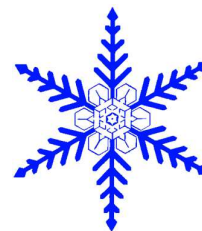


**Instituto Argentino de Nivología,
Glaciología y Ciencias Ambientales**

Av. Dr. Adrián Ruiz Leal s/n - Parque Gral. San Martín - Mendoza – Argentina
Domicilio Postal: C.C. 330, (5500) Mendoza, Argentina
Tel. 54 261 524 4200 – Fax: 54 261 524 4201
E-mail: ianigla@mendoza-conicet.gob.ar <http://www.mendoza-conicet.gob.ar/institutos/ianigla>



IANIGLA

CONICET
U. N. C U Y O
GOBIERNO
DE MENDOZA

**INFORME REGLAMENTARIO DE LA CARRERA DEL
INVESTIGADOR (CIC) - CONVOCATORIA 2023**

Inv. Asistente Daniel Falaschi

Fecha de ingreso: 01/11/2018

Período evaluado: 01/01/2022 al 31/12/2022

Título del tema investigado

Cambios de masa glaciaria en las montañas de Asia a escala anual y estacional, mediante la combinación de metodologías de sensoreamiento remoto, modelado numérico y balance de masa glaciológico.

Labor realizada en el período informado

La mayor parte de las tareas de investigación de quien suscribe en el año 2022 estuvieron enmarcadas en una beca de investigación (*Research Fellowship*) de exactamente 1 año de duración (4 enero 2022 al 3 enero 2023) en el Departamento de Geografía y Desarrollo Sustentable de la Universidad de St Andrews en Escocia, Reino Unido. En particular, se pasó a integrar la división denominada *Mountain Cryosphere* (www.mountcryo.org), que a su vez forma parte del grupo *St. Andrews Glaciology* de dicha Universidad, y se encuentra dirigido por el Dr. Tobias Bolch. Las tareas realizadas se enmarcaron en el seno de dos proyectos de investigación internacionales. Por un lado, las investigaciones desarrolladas contribuyeron al proyecto *Global Glacier Mass Changes*, financiado por la *Swiss National Science Foundation*. Este proyecto es, a su vez, un subproyecto de la unidad de investigación *Understanding the global freshwater system by combining geodetic and remote sensing information with modelling using a calibration/data assimilation approach (GlobalCDA)*, liderada por las Universidades de Frankfurt y Bonn, Alemania. Por otro lado, los trabajos desarrollados contribuyeron a los proyectos *Estimation of the Glacier Mass Changes on the Third Pole since the 1960s*, financiado por el *Institute of Tibetan Plateau Research, Chinese Academy of Sciences* y *Detailed Contemporary Glacier Changes in High Mountain Asia Using Multi-Source Satellite Data*, sostenido por la *European Space Agency* dentro del programa *Dragon 5*.

El objetivo principal del consistió en investigar el potencial y las limitaciones de las imágenes de muy alta resolución (Very High Resolution o VHR por su sigla en inglés) Pