

Informe Practica Integral

Escuela Calebu

Autor: Diego Herrera Pino
Supervisora: Maria Elena Lienqueo Contreras

Fecha de entrega: 21 de marzo de 2022
Santiago de Chile

Índice de Contenidos

1. Introducción	1
2. Recopilación de información	1
3. Diseño del sistema de recolección de agua lluvia	3
4. Visita al territorio	4
5. Análisis de la comunidad de la escuela Calebu	7
6. Conclusiones	9
Referencias	9
Anexo A. Reporte a PRELA del diseño del sistema de recolección de agua lluvia.	9

Índice de Figuras

1. Mapa físico de la comuna de Contulmo.	1
2. Subcuenca Lago Lanalhue dentro de la comuna de Contulmo.	2
3. Esquema conceptual de un sistema de recolección de agua lluvia.	3
4. Medición de la zona de captación de aguas lluvias.	5
5. Foto junto a funcionarios de la escuela.	5
6. Huerto escuela Calebu.	6
7. Frontis de la municipalidad de Contulmo.	7
8. Reunión con Servicio País Contulmo.	7
9. Foto junto al werken Nelson Leviqueo y Diana Martinez.	8

1. Introducción

El presente informe tiene como objetivo documentar los trabajos realizados desde el mes de septiembre de 2021 hasta finales de enero de 2022, en el proyecto de *Prácticas integrales* del programa de Pueblos Indígenas de FCFM de la Universidad de Chile en el contexto de asesoría a la escuela Calebu, ubicada en la comuna de Contulmo en la región del Biobío, para el diseño de un sistema de recolección de aguas lluvias. La propuesta de este sistema es el producto de reuniones en conjunto a la escuela Calebu, con el fin de conservar el certificado ambiental que posee. La función de este sistema de recolección tiene por fin suplir los requerimientos hídricos del huerto que posee la escuela, el cual actualmente está en desuso.

El trabajo fue realizado en conjunto con la estudiante de Ingeniería Industrial Diana Martínez (quien abordó la problemática de un huerto comunitario para la escuela Calebu) y consta de dos etapas, la recolección de información de la zona de estudio y la visita a terreno realizada entre el 10 de enero y el 14 de enero. En contexto de la práctica integral, no tan solo se recolecta información técnica, también sociocultural, debido a que gran parte de la población de la comunidad de la localidad de Calebu es de etnia Mapuche.

2. Recopilación de información

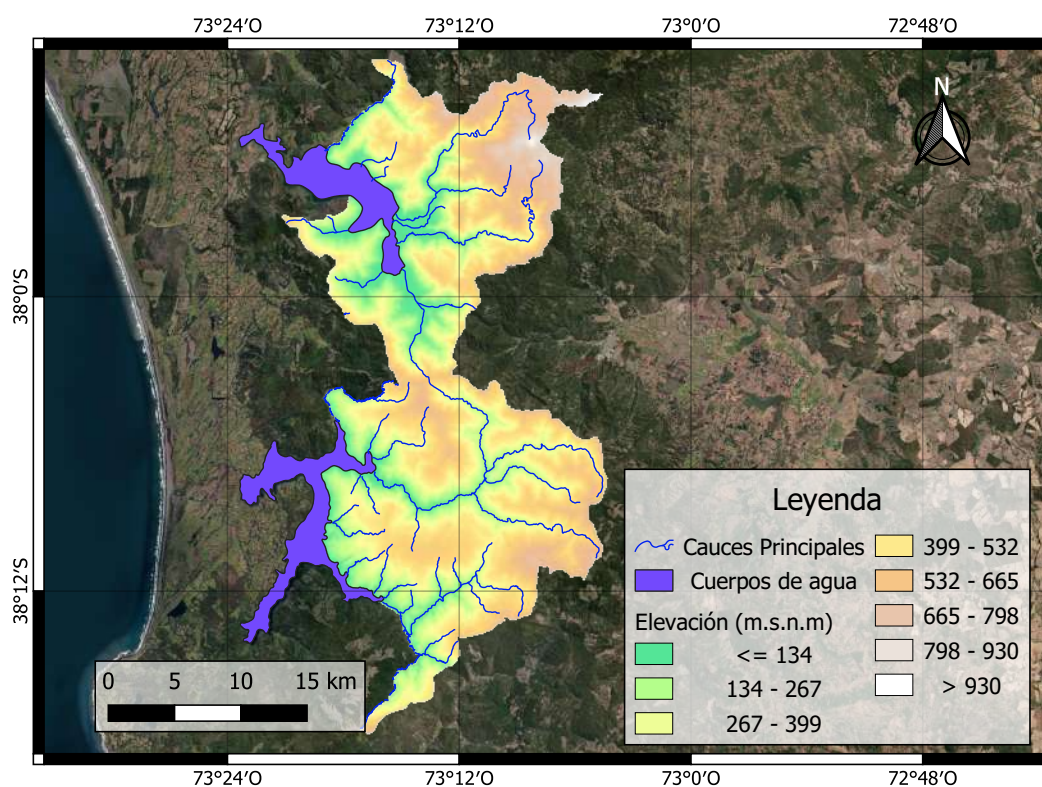


Figura 1: Mapa físico de la comuna de Contulmo.

La escuela Calebu se ubica dentro de la comuna de Contulmo (Figura 1), ubicada en la región del Bio-Bio. Al oeste se encuentra la comuna de Cañete y al este la cordillera de Nahuelbuta y la comuna de Purén, región de la Araucanía. La comuna cuenta con dos masas lacustres, en el noroeste el lago Lanalhue contando con el Estero Calebu y Elicura como principales tributarios, y en el suroeste el Lago Lleu-Lleu con Río Huillinco y Mahuilque como sus principales afluentes.

Contulmo es la ciudad principal de la comuna y cuenta con 6.031 habitantes (*Censo INE Año 2017*), toda la comuna presenta una superficie de 962 km². El establecimiento educacional se encuentra en el valle de Elicura, aproximadamente a 6 kilómetros de Contulmo y pertenece a la cuenca del lago Lanalhue (Figura 2), por tanto se realizó un análisis hidrológico para esta cuenca, en donde se usaron los datos de la estación meteorológica de la DGA ubicada en la comuna de Contulmo, con una disponibilidad de 20 años continuos desde 1998 hasta 2018. Se analizó también las precipitaciones de los últimos 40 años para las estaciones de Quilaco, Lumaco y Curacautin para caracterizar las tendencias en las precipitaciones a mayor escala.

“Contulmo que en mapudungun, significa lugar de Paso, está ubicado al sur – este de la Provincia de Arauco y está localizado a 160 Km. al sur de Concepción y remonta su historia en el año 1868, cuando Cornelio Saavedra fundó un nuevo fuerte en este lugar, durante su paso hacia Purén. Fue así que en 1884, la comuna de Contulmo, recibió a un grupo de familias alemanas provenientes de Berlín y Hamburgo, quienes dieron impulso a la Comarca. Entre los principales hitos marcados por estas familias se cuentan la construcción de una de las primeras Escuelas Alemanas del país en 1893...”. Con estas palabras la Municipalidad de Contulmo describe en su pagina web (<https://www.contulmo.cl/alcalde/>) los inicios de su comuna marcada por la llegada de colonos alemanes.

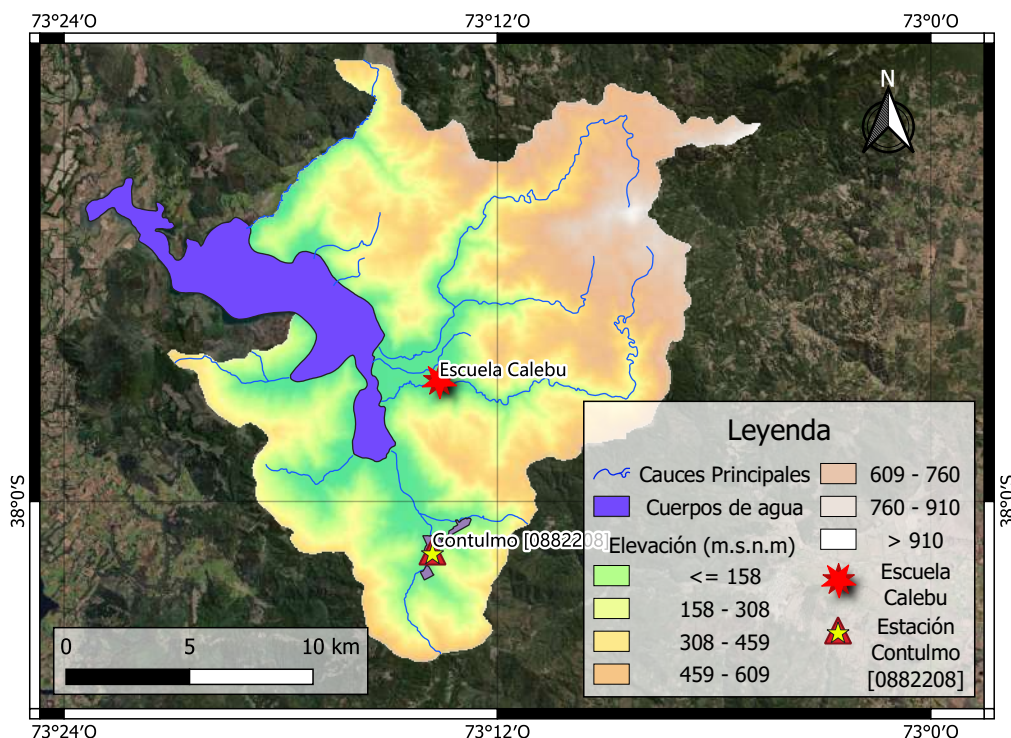


Figura 2: Subcuenca Lago Lanalhue dentro de la comuna de Contulmo.

La Figura 3 muestra de manera conceptual un sistema de recolección de agua lluvia, donde se utiliza una superficie de techo para captar agua y mediante las canaletas dirigirlas a un estanque para poder almacenar el agua captada en dicha superficie.



Figura 3: Esquema conceptual de un sistema de recolección de agua lluvia.

3. Diseño del sistema de recolección de agua lluvia

La principal componente de este sistema es el estanque de agua, ya que de esto depende cuanta agua se guardará para un futuro aprovechamiento. Hasta la fecha actual, la escuela no tiene un programa con los cultivos que desean realizar, por lo que el diseño de este sistema de recolección se hizo tomando criterios hidrológicos mediante una lluvia de diseño y una superficie de techo en la escuela Calebu medido en la visita a terreno. Se elaboró un informe para el Programa de Recuperación de los Servicios Ambientales de los Ecosistemas de la Provincia de Arauco (PRELA) con el objetivo de una cooperación entre este y la escuela. PRELA esta a cargo de la SEREMI de Medio Ambiente Biobío y ha ejecutado proyectos en el valle de Elicura con anterioridad. El informe completo se encuentra en el Anexo A. Se estima que es requerido un estanque de $V = 10.000 (L)$, para un monto máximo mensual de precipitación mensual $P = 311 (mm)$ correspondiente a un periodo de retorno de 2 años, es decir, se estima que cada dos años debería ocurrir un fenomeno de estas proporciones en la zona de estudio.

Para la construcción de este sistema se realizaron cotizaciones con la empresa *Cosecha Agua Gómez y Fernandez Spa.* quienes estiman un precio de construcción de \$3.455.433. Se realizó de manera independiente una cotización con proveedores de la zona o ciudades cercanas y se estima un presupuesto total de \$2.567.420. De esta manera la escuela puede decidir en más de una alternativa para llevar acabo el proyecto, además el informe a PRELA incluye fondos estatales y privados a los

cuales puede se puede postular para financiar el sistema de recolección de agua lluvia. Se recomienda la opción de contratar a *Cosecha Agua Gómez y Fernandez Spa.* ya que tienen experiencia en la construcción de estos sistemas.

4. Visita al territorio

Durante el 10 de enero y el 14 de enero de 2022 se hizo un viaje a la comuna de Contulmo para poder realizar mediciones en la escuela para el diseño, conocer a la comunidad de Calebu e investigar posibles fuentes de financiamiento por parte del municipio. Durante los primeros días se realizó un reconocimiento del territorio y se visitó la escuela Calebu. Las Figuras 4, 5 y 6 muestran la visita a la escuela Calebú.

El profesor Felipe Monsalve (Figura 5) fue el principal contacto en representación de la institución durante la visita, el explicó la situación actual de la escuela con la pandemia, donde la matrícula ha disminuido durante los últimos años, teniendo una migración de matrículas a establecimientos subvencionados en Contulmo. Además describe a los estudiantes de la escuela como niños y niñas muy enérgicos, respetuosos y colaboradores con trabajos físicos. También resalta su preocupación por su futuro ya que los alumnos son inocentes y los mayores se ven influenciados al consumo de alcohol drogas por los adolescentes que cursan enseñanza media en la ciudad de Contulmo.

El profesor Felipe junto a otra profesora que se reincorporará este año al establecimiento son los encargados de la educación ambiental dentro de la escuela, una vez se realice el proyecto de recolección de aguas lluvias, ellos en conjunto al *werken* (mensajero), quién educa a los estudiantes según las tradiciones ancestrales mapuches, serán los encargados de realizar actividades y un plan de gestión del huerto en donde podrán dar a los estudiantes no solo conocimientos de agricultura, sino que de administración, gestión, matemáticas, economía, etc.



Figura 4: Medición de la zona de captación de aguas lluvias.



Figura 5: Foto junto a funcionarios de la escuela.



Figura 6: Huerto escuela Calebu.

A lo largo de la semana en Contulmo se fue recopilando información y se realizaron varias visitas a la municipalidad de Contulmo (Figura 7), lo cual concluyó en el contacto con *Servicio País*, quienes bajo la tutela de Fundación Superación de la Pobreza ayudan técnicamente a los proyectos comunitarios que existen en el territorio. En estas reuniones (Figura 8) se obtuvo información acerca de alternativas de fondos a los cuales puede postular la escuela para el desarrollo del proyecto (Anexo A). Fruto de estas reuniones surgió el contacto con PRELA, programa a quien le fue informado y se vio interesado en ayudar con la construcción de este sistema de recolección de agua lluvia. PRELA ya ha ayudado a construir otros sistemas de recolección en el valle de Elicura pero todos con fines domiciliarios.

Luego de tener las mediciones requeridas para el diseño del recolector y haber recopilado información de financiamiento en terreno, el viaje se da por terminado con éxito.



Figura 7: Frontis de la municipalidad de Contulmo.



Figura 8: Reunión con Servicio País Contulmo.

5. Análisis de la comunidad de la escuela Calebu

El día jueves 13 de enero se realizó una reunión con el *werken*, Nelson Leviqueo Catricura, de la comunidad de Calebu (Figura 9). El da testimonio de su percepción de la identidad que existe dentro de la comunidad mapuche en el valle de Elicura, su labor como mensajero y educador de las tradiciones ancestrales del pueblo mapuche a los alumnos, enseñando la lengua y costumbres en

la asignatura de Lengua Indígena. Indica además de la desconfianza que ha generado dentro de la comunidad los incidentes asociados al conflicto que existe dentro de la zona entre las comunidades mapuche, el Estado y las industrias forestales. También se indicó que existe un menosprecio en la zona, no a la cultura mapuche, si no a las personas de etnia mapuche, practica que se ha llevado acabo desde la fundación de la comuna. Durante las últimas décadas ha existido mayor interés por la cultura mapuche y la recuperación de practicas ancestrales, pero aún existe dentro de la comuna un menos precio a las comunidades indígenas. Finalmente señala que valora los esfuerzos que se han echo durante los últimos años para fortalecer la enseñanza de los saberes ancestrales, pero que aún falta mayor inversión en materiales educativos que refieran a los saberes ancestrales.



Figura 9: Foto junto al werken Nelson Leviqueo y Diana Martinez.

Dado el testimonio del *werken*, se observa que se debe potenciar más los lazos comunitarios para generar instancias que fortalezcan tanto la cultura ancestral como los valores de la comunidad

en los más pequeños y también poder unir a los adultos. También la municipalidad participar de manera proactiva en las festividades del pueblo mapuche, de manera que toda la comunidad se vea involucrada, siempre respetando las ceremonias más íntimas de las comunidades. Otro punto tocado fue el alcoholismo que presentan algunos adultos dentro de la comunidad, por lo que es requerido mayor apoyo en salud mental o espiritual, donde tanto la municipalidad como la comunidad deben generar mecanismos que permitan identificar y tratar a la persona alcohólica.

6. Conclusiones

Una vez concluida la práctica se tiene que se el diseño un sistema de recolección de agua lluvia en base a criterios hidrológicos fue realizado de manera satisfactorio junto a sus respectivas cotizaciones, así como se estableció el contacto entre PRELA y la escuela Calebu. El estanque seleccionado permitirá almacenar 10.000 (L) para suplir con los requerimientos hídricos de futuros cultivos en los periodos más secos del año. La comunidad de la escuela Calebu se ha visto entusiasta con el proyecto, ya que de esta manera poder mejorar la educación ambiental y ancestral de sus estudiantes.

El viaje a Contulmo y la inserción en la comunidad se realizó con éxito de tal manera que se obtuvo información relevante para este estudio y dio una visión de la relación de las comunidades rurales con la ciudad de Contulmo, así como de su pasado y el relato que sostienen. El municipio debe gestionar instancias que permitan mayor interacción entre las personas de las comunidades rurales y del sector urbano, como por ejemplo a comienzos y mitad de mes se paga a los trabajadores de la zona y todos estos acuden al centro de Contulmo en busca de bienes y servicios, por lo que resulta la mejor fecha para generar actividades o gestionar un espacio de interacción cultural.

