 1). El objetivo de dicho convenio será el de asistir a las CAS123, CAS4 y CASUB en el proceso de transferencia de la Plataforma desarrollada por el proyecto. Al respecto, el equipo ejecutor del proyecto, se hará cargo del alojamiento de la Plataforma (hardware (servidor) + software) desarrollada por un tiempo determinado en el presente convenio, hasta el momento en que CAS123, CAS4 y CASUB posean las condiciones técnicas necesarias para dar sustentabilidad a la Plataforma. Dichas condiciones están asociadas a la tenencia por parte de CAS123, CAS4 y CASUB de un espacio físico adecuado para la correcta mantención del servidor web (espacio con aire acondicionado, tenencia de sistema de alimentación energética ininterrumpida) o a la tenencia y/o contratación de un web hosting para alojar el software del sistema de monitoreo de la demanda hídrica de los cultivos.

VI.5. Actividades de retroalimentación con las comunidades de aguas subterráneas.

A través de seis reuniones de trabajo se levantaron necesidades de las OUA (CAS123, 4 y CASUB) que aportaron al diseño y codificación definitiva de la Plataforma Informática. A todas estas reuniones asistieron Fernanda Prohens y Carolina Veroitza gerentas de CAS123 y CA4 respectivamente. El administrador de CASUB – Carlos Araya – participó de la actividad realizada en Copiapó el día 8 de septiembre, al igual que Alejandra Narváez, gerenta de la Asociación de Productores y Exportadores Agrícolas del Valle de Copiapó (APECO).

| Actividad | Temática abordada | Fecha |
|------------------|--|-------------------------|
| Reunión 1 | Diseño preliminar de la Plataforma. Retroalimentación. | 2 de junio de 2020 |
| Reunión 2 | Forma de visualización de datos e información. Retroalimentación. | 9 de septiembre de 2020 |
| Reunión 3 | Presentación de diseño preliminar de Plataforma y funcionalidades de ésta a través de un SIG. Retroalimentación. | 12 de mayo de 2021 |
| Reunión 4 y 5 | Presentación de primera versión de Plataforma a profesionales ligados al riego en cuenca del río Copiapó. Retroalimentación. | 2 y 4 de junio de 2021 |
| Reunión 6 | Presentación de primera versión de la Plataforma. Retroalimentación. | 8 de septiembre de 2021 |

VI.6. Consideraciones finales

La “Plataforma de Observación de la Evapotranspiración Real y Máxima de Cultivos” es un sistema diseñado para trabajar con la menor intervención humana que fuera posible, automatizando todos los procesos que permiten la actualización dinámica, tanto para el procesamiento como para el despliegue de la información. Esto significa que se reduce al mínimo la necesidad de administración del sistema, sin embargo, no está exenta totalmente de esta necesidad, ya que siempre es recomendable el respaldo de bases de datos entre otras operaciones. Por otra parte, aunque la componente lógica requiere de poca atención, no se debe perder de vista que el sistema se implementa sobre un servidor que ha sido adquirido especialmente para este proyecto. Puesto que este tipo de equipamiento si suele requerir de más atención, se ha generado un convenio entre las Comunidades de Agua Subterráneas del valle de Copiapó – principales socias de este proyecto – y la Universidad de Chile para que esta última realice la administración del sistema, sin perjuicio de que estas comunidades sigan teniendo el dominio del equipamiento (ver Anexo 1).

Otro punto importante a destacar es que la utilización de interfaces de programación (APIs) en distintos puntos del sistema, permite dar servicios a otros sistemas que pudieran requerir los datos que se encuentran disponibles, lo cual favorece la integración e interoperabilidad de la plataforma ET_R con otros sistemas de apoyo a la toma de decisiones que existen – como es el caso de la plataforma CASUB, a la cual se le dará este servicio como parte de la ejecución de este proyecto – u otros que pudieran desarrollarse en el futuro.

Finalmente es importante recalcar que, aunque la “Plataforma de Observación de la Evapotranspiración Real y Máxima de Cultivos” es un bien no apropiable de uso público, que además se desarrolló íntegramente en lenguajes y sistemas de uso libre y código abierto y que

fue diseñada para ser interoperable, la información contenida en ella revierte cierto nivel de sensibilidad. Por esta razón se ha establecido una restricción de acceso tanto a algunos niveles de información que se presentan en las interfaces como a las APIs que son capaces de proporcionar información a otros sistemas. Esto no significa que la información no pueda ser solicitada por quien lo requiera, pero su acceso debe ser autorizado por las entidades que son las principales beneficiarias y usuarias de los productos de este proyecto.

VII. TRANSFERENCIA DE LA CAPACIDAD DE ESTIMACIÓN Y MONITOREO DE LA DEMANDA POTENCIAL Y CONSUMO REAL DE AGUA A BENEFICIARIOS DIRECTOS DEL PROYECTO A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA INFORMÁTICA.

VII.1. Desarrollo de manual del usuario de la Plataforma Informática

Como parte de las actividades de transferencia se desarrolló un manual de usuario que describe en términos generales las funcionalidades de la plataforma incluyendo un guía de uso para los usuarios. Este manual se entregó en formato digital a los representantes de las CAS123, CAS 4 y CASUB.

VII.2. Capacitación beneficiarios directos de la plataforma.

El día 23 de diciembre de 2021 se realizó una reunión de trabajo en la cual se transfirió la Plataforma desarrollada a CAS 123 y 4. En dicha actividad estuvieron presentes las gerentas de CAS123 y CAS4, Fernanda Prohens y Carolina Veroitza, respectivamente.

En dicha actividad se identificaron errores menores de despliegue de información los cuales están actualmente subsanándose.

Las interfaces correspondientes se pueden visualizar en los siguientes enlaces:

1. <http://plcas123.ficatacama.antumapu.cl/> (interfaz CAS123).
2. <http://plcas4.ficatacama.antumapu.cl/> (interfaz CAS4).



Figura 16 Foto correspondiente a la actividad de capacitación desarrollada, vía zoom, el 23 de diciembre de 2021.



Figura 17 Foto correspondiente a la actividad de capacitación desarrollada, vía zoom, el 23 de diciembre de 2021.

En Anexo 3 se encuentra las cartas de conformidad firmadas por cada una de las Comunidades de Aguas Subterráneas participantes de esta actividad.

VIII. DIFUSIÓN

A través del desarrollo del proyecto se llevaron a cabo tres actividades oficiales de difusión. A estas actividades se adiciona la creación de una página web y una reunión de presentación de resultados parciales a los beneficiarios del proyecto. En la Tabla 2 se enuncian de manera general dichas actividades.

Tabla 2 Actividades de difusión realizadas durante el desarrollo del proyecto.

| Actividad desarrollada | Descripción general | Fecha |
|---|--|-----------------------|
| Desarrollo página web. | Se creó una página web del proyecto. Al respecto, en dicha página se muestran las principales actividades realizadas, una descripción del proyecto y equipo de trabajo. El link a dicha página es: https://www.lat.uchile.cl/fic-atacama-2018v2 | Agosto de 2020 |
| Reunión de presentación de resultados parciales. | El objetivo de la actividad fue difundir y entregar a los beneficiarios finales los resultados parciales a la fecha. La actividad se realizó en formato virtual considerando el contexto de pandemia. Asistieron a dicha actividad Fernanda Prohens (gerenta de CAS123), Verónica Veroitza (gerenta CAS4), Alejandra Narvaéz (gerenta de APECO), y Carlos Araya (administrador de CASUB). | 31 de marzo de 2021 |
| Presentación en “Jornada de actualización e información cartera de iniciativas de escalamiento y consultorías en el rubro de uva de mesa en Atacama” (actividad oficial). | Se presenta en la Jornada los principales objetivos, beneficiarios y resultados parciales del proyecto. El PTI como programa territorial realiza un balance de todas las acciones regionales que aportan acciones a la producción de uva de mesa. | 9 de abril de 2021 |
| Actividad de difusión (actividad oficial). | El objetivo de la actividad fue difundir y entregar a la comunidad de la cuenca del río Copiapó información del | 15 de octubre de 2021 |

| | | |
|---|--|------------------------------|
| | <p>proyecto y sus alcances a la fecha.</p> <p>La actividad se realizó en formato virtual considerando el contexto de pandemia. El grupo de asistentes se focalizó en personas que se han vinculado, de diferentes maneras, con las actividades en los beneficiarios directos (Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs)) y comuneros o socios dichas organizaciones.</p> <p>En Anexo 2 se adjunta fotografía del evento.</p> | |
| <p>Ceremonia final de proyecto (actividad oficial).</p> | <p>El objetivo de la actividad fue difundir y entregar a la comunidad de la cuenca del río Copiapó los resultados finales del proyecto.</p> <p>Esta actividad se realizó en el Salón Amatista del Hotel Atacama Suites, Colipí 794, Copiapó. En Anexo 2 se adjunta lista de asistente y fotografía del evento.</p> | <p>27 de octubre de 2021</p> |

IX. CONCLUSIONES

A través del presente proyecto, se lograron todos los objetivos planteados en la propuesta:

1. Se desarrolló un modelo dinámico que permite estimar la demanda potencial (ETMAX) y el consumo real (ETR) de agua de los cultivos a nivel de cuenca a una escala espacial de 10 x 10 m y temporal de 8 días.
2. Se desarrolló una Plataforma Informática de transferencia del modelo dinámico desarrollado que permite monitorear la demanda potencial y consumo real de agua de los cultivos en tiempo real en la cuenca del río Copiapó.
3. Se transfirió la capacidad de monitoreo de la demanda potencial y consumo real de agua de los cultivos a los beneficiarios directos del proyecto. a través de la Plataforma Informática.

El logro de los objetivos anteriores permite contribuir a reducir la actual brecha de disponibilidad y acceso a información científica-tecnológica respecto del consumo y demanda hídrica real del sector agrícola a nivel territorial en la cuenca del río Copiapó.

IX.1. Principales dificultades afrontadas durante el desarrollo del proyecto

Debido a las condiciones de pandemia y el estallido social el plazo de ejecución del proyecto tuvo que ampliarse 6 meses desde la fecha original de finalización (17 de mayo 2021). En general, las razones fueron las siguientes:

- A mediados del mes de octubre de 2019 se produjo el estallido social, situación que afectó la normalidad de las actividades, tanto técnicas como administrativas, del proyecto. Pese a esto, una correcta adecuación de la planificación tuvo como resultado que las actividades no sufriesen mayores cambios en relación a lo declarado en la respectiva carta Gantt. El único hito que no pudo llevarse a cabo fue el desarrollo del primer Seminario de Difusión cuyo objetivo era dar a conocer - a los diferentes actores involucrados en el proyecto (ej. GORE-Atacama, representantes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas de la cuenca del río Copiapó, entre otros) y a la comunidad en general - los objetivos y alcances de la propuesta.
- Debido a la situación sanitaria producto de COVID-19, durante el mes de marzo de 2020 el Ministerio del Interior y Seguridad Pública decreta estado de excepción constitucional de de catástrofe, por calamidad pública, en todo el territorio nacional (Decreto Supremo N°104). A diferencia de lo ocurrido tras el estallido social de octubre de 2019, la situación sanitaria tuvo repercusiones directas en el desarrollo del proyecto que no pudieron ser subsanadas durante gran parte de 2020. Pese a que muchas actividades se realizaron de manera remota a través de plataformas digitales disponibles en la web, las medidas de cuarentena impuesta durante un amplio periodo de tiempo impidieron la realización de las campañas de terreno comprometidas por carta Gantt. Al respecto, se afectaron las actividades de terreno relacionadas a: i)

mediciones *in situ* de variables que demandaba la calibración y validación del modelo de estimación de evapotranspiración; ii) actualización del uso de suelo de la cuenca del río Copiapó; y iii) trabajo de co-diseño y co-construcción de Plataforma Informática con profesionales de las Comunidades de Usuarios de Agua que participan del proyecto.

- Dado una mejora en las condiciones sanitarias, durante el mes de agosto de 2020, se realizó una reprogramación de las actividades para el periodo septiembre-diciembre de 2020, la cual fue visada por GORE-Atacama. Esta reprogramación consideró la planificación – con una frecuencia mensual - de diversas campañas de terreno a la cuenca del río Copiapó que tuvieron como objetivo el inicio de las mediciones *in situ* de variables que demanda la calibración y validación del modelo de estimación de evapotranspiración, y la continuación de la actualización de uso de suelo que había comenzado en diciembre de 2019. Pese a la reactivación de las campañas a terreno, el inicio de las actividades de medición de variables *in situ* en un momento muy avanzado del proyecto (septiembre de 2020) tuvo como consecuencia el atraso del proceso de calibración y validación del modelo de evapotranspiración.
- En relación con el levantamiento y actualización de uso de suelo, queda por levantar algunos sectores de la cuenca alta del río Copiapó. Las actividades de terreno solo pudieron concretarse durante marzo de 2021.
- En consideración, al co-diseño y co-construcción de la Plataforma Informática, pese a que se desarrollaron algunas reuniones virtuales con las gerentes de las comunidades de aguas subterráneas participantes del proyecto, no fue posible lograr el hito en el momento estipulado originalmente en carta Gantt (segunda semana de febrero de 2021). Al respecto, el logro de este hito, que demandó la participación directa de profesionales relacionados a la gestión del riego y gerentas de las OUA, se consiguió en diciembre de 2021.

X. ANEXO 1 CONVENIO DE COLABORACIÓN Y CARTA DE CONFORMIDAD

CARTA DE CONFORMIDAD DE ALTERNATIVA DE INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN DE SERVIDOR WEB

Comunidad de Aguas Subterráneas Copiapó-Piedra Colgada; Piedra Colgada-Desembocadura

Fecha: Copiapó, 02/11/2021

Gobierno Regional de Atacama

Presente

En mi calidad de Representante Legal de la Comunidad de Aguas Subterráneas *Copiapó-Piedra Colgada; Piedra Colgada-Desembocadura* RUT: 65.900.710-K, vengo a hacer presente la conformidad de mi representada por la alternativa de alojar el **servidor web de la Plataforma informática** desarrollada por el proyecto "Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua" (BIP 40013379), financiado por el Gobierno Regional de Atacama, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

A pesar de que el proyecto en cuestión siempre consideró el alojamiento del servidor web de la plataforma informática en la Región de Atacama, la opción de alojar dicho componente en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile responde a que dicha institución cuenta con la infraestructura adecuada y profesionales técnicos a fines para mantener de buena forma y sin costo para nuestra Comunidad de Aguas Subterráneas (CAS) el servidor web.

Esperando sea acogida esta alternativa por parte del Gobierno Regional de Atacama se despide cordialmente:

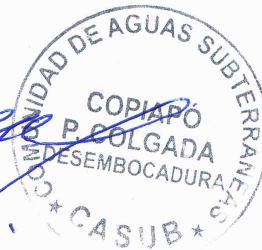


Germán Cristián Palavicino Porcile

RUT 9.284.967-8

Representante Legal de Comunidad de Aguas Subterráneas Copiapó-Piedra Colgada;

Piedra-Colgada-Desembocadura





CARTA DE CONFORMIDAD DE ALTERNATIVA DE INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN DE SERVIDOR WEB

Comunidad de Aguas Subterráneas Sectores 1, 2 y 3

Fecha: Copiapó, 28/09/2021

Gobierno Regional de Atacama

Presente

En mi calidad de Gerente de *Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 1 Aguas arriba del Embalse RUT: 65.124.977-5, Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 2 Embalse – La Puerta RUT: 65.104.018 – 3 y Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 3 La Puerta – Mal Paso RUT: 65.104.135 – k*, vengo a hacer presente la conformidad de mi representada por la alternativa de alojar el **servidor web de la Plataforma informática** desarrollada por el proyecto “Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua” (BIP 40013379), financiado por el Gobierno Regional de Atacama, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

A pesar de que el proyecto en cuestión siempre consideró el alojamiento del servidor web de la plataforma informática en la Región de Atacama, la opción de alojar dicho componente en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile responde a que dicha institución cuenta con la infraestructura adecuada y profesionales técnicos a fines para mantener de buena forma y sin costo para nuestra Comunidad de Aguas Subterráneas (CAS) el servidor web.

Esperando sea acogida esta alternativa por parte del Gobierno Regional de Atacama se despide cordialmente:

M. Fernanda Prohens Poblete

14.166.923-0



CARTA DE CONFORMIDAD DE ALTERNATIVA DE INSTALACIÓN Y MANTENCIÓN DE SERVIDOR WEB

Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4 Mal Paso - Copiapó

Fecha: Copiapó, 17/08/2021

Gobierno Regional de Atacama

Presente

En mi calidad de Gerente de *Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4 Mal Paso – Copiapó*, RUT: 65.103.897- 9, vengo a hacer presente la conformidad de mi representada por la alternativa de alojar el **servidor web de la Plataforma informática** desarrollada por el proyecto “Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua” (BIP 40013379), financiado por el Gobierno Regional de Atacama, en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

A pesar de que el proyecto en cuestión siempre consideró el alojamiento del servidor web de la plataforma informática en la Región de Atacama, la opción de alojar dicho componente en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile responde a que dicha institución cuenta con la infraestructura adecuada y profesionales técnicos a fines para mantener de buena forma y sin costo para nuestra Comunidad de Aguas Subterráneas (CAS) el servidor web.

Esperando sea acogida esta alternativa por parte del Gobierno Regional de Atacama se despide cordialmente,

C. Veroitza

MARIA CAROLINA VEROITZA
GERENTE
COM. DE AGUAS SUBT.
SECTOR 4 MAL PASO - COPIAPÓ

María Carolina Veroitza C.

Gerente

Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4 Mal Paso - Copiapó



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

**CONVENIO DE COLABORACIÓN ENTRE LA UNIVERSIDAD DE CHILE- FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONOMICAS- DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

Y

COMUNIDADES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ

En Santiago de Chile, a 14 de diciembre de 2021, entre la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, RUT N° 60.910.000-1, representada según se acreditará, por su Decano don Roberto Fernando Neira Roa Cl. N° 5.473.723-8 ambos domiciliados en Santa Rosa 11315, Santiago, Región Metropolitana, en adelante "la Facultad" y por las otras: 1) Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 1 Aguas arriba del Embalse RUT: 65.124.977-5, en adelante "CAS1", representada por don Rodrigo León Susaeta Margulis, RUT: 7.367.084-5, domiciliado en Pasaje Vicente Sepúlveda N°479 Villa Magisterio, Copiapó, Región de Atacama; 2) Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 2 Embalse – La Puerta, RUT: 65.104.018 – 3 en adelante "CAS2", representada por don Guillermo Alfonso Reinking Villalón, RUT: 5.898.465-5, domiciliado en Pasaje Vicente Sepúlveda N°479 Villa Magisterio, Copiapó, Región de Atacama; 3) Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 3 La Puerta – Mal Paso RUT: 65.104.135 – k, en adelante "CAS3", representada por don Marco Antonio Cornejo Moraga, RUT: 6.581.487-0, domiciliado en Pasaje Vicente Sepúlveda N°479 Villa Magisterio, Copiapó, Región de Atacama; 4) Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4 Mal Paso-Copiapó, RUT: 65.103.897-9 en adelante "CAS4", representada por don Angel Victorio Revello Valencia, RUT: 5.299.103-K, ambos domiciliados en Pasaje Domingo Alvarado N°1247 Villa ENAMI, Copiapó, Región de Atacama; 5) Comunidad de Aguas Subterráneas "Copiapó-Piedra Colgada; Piedra Colgada-Desembocadura", RUT: 65.900.710-K en adelante "CASUB", representada por don Germán Cristián Palavicino Porcile Cl. N° 9.284.967-8, ambos domiciliados en la calle El Cedro N°0626 La Arboleda, Copiapó, Región de Atacama. Se viene en concordar el presente Acuerdo de Colaboración, con los objetivos, consideraciones y compromisos que se detallan en el presente documento.

PRIMERO.- ANTECEDENTES:

- a) La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile es una institución de Educación Superior del Estado de carácter nacional y público, dedicada a la educación superior, investigación creación y extensión en ciencias, las humanidades, las artes y las técnicas, al servicio del país en el contexto universal de la cultura y tiene como misión fundamental contribuir al desarrollo del país bajo el concepto de desarrollo sustentable y de protección del medio ambiente.
- b) De acuerdo al modelo de gestión de aguas subterráneas de Chile, la gestión de los recursos hídricos subterráneos está delegada a los poseedores de derechos



de aprovechamiento de agua, quienes se pueden organizar en Comunidades de Aguas Subterráneas (en adelante "CAS"). En concordancia con lo anterior, el objetivo general de las CAS 1, 2 y 3; CAS4 y CASUB es administrar y controlar el recurso hídrico en los diferentes sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común del acuífero del río Copiapó que se encuentra bajo sus jurisdicciones, promoviendo la eficiencia en el uso del agua y permitiendo el desarrollo armónico de cada sector económico.

- c) Durante el año 2019 la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile se adjudicó el Proyecto FIC, BIP 40013379 "**Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua**" (en adelante "EL PROYECTO") en el cual las CAS 1, 2 y 3; CAS4 y CASUB participan en calidad de entidades interesadas del mismo. Al respecto, el interés de estas organizaciones en el proyecto radica en que son los principales beneficiarios de los resultados que se emanan de éste, ya que les permitirá conocer de mejor manera los consumos reales y potenciales de los cultivos dentro de cada una de sus jurisdicciones tanto en el tiempo como en el espacio.
- d) Dentro de los objetivos planteados en "EL PROYECTO" está el desarrollo de una plataforma informática (en adelante "LA PLATAFORMA") que permita transferir a los beneficiarios directos del proyecto (CAS 1, 2 y 3; CAS4 y CASUB) la capacidad de estimación y monitoreo de la demanda potencial y la demanda real de agua de los cultivos en tiempo real en la cuenca del río Copiapó.
- e) "LA PLATAFORMA" incluye dentro de sus componentes un **servidor web**, el cual fue adquirido con fondos del proyecto. Para que el proceso de transferencia sea exitoso, es importante disponer de un espacio adecuado para alojar el **servidor web**, el cual debe cumplir con ciertos requisitos que permitan el correcto funcionamiento de "LA PLATAFORMA" en el tiempo. Estos requisitos incluyen i) un ambiente acondicionado con temperatura e instalaciones eléctricas adecuadas para el correcto funcionamiento del servidor web y de Internet de alta velocidad que permita la transmisión de altos flujos de datos, así como ii) del personal técnico dedicado a la administración y mantención de "LA PLATAFORMA". Todo esto al menor costo posible debido a que CAS 1, 2 y 3; CAS4 y CASUB no poseen todos los elementos antes mencionados es que se determinó que el **servidor web** quede alojado al interior de la "LA FACULTAD" por un período acotado de tiempo.

SEGUNDO. - OBJETIVOS

Con los antecedentes antes expuestos "LA FACULTAD" y las "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB", acuerdan celebrar el presente Convenio de Colaboración con el objetivo general que la Facultad asista a las "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB" en el proceso de



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

transferencia de "LA PLATAFORMA" desarrollada por el proyecto FIC, BIP 40013379. Al respecto, "LA FACULTAD" por intermedio del equipo ejecutor del proyecto, se hará cargo del alojamiento de "LA PLATAFORMA" (hardware (servidor web) + software) por un tiempo determinado en el artículo SEXTO del presente convenio, hasta el momento en que "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB" posean las condiciones técnicas necesarias para dar sustentabilidad a "LA PLATAFORMA". Dichas condiciones están asociadas a la tenencia por parte de "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB" de un espacio físico adecuado para la correcta mantención del servidor web (espacio con aire acondicionado, tenencia de sistema de alimentación energética ininterrumpida) o a la tenencia y/o contratación de un web hosting para alojar el software del sistema de monitoreo de la demanda hídrica de los cultivos.

TERCERO.- ACTIVIDADES COMPROMETIDAS POR LA FACULTAD EN EL PRESENTE CONVENIO

"LA FACULTAD" mediante el equipo ejecutor del Proyecto FIC, BIP 40013379, se compromete a proporcionar un espacio físico y las condiciones de operatividad, que incluye entre otras, banda ancha y el suministro de energía eléctrica, que cumplan las condiciones técnicas para la instalación del servidor web (hardware de "LA PLATAFORMA") y el buen funcionamiento del software de "LA PLATAFORMA". Esta actividad no tendrá costo para las "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB".

CUARTA.- RESULTADOS ESPERADOS

La instalación y operatividad de "LA PLATAFORMA" (hardware (servidor) + software) en dependencias de la "FACULTAD".

QUINTO.- ACTIVIDADES COMPROMETIDAS POR LAS "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB"

La participación de "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB" en el presente Acuerdo de Colaboración, contempla la administración del software de "LA PLATAFORMA". Esto implica que "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB", a través de sus administradores/as, gestionará el tráfico de información entre los usuarios de "LA PLATAFORMA" (ej. Agricultores pertenecientes a cada "CAS") y "LA PLATAFORMA". Al mismo tiempo facilitará información de "LA PLATAFORMA" para uso con fines académicos por parte de la Universidad.

SEXTO.- DURACIÓN DEL CONVENIO

El presente convenio entrará a regir a contar de la fecha de total tramitación del acto administrativo que lo apruebe y tendrá una duración de dos años prorrogable por otros dos años.

SEPTIMO.- APOORTE DE "CAS 1, 2 y 3"; "CAS4" y "CASUB"

Para la ejecución de las actividades que le corresponden en el proyecto, "CAS 1, 2 y 3";



“CAS4” y “CASUB” se obliga a financiar con fondos propios a los profesionales que tengan como función la administración de “LA PLATAFORMA”.

OCTAVO.- RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

Cualquier dificultad o controversia que se produzca entre los contratantes respecto de la aplicación, interpretación, duración, validez, ejecución, y/o efectos de este contrato y/o sus documentos complementarios, o cualquier otro motivo relacionado con ellos, será sometida a los tribunales ordinarios de justicia competentes del domicilio de la parte que resulte demandada, según la información indicada en la comparecencia del presente instrumento.

NOVENO.- COORDINADORES DEL CONVENIO

La Facultad designa como responsable y coordinador del Convenio al Prof. Rodrigo Fuster Gómez, académico del Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales Renovables de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

DECIMO.- PROPIEDAD DE LOS RESULTADOS

La propiedad de los resultados y de la información generada por la Facultad en el marco de este Proyecto, pertenecerán a la Universidad de Chile-Facultad de Ciencias Agronómicas.

DECIMO PRIMERO.- PERSONERÍAS

La personería con que el Señor Roberto Fernando Neira Roa, Decano de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile concurre a este acto, consta en Decreto N° 1874 de 2018 y en relación con el Decreto N° 007732 ambos de la Universidad Chile.

La personería de Rodrigo León Susaeta Margulís para representar a la Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 1 Aguas arriba del Embalse, consta de escritura Pública de fecha tres de noviembre del 2021, otorgada ante el Notario Público Titular de la Notaría de Don Francisco Nehme Carpanetti, Repertorio N°2464/2021.

La personería de Alfonso Reinking Villalón para representar a la Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 2 Embalse – La Puerta consta de escritura Pública de fecha tres de noviembre del 2021, otorgada ante el Notario Público Titular de la Notaría de Don Francisco Nehme Carpanetti, Repertorio N°2466/2021.

La personería de Marco Cornejo Moraga para representar a la Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 3 La Puerta – Mal Paso consta de escritura Pública de fecha quince de noviembre del 2021, otorgada ante el Notario Público Titular de la Notaría de Don Francisco Nehme Carpanetti, Repertorio N°2571/2021.

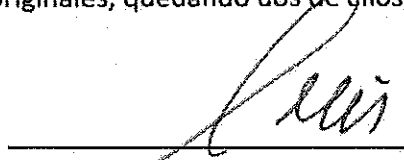
La personería de Angel Victorio Revello Valencia para representar a la Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4 Mal Paso-Copiapó consta de escritura Pública de fecha 27 de octubre de 2021, otorgada ante el Notario Público Suplente de la Segunda Notaría



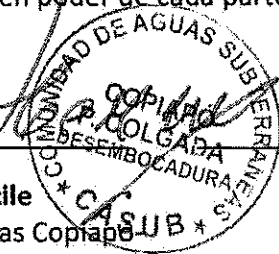
UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

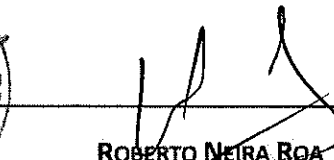
y Conservador de Minas de Copiapó, Marcelo Díaz Suazo, Repertorio N°1340/2021.
 La personería de Germán Cristian Palavicino Porcile para representar a la Comunidad de Aguas Subterráneas Copiapó-Piedra Colgada; Piedra Colgada-Desembocadura consta de escritura Pública de fecha 01 de octubre de 2019, otorgada ante el Notario Público Titular de la Primera Notaría de Copiapó, Francisco Nehme Carpanetti, Repertorio N°2435-2019 y escritura pública de fecha 01 de octubre de 2019, otorgada ante el Notario Público Titular de la Primera Notaría de Copiapó, Francisco Nehme Carpanetti, Repertorio N°2436-2019.

Las partes manifiestan que conocen y aceptan todas y cada una de las disposiciones del presente Acuerdo, en fe de lo cual, y para constancia se firma en dos ejemplares originales, quedando dos de ellos, en poder de cada parte.

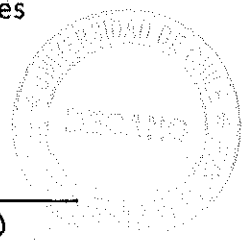


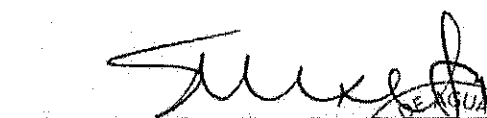
Germán Palavicino Porcile
 Comunidad de Aguas Subterráneas Copiapó-
 Piedra Colgada; Piedra Colgada-
 Desembocadura
REPRESENTANTE LEGAL



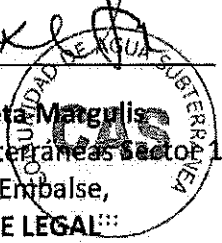


ROBERTO NEIRA ROA
 Fac. Cs Agronómicas U. de Chile
DECANO





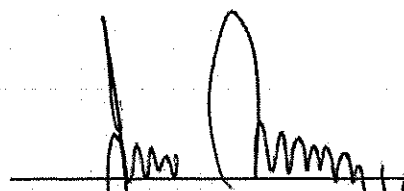
Rodrigo León Susaeta Matulis
 Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 1
 Aguas arriba del Embalse,
REPRESENTANTE LEGAL



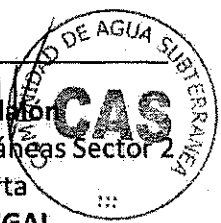


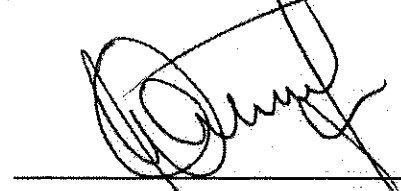
Angel Victorino Revello Valencia
 Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4
 Mal Paso-Copiapó
REPRESENTANTE LEGAL



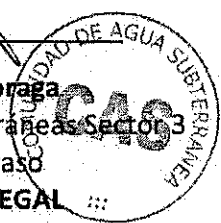


Alfonso Reinking Villator
 Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 2
 Embalse – La Puerta
REPRESENTANTE LEGAL





Marco Cornejo Moraga
 Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 3
 La Puerta – Mal Paso
REPRESENTANTE LEGAL



XI. ANEXO 2 ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN

Figura C 1 Foto correspondiente a la actividad de difusión realizada vía zoom el 15 de octubre de 2021.



Figura C 2 Foto correspondiente a la ceremonia de finalización de proyecto el 27 de octubre de 2021 en la ciudad de Copiapó.



Figura C 3 Foto correspondiente a la ceremonia de finalización de proyecto el 27 de octubre de 2021 en la ciudad de Copiapó.



Figura C 4 Lista de asistencia a la ceremonia de finalización de proyecto el 27 de octubre de 2021 en la ciudad de Copiapó.



Ceremonia de cierre de proyecto

Registro de Asistencia

"Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua"

Proyecto financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Atacama

27 de octubre, 2021

| Nombre | Organización/Institución | Correo electrónico | Firma |
|-------------------|--------------------------|---------------------------------|---------|
| Hugo Rodríguez | BORE | hrodriguez@poreatacama.cl | [Firma] |
| Rodrigo Gómez Paz | V. de Chile | rgomez.uchile@gmail.com | [Firma] |
| Claudio Sánchez | Municipalidad de Copiapó | claudio.sanchez@munici.copio.cl | [Firma] |
| Fernanda Robles | CAS 123 | frobles@cas123.cl | [Firma] |
| Fco. Gasso | CAS 123 | Gasso@cas123.cl | [Firma] |
| Catalina Ruiz | CAS 123 | CatalinaRuiz96@gmail.com | [Firma] |



| | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|---------|
| Maristina Rubino R | CAS 123 | administracion@cas123.cl | [Firma] |
| Alejandro Toledo T. | CAS 48 | alejandro.toledo@landinminif.com | [Firma] |
| Jorge Miranda | Unidad de GEA | jmiranda@gea.cl | [Firma] |
| Sofía García | PTI Una de los | coordinacion@ptiunade.cl | [Firma] |
| Carolina Jorjanta | CAS 4 | secretaria@cas4.cl | [Firma] |
| Gilberto Espejo | CAS 4 | secretaria@cas4.cl | [Firma] |
| ALEXANDRA NAVARREZ | APSCO | navarez@apSCO.CL | [Firma] |
| JUAN BERNARDO V | IBV | JUANBERNARDOV@IBV.CHILE.COM | [Firma] |
| Maria Campillo | CAS 4 | [Firma] | [Firma] |
| Jorge Espinoza | CAS 4 | financiamiento@cas4.cl | [Firma] |
| JORGE ESPINOZA MARINO | DGA - ATACAMA | jorge.espinoza@norp.gov.cl | [Firma] |
| Daniel Barreda | I. Municipalidad T.A. | Daniel.Barreda.15@municiat.cl | [Firma] |



Ceremonia de cierre de proyecto

Registro de Asistencia

"Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua"

Proyecto financiado por el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) del Gobierno Regional de Atacama

27 de octubre, 2021

| Nombre | Organización/Institución | Correo electrónico | Firma |
|--------------------|--|-------------------------------------|-------|
| Constanza Lezo Gao | Ilustre Municipalidad Tierra Amarilla | medioambiente@tierra- amilla.com | |
| Norman Cortez V. | I. N. de Tierra Amarilla | la.norman.cortez.v@hotmail.com | |
| Pablo Lobo | Cooperativa Agraria | PabloSR@cooperativa.cl | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

XII. ANEXO 3 CARTA DE CONFORMIDAD

CARTA DE CONFORMIDAD

Comunidad de Aguas Subterráneas Sectores 1, 2 y 3

Fecha: Copiapó, 05/02/2022

Gobierno Regional de Atacama

Presente

En mi calidad de Gerente de *Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 1 Aguas arriba del Embalse RUT: 65.124.977-5, Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 2 Embalse – La Puerta RUT: 65.104.018 – 3 y Comunidad de Aguas Subterráneas Sector La Puerta – Mal Paso RUT: 65.104.135 – k*, vengo a hacer presente mi conformidad de mi representada por la Plataforma de Observación de la Evapotranspiración Real y Máxima de Cultivos, desarrollada en el Proyecto “Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua (FIC-BIP 40013379)” por la Universidad de Chile y financiado con el aporte Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) de la Región de Atacama 2018.

Nuestra Organización declara estar conforme con el resultado esperado consistente en un sistema informático que entrega información de Etr y ETmax e indicadores asociados cada 8 días y con una resolución de 10 x 10 metros, al cual se podemos acceder visitando la Plataforma desarrollada. Esta nos permitirá mejorar nuestra gestión del recurso hídrico a nivel de Organización de Usuarios del Agua.



M. Fernanda Prohens Poblete

14.166.923-0

Gerente

Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 1, 2 y 3 – Copiapó

CARTA DE CONFORMIDAD

Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4

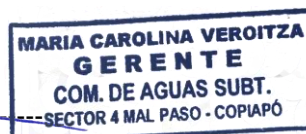
Fecha: Copiapó, 05/01/2022

Gobierno Regional de Atacama

Presente

En mi calidad de Gerente de la Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4 Mal Paso-Copiapó RUT: N°65.103.897-9, vengo a hacer presente mi conformidad de mi representada por la Plataforma de Observación de la Evapotranspiración Real y Máxima de Cultivos, desarrollada en el Proyecto "Sistema de monitoreo en tiempo real de la demanda hídrica de los cultivos para la gestión sustentable del agua (FIC-BIP 40013379)" por la Universidad de Chile y financiado con el aporte Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R) de la Región de Atacama 2018

Nuestra Organización declara estar conforme con el resultado esperado consistente en un sistema informático que entrega información de Etr y ETmax e indicadores asociados cada 8 días y con una resolución de 10 x 10 metros, al cual se podemos acceder visitando la Plataforma desarrollada. Esta nos permitirá mejorar nuestra gestión del recurso hídrico a nivel de Organización de Usuarios del Agua.



María Carolina Veroitza.C

Gerente

Comunidad de Aguas Subterráneas Sector 4 Mal Paso-Copiapó