

[Ir a la Versión en Español](#)

**Preliminary characterization of the vegetation cover of the banks of the Chimehuín River.**

Students:

Franco Nahuel Morrone, Joaquín Melo, Hugo Alberto Revolero Rubilar, Ailén Mariana Tallarico Esteve y Mateo Andrés Cahuin Baigorria

Teacher:

Ana Beatriz Prieto

Club de Ciencias Huechulafquen

Argentina

March 2023

**Abstract:**

The Chimehuín River runs through 53 km of transitional steppe, crossing rural areas for the most part, approximately half of which is the city of Junín de los Andes. The riparian vegetation corresponds to a narrow strip on both sides of the river. This work studies the riverbanks with the aim of characterizing the type of vegetation cover and the height of the riparian forest. The research questions were: 1) What type of vegetation cover predominates on the banks of the Chimehuín River? 2) Are there differences in riparian vegetation cover and tree height in urban and rural areas? and 3) What heights are the riparian trees in different sectors of the Chimehuín River? Field samplings were carried out in publicly accessible areas of the Chimehuín River that were used to validate the satellite information on land cover and tree height, which provided more complete information and even on inaccessible sites. The average annual temperature is 8°C with great thermal amplitude and negative temperatures in winter. The annual average rainfall is 800mm, but historical information shows great variability with extreme events. The riparian vegetation covers a narrow strip and extends only in some places where the river forms islands. Throughout the river, the predominant cover is trees, followed by grasslands. The riverbanks in the urban area have less tree cover than in the rural area. Grasslands predominate in the urban area and a high percentage of bare soil is detected. The height of the trees on the riverbank ranges between 8 and 15 meters with slight differences between rural and urban areas. It is recommended to continue with the sampling to obtain more precise information.

**Key words:** Land cover - Riverbanks - Tree height - Rivers – Patagonia

**1. Research Question and Hypothesis:**

The Chimehuín River basin is one of the main watersheds of Lanín National Park and contributes 23% of the park's riparian environments (Funes et al. 2006). The Chimehuín River originates in Lake Huechulafquen and flows into the Collón Cura River. In its 53 km extension, it passes through the town of Junín de los Andes. The Curruhé and Quilquihue rivers flow into its middle valley. According to Cubero B. (2001), the Chimehuín River has experienced an increase in pressure on its environment due to the urban expansion of Junín de los Andes and the planned urbanization of other areas along its banks. The river supplies drinking water to the area. Its water is also used for agricultural production, aquaculture, and small industries. The flow of the Chimehuín River increases in winter due to rainfall and in spring due to snowmelt; the minimum flow occurs at the end of summer and beginning of autumn.

In this work, the banks of the Chimehuín River are studied to characterize the type of land cover and the height of the riparian forest. Riparian ecosystems are characterized by a narrow strip of land parallel to the riverbed, which depends on the depth of the water table. These transition zones can be found in a variety of climatic conditions, latitudes, and altitudes, from the narrowest valleys to the great plains. They are considered biodiversity corridors, as many species cannot survive outside this band, either in terrestrial or aquatic ecosystems. For this reason, they are known as ecotones since they present characteristics of both ecosystems. Soil moisture depends on the water levels of the nearby river. The vegetation of riparian areas is important because they:

provide habitat for terrestrial fauna (e.g. nesting areas); filter and retain sediments and nutrients from higher elevations; minimize the impact of chemical pollution through immobilization, storage and transformation; stabilize river channels; store water and recharge aquifers; and decrease the risk of flooding by allowing greater absorption and runoff of rainwater (Murdoch, T. and Cheo, M., 1991). Considering the importance of riparian vegetation, the following research questions are posed:

1. What type of vegetation cover predominates along the banks of the Chimehuín River?
2. Are there differences in riparian vegetation cover and tree heights in urban and rural areas?
3. What are the heights of the riparian trees in different sectors of the Chimehuín River?

And the following hypothesis was established:

H<sub>1</sub>: The predominant vegetation cover in the riverbank is herbaceous.

H<sub>2</sub>: River banks in urban areas have less vegetation and tree cover than in rural areas.

H<sub>3</sub>: The trees on the riverbank are between 5 and 8 m high.

## 2. Introduction and Review of Literature:

The importance of riparian ecosystems is not always recognized by society and for this reason according to (Dudgeon et al. 2006) they are among the most degraded by anthropogenic action. In Patagonia, urban expansion has caused riverbank degradation in several rivers with different activities that directly impact (e.g., timber extraction, agriculture, cattle ranching, and exotic conifer plantation) (Miserendino et al. 2008, 2011; Kutschker et al. 2009). But other economic activities linked to the good quality of the water and riverbanks, such as ecotourism, sport fishing and other similar recreational activities, are also carried out in the Patagonian rivers. According to Horak, et al. (2019) the unsustainable use of riparian ecosystems could generate unexpected conflicts between different actors in society. Riparian trees in Patagonian rivers have suffered from the invasion of exotic species. Several authors have reported the invasion of exotic willow species (*Salix alba* and *Salix fragilis*), replacing the native species, known as creole willow (*Salix humboldtiana*) on the banks of Patagonian rivers (Gallo, et al, 2020, Mancilla, et al, 2009, Budde, et al, 2011). In an evaluation of the quality of riparian forests in Patagonian rivers, Kutschker, et al. (2009) found that the presence of vegetation on the banks determines a better condition of riparian ecosystems, even when exotic species dominate. Mancilla, et al. (2009) reported that forest plantations near rivers have a negative impact on macroinvertebrate communities.

Climate change forecasts for this region indicate the possibility of more frequent and intense droughts, which will increase the length of the dry season (Nuñez et al. 2009; Dai 2012), affecting river flows and riverbanks. In very dry seasons, the risk of fires increases, affecting riparian forests. In several Patagonian rivers, negative impacts on macroinvertebrate communities caused by fires have been reported in nearby areas and on the banks (Williams-Subiza, et al, 2018, 2021 and Abraham, et al, 2017).

In the case of the Chimehuín River, the impact of urbanization was reported, the macroinvertebrate communities are different in urban areas, where the banks are highly modified,

and species with greater resistance to negative impacts such as gastropods predominate (Aigo, et al., 2015). After the fall of volcanic ash from the Calbuco volcano in 2015 (Romero, et al., 2016), the recovery of macroinvertebrate communities was slower in areas with greater impact on the banks such as the waterfront and the camping area near provincial route 61 where soil movements were carried out for paving (Pepe, et al., 2018). Given the relevance of riparian ecosystems this study analyzes land cover and tree height in different sectors of the Chimehuín River with field sampling and analysis of satellite information.

### 3. Research Methods and Materials

To study the riverbanks, field sampling was carried out in public access areas of the Chimehuín River to validate the satellite information.

#### 3.1 Study site:

The banks of the Chimehuín River were studied from its source at Lake Huechulafquen to its mouth at the Collón Curá River. Its course has a steep slope (Fig. 1).

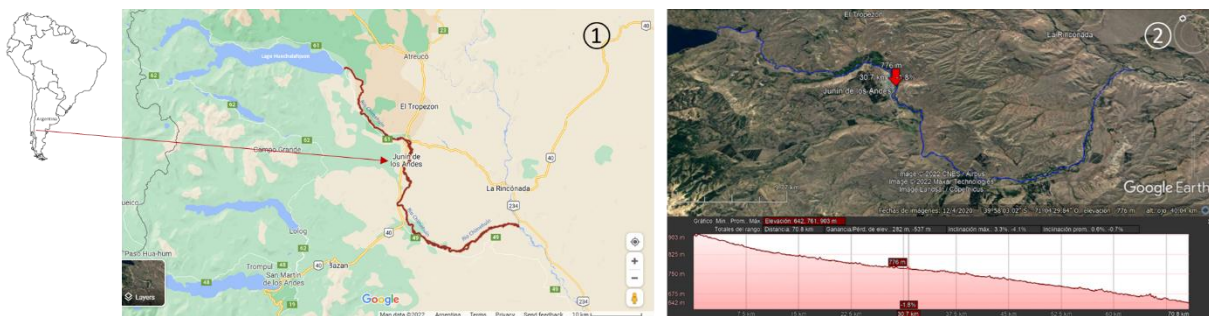


Fig. 1. (1) Chimehuín River, Patagonia region, Argentina. The city of Junín de los Andes is located on one of its banks. (2) Elevation profile of the river course from its source to its mouth. The arrow marks altitude in the area of the waterfront in Junín de los Andes. Source: Google Maps y Google Earth Pro.

<https://www.google.com/earth/versions/>

The river crosses a transitional steppe zone determined by the rainfall gradient. To the west is the Patagonian Forest ecoregion (Matteucci, 2012a) with abundant rainfall and tree cover (in green in Fig. 2.1). To the east is the Patagonian Steppe ecoregion (Matteucci, 2012b) with low rainfall and grassland cover (in yellow in Fig. 2.1 and 2.2). Urban areas (in red in Fig. 2.2) correspond to the city of Junín de los Andes. Most of the land cover around the river corresponds to steppe; several pine plantations stand out in green. The narrow strip of riparian forest (in green) marks the course of the river.

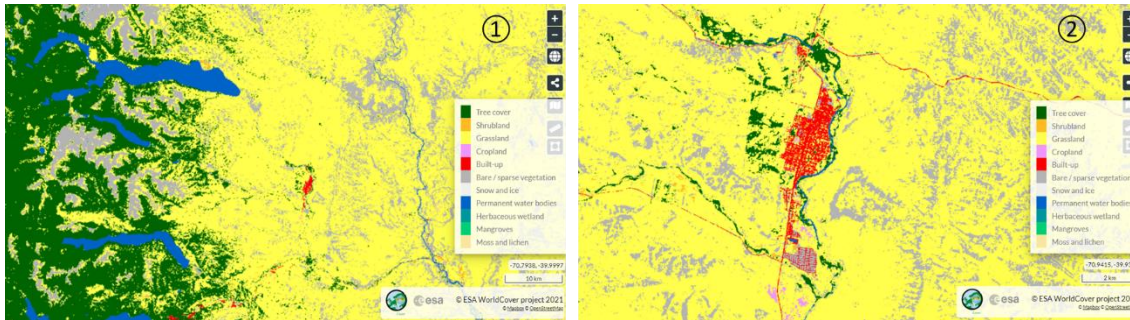


Fig. 2. (1) Land coverage in the Chimehuín River basin. (2) Land coverage around the city of Junín de los Andes. Source: ESA WorldCover Project 2021. <https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>

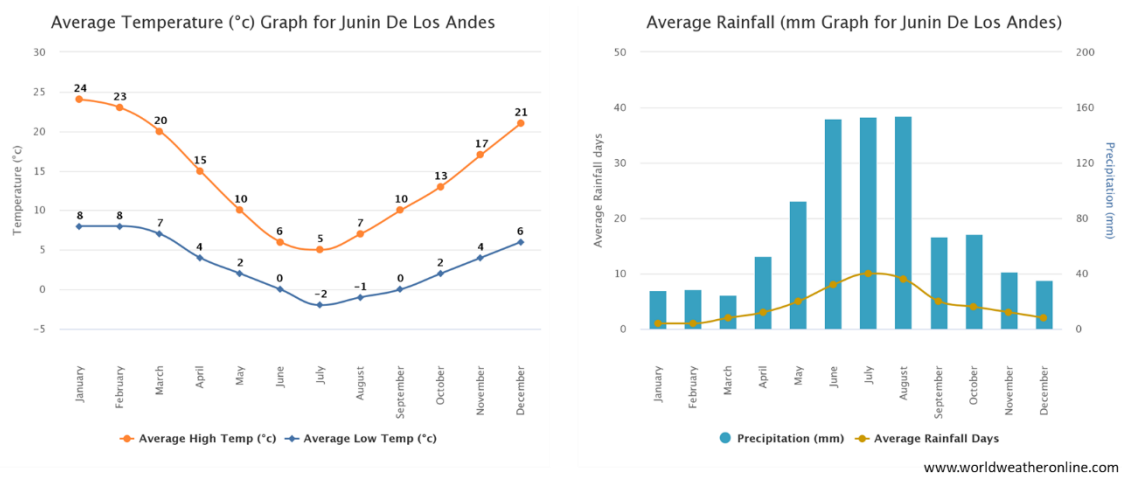


Fig. 3. Average monthly temperatures and rainfall in the city of Junín de los Andes. Source: World Weather Online [www.worldweatheronline.com](http://www.worldweatheronline.com)

The average annual temperature in the study area is 8°C, with a wide temperature range, mainly in spring and summer. Negative temperatures are recorded during the winter. The average annual rainfall is 800 mm, according to the historical records of World Weather Online. (<https://www.worldweatheronline.com>) (Fig. 3). Rainfall is concentrated in autumn and winter, and the dry period occurs in late spring, summer and early autumn. River flows vary throughout the year, with two major floods: in winter due to rainfall and in spring due to snowmelt. (AIC, 2010).

### 3.2 Data collection:

To complement the historical meteorological information, records for the study area were consulted in: Giovanni and SADA. The Global Precipitation Measurement Mission's Giovanni portal (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>) provides 20 years of precipitation information from multiple satellites, with data available from anywhere in the world. The SADA program (South American Drought Atlas - <https://sada.cr2.cl/>) has used tree growth rings to reconstruct the variation in water availability between the years 1400 to 2000 in southern South America. SADA used the Palmer Drought Severity Index (PDSI) to characterize dry and wet periods.

The GLOBE Observer Land Cover (GLOBE, 2023a) application (Fig. 4) was used to take land cover records and GLOBE Observer Trees (GLOBE, 2023b) (Fig. 5) to measure and record tree heights in different rural and urban sites along the banks of the Chimehuín River.

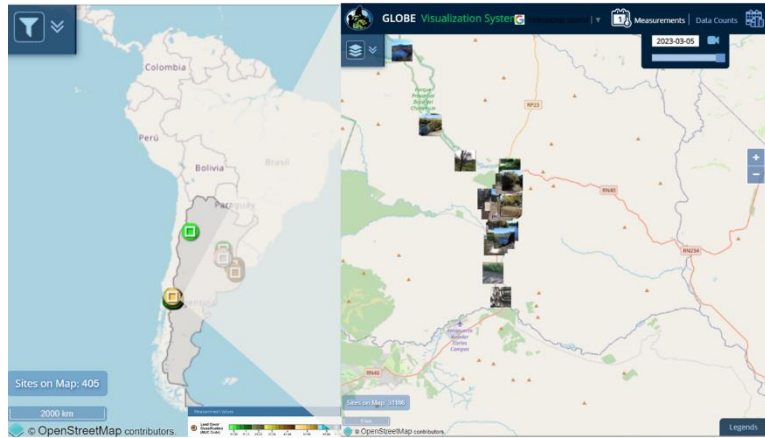


Fig. 4. Location of land cover sampling sites on the banks of the Chimehuín River. Source: The GLOBE Program <https://vis.globe.gov/GLOBE/>

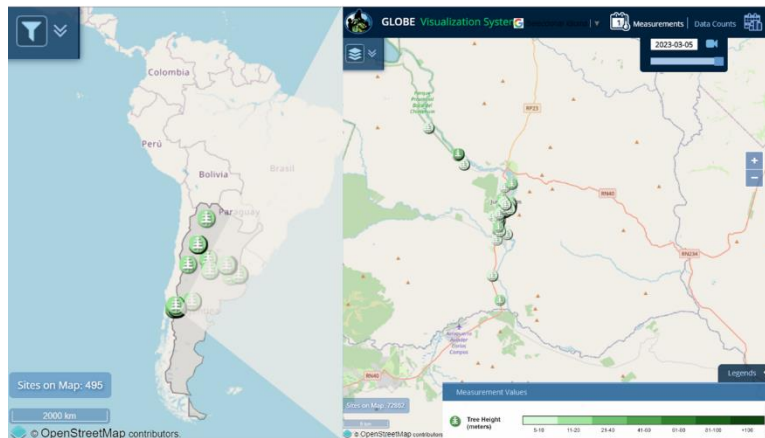


Fig. 5. Location of tree height sampling sites on the banks of the Chimehuín River. Source: The GLOBE Program <https://vis.globe.gov/GLOBE/>

Data from the GLOBE Observer application were collected in the field using a Samsung Model A30 cell phone. The application uses the phone's sensors to take measurements. The records were taken following the GLOBE Program's Biosphere protocols and then sent to the GLOBE website. (Fig. 6)

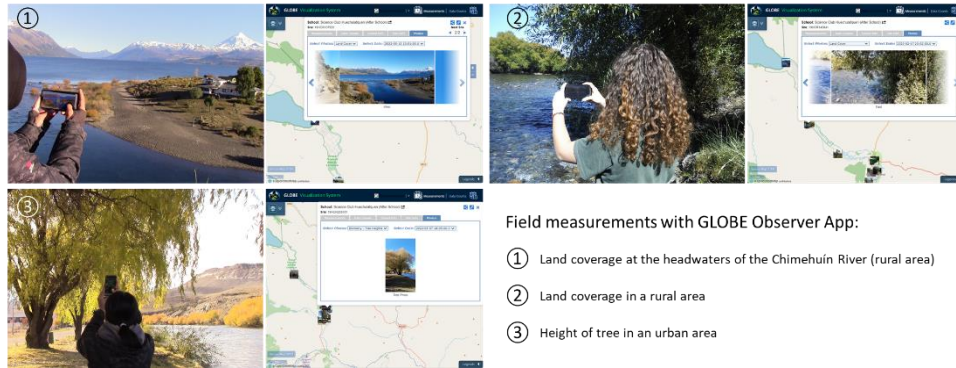


Fig. 6. Data logging with GLOBE Observer: Land Cover and Trees. <https://observer.globe.gov>

Field sampling was conducted in public areas corresponding to the west bank of the Chimehuín River. Tree height data taken with the GLOBE Observer App were used to validate data from the ICESat-2 satellite, accessed through the OpenAltimetry portal (<https://openaltimetry.org/data/icesat2/>) (Khalsa, 2020). The ICESat-2 satellite, launched in 2018, has an altimeter to perform height measurements of different objects on the Earth's surface (from ice height, oceans, trees, etc). Fig. 7. This will allow future knowledge of changes in heights of different objects on Earth (Campbell, 2021).

The land cover data taken in the field were used to validate the WorldCover V2 2021 land cover map (<https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>) and to measure the width of the shore in different sectors.

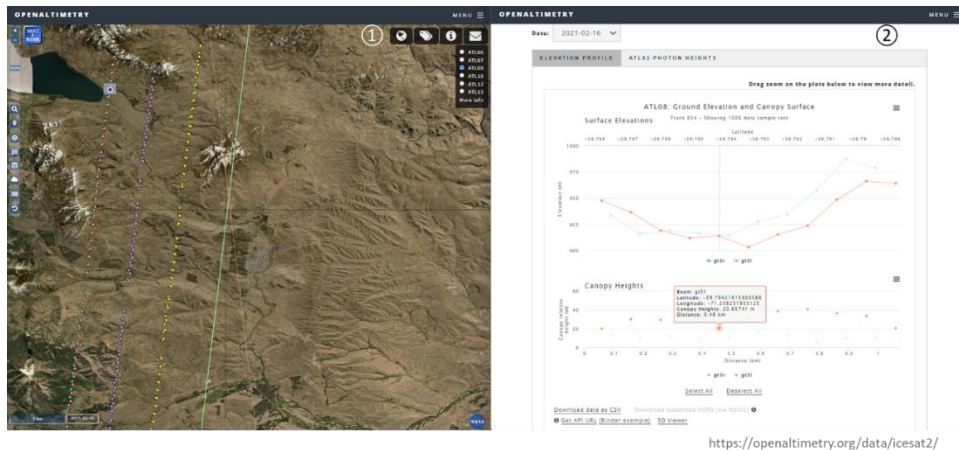


Fig. 7. (1) ICESAT-2 satellite scan points and selected area at the headwaters of the Chimehuín river. (2) Top relief profile of the selected area and below tree height graph. The selected point indicates the height of the tree, its location and height above sea level.

### 3.3 Data analysis:

The data were analyzed with Excel software and Statistica. The calculations used by Statistica were: 1) Arithmetic Mean or Mean, and 2) Standard Deviation.

(1)

$$\text{Mean}(\bar{X}) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Where  $(X_1, X_2, \dots, X_N)$  is the set of observations.

(2)

$$S_{\bar{X}}^2 = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}}{N - 1}$$

Where  $(X_1, X_2, \dots, X_N)$  is the set of data.

#### 4. Results:

Figure 8 shows the interannual variations in precipitation from 2000 to 2021 for the study area. The average precipitation of the wettest months (June, July and August in green) was highly variable with maximums in 2006 (132.14 mm) and 2015 (136.11 mm) and minimums in 2018 (59.95 mm) and 2021 (42.69 mm). The average rainfall of the driest months (December, January and February in light blue) was also highly variable with maxima in 2001 (35.21 mm) and 2006 (47.94 mm) and minima in 2015 (6.86 mm) and 2019 (8.14 mm).

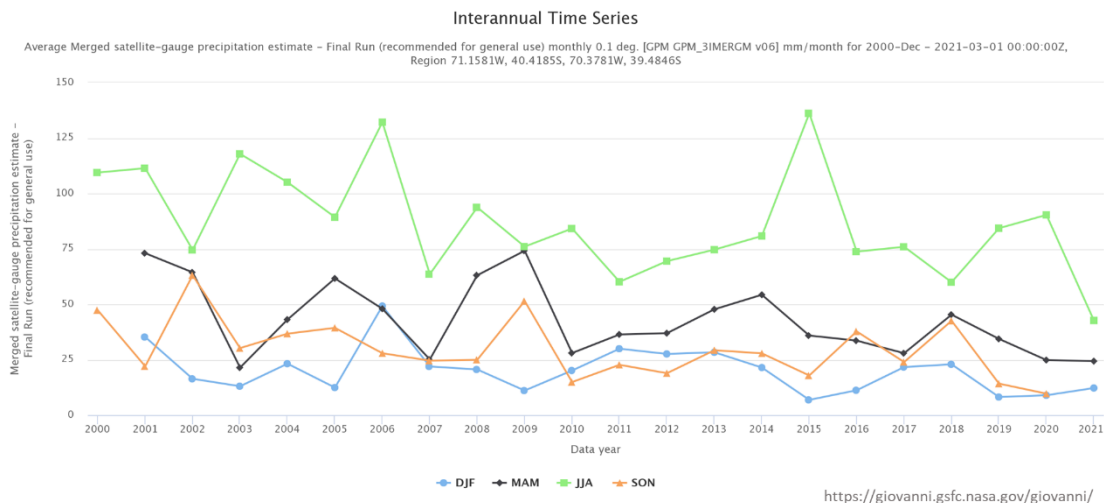


Fig. 8. Seasonal precipitation over the last 20 years in the study area. Source: Global Precipitation Measurement Mission. Giovanni <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

The reconstruction of dry and wet periods carried out by SADA between 1400 and 2000 (Fig. 9) records the occurrence of several periods with severe and extreme droughts. Extreme droughts in this period, with values below -4 PDSI, occurred in the years 1612, 1624, 1839, 1913, 1913, 1924, 1943 and 1998. Extremely wet events, with values higher than 4 PDSI, occurred in 1505,



1569, 1587, 1594, 1760, 1869, 1965 and 2002. This variability does not allow us to establish a trend for the entire period, although cycles with dry and wet periods seem to be established, they do not repeat with the same intensity.

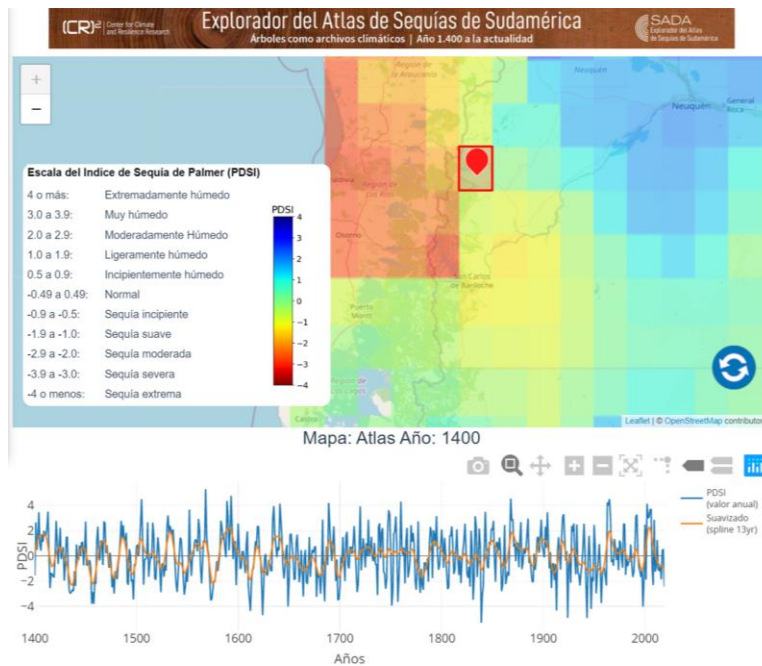


Fig. 9. Reconstruction of historical droughts in the study area. Source: SADA. South American Drought Atlas Explorer. <https://sada.cr2.cl/>

Fig. 10 shows the narrow riparian strip of the Chimehuín River. The width of the banks in most parts of the river ranges from 20 to 50 m. In some sectors, where the river forms islands, the riverbank is wider, for example: a) at latitude  $-39.91$  to  $-39.92$  the riverbank extends between 200 to 300 m. b) at latitude  $-39.94$  to  $-39.95$  the bank is between 100 and 170 m wide, this sector corresponds to the waterfront in the urban area c) at latitude  $-39.96$  to  $-39.97$  the bank extends between 85 and 150 m also corresponding to an urban area and d) at latitude  $-40.07$  to  $-40.08$  near the mouth of the river the width of the bank ranges between 90 to 160 m. The large green areas around the riverbank correspond to nearby pine plantations, for example, at latitudes:  $-39.80$ ,  $-39.82$ ,  $-39.89$ ,  $-40.06$ ,  $-40.07$  and  $-40.10$ . There are also other pine plantations further away. The urban area is highlighted in red. In the field sampling data, when comparing rural and urban areas, the latter shows low tree cover and a high percentage of bare soil and grassland. In the rural area, tree cover predominates, followed by bare soil and grasslands. As the river flows through a steppe zone, with highly variable rainfall, the riverbanks in the urban and rural areas have a high percentage of bare soil. Table 1 shows these differences in land cover in more detail.

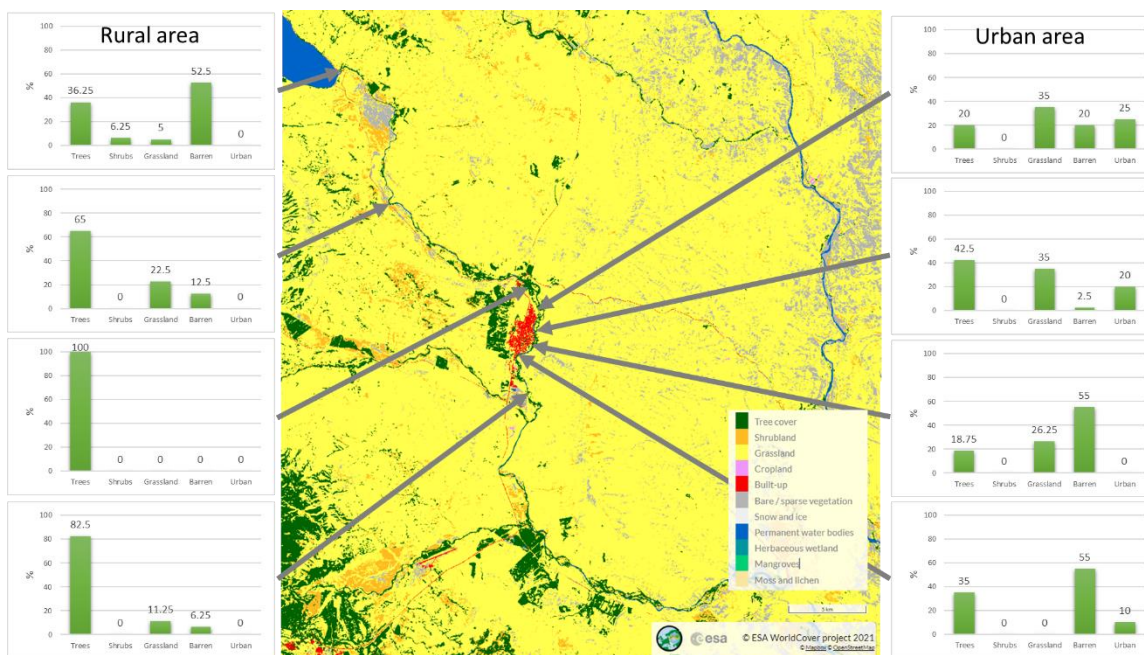


Fig. 10. Land cover of the study area. Source: *ESA WorldCover Project 2021*. <https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/> and graphs elaborated with data from the *GLOBE Observer Land Cover App*. <https://observer.globe.gov>

Tabla 1. Land cover on the banks of the Chimehuín River recorded with *GLOBE Observer Land Cover* (N=12 sites with records at the 4 cardinal points N=48). <https://observer.globe.gov> The urban area is indicated in gray.

		% land cover on the banks of the Chimehuín river					
		Latitude	Trees	Shrubs	Grassland	Barren	Urban
Rural area		-39.79654	36.3	6.3	5.0	52.5	0.0
		-39.87234	65.0	0.0	22.5	12.5	0.0
		-39.92119	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Urban area		-39.94750	20.0	0.0	35.0	20.0	25.0
		-39.95016	42.5	0.0	35.0	2.5	20.0
		-39.95168	5.0	12.5	57.5	0.0	25.0
		-39.95632	32.5	17.5	37.5	12.5	0.0
		-39.95659	18.8	0.0	26.3	55.0	0.0
		-39.95826	28.8	10.0	5.0	50.0	6.3
Rural area		-39.95861	35.0	0.0	0.0	55.0	10.0
		-39.95984	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		-39.98226	82.5	0.0	11.3	6.3	0.0

Fig. 11 shows the height of the trees. The field data, obtained with *GLOBE Observer App* (N=26) correspond to a fraction of the data obtained in *OpenAltimetry* (N=193).

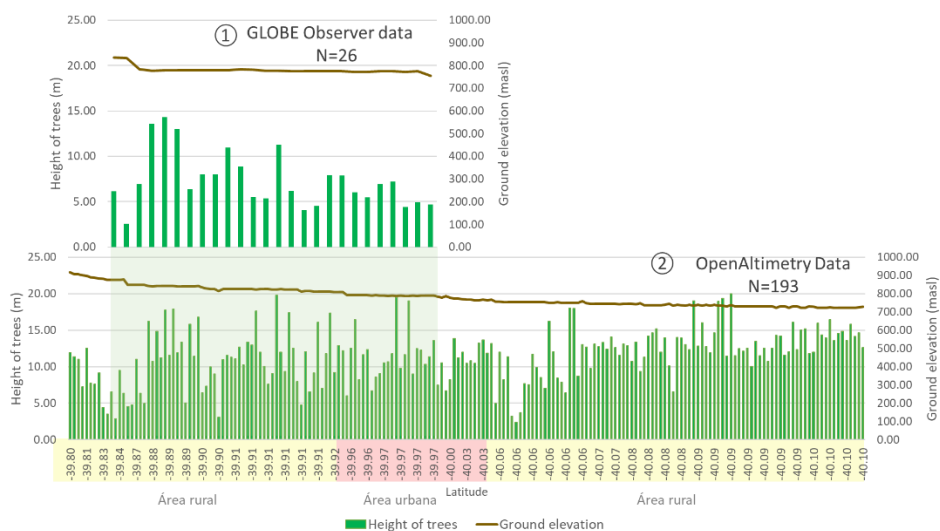


Fig. 11. Tree height (1) Data from field sampling with GLOBE Observer Trees. <https://observer.globe.gov> (2) Data obtained from OpenAltimetry <https://openaltimetry.org/data/icesat2/>

Tree height and ground elevation obtained with both methods are coincident. The OpenAltimetry data are more numerous, but only cover a small portion of the riparian trees, because the ICESat-2 satellite started in 2018 and has yet to survey much of the land area.

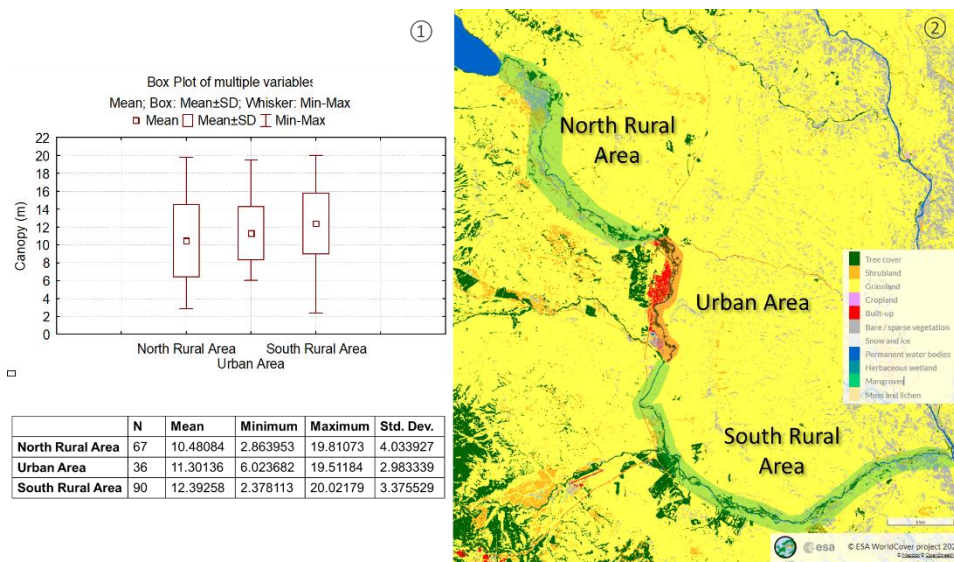


Fig. 12. (1) Height of trees on the banks of the Chimehuín River. Data obtained from OpenAltimetry: <https://openaltimetry.org/data/icesat2/> (2) Location of river areas in the WorldCover land cover image. (<https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>)

The average height of the trees on the banks of the Chimehuín River is  $11.52\text{m} \pm 3.63$ , that is, with a range of heights between 7.89 and 15.15m. Of the trees surveyed, the tallest is 20.02 m and the shortest is 2.37 m. When analyzing by area, small variations in heights are observed (Fig.

12) with slightly taller trees in the southern rural area. The differences in tree heights between the rural and urban areas are small.

## 5. Discussion:

The present work performs a preliminary characterization of the banks of the Chimehuín River. Field sampling was carried out only in areas of public access. This allowed us to observe details with greater precision such as areas of bare soil or sites combined with tree and grassland cover, which are difficult to detect with satellite images. The land cover information provided by ESA WorldCover Project 2021 (<https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>) obtained from Sentinel-2 and Sentinel-1 satellite images has a resolution of 10m (Zanaga, et al, 2022), although it is high, it leaves a margin of uncertainty in the case of heterogeneous pixels (with mixtures of coverages, e.g. trees and grassland). For this reason, it is proposed to increase field sampling in the future in as many areas as possible.

With respect to tree height, field sampling was also carried out in areas of public access. In some sites with dense vegetation it was complex to measure height with the GLOBE Observer Trees App. OpenAltimetry (<https://openaltimetry.org/data/icesat2/>) extended tree height information including inaccessible sectors (Campbell, 2021, Khalsa, et al, 2020 and Neuenschwander, et al, 2021). But also this information is limited because only a small proportion of riparian trees have been measured since the satellite launch in 2018. For this reason, a follow-up of this information is required in the future to cover larger areas.

The trees sampled in the field correspond to exotic willow species. In subsequent studies, the search for native species will be intensified and biodiversity indices will be applied to evaluate the impact of exotic species on the riverbanks. The presence of exotic species on the banks of Patagonian rivers has been documented by several authors (Gallo, et al, 2020, Mancilla, et al, 2009, Budde, et al, 2011) and also the negative impact of pine plantations near the banks on aquatic macroinvertebrate communities (Mancilla, et al, 2009). Along the banks of the Chimehuín River there are 6 pine plantations near the riverbank. Future sampling of water quality and macroinvertebrate communities at these sites and comparison with other sites is recommended.

## 6. Conclusion:

Current and historical meteorological data show great variability in precipitation with several extreme events (extremely dry and extremely wet). Precipitation is concentrated in autumn and winter. Both precipitation and river flow fluctuations influence the growth of riparian vegetation. Climate change could negatively influence riparian vegetation cover. More frequent and intense droughts have been predicted for the area (Nuñez et al. 2009; Dai 2012), which in addition to affecting river flows and riparian vegetation, also increase the risk of fires.

The predominant vegetation cover on the riverbank is trees, followed by grasslands. Considering these data, Hypothesis 1 ( $H_1$ : The predominant vegetation cover in the riverbank is herbaceous) is rejected, although it is recommended to increase field sampling in other sectors in the future.

In rural areas the predominant vegetation cover is trees, while in urban areas grasslands predominate. Considering these data, Hypothesis 2 (H<sub>2</sub>: Riverbanks in urban areas have less vegetation cover and tree cover than in rural areas) is not rejected. Field measurements show a high percentage of bare soil on the riverbanks, especially in urban areas, which allows dust and other particles to enter the river through runoff after rainfall. Although the urban area covers a small sector of the Chimehuin riverbank, urban growth can impact water quality. According to Cubero (2001), the river is exposed to increased pressure on its environment due to urban expansion. Similar results were recorded in other Patagonian rivers (Miserendino et al. 2008, 2011; Kutschker et al. 2009).

Most of the trees on the riverbank are between 8 and 15 m tall with some specimens reaching 20 m in height. There is a small variation between tree heights in the different sectors. The riparian trees in urban areas reach similar heights to those in the rural areas. Considering these data, Hypothesis 3 (H<sub>3</sub>: Riparian trees are between 5 and 8 m in height) is rejected but it is recommended to continue satellite monitoring and increase the field sampling area to better characterize tree heights due to their importance as regulators of several fluvial processes. For example, they regulate the force of floods, stabilizing riverbanks and reducing erosion (Naiman, et al, 1998, Kutschker, et al, 2020) and also because of their impact on water quality and macroinvertebrate communities.

### **Acknowledgments:**

The members of the team would like to thank the lessons learned in the Trees Around the GLOBE campaigns organized by GLOBE/NASA and the contribution of the team that leads it. Without the mentorship of specialists such as Brian Campbell, Peder Nelson, Dorian Janney and Peter Falcon, this work would not have been possible. Their contribution was essential for the use of satellite tools to complement the field sampling.

### **7. Bibliography**

- Abraham, J., Dowling, K., & Florentine, S. (2017). Risk of post-fire metal mobilization into surface water resources: A review. *Science of the Total Environment*, 599, 1740-1755.
- AIC. (2010). Estadísticas climáticas e hidrológicas. Período 2001 – 2010. *Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro*. AIC. Cipolletti, Río Negro.
- Aigo, E., Arce, M., Porma, J. A., Porma, J. L. y Prieto, A. (2015). Riberas y calidad del agua en el río Chimehuín. Primer premio. Premio Argentino Junior del Agua 2015. Aidis Argentina. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental* (126), 10-20.
- Bruno Cubero, C. (2001). *Cuenca del río Chimehuín estudio de las inundaciones en la localidad de Junín de los Andes*. Secretaria de planificación y desarrollo. AIC. Cipolletti, Río Negro.
- Budde, K. B., Gallo, L., Marchelli, P., Mosner, E., Liepelt, S., Ziegenhagen, B., & Leyer, I. (2011). Wide spread invasion without sexual reproduction? A case study on European willows in Patagonia, Argentina. *Biological Invasions*, 13, 45-54.

Campbell, B. A. (2021). ICESat-2 and the Trees Around the GLOBE student research campaign: Looking at Earth's tree height, one tree at a time. *Acta Astronautica*, 182, 203-207.

Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature climate change*, 3(1), 52-58.

Dudgeon, D., A. H. Arthington, M. O. Gessner, Z. Kawabata, D. J. Knowler, C. Lévêque, R. J. Naiman, A. Prieur-Richard, D. Soto. M. L. J. Stiassny, and C. A. Sullivan. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 81(2), 163-182.

Funes, M. C., J. Sanguinetti, P. Laclau, L. Maresca, L. García, F. Mazzieri, L. Chazarreta, D. Bocos, F. Diana Lavalle, P. Espósito, A. González y A. Gallardo. (2006). *Diagnóstico del estado de conservación de la biodiversidad en el Parque Nacional Lanín: su viabilidad de protección en el largo plazo. Informe final.* Parque Nacional Lanín, San Martín de los Andes, Neuquén.

Gallo, L. A., Amico, I., Bozzi, J., Gazo, M. C., Cerrillo, T., Datri, L., ... & Ziegenhagen, B. (2020). *Salix humboldtiana*: A Very Ancient Willow and the Only Native to Argentina. In Pastorino M, P Marchelli. *Low intensity breeding of native forest trees in Argentina*. Springer International Publishing.

GLOBE. (2023a). What is GLOBE Observer Land Cover? Accessed 27 February 2023 from <https://observer.globe.gov/es/do-globe-observer/land-cover>

GLOBE. (2023b) What is GLOBE Observer Trees? Accessed 27 February 2023 from <https://observer.globe.gov/es/do-globe-observer/trees>

Horak, C. N., Assef, Y. A., & Miserendino, M. L. (2019). Assessing effects of confined animal production systems on water quality, ecological integrity, and macroinvertebrates at small piedmont streams (Patagonia, Argentina). *Agricultural water management*, 216, 242-253.

Khalsa, S. J. S., Borsa, A., Nandigam, V., Phan, M., Lin, K., Crosby, C., Fricker, H., Baru, C. & Lopez, L. (2020). OpenAltimetry-rapid analysis and visualization of Spaceborne altimeter data. *Earth science informatics*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12145-020-00520-2>

Kutschker, A. M., Papazian, G., Martínez, O. A., & Ibañez, N. (2020). Calidad de los bosques ribereños y perspectivas de restauración en un río de la Patagonia Andina, Argentina. *Ecología austral*, 30(1), 99-112.

Kutschker, A., Brand, C., & Miserendino, M. L. (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Ecología austral*, 19(1), 19-34.

Mancilla, G., Valdovinos, C., Azocar, M., Jorquera, P., & Figueroa, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. *Hidrobiológica*, 19(3), 193-203.

Matteucci, S. D. (2012a). Ecorregión Bosques Patagónicos. En: *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos. Orientación Gráfica Editora SRL, Buenos Aires, Argentina*, 489-548.

Matteucci, S. D. (2012b). Ecorregión Estepa Patagónica. En: *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos. Orientación Gráfica Editora SRL, Buenos Aires, Argentina*, 549-654.

- Miserendino, M. L., Brand, C., & Di Prinzio, C. Y. (2008). Assessing urban impacts on water quality, benthic communities and fish in streams of the Andes Mountains, Patagonia (Argentina). *Water, air, and soil pollution*, 194(1-4), 91-110.
- Miserendino, M. L., Casaux, R., Archangelsky, M., Di Prinzio, C. Y., Brand, C., & Kutschker, A. M. (2011). Assessing land-use effects on water quality, in-stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. *Science of the total environment*, 409(3), 612-624.
- Murdoch, T. and Cheo, M (1991). *The Streamkeeper's Field Guide. Watershed inventory and stream monitoring methods*. Adopt a Stream Foundation.
- Naiman, R. J., Fetherston, K. L., McKay, S. J., & Chen, J. (1998). Riparian forests. *River ecology and management: lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*, 289-323.
- Neuenschwander, A. L., K. L. Pitts, B. P. Jelley, J. Robbins, B. Klotz, S. C. Popescu, R. F. Nelson, D. Harding, D. Pederson, and R. Sheridan. (2021). *ATLAS/ICESat-2 L3A Land and Vegetation Height, Version 5 [ATL08]*. Boulder, Colorado USA. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. <https://doi.org/10.5067/ATLAS/ATL08.005>
- Nunez, M. N., Solman, S. A., & Cabré, M. F. (2009). Regional climate change experiments over southern South America. II: Climate change scenarios in the late twenty-first century. *Climate Dynamics*, 32(7-8), 1081-1095.
- Pepe, M., Martínez, L., Wehinger, J., & Prieto, A. B. (2018). Aquatic macroinvertebrates and their importance as water quality bioindicators in the Chimehuín River, Patagonia, Argentina. *GLOBE Learning Expedition (GLE)*, 1-6.
- Romero, J., Morgavi, D., Arzilli, F., Daga, R., Caselli, A., Reckziegel, F., Viramonte, J., Díaz-Alvarado, J., Polacci, M., Burton, M. and Perugini, D. (2016). Eruption dynamics of the 22–23 April 2015 Calbuco Volcano (Southern Chile): Analyses of tephra fall deposits. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 317, 15-29.
- StatSoft, Inc. (2007). *STATISTICA* (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- The GLOBE Program. (2014) Biosphere Protocols. En: *GLOBE Teacher's Guide*. Washington, WA.
- Williams-Subiza, E. A. W., & Brand, C. (2018). Short-term effects of wildfire on Patagonian headwater streams. *International Journal of Wildland Fire*, 27(7), 457-470.
- Williams-Subiza, E. A., & Brand, C. (2021). Functional response of benthic macroinvertebrates to fire disturbance in patagonian streams. *Hydrobiologia*, 848(7), 1575-1591.
- Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.E., Xu, P., Ramoino, F., Arino, O., 2022. *ESA WorldCover 10 m 2021 v200*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>

### Badge Descriptions/Justifications:

### **I MAKE AN IMPACT**

Riparian ecosystems are essential for maintaining a river's water quality, stabilizing its shorelines, maintaining soil moisture, regulating water temperature, etc. However, society does not always recognize them. There are relatively few studies on these ecosystems in Patagonian rivers. Knowing and quantifying the land cover of the riverbanks, the Chimehuín River and the height of its trees, detecting homogeneous areas and areas with bare soil is the first step to establish rehabilitation and protection measures. From this report it is hoped that local society will become aware of the importance of studying and conserving the banks of the Chimehuín River. The students made a preliminary characterization of the riverbank and made recommendations for future research.

### **I AM A DATA SCIENTIST**

Based on the experience of making observations and recording data with the GLOBE Observer App and the training received in the Trees Around the GLOBE campaigns organized by GLOBE/NASA, where students learned from specialists how to use satellite information to complement their own records, this work was carried out. The satellite images provided information on inaccessible sites both in terms of land cover and tree height. The students processed this information using Excel and Statistica software to create data visualizations that allowed them to interpret the information. This allowed them to answer the research questions.



[Go to English Version](#)

**Caracterización preliminar de la cobertura vegetal de las riberas del río Chimehuín.**

Estudiantes:

Franco Nahuel Morrone, Joaquín Melo, Hugo Alberto Revolero Rubilar, Ailén Mariana Tallarico Esteve y Mateo Andrés Cahuin Baigorria

Profesora:

Ana Beatriz Prieto

Club de Ciencias Huechulafquen

Argentina

Marzo 2023

## **Resumen:**

El río Chimehuín recorre 53 km de estepa de transición atravesando áreas rurales en su mayor parte, aproximadamente a la mitad se encuentra la ciudad de Junín de los Andes. Este trabajo estudia las riberas con el objetivo de caracterizar el tipo de cobertura vegetal y la altura del bosque ribereño. Las preguntas de investigación fueron: 1) ¿Qué tipo de cobertura vegetal predomina en las riberas del río Chimehuín?, 2) ¿Existen diferencias en la cobertura vegetal de la ribera y en la altura de los árboles en áreas urbanas y rurales? y 3) ¿Qué alturas tienen los árboles ribereños en diferentes sectores del río Chimehuín? Se realizaron muestreos a campo en áreas de acceso público del río Chimehuín utilizadas para validar la información satelital de cobertura terrestre y de altura de árboles, que proporcionaron información más completa e incluso de sitios inaccesibles. La temperatura promedio anual es de 8°C con gran amplitud térmica y temperaturas negativas en invierno. El promedio anual de precipitaciones es de 800mm, pero la información histórica muestra gran variabilidad con eventos extremos. La vegetación ribereña abarca una estrecha franja y se extiende solo en algunos sitios donde el río forma islas. En todo el río la cobertura predominante son los árboles, luego le siguen los pastizales. Las riberas en el área urbana tienen menor cobertura de árboles que en la zona rural. En el área urbana predominan los pastizales y se detecta un alto porcentaje de suelo desnudo. La altura de los árboles de la ribera oscila entre 8 y 15 metros con ligeras diferencias entre áreas rurales y urbana. Se recomienda continuar con los muestreos obtener información más precisa.

**Palabras clave:** Cobertura terrestre – Riberas – Altura de árboles – Ríos - Patagonia

## **1. Preguntas de investigación e Hipótesis:**

La cuenca del río Chimehuín es una de las principales del Parque Nacional Lanín y contribuye con el 23% de los ambientes ribereños del parque (Funes et al. 2006). El río Chimehuín nace en el Lago Huechulafquen y desemboca en río Collón Cura. En los 53 km. de su extensión pasa por la localidad de Junín de los Andes. En su valle medio desembocan los ríos Curruhé y Quilquihue. Según Cubero B. (2001), el Río Chimehuín ha experimentado un aumento en la presión sobre su entorno debido a la expansión urbana de Junín de los Andes y a la urbanización prevista en otras áreas de sus riberas. El río abastece de agua potable a la zona. Su agua también se utiliza para producción agrícola, acuícola y pequeñas industrias. El caudal del río Chimehuín aumenta en invierno por las lluvias y en primavera por el deshielo, el caudal mínimo ocurre al final del verano y principios de otoño.

En este trabajo se estudian las riberas del río Chimehuín para caracterizar el tipo de cobertura terrestre y la altura del bosque ribereño. Los ecosistemas ribereños se caracterizan por una franja estrecha de terreno paralela a los cauces, que depende de la profundidad del nivel freático. Estas zonas de transición se pueden encontrar en una variedad de condiciones climáticas, latitudes y altitudes; desde los valles más angostos hasta las grandes llanuras. Se les considera como corredores de biodiversidad, ya que muchas especies no pueden sobrevivir fuera de esta franja, sea en los ecosistemas terrestres o en los acuáticos. Por ello, se las conoce como ecotonos, ya que presentan características de ambos de ecosistemas. La humedad del suelo depende de los

niveles de agua del río cercano. La vegetación de las áreas ribereñas es importante porque: proporciona hábitat a la fauna terrestre (ej. áreas de anidación); filtran y retienen sedimentos y nutrientes procedentes de zonas más altas; minimizan el impacto de la contaminación química a través de la inmovilización, el almacenamiento y la transformación de contaminantes; estabilizan los cauces del río; almacenan agua, recargan los acuíferos y disminuyen el riesgo de inundaciones al permitir una mayor absorción y escurrimiento del agua de lluvias. (Murdoch, T. and Cheo, M., 1991). Considerando la importancia de la vegetación ribereña se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué tipo de cobertura vegetal predomina en las riberas del río Chimehuín?
2. ¿Existen diferencias en la cobertura vegetal de la ribera y en la altura de los árboles en áreas urbanas y rurales?
3. ¿Qué alturas tienen los árboles ribereños en diferentes sectores del río Chimehuín?

Y se establecieron las siguientes hipótesis:

H<sub>1</sub>: La cobertura vegetal predominante en la ribera es herbácea

H<sub>2</sub>: Las riberas del río en áreas urbanas tienen menor cobertura vegetal y cobertura de árboles que en áreas rurales.

H<sub>3</sub>: Los árboles de la ribera tienen entre 5 y 8 m de altura.

## 2. Introducción y revisión de la literatura

La importancia de los ecosistemas ribereños no siempre es reconocida por la sociedad y por esa razón según (Dudgeon et al. 2006) se encuentran entre los más degradados por acción antrópica. En la Patagonia, la expansión urbana ha provocado la degradación de las riberas en varios ríos con distintas actividades que impactan directamente (ej. la extracción de madera, la agricultura, la ganadería y la plantación de coníferas exóticas) (Miserendino et al. 2008, 2011; Kutschker et al. 2009). Pero también en los ríos patagónicos se realizan otras actividades económicas vinculadas a la buena calidad del agua y de las riberas de los ríos como el ecoturismo, la pesca deportiva y otras actividades recreativas similares. Según Horak, et al. (2019) el uso insostenible de los ecosistemas ribereños podría generar conflictos inesperados entre diferentes actores de la sociedad. Los árboles de la ribera en los ríos patagónicos han sufrido la invasión de especies exóticas. Varios autores han reportado la invasión de especies de sauces exóticos (*Salix alba* y *Salix fragilis*), reemplazando a la especie nativa, conocida como sauce criollo (*Salix humboldtiana*) en las riberas de los ríos patagónicos (Gallo, et al, 2020, Mancilla, et al, 2009, Budde, et al, 2011). En una evaluación de la calidad de los bosques ribereños en ríos patagónicos Kutschker, et al. (2009) encontró que la presencia de vegetación en las riberas determina una mejor condición de los ecosistemas ribereños, aun cuando dominancia sea de especies exóticas. Mancilla, et al. (2009) reportó que las plantaciones forestales cercanas a ríos provocan un impacto negativo en las comunidades de macroinvertebrados.

Los pronósticos de cambio climático para esta región indican la posible ocurrencia de sequías más frecuentes e intensas lo cual aumentaría la duración de la temporada seca (Nuñez et al. 2009; Dai 2012) que impactará en el caudal de los ríos y afectando a las riberas. En temporadas

muy secas se incrementa el riesgo de incendios afectando a los bosques ribereños. En varios ríos patagónicos se han reportado impactos negativos en las comunidades de macroinvertebrados provocados por los incendios áreas cercanas y en las riberas. (Williams-Subiza, et al, 2018, 2021 y Abraham, et al, 2017).

En el caso del río Chimehuín se reportó el impacto de la urbanización, las comunidades de macroinvertebrados son diferentes en las zonas urbanas, donde las riberas están muy modificadas, predominan especies con mayor resistencia a impactos negativos como los gasterópodos (Aigo, et al., 2015). Luego de la caída de cenizas volcánicas provenientes del volcán Calbuco en 2015 (Romero, et al., 2016), la recuperación las comunidades de macroinvertebrados fue más lenta en las áreas con mayor impacto en las riberas como la costanera y la zona de camping cercana a la ruta provincial 61 donde se realizaron movimientos de suelo para su pavimentación (Pepe, et al., 2018). Dada la relevancia de los ecosistemas ribereños este estudio analiza la cobertura terrestre y la altura de los árboles en diferentes sectores del río Chimehuín con muestreos a campo y análisis de información satelital.

### 3. Materiales y métodos de investigación

Para estudiar las riberas se realizaron muestreos a campo en áreas de acceso público del río Chimehuín, para validar la información satelital.

#### 3.1 Sitio de estudio:

Se estudiaron las riberas del río Chimehuín desde su nacimiento en el Lago Huechulafquen, hasta su desembocadura en el río Collón Curá. Su recorrido tiene una pendiente pronunciada (Fig. 1).

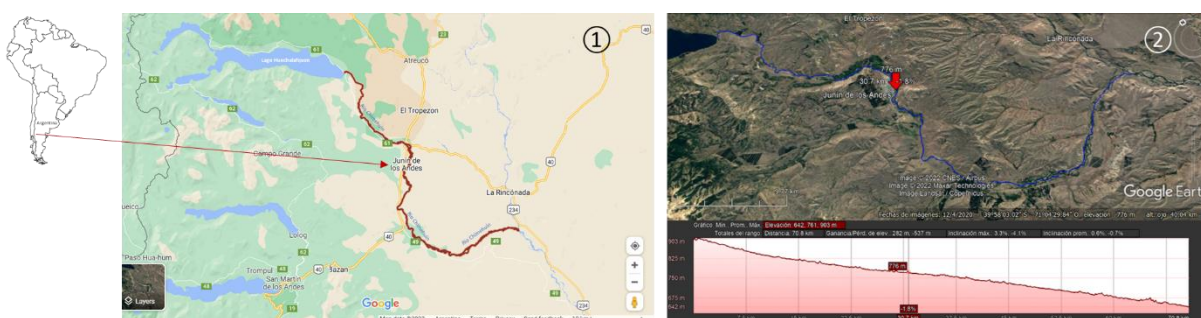


Fig. 1. (1) Río Chimehuín, región de Patagonia, Argentina. La ciudad de Junín de los Andes localiza en uno de sus márgenes. (2) Perfil de elevación del curso del río desde su nacimiento hasta la desembocadura. La flecha marca altitud en la zona de la costanera en Junín de los Andes. Fuente: Google Maps y Google Earth Pro. <https://www.google.com/earth/versions/>

El río atraviesa una zona de estepa de transición determinada por el gradiente de lluvias. Al Oeste se encuentra la ecorregión del Bosque Patagónico (Matteucci, 2012a) con abundantes precipitaciones y cobertura de árboles (en verde en la Fig. 2.1). Al Este se encuentra la ecorregión de estepa patagónica (Matteucci, 2012b) con escasas precipitaciones y cobertura de pradera (en

amarillo en la Fig. 2.1 y 2.2). Las áreas urbanas (en rojo en la Fig. 2.2) corresponden a la ciudad de Junín de los Andes. La mayor parte de la cobertura terrestre alrededor del río corresponde a estepa, se destacan en verde varias plantaciones de pinos. La estrecha franja de bosque ribereño (en verde) marca el recorrido del río.

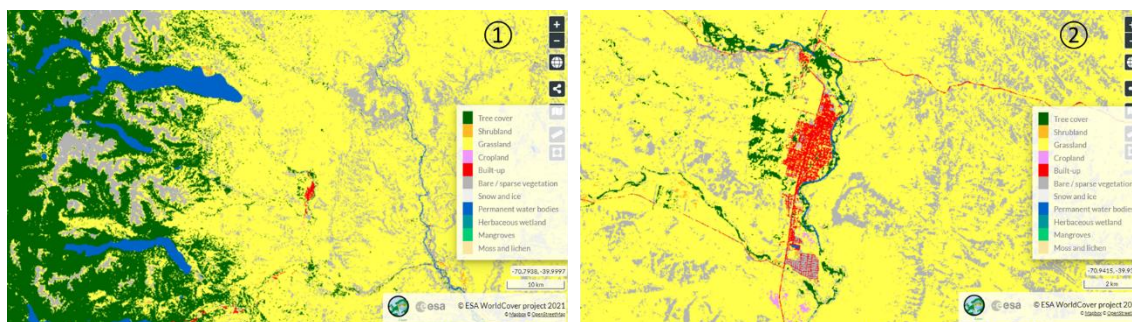


Fig. 2. (1) Cobertura terrestre en la cuenca del Río Chimehuín. (2) Cobertura terrestre alrededor de la ciudad de Junín de los Andes. Fuente: ESA WorldCover Project 2021. <https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>

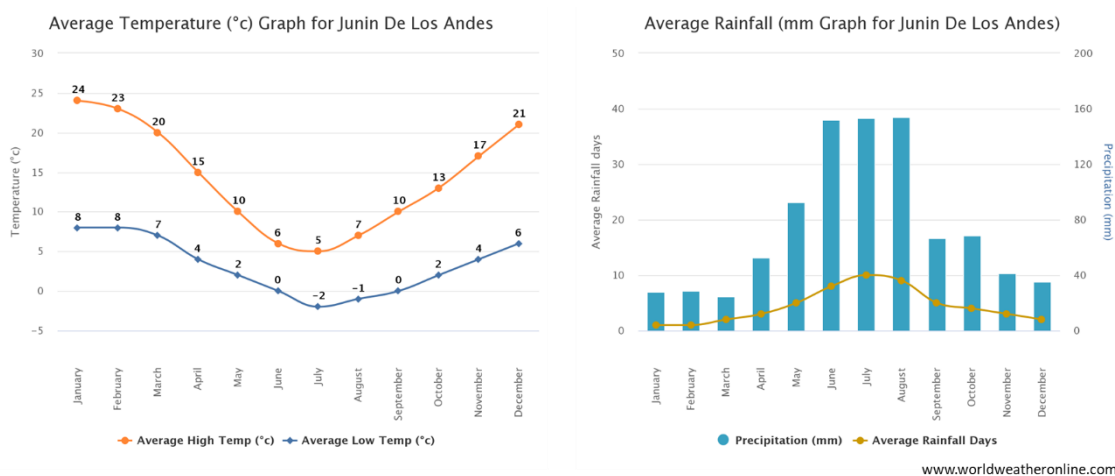


Fig. 3. Promedio de temperaturas y precipitaciones mensuales en la ciudad de Junín de los Andes. Fuente: World Weather Online [www.worldweatheronline.com](http://www.worldweatheronline.com)

La temperatura media anual en la zona de estudio es de 8°C, con gran amplitud térmica principalmente en primavera y verano. Durante el invierno se registran temperaturas negativas. El promedio anual de precipitaciones es de 800mm., según los registros históricos de World Weather Online (<https://www.worldweatheronline.com>) (Fig. 3). Las precipitaciones se concentran en otoño e invierno, y el período seco ocurre a finales de la primavera, el verano y principios de otoño. Los caudales del río varían a lo largo del año, con dos crecidas importantes: en invierno por las lluvias y en primavera por el deshielo. (AIC, 2010).

### 3.2 Recopilación de datos:

Para complementar la información meteorológica histórica, se consultaron registros de la zona de estudio en: Giovanni y SADA. El portal Giovanni (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>) de Global Precipitation Measurement Mission proporciona información de los últimos 20 años de precipitaciones, obtenida a partir de múltiples satélites, con datos disponibles de cualquier lugar del mundo. El programa SADA (South American Drought Atlas - <https://sada.cr2.cl/>) ha utilizado anillos de crecimiento de los árboles para reconstruir la variación de la disponibilidad de agua entre los años 1400 a 2000 en el Sur de Sudamérica. SADA utilizó el *Índice de Severidad de Sequía de Palmer* (PDSI - Palmer Drought Severity Index) para caracterizar períodos secos y períodos húmedos.

Se utilizó la aplicación GLOBE Observer Land Cover (GLOBE, 2023a) (Fig. 4) para tomar registros de la cobertura terrestre y GLOBE Observer Trees (GLOBE, 2023b) (Fig. 5) medir y registrar las alturas de los árboles en diferentes sitios rurales y urbanos de las riberas del río Chimehuín.

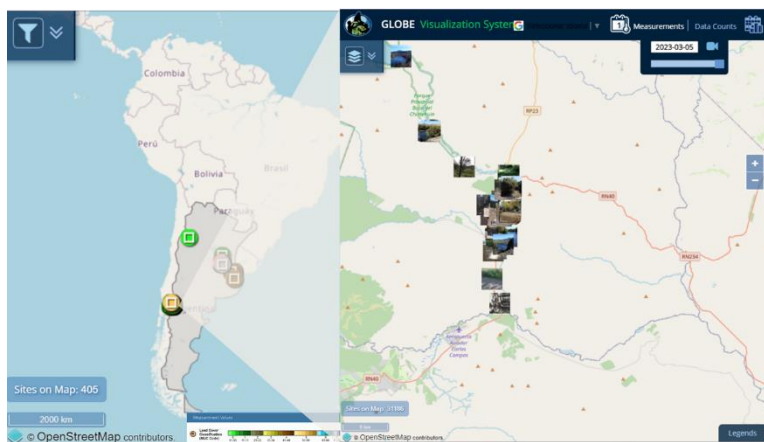


Fig. 4. Localización de los sitios de muestreos de cobertura terrestre en las riberas del río Chimehuín.  
Fuente: The GLOBE Program <https://vis.globe.gov/GLOBE/>

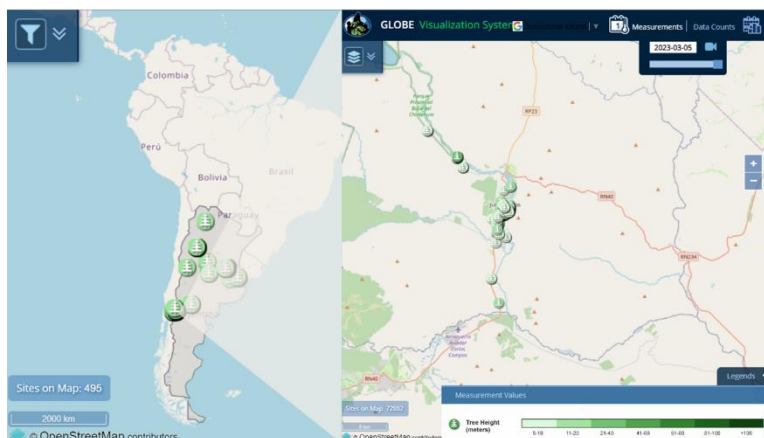


Fig. 5. Localización de los sitios de muestreos de altura de árboles en las riberas del río Chimehuín.  
Fuente: The GLOBE Program <https://vis.globe.gov/GLOBE/>

Los datos de la aplicación GLOBE Observer fueron recopilados a campo utilizando un teléfono celular marca Samsung Modelo A30. La aplicación utiliza los sensores del teléfono para realizar mediciones. Los registros fueron tomados siguiendo los protocolos de Biósfera del Programa GLOBE y posteriormente se enviaron al sitio web del Programa. (Fig. 6)

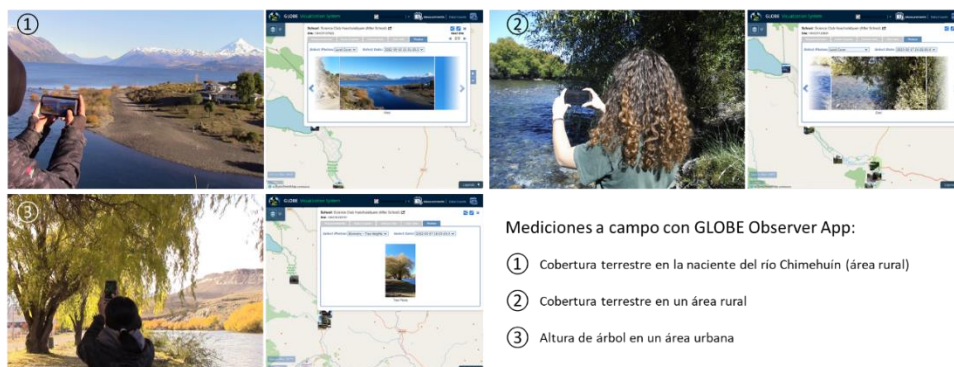


Fig. 6. Registro de datos con GLOBE Observer: Land Cover y Trees. <https://observer.globe.gov>

Los muestreos a campo se realizaron en áreas públicas correspondientes a la ribera Oeste del Río Chimehuín. Los datos de altura de árboles tomados con la App GLOBE Observer se utilizaron para validar los datos del satélite ICESat-2, a los que se accede a través del portal OpenAltimetry (<https://openaltimetry.org/data/icesat2/>) (Khalsa, 2020). El satélite ICESat-2, lanzado en 2018, posee un altímetro para realizar mediciones de altura de distintos objetos en la superficie terrestre (desde altura del hielo, océanos, árboles, etc). Fig. 7. Esto permitirá a futuro conocer los cambios de alturas de diferentes objetos sobre la Tierra. (Campbell, 2021).

Los datos de cobertura terrestre tomados a campo se utilizaron para validar el mapa de cobertura terrestre WorldCover V2 2021 (<https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>) y medir el ancho de la ribera en diferentes sectores.

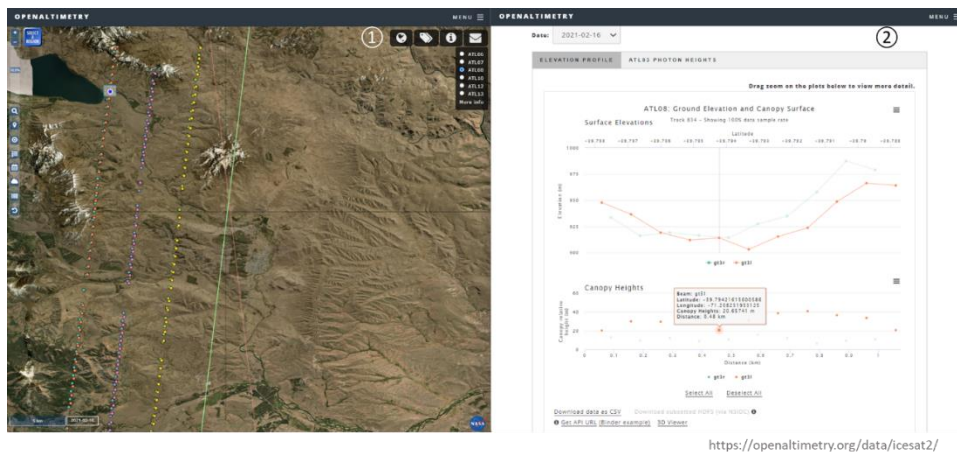


Fig. 7. (1) Puntos de barrido del satélite ICESAT-2 y área seleccionada en la naciente del río Chimehuín. (2) Arriba perfil del relieve el área seleccionada y abajo gráfico de alturas de árboles. El punto seleccionado indica la altura del árbol, su localización y altura sobre el nivel del mar.

### 3.3 Análisis de datos:

Los datos fueron analizados con el software Excel y con Statistica. Los cálculos utilizados por Statistica fueron: 1) Media Aritmética o Media, 2) Desviación Estándar.

(1)

$$\text{Media } (\bar{X}) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Siendo  $(X_1, X_2, \dots, X_N)$  el conjunto de observaciones.

(2)

$$S_X^2 = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2}}{N - 1}$$

Siendo  $(X_1, X_2, \dots, X_N)$  el conjunto de datos.

## 4. Resultados

En la figura 8 se observan las variaciones interanuales de las precipitaciones desde el año 2000 al 2021 para la zona de estudio. El promedio de precipitaciones de los meses más húmedos (Junio, Julio y Agosto, en verde) fue muy variable con máximos en 2006 (132,14 mm) y 2015 (136,11 mm) y mínimos en 2018 (59,95 mm) y 2021 (42,69 mm). El promedio de precipitaciones de los meses más secos (Diciembre, Enero y Febrero en celeste) también fue muy variable con máximos en 2001 (35,21 mm) y 2006 (47,94 mm) y mínimos en 2015 (6,86 mm) y 2019 (8,14 mm).

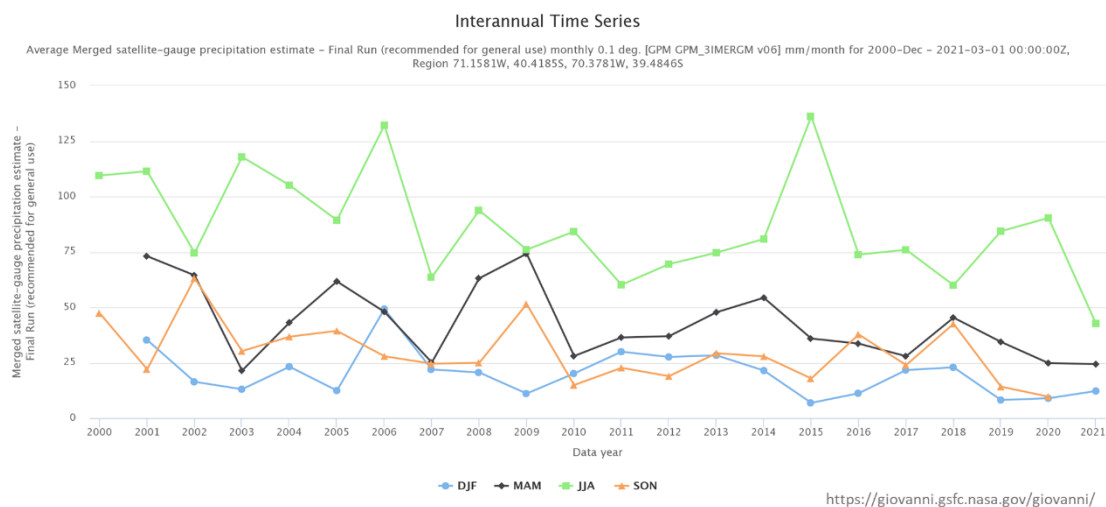


Fig. 8. Precipitaciones estacionales en los últimos 20 años en el área de estudio. Fuente: Global Precipitation Measurement Mission. Giovanni <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>



La reconstrucción de períodos secos y húmedos realizados por SADA entre los años 1400 a 2000 (Fig. 9) registra la ocurrencia varios períodos con sequías severas y extremas. Las sequías extremas en este período, con valores menores a -4 PDSI, ocurrieron en los años 1612, 1624, 1839, 1913, 1924, 1943 y 1998. Los eventos extremadamente húmedos, con valores superiores a 4 PDSI ocurrieron en los años 1505, 1569, 1587, 1594, 1760, 1869, 1965 y 2002. Esta variabilidad no permite establecer una tendencia para todo el período, si bien parecieran establecerse ciclos con períodos secos y húmedos, estos no se repiten con la misma intensidad.

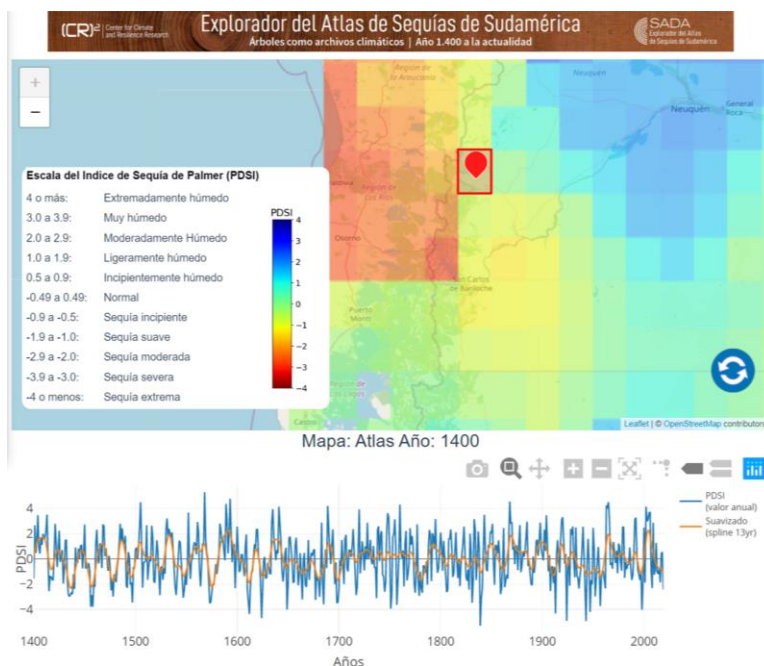


Fig. 9. Reconstrucción de sequías históricas en el área de estudio. Fuente: SADA. Explorador del Atlas de Sequías de Sudamérica <https://sada.cr2.cl/>

La Fig. 10 muestra la estrecha franja ribereña del río Chimehuín. El ancho de las riberas en la mayor parte del río oscila entre 20 y 50 m. En algunos sectores, donde el río forma islas, la ribera es más ancha, por ejemplo: a) en la latitud -39, 91 a -39,92 la ribera se extiende entre 200 a 300 m. b) en la latitud -39,94 a -39,95 la ribera tiene entre 100 y 170 m de ancho, este sector corresponde a la costanera en el área urbana c) en la latitud -39,96 a -39,97 la ribera se extiende entre 85 y 150 m correspondiendo también a un área urbana y d) en la latitud -40,07 a -40,08 cerca de la desembocadura el ancho de la ribera oscila entre 90 a 160 m. Las grandes áreas verdes alrededor de la ribera corresponden a plantaciones de pino cercanas, por ejemplo, e las latitudes: -39,80, -39,82, -39,89, -40,06, -40,07 y -40,10. Además existen otras plantaciones de pinos más alejadas. En rojo se destaca el área urbana. En los datos de muestreos en el terreno, al comparar área rural con área urbana, en esta última se destaca la baja cobertura de árboles y un alto porcentaje de suelo desnudo y de pastizales. En el área rural predomina la cobertura de árboles, seguido por suelo desnudo y pastizales. Como el río recorre una zona de estepa, con precipitaciones muy variables, las riberas del área urbana y del área rural tienen un alto porcentaje de suelo desnudo. La tabla 1 muestra con mayor detalle estas diferencias en la cobertura del suelo.

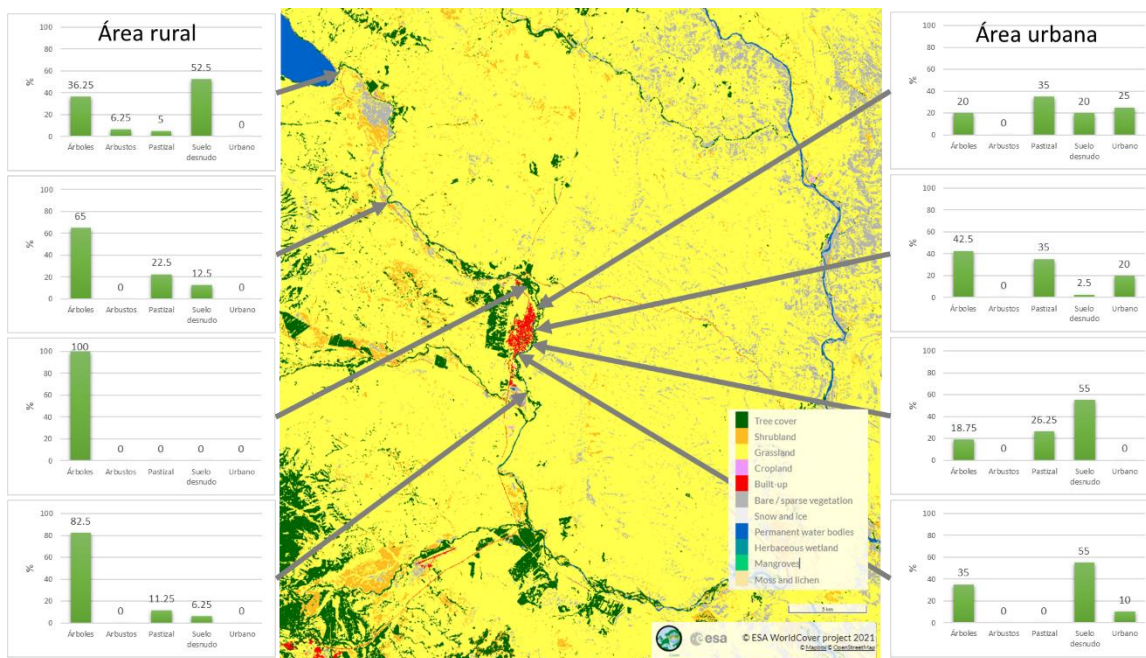


Fig. 10. Cobertura terrestre del área de estudio. Fuente: ESA WorldCover Project 2021. <https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/> y gráficos elaborados con los datos de la App GLOBE Observer Land Cover. <https://observer.globe.gov>

Tabla 1. Cobertura terrestre en las riberas del río Chimehuín registradas con GLOBE Observer Land Cover (N=12 sitios con registros a los 4 puntos cardinales N=48). <https://observer.globe.gov> En gris se señala el área urbana.

% de cobertura terrestre en las riberas del río Chimehuín						
Área	Latitud	Árboles	Arbustos	Pastizal	Suelo desnudo	Urbano
Rural	-39.79654	36.3	6.3	5.0	52.5	0.0
	-39.87234	65.0	0.0	22.5	12.5	0.0
	-39.92119	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Urbana	-39.94750	20.0	0.0	35.0	20.0	25.0
	-39.95016	42.5	0.0	35.0	2.5	20.0
	-39.95168	5.0	12.5	57.5	0.0	25.0
	-39.95632	32.5	17.5	37.5	12.5	0.0
	-39.95659	18.8	0.0	26.3	55.0	0.0
	-39.95826	28.8	10.0	5.0	50.0	6.3
	-39.95861	35.0	0.0	0.0	55.0	10.0
Rural	-39.95984	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	-39.98226	82.5	0.0	11.3	6.3	0.0

La Fig. 11 muestra la altura de los árboles. Los datos de campo, obtenidos con GLOBE Observer App (N=26) corresponden a una fracción de los datos obtenidos en OpenAltimetry (N=193).

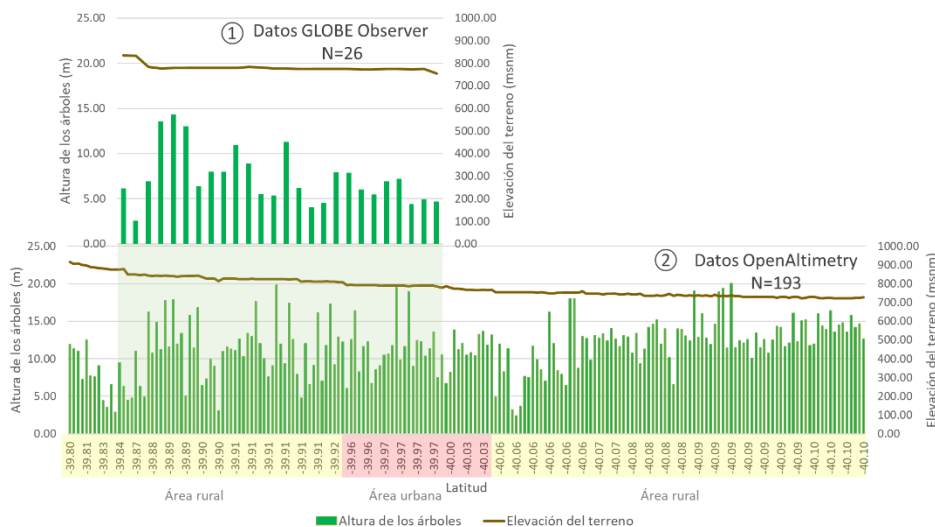


Fig. 11. Altura de los árboles. (1) Datos del muestreo a campo con GLOBE Observer Trees. <https://observer.globe.gov> (2) Datos obtenidos con OpenAltimetry. <https://openaltimetry.org/data/icesat2/>

La altura de los árboles y la elevación del terreno obtenidos con ambos métodos son coincidentes. Los datos de OpenAltimetry son más numerosos, pero solo abarcan una pequeña porción de los árboles ribereños, porque el satélite ICESat-2 comenzó en el año 2018 y todavía le falta relevar gran parte de la superficie terrestre.

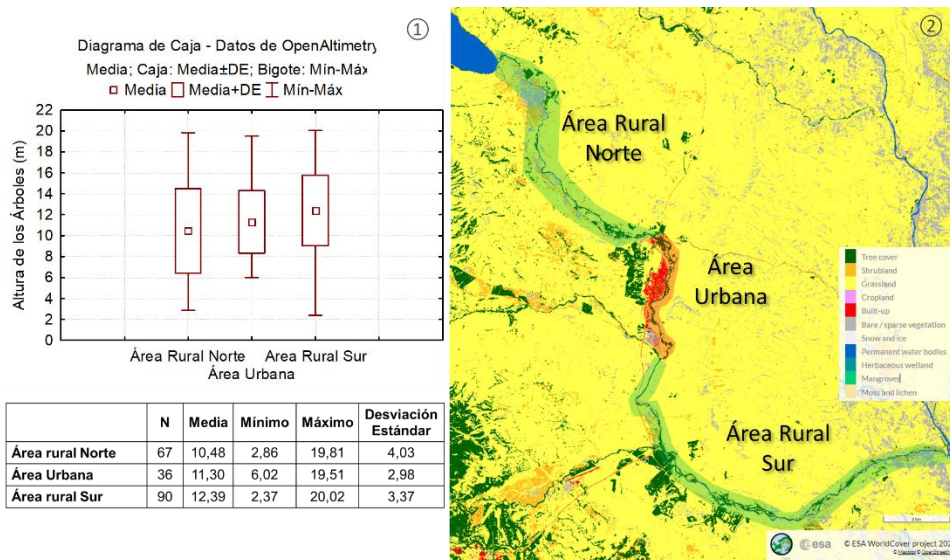


Fig. 12. (1) Altura de los árboles de las riberas del río Chimehuín. Datos obtenidos de OpenAltimetry: <https://openaltimetry.org/data/icesat2/> (2) Localización de las áreas del río en la imagen de cobertura terrestre de WorldCover (<https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>)

La altura media de los árboles de la ribera del río Chimehuín es de 11,52m  $\pm$ 3,63, es decir con un rango de alturas entre 7,89 y 15,15 m. De los árboles relevados el más alto tiene 20,02 m y el más bajo 2,37 m. Al realizar el análisis por áreas, se observan pequeñas variaciones de alturas (Fig. 12) con árboles ligeramente más altos en el área rural sur. Las diferencias de alturas de árboles entre las áreas rurales y la urbana son pequeñas.

## 5. Discusión

El presente trabajo realiza una caracterización preliminar de las riberas del río Chimehuín. El muestreo a campo se realizó únicamente en áreas de acceso público. Esto permitió observar detalles con mayor precisión como áreas de suelo desnudo o sitios combinados con cobertura de árboles y pastizales, que son difíciles de detectar con imágenes satelitales. La información de cobertura terrestre proporcionada por ESA WorldCover Project 2021 (<https://viewer.esa-worldcover.org/worldcover/>) obtenida a partir de imágenes satelitales Sentinel-2 y Sentinel-1 tiene una resolución de 10m (Zanaga, et al, 2022), si bien es alta, deja un margen de incertidumbre en el caso de píxeles heterogéneos (que tengan mezclas de coberturas, ej. Árboles y pastizal). Por esta razón se propone incrementar a futuro el muestreo a campo en el mayor número de áreas posible.

Con respecto a la altura de los árboles también se realizaron muestreos a campo en áreas de acceso público. En algunos sitios con vegetación densa fue complejo medir la altura con la App GLOBE Observer Trees. OpenAltimetry (<https://openaltimetry.org/data/icesat2/>) amplió información de altura de árboles incluidos sectores inaccesibles (Campbell, 2021, Khalsa, et al, 2020 y Neuenschwander, et al, 2021). Pero también esta información es limitada porque solo una pequeña proporción de los árboles ribereños han sido medidos desde el lanzamiento del satélite en 2018. Por esta razón se requiere realizar un seguimiento de esta información a futuro para cubrir áreas más extensas.

Los árboles muestreados a campo corresponden a especies de sauces exóticos. En estudios posteriores se intensificará la búsqueda de especies nativas y se aplicarán índices de biodiversidad para evaluar el impacto de especies exóticas en las riberas. La presencia de especies exóticas en las riberas de ríos patagónicos ha sido documentada por varios autores (Gallo, et al, 2020, Mancilla, et al, 2009, Budde, et al, 2011) y también el impacto negativo de las plantaciones de pinos cercanos a la ribera en las comunidades de macroinvertebrados acuáticas. (Mancilla, et al, 2009). A lo largo de las riberas del río Chimehuín se encuentran 6 plantaciones de pinos cercanas a la ribera. Se recomienda a futuro muestrear la calidad del agua y las comunidades de macroinvertebrados en estos sitios y compararla con otros.

## 6. Conclusión

La información meteorológica actual y la histórica muestran una gran variabilidad en las precipitaciones con varios eventos extremos (extremadamente secos y extremadamente húmedos). Las precipitaciones se concentran en otoño e invierno. Tanto las precipitaciones como las fluctuaciones del caudal del río influyen en el crecimiento de la vegetación ribereña. El cambio climático podría influir negativamente en la cobertura vegetal de las riberas. Se ha pronosticado

para la zona de sequías más frecuentes e intensas (Nuñez et al. 2009; Dai 2012) que además de afectar los caudales del río y la vegetación ribereña, también incrementan el riesgo de incendios.

La cobertura vegetal predominante en la ribera son los árboles, luego le siguen los pastizales. Considerando estos datos se rechaza la Hipótesis 1 (H1: La cobertura vegetal predominante en la ribera es herbácea), aunque se recomienda a futuro incrementar los muestreos a campo en otros sectores.

En las zonas rurales la cobertura vegetal predominante son los árboles, mientras que en la zona urbana predominan los pastizales. Considerando estos datos no se rechaza la Hipótesis 2 (H<sub>2</sub>: Las riberas del río en áreas urbanas tienen menor cobertura vegetal y cobertura de árboles que en áreas rurales). En las mediciones a campo se detecta un alto porcentaje de suelo desnudo en las riberas, en especial en las zonas urbanas, que permite la entrada de polvo y otras partículas al río por la escorrentía luego de las lluvias. Si bien el área urbana abarca un pequeño sector de la ribera del río Chimehuin el crecimiento urbano puede impactar la calidad del agua. Según Cubero (2001) el río está expuesto a un aumento de la presión sobre su entorno debido a la expansión urbana. Resultados similares se registraron en otros ríos patagónicos (Miserendino et al. 2008, 2011; Kutschker et al. 2009)

La mayor parte de los árboles de la ribera tienen una altura entre 8 y 15 m con algunos ejemplares que alcanzan los 20 m. Existe una pequeña variación entre las alturas de árboles en los diferentes sectores. Los árboles ribereños del área urbana alcanzan alturas similares a los de las áreas rurales. Considerando estos datos se rechaza la Hipótesis 3 (H<sub>3</sub>: Los árboles de la ribera tienen entre 5 y 8 m de altura) pero se recomienda continuar con el monitoreo satelital e incrementar el área de muestreo a campo para caracterizar mejor la altura de los árboles debido a su importancia como reguladores de varios procesos fluviales. Por ejemplo, regulan la fuerza de las crecidas, estabilizando las márgenes del río y reduciendo su erosión. (Naiman, et al, 1998, Kutschker, et al, 2020) y también por su incidencia en la calidad del agua y en las comunidades de macroinvertebrados.

### **Agradecimientos:**

Los integrantes del equipo queremos agradecer lo aprendido en las campañas Trees Around the GLOBE organizada por GLOBE/NASA y el aporte del equipo que la lidera. Sin la mentoría especialistas como Brian Campbell, Peder Nelson, Dorian Janney y Peter Falcon no hubiese sido posible hacer este trabajo. Su aporte fue esencial para el uso de herramientas satelitales para complementar los muestreos a campo.

### **7. Bibliografía**

Abraham, J., Dowling, K., & Florentine, S. (2017). Risk of post-fire metal mobilization into surface water resources: A review. *Science of the Total Environment*, 599, 1740-1755.

AIC. (2010). Estadísticas climáticas e hidrológicas. Período 2001 – 2010. *Cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro*. AIC. Cipolletti, Río Negro.

- Aigo, E., Arce, M., Porma, J. A., Porma, J. L. y Prieto, A. (2015). Riberas y calidad del agua en el río Chimehuín. Primer premio. Premio Argentino Junior del Agua 2015. Aidis Argentina. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental* (126), 10-20.
- Bruno Cubero, C. (2001). *Cuenca del río Chimehuín estudio de las inundaciones en la localidad de Junín de los Andes*. Secretaria de planificación y desarrollo. AIC. Cipolletti, Río Negro.
- Budde, K. B., Gallo, L., Marchelli, P., Mosner, E., Liepelt, S., Ziegenhagen, B., & Leyer, I. (2011). Wide spread invasion without sexual reproduction? A case study on European willows in Patagonia, Argentina. *Biological Invasions*, 13, 45-54.
- Campbell, B. A. (2021). ICESat-2 and the Trees Around the GLOBE student research campaign: Looking at Earth's tree height, one tree at a time. *Acta Astronautica*, 182, 203-207.
- Dai, A. (2013). Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature climate change*, 3(1), 52-58.
- Dudgeon, D., A. H. Arthington, M. O. Gessner, Z. Kawabata, D. J. Knowler, C. Lévêque, R. J. Naiman, A. Prieur- Richard, D. Soto. M. L. J. Stiassny, and C. A. Sullivan. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews*, 81(2), 163-182.
- Funes, M. C., J. Sanguinetti, P. Laclau, L. Maresca, L. García, F. Mazzieri, L. Chazarreta, D. Bocos, F. Diana Lavalle, P. Espósito, A. González y A. Gallardo. (2006). *Diagnóstico del estado de conservación de la biodiversidad en el Parque Nacional Lanín: su viabilidad de protección en el largo plazo. Informe final*. Parque Nacional Lanín, San Martín de los Andes, Neuquén.
- Gallo, L. A., Amico, I., Bozzi, J., Gazo, M. C., Cerrillo, T., Datri, L., ... & Ziegenhagen, B. (2020). *Salix humboldtiana: A Very Ancient Willow and the Only Native to Argentina*. In Pastorino M, P Marchelli. *Low intensity breeding of native forest trees in Argentina*. Springer International Publishing.
- GLOBE. (2023a). What is GLOBE Observer Land Cover? Accessed 27 February 2023 from <https://observer.globe.gov/es/do-globe-observer/land-cover>
- GLOBE. (2023b) What is GLOBE Observer Trees? Accessed 27 February 2023 from <https://observer.globe.gov/es/do-globe-observer/trees>
- Horak, C. N., Assef, Y. A., & Miserendino, M. L. (2019). Assessing effects of confined animal production systems on water quality, ecological integrity, and macroinvertebrates at small piedmont streams (Patagonia, Argentina). *Agricultural water management*, 216, 242-253.
- Khalsa, S. J. S., Borsa, A., Nandigam, V., Phan, M., Lin, K., Crosby, C., Fricker, H., Baru, C. & Lopez, L. (2020). OpenAltimetry-rapid analysis and visualization of Spaceborne altimeter data. *Earth science informatics*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s12145-020-00520-2>
- Kutschker, A. M., Papazian, G., Martínez, O. A., & Ibañez, N. (2020). Calidad de los bosques ribereños y perspectivas de restauración en un río de la Patagonia Andina, Argentina. *Ecología austral*, 30(1), 99-112.

- Kutschker, A., Brand, C., & Miserendino, M. L. (2009). Evaluación de la calidad de los bosques de ribera en ríos del NO del Chubut sometidos a distintos usos de la tierra. *Ecología austral*, 19(1), 19-34.
- Mancilla, G., Valdovinos, C., Azocar, M., Jorquera, P., & Figueroa, R. (2009). Efecto del reemplazo de la vegetación nativa de ribera sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en arroyos de climas templados, Chile central. *Hidrobiológica*, 19(3), 193-203.
- Matteucci, S. D. (2012a). Ecorregión Bosques Patagónicos. En: *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos*. Orientación Gráfica Editora SRL, Buenos Aires, Argentina, 489-548.
- Matteucci, S. D. (2012b). Ecorregión Estepa Patagónica. En: *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos*. Orientación Gráfica Editora SRL, Buenos Aires, Argentina, 549-654.
- Miserendino, M. L., Brand, C., & Di Prinzio, C. Y. (2008). Assessing urban impacts on water quality, benthic communities and fish in streams of the Andes Mountains, Patagonia (Argentina). *Water, air, and soil pollution*, 194(1-4), 91-110.
- Miserendino, M. L., Casaux, R., Archangelsky, M., Di Prinzio, C. Y., Brand, C., & Kutschker, A. M. (2011). Assessing land-use effects on water quality, in-stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. *Science of the total environment*, 409(3), 612-624.
- Murdoch, T. and Cheo, M (1991). *The Streamkeeper's Field Guide. Watershed inventory and stream monitoring methods*. Adopt a Stream Foundation.
- Naiman, R. J., Fetherston, K. L., McKay, S. J., & Chen, J. (1998). Riparian forests. *River ecology and management: lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*, 289-323.
- Neuenschwander, A. L., K. L. Pitts, B. P. Jolley, J. Robbins, B. Klotz, S. C. Popescu, R. F. Nelson, D. Harding, D. Pederson, and R. Sheridan. (2021). *ATLAS/ICESat-2 L3A Land and Vegetation Height, Version 5 [ATL08]*. Boulder, Colorado USA. NASA National Snow and Ice Data Center Distributed Active Archive Center. <https://doi.org/10.5067/ATLAS/ATL08.005>
- Nunez, M. N., Solman, S. A., & Cabré, M. F. (2009). Regional climate change experiments over southern South America. II: Climate change scenarios in the late twenty-first century. *Climate Dynamics*, 32(7-8), 1081-1095.
- Pepe, M., Martínez, L., Wehinger, J., & Prieto, A. B. (2018). Aquatic macroinvertebrates and their importance as water quality bioindicators in the Chimehuín River, Patagonia, Argentina. *GLOBE Learning Expedition (GLE)*, 1-6.
- Romero, J., Morgavi, D., Arzilli, F., Daga, R., Caselli, A., Reckziegel, F., Viramonte, J., Díaz-Alvarado, J., Polacci, M., Burton, M. and Perugini, D. (2016). Eruption dynamics of the 22–23 April 2015 Calbuco Volcano (Southern Chile): Analyses of tephra fall deposits. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 317, 15-29.
- StatSoft, Inc. (2007). *STATISTICA* (data analysis software system), version 8.0. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- The GLOBE Program. (2014) Biosphere Protocols. En: *GLOBE Teacher's Guide*. Washington, WA.

Williams-Subiza, E. A. W., & Brand, C. (2018). Short-term effects of wildfire on Patagonian headwater streams. *International Journal of Wildland Fire*, 27(7), 457-470.

Williams-Subiza, E. A., & Brand, C. (2021). Functional response of benthic macroinvertebrates to fire disturbance in patagonian streams. *Hydrobiologia*, 848(7), 1575-1591.

Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.E., Xu, P., Ramoino, F., Arino, O., 2022. *ESA WorldCover 10 m 2021 v200*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221>

### **Badge Descriptions/Justifications:**

#### **I MAKE AN IMPACT / YO HAGO UN IMPACTO**

Los ecosistemas ribereños son esenciales para mantener la calidad del agua de un río, estabilizar sus costas, mantener la humedad del suelo, regular la temperatura del agua, etc. Sin embargo, la sociedad no siempre los reconoce. Hay relativamente pocos estudios sobre estos ecosistemas en los ríos patagónicos. Conocer y cuantificar la cobertura terrestre de las riberas, del río Chimehuín y la altura de sus árboles, detectar zonas homogéneas y zonas con suelo desnudo es el primer paso para establecer medidas de rehabilitación y protección. A partir de este informe se espera que la sociedad local tome conciencia de la importancia de estudiar y conservar las riberas del río Chimehuín. Los estudiantes realizaron una caracterización preliminar de la ribera e hicieron recomendaciones para futuras investigaciones.

#### **I AM A DATA SCIENTIST / SOY CIENTÍFICO DE DATOS**

A partir de la experiencia de realizar observaciones y registrar datos con la App GLOBE Observer y la capacitación recibida en las campañas Trees Around the GLOBE organizada por GLOBE/NASA donde los estudiantes aprendieron de especialistas a utilizar información satelital para complementar sus propios registros se realizó este trabajo. Las imágenes satelitales brindaron información de sitios inaccesibles tanto de cobertura terrestre como de altura de árboles. Los estudiantes procesaron esta información utilizando los softwares Excel y Statistica para crear visualizaciones de datos que permitieran interpretar la información. Esto les permitió responder las preguntas de investigación.