Referencias

- [1] Proyecto Educativo Institucional Escuela Calebu. (2020). Municipalidad de Contulmo.
<http://www.fs.mineduc.cl/Archivos/infoescuelas/documentos/5166/ProyectoEducativo5166.pdf>

Anexo A. Reporte a PRELA del diseño del sistema de recolección de agua lluvia.

Diseño cosechador de aguas lluvias en Escuela Calebu, Contulmo

Autor: Diego Herrera Pino

Introducción

El presente reporte tiene como objetivo presentar la justificación y el diseño preliminar de un sistema de cosecha de agua para suplir la demanda hídrica de un huerto e invernadero presentes en la escuela rural Calebu, ubicada en la comuna de Contulmo. Además se realizó un análisis hidroclimático a nivel de cuenca y de la zona, donde se evidencia la tendencia a la baja en los montos anuales de precipitación, lo cual justifica la necesidad de un colector de aguas para disminuir la huella hídrica de la escuela y así asegurar su certificado ambiental entregado por el Ministerio de Educación. Dicho sistema de cosecha acoplado al huerto pretende aportar la cultura ambiental del establecimiento, que además de entregar educación ambiental a su comunidad impulsa un punto de encuentro y trabajo comunitario. Finalmente se presenta un presupuesto preliminar con el costo de los materiales necesarios para realizar el sistema de cosecha.

El trabajo de practica se llevo acabo entre septiembre del 2021 y enero de 2022.

Descripción de la problemática

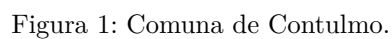
Bajo la tutela del Programa de Pueblos Indígenas y el Programa de Prácticas Integrales, se contactó con la escuela Calebu para realizar un proyecto que genere un impacto en la comunidad y además contribuya con la practica de los saberes ancestrales. Durante la primera reunión se mencionó el interés que tenían por la implementación de un recolector de aguas lluvias por parte del profesor Felipe Monsalve. Mencionó que les podía ser útil para prepararse frente a posibles sequías y que podía ser útil para hacerle ver al estudiantado la importancia de cuidar los recursos naturales. En este sentido, el profesor le dio también al cosechador un importante papel educativo.

Por tanto se decide realizar un estudio de la zona y analizar el escenario hidroclimático de la zona. De esta forma realizar un diseño hidrológico para un colector en base a los datos, de tal modo que se pueda satisfacer la demanda de futuros cultivos implementados por la escuela.

Descripción de la zona de estudio

La escuela Calebu se ubica dentro de la comuna de Contulmo (Figura 1), ubicada en la región del Bio-Bio. Al oeste se encuentra la comuna de Cañete y al este la cordillera de Nahuelbuta y la comuna

Contulmo es la ciudad principal de la comuna y cuenta con 6.031 habitantes (*Censo INE Año 2017*), toda la comuna presenta una superficie de 962 km². El establecimiento educacional se encuentra en el valle de Elicura, aproximadamente a 6 kilómetros de Contulmo y pertenece a la cuenca del lago Lanalhue (Figura 2), por tanto se realizó un análisis hidrológico para esta cuenca, en donde se usaron los datos de la estación meteorológica de la DGA ubicada en la comuna de Contulmo, con una disponibilidad de 20 años continuos desde 1998 hasta 2018. Se analizó también las precipitaciones de los últimos 40 años para las estaciones de Quilaco, Lumaco y Curacautin.



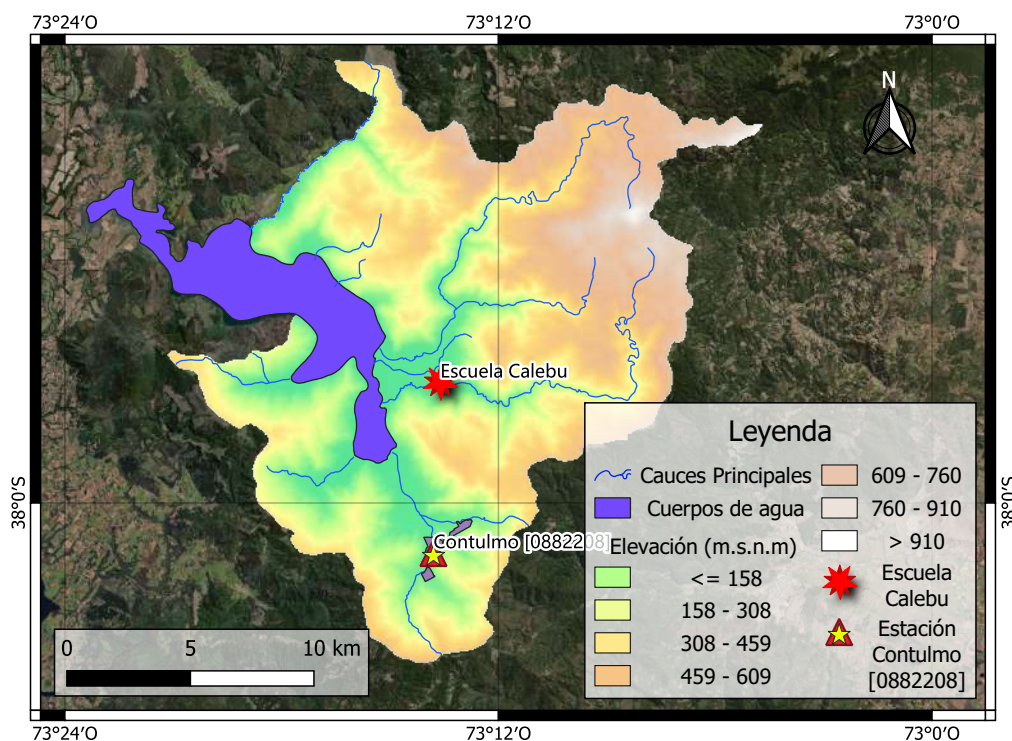


Figura 2: Cuenca Lago Lanalhue.

En la Figura 3.a), se aprecian las series con los montos anuales de precipitación y en la Figura 3.b) se ve un mapa con los resultados para el test estadístico de tendencias Mann-Kendall, en donde solo para la comuna de Lumaco los datos no son lo bastante consistentes para asegurar una tendencia a la disminución de las precipitaciones, sin embargo se aprecia que para las estaciones cercanas a la zona cordillerana, los datos muestran tendencias a la baja en el monto de las precipitaciones siendo Curacautin (cercana a Río Cautin en Rari-Ruca), la zona más afectada con una tendencia lineal a la baja desde 1980 de 19 mm por año. Quillaco (Cercana a Río Bio-Bio en Rucalhue) presenta una baja de 10.7 mm por año.

Tabla 1: Resultados del Test de tendencias en series de precipitación anuales.

Estación	Aprueba el test de Mann-Kendall	Pendiente de Sen (mm/año)
Quilaco	Si	-19
Lumaco	No	-
Curacautin	Si	-10.7

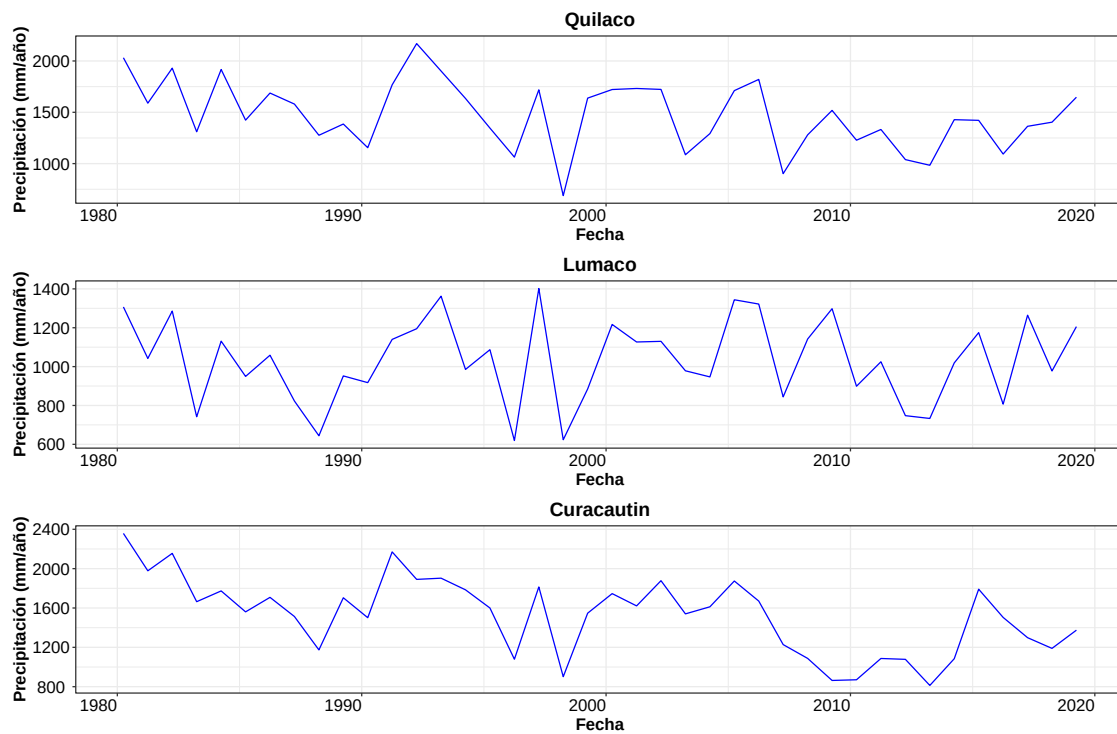
De esta manera se aprecia que existe una tendencia a la baja de las precipitaciones en el valle central, sin embargo se tiene que los eventos de precipitación de invierno (donde los montos son mayores) comienzan en la zona costera y a medida que estos se encuentran con eventos geográficos (como la cordillera de Nahuelbuta), se induce la descarga de las nubes (Falvey & Garreaud, 2007). Debido a que la cordillera de Nahuelbuta presenta una cota máxima (1.525 m.s.n.m.) que no impide el paso de las nubes tan abruptamente como la cordillera de Los Andes, las nubes adquieren cierta densidad que al sobrepasarla favorece a los montos de descarga presentes en el sector de Lumaco,

por lo que se realizó un estudio de los últimos 20 años en la estación de Contulmo.

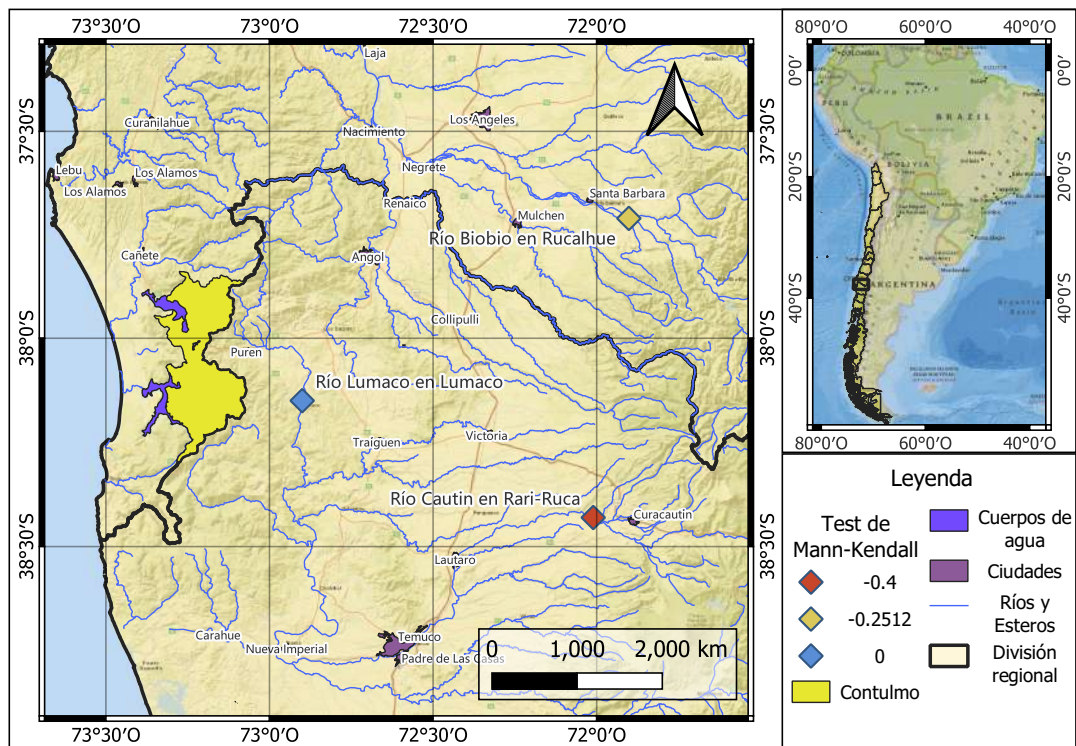
Análogo a las precipitaciones, la Figura 4.a) muestra la serie de caudales para 5 estaciones, así la Figura 4.b) muestra la distribución de estas estaciones en el mapa y el resultado para el test de tendencias. Se aprecian las mayores bajas en Río Bio-Bio con $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en promedio a nivel anual. Para Río Lumaco se aprecian bajas en la escorrentía, por lo que se aprecia el aumento de la aridez en la zona. El flujo de Río Lleu-Lleu esta condicionado por el lago del mismo nombre, ya que esta estación se encuentra en el punto de salida, donde no depende netamente de los eventos de precipitación.

Tabla 2: Resultados del Test de tendencias en series de caudales anuales.

Estación	Aprueba el test de Mann-Kendall	Pendiente de Sen (m^3/s)
Río Bio-Bio en Rucalhue	Si	-4.5
Río Cautin en Rari-Ruca	Si	-0.5
Río Lleu-Lleu	No	-
Río Lumaco en Lumaco	Si	-0.2
Río Vergara en Tijeral	Si	-0.01

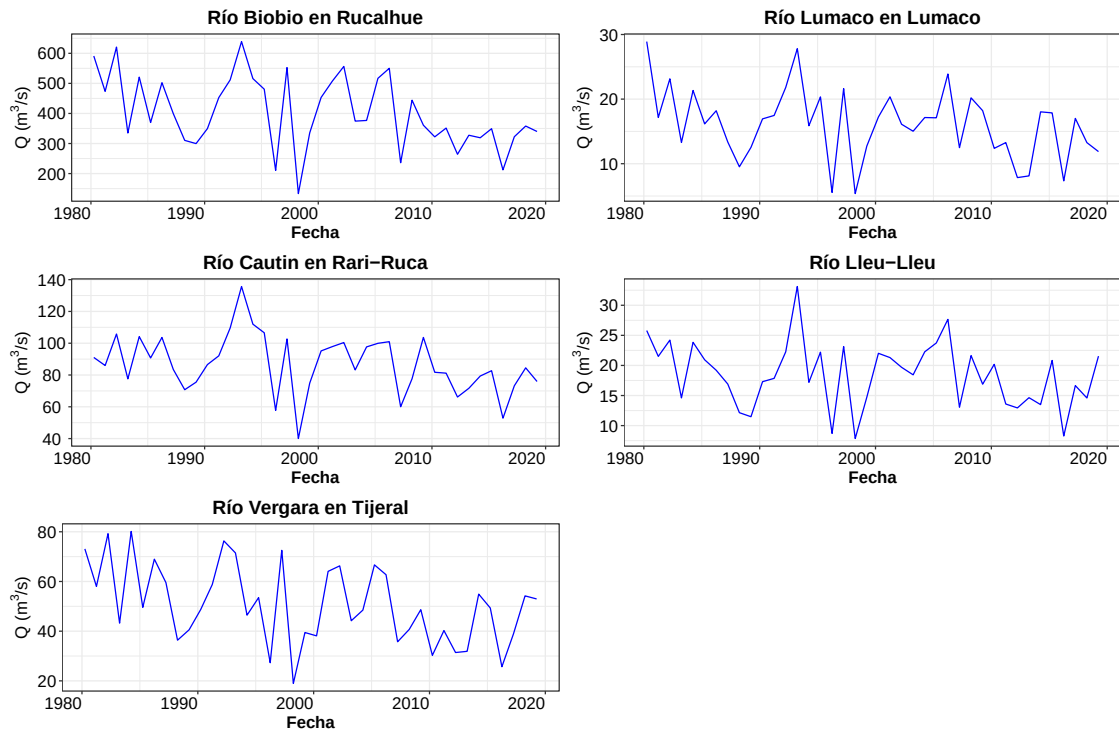


(a) Serie anual de precipitaciones.

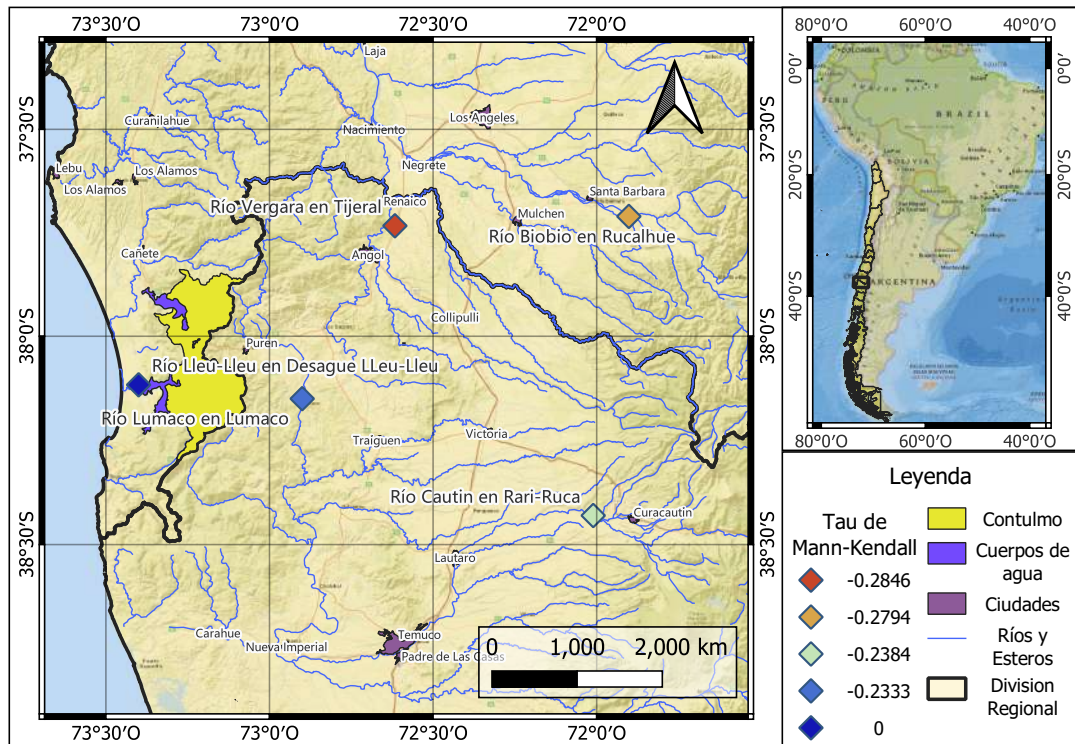


(b) Ubicación estaciones.

Figura 3: Análisis de tendencia para precipitaciones anuales.



(a) Serie anual de caudales.



(b) Ubicación estaciones.

Figura 4: Análisis de tendencia para caudales anuales.

Respecto a los datos obtenidos de la estación de Contulmo, la Figura 5 muestra una tendencia a la baja en los últimos 21 años, además se aprecia que esta baja es más pronunciada los últimos 10 años, los cuales coinciden con el periodo denominado mega-sequía que atraviesa la zona Centro-Sur del Chile (Garreaud et al., 2017). El test de tendencias MK muestra que existe una disminución en los montos anuales con una tendencia lineal de 81 mm por año, con un $p - valor = 0,024$, por lo que se concluye que la tendencia de las precipitaciones ha sido a la baja en los últimos 21 años en la estación de Contulmo. Se aprecia que 1998, 2016, 2018 y 2019 se consideran años de sequía.

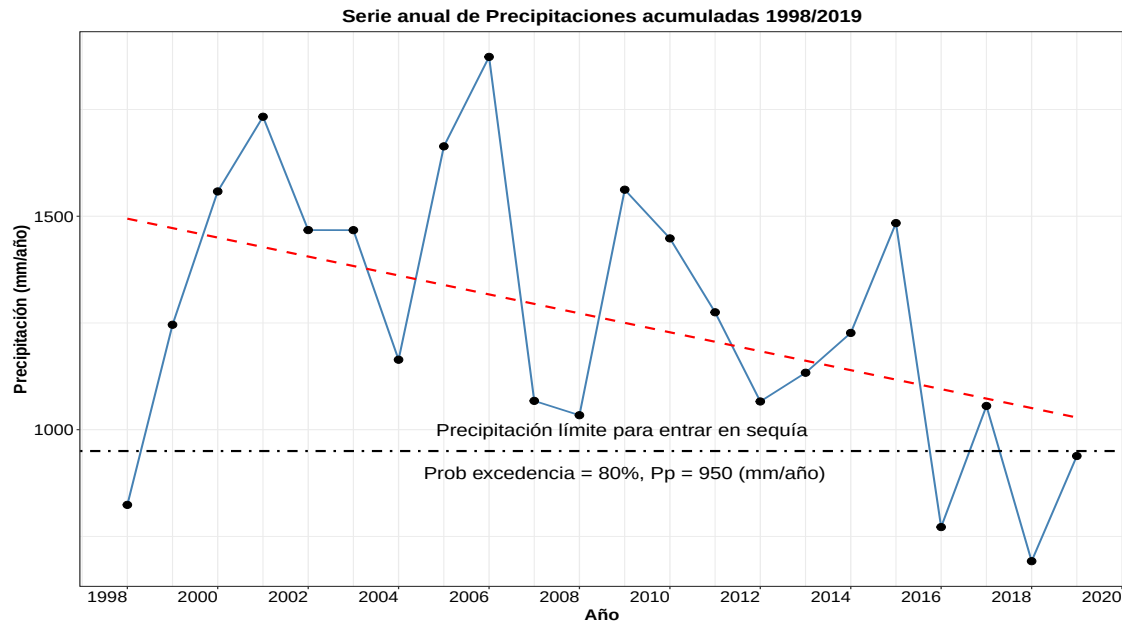


Figura 5: Precipitaciones anuales acumuladas, en rojo se muestra la línea de tendencia lineal para los datos.

Por otro lado, según los resultados del último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), la población de Contulmo está sufriendo una transición del campo a la ciudad, donde el total de la población tiende al alza, sin embargo se estima que cerca de 2030, la población comience a disminuir levemente, ya sea por migración de personas a otras zonas o por la mortalidad de su población (Figura 6). Sin embargo, actualmente existen problemas al suministro de agua potable, por lo que se espera que en un futuro cercano, el agua para beber no llegue a toda hora en todas las localidades de la comuna.

La Escuela Calebu forma parte del área de operación del sistema de Agua Potable Rural (APR) del Comité de Agua Potable Calebu-Elicura, que según lo informado por Felipe Monsalve, ha presentado problemas de presión y cortes en los últimos años. De esta forma, la recolección y almacenamiento de aguas lluvias para suplir las necesidades hídricas de los cultivos presentes en el huerto e invernadero es la solución más ecológica para enfrentar la escasez de agua que se está viviendo actualmente en la comuna y la cual tenderá a aumentar con la población.

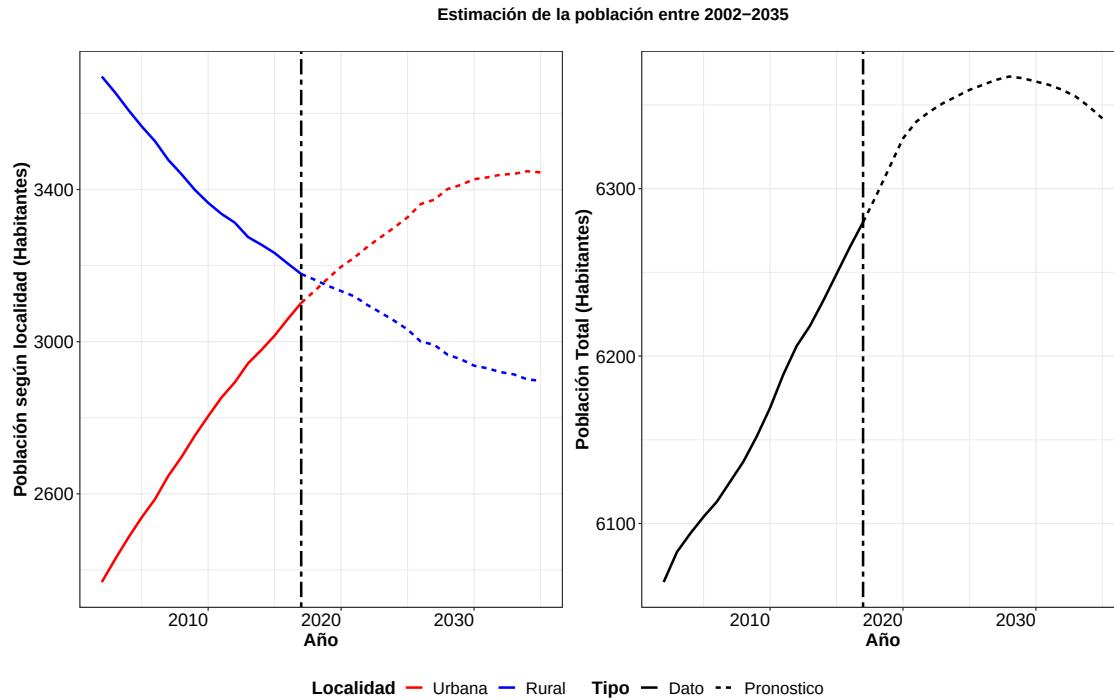


Figura 6: Evolución y proyección de l población en la comuna de Contulmo.

Dimensionamiento del colector y presupuesto

Para establecer un volumen adecuado para el colector que almacenará el agua, se realizó un análisis a los datos diarios y mensuales, de tal forma de analizar un evento de precipitaciones extremo para un día y los máximos montos mensuales registrados en los últimos 20 años. La Figura 7 muestra las precipitaciones y la temperatura promedio para cada mes en el periodo de estudio, donde se aprecia que la cuenca tiene un régimen pluvial, dado que la mayor parte de las precipitaciones se producen en invierno. De esta forma el colector de aguas lluvias debe recargarse con las precipitaciones de estos meses, para así liberar esta agua a los cultivos en los meses de verano donde los eventos de precipitación son más escasos. Para explorar de mejor manera los montos mensuales se realizó una curva de variación estacional (Figura 8), donde se tiene que los mayores montos mensuales acumulados pueden llegar hasta los 600 mm en el mes de Junio para los años húmedos. Por otra parte, en un año muy seco los mayores montos pueden ser registrados en Agosto con montos cercanos a los 50 mm.

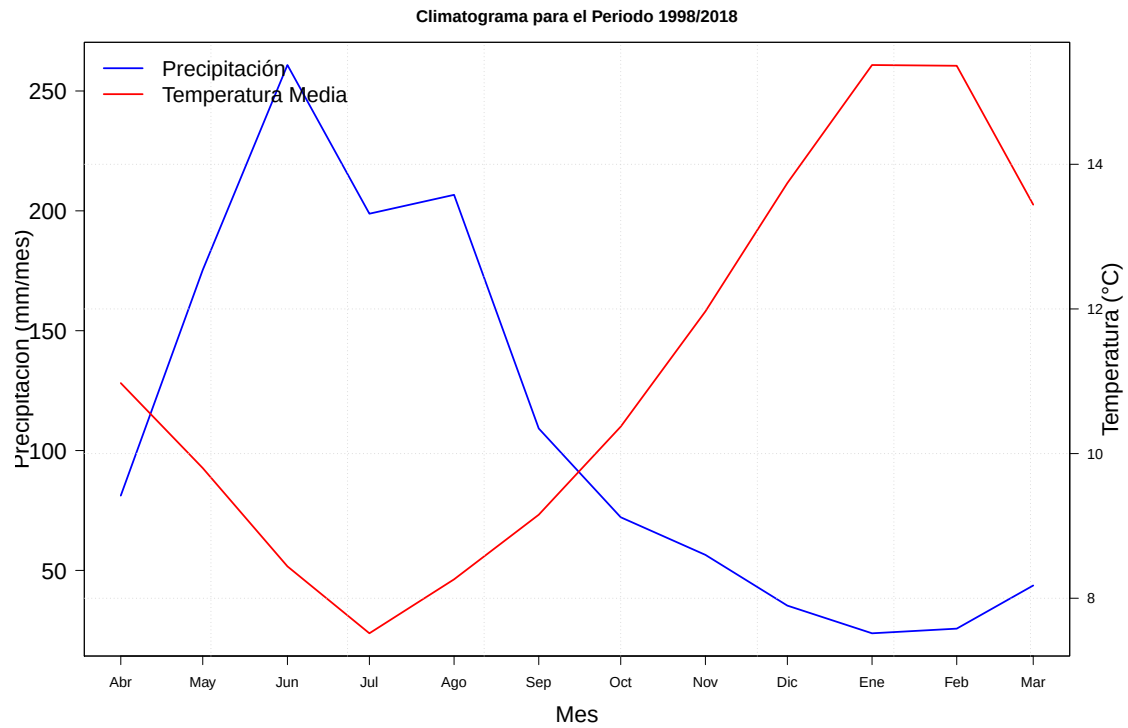


Figura 7: Climatograma de Contulmo para los últimos 20 años.

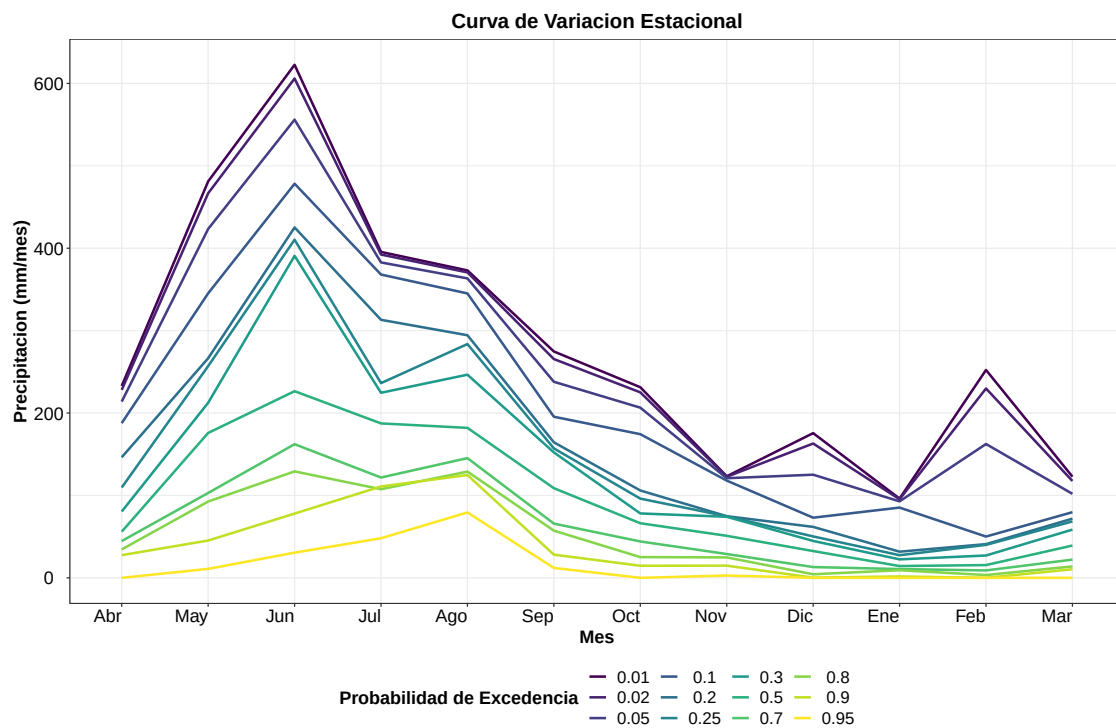


Figura 8: Curva de Variación Estacional para un periodo de 20 años.

En la visita a la escuela realizada el 10 de enero de 2022, se registro el área a regar, así como se

destino un área de captación cercano al sector del huerto y otra para el colector (Figura 9). Se estimó que el área de captación es de aproximadamente 43 m^2 . La estimación del monto a captar se realiza utilizando la metodología presente en la guía campesina del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y Unión Europea (2015). La ecuación 1 estima el volumen de agua caída en litros dada una precipitación de $P \text{ [mm]}$ y un área $A \text{ [m}^2\text{]}$ y además se estima un porcentaje de pérdidas del 20 %, por lo cual se pondera lo anterior por un factor de 0,8.

$$V_{\text{Agua caída}} = A \cdot P \cdot 0,8 \text{ (L)} \quad (1)$$

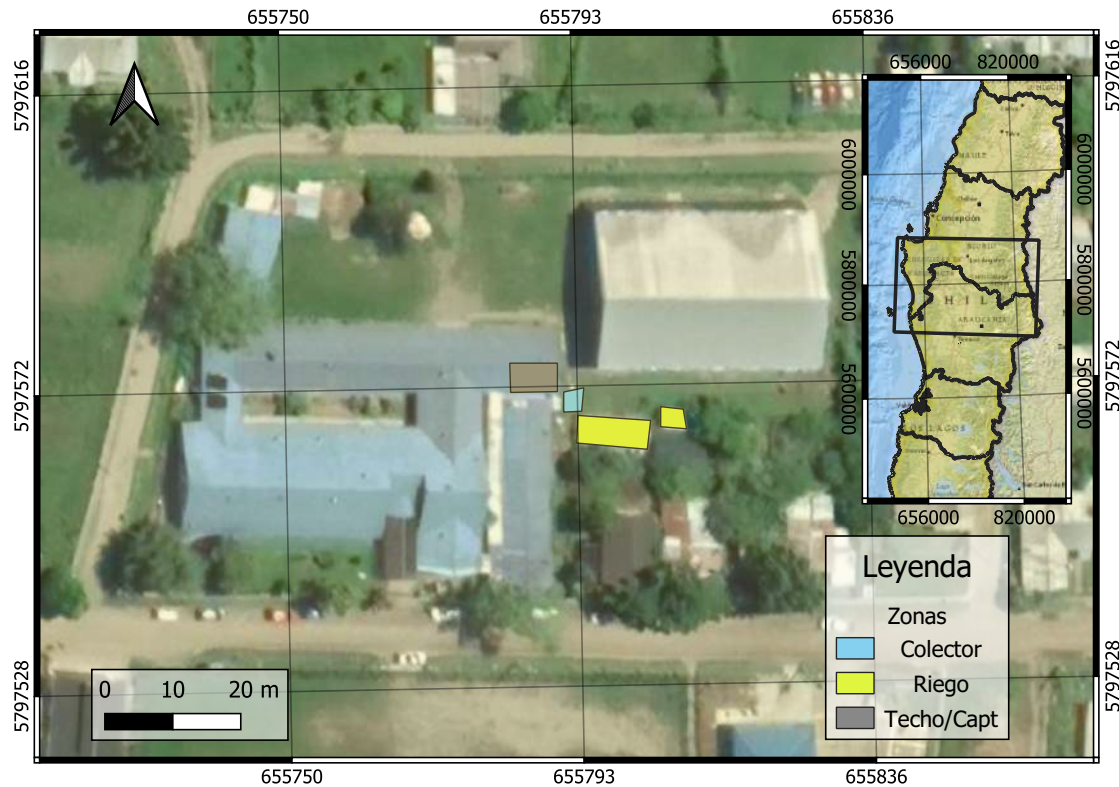


Figura 9: Disposición las zonas a utilizar dentro de la escuela Calebu.

Dada la naturaleza del proyecto, se estima conveniente tomar para el diseño el monto máximo mensual para un periodo de retorno de 2 años (periodo en el cual debe fallar el recolector), con tal que si $P = 311 \text{ (mm)}$, se requiere de un estanque de 10.000 (L) . También se elaboró una curva de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), donde se consideraron las precipitaciones máximas en 24 hrs para los periodos de retorno de 2 y 5 años, como muestra la Figura 10. De aquí se extrae que para una lluvia de 82 mm, el colector capta un total de 2.800 (L) y para 101 mm se colectan 3.500 (L) . Esto da una mayor seguridad considerando que estos eventos extremos llegan al 35 % de la capacidad del colector, por lo que en un evento así se tendrá tiempo para actuar y operar el colector con tal que no sobrepase su capacidad, teniendo en cuenta que el colector debe tener un sistema para cortar el paso de agua en estas situaciones.

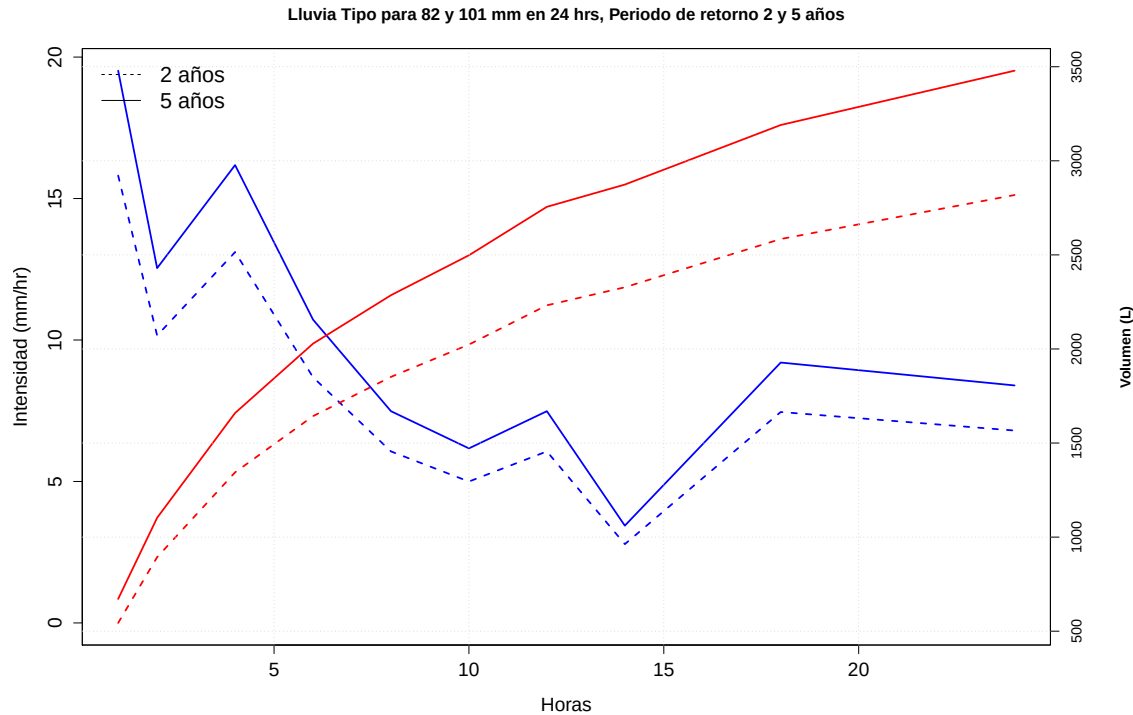


Figura 10: Curva IDF para los periodos de retorno 2 y 5 años. En color azul la intensidad de la lluvia y en color rojo el volumen de agua acumulado.

En la Figura 11 se muestra un modelo conceptual de un sistema de recolección de agua lluvia, donde se tiene que desde las canaletas del techo seleccionado para la colección, el agua fluye hasta la caída de agua más cercana y esta pasa por un filtro que permite retener los objetos solidos de mayor tamaño. Este filtro debe poder limpiarse regularmente y de manera sencilla con tal que no se obstruya el flujo de agua. Se debe contar con un separador de aguas que incluya una válvula para cerrar el paso hacia el colector en caso que este se vea sobredemandado y de esta forma se evacue el agua hacia una zanja de infiltración. Debido a que se observo una alta presencia de finos en el suelo donde se emplazará el proyecto, se recomienda incorporar un sistema que permita que el tanque no sufra asentamiento, como un radier/losa o un sistema con geotextil.

El tanque debe contar con una tapa que permita la inspección del agua colectada, así como un sistema para reducir la turbulencia con la cual llega el agua al tanque. En caso querer conectar este sistema a otro colector, se puede optar por un tubo de rebose que vierta el agua en exceso a otro colector. Finalmente el tanque colector debe contar con una salida de agua que permita el acople al tanque de 500 (L) que esta asociado al huerto y a su sistema de riego. Este tanque de 500 (L) se encuentra a un costado del huerto y este cuenta con una electrobomba PKm60 (Figura 12) que tiene un rango de operación entre los 5 - 40 (L/min), con una impulsión entre los 5 - 40 (m). El huerto cuenta con un sistema de riego mediante aspersores el cual esta acoplado al tanque.

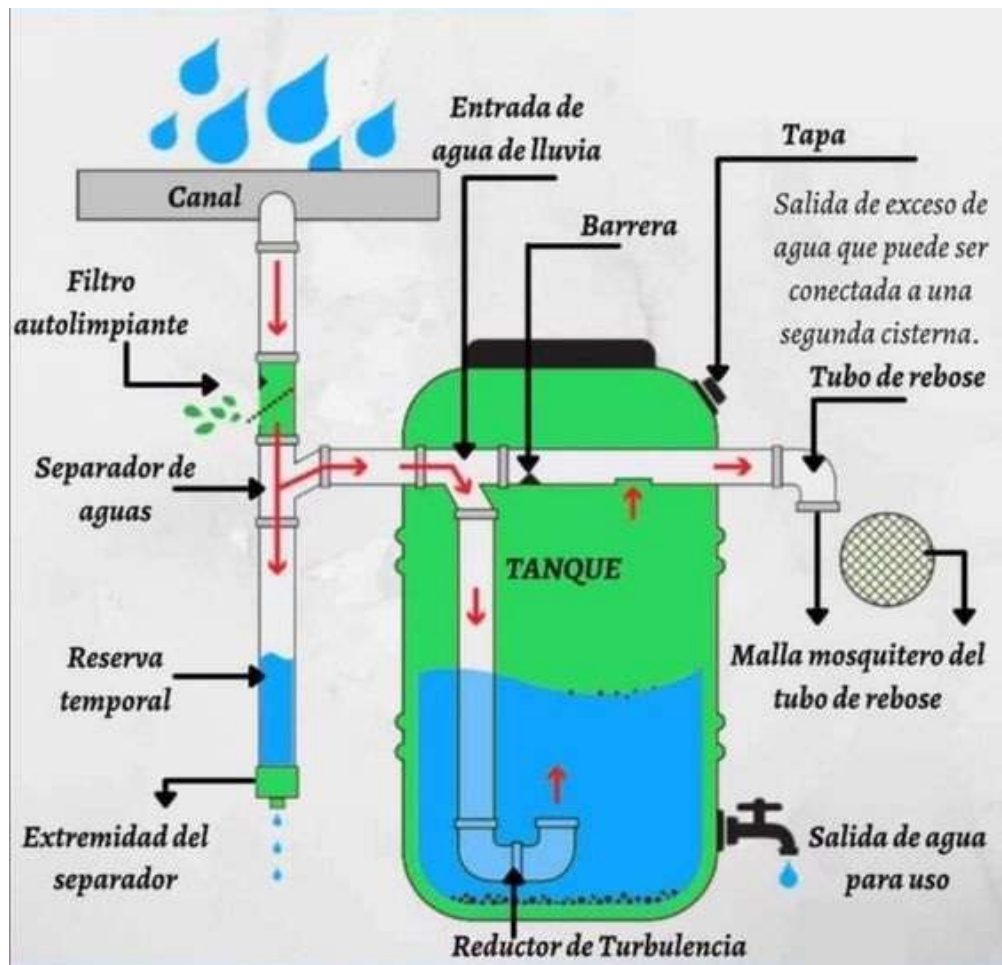


Figura 11: Modelo de sistema de recolección de agua lluvias.



(a) Tanque de 500 (L).



(b) Electrobomba impulsora PKm60.

Figura 12: Sistema almacenamiento acoplado al huerto.

Se realizó una cotización con la empresa *Cosecha Agua Gómez y Fernandez Spa.* (Figura 13), donde se estima que el presupuesto del sistema colector de agua es de \$3.455.433. También los alumnos en practica armaron un presupuesto (Figura 14) en base a distintas fuentes encontradas en internet que se encuentran disponibles en ciudades cercanas a la comuna de Contulmo. Para llevar a cabo este proyecto, se cuenta con algunos fondos a los cuales puede postular la escuela Calebu. Dentro de estos se encuentran:

- **FPA:** Entregado por el Ministerio del Medio Ambiente a organizaciones orientadas a la protección o reparación del medio ambiente, el desarrollo sustentable, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental. Este fondo contempla proyectos que no superen las 500 UF (15 millones aproximadamente a la fecha de este reporte)
- **Fondo CMPC:** este es entregado por la empresa del mismo nombre como forma de reparación con las comunidades. Se puede optar hasta \$1.000.000 en total para financiar el proyecto.
- **Promoción de la Medicina Tradicional Indígena:** este es entregado por la CONADI y tiene como objetivo ayudar a las comunidades indígenas cultivar y potenciar la medicina tradicional.
- **Autofinanciamiento:** Durante la visita a terreno, se señala que las comunidades son solidarias con los vecinos que utilizan las rifas como medio de financiar diferentes tipos de proyectos u operaciones, por lo que se tiene la opción y disposición de emplear este método como forma de financiar el sistema de cosecha de aguas lluvias.

Gómez y Fernández SPA.		COTIZACIÓN		FECHA					
Avda. Pedro Aguirre Cerda #543, casa 2 San Pedro de la Paz									
Concepción		416		26-01-2022					
fono 41-2469836									
CLIENTE									
Diana Martínez									
Riego de invernadero									
Escuela Calebu, Contulmo				 COSECHA AGUA					
Instalación de sistemas de cosecha de agua lluvia									
Riego de áreas verdes, hortalizas, hidroponía, ganadería, lavados, lavado de ropa, wc., uso doméstico y emergencias hídricas.									
item	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	VALOR UNIT	VALOR TOTAL				
1	Provisión e instalación de scall para riego de hortalizas								
1,1	Sistema de recolección y conducción (tubería y fitting)	global	1	\$ 58.613	\$ 58.613				
1,2	Sistema almacenamiento 10.000 litros flexible	unidad	1	\$ 1.281.250	\$ 1.281.250				
1,3	Filtro de hojas y filtro malla	unidad	1	\$ 56.250	\$ 56.250				
1,4	Impulsión (tubería hidráulica, fitting)	global	1	\$ 87.612	\$ 87.612				
1,5	Bomba 1 hp, controlador electrónico y tablero	global	1	\$ 400.000	\$ 400.000				
1,6	Manguera riego 3/4, llave jardín 3/4 + kit acople rápido	metros	25	\$ 3.000	\$ 75.000				
1,7	Visitas a terreno previas a la instalación	global	1	\$ 35.000	\$ 35.000				
1,8	Capacitación al usuario en el uso y mantenimiento	global	1						
1,9	Mano de obra	global	1	\$ 562.500	\$ 562.500				
2	Insumos	global	1	\$ 35.000	\$ 35.000				
2,1	Gastos operacionales	global	1	\$ 312.500	\$ 312.500				
					\$ -				
NOTAS Cotización por 1 sistema instalado			VALOR NETO		\$ 2.903.725				
Se debe contar con un punto de energía cerca del lugar donde será instalada la bomba.			IVA		\$ 551.708				
No considera estudio de agua.			VALOR TOTAL		\$ 3.455.433				
La instalación tiene 3 meses de garantía. Cotización válida por 15 días.									
Tiempo estimado trabajo de 4 días.									
Cotización no incluye excavaciones.									

Figura 13: Cotización con Cosecha Agua Gómez y Fernandez Spa.

Fecha presupuesto: 28-01-2022					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	TOTAL
ESTANQUE VERTICAL ESTANDAR 10000 LTS	1	\$ 1.453.621	55%	\$ 799.492	\$ 799.492
MANGUERA PARA RIEGO	5	\$ 13.950		\$ 13.950	\$ 13.950
SACO DE GRAVILLA	2	\$ 1.892		\$ 1.892	\$ 1.892
HORMIGÓN PREPARADO	2	\$ 2.290		\$ 2.290	\$ 2.290
ESTUCO	1	\$ 2.390		\$ 2.390	\$ 2.390
MALLA RADIER	3	\$ 57.270		\$ 57.270	\$ 57.270
FILTRO DE AGUAS PLUVIALES	1	\$ 29.313		\$ 29.313	\$ 29.313
TUBO BAJADA PVC	4	\$ 21.960		\$ 21.960	\$ 21.960
CODOS 87.5	3	\$ 5.070		\$ 5.070	\$ 5.070
VÁLVULA BOLA	1	\$ 15.000		\$ 15.000	\$ 15.000
TRANSPORTE ESTANQUE VERTICAL DE AGUA	-	\$ 214.659		\$ 214.659	\$ 214.659
TRANSPORTE DE MATERIALES	-	\$ 150.000		\$ 150.000	\$ 150.000
MANO DE OBRA	-	\$ 600.000		\$ 600.000	\$ 600.000

TOTAL CON DESCUENTO	\$1.913.286
TOTAL SIN DESCUENTO	\$2.567.415

Figura 14: Presupuesto armado desde cero. Fuente: *Antecedentes de investigación sobre el cosechador de aguas lluvias, presupuesto y consideraciones finales* de Martínez (2022).

Comentarios finales

Una vez entregado el análisis hidrológico, demográfico y la dimensión del tanque colector, la escuela Calebu puede justificar la necesidad del proyecto y de esta forma postular a los distintos fondos que les permitan financiar la instalación de este sistema de cosecha de aguas lluvias, el cual le permitirá conservar el certificado Ambiental, reducir la huella hídrica del establecimiento y formar un punto de encuentro para la comunidad, vinculado a los saberes tradicionales, los distintos campos de la ciencias, economía, etc.

Sin embargo, para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y del huerto, se debe realizar mantención y vigilancia constante de los equipos, labor que debe ser tomada de manera activa por los integrantes de la comunidad, así como la limpieza de filtros, reportar filtraciones, etc. También se debe tener control de la calidad del agua almacenada, al tratarse de agua destinada al riego, esta debe cumplir con los estándares establecidos en la norma *NCh 1.330*, para lo cual se requiere de instrumentos de medición o contratar un servicio de análisis de calidad de agua. De esta forma tanto el sistema de cosecha y el huerto funcionarán de manera correcta y efectiva, logrando aprovechar de manera sustentable los recursos naturales, logrando así también aportar a la educación ambiental dentro del establecimiento y a los saberes ancestrales ligados a la zona de Contulmo.

Referencias

- [1] Falvey, M., & Garreaud, R. (2007). Wintertime Precipitation Episodes in Central Chile: Associated Meteorological Conditions and Orographic Influences. *Journal of Hydrometeorology*, 8(2), 171–193. <http://www.jstor.org/stable/24911429>.
- [2] Garreaud, R. D., Boisier, J. P., Rondanelli, R., Montecinos, A., Sepúlveda, H., & Veloso-Águila, D. (2019). The Central Chile Mega Drought (2010-2018): A Climate dynamics perspective. *International Journal of Climatology*. [doi:10.1002/joc.6219](https://doi.org/10.1002/joc.6219).
- [3] Martínez, D. (2022). Antecedentes de investigación sobre el cosechador de aguas lluvias, presupuesto y consideraciones finales. Programa de Prácticas Integrales.
- [4] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Unión Europea (2015). Cosecha de agua lluvia para enfrentar la escasez de agua en áreas de secano. Guías prácticas campesinas de lucha contra la desertificación. Santiago, Chile: PNUD : UNION EUROPEA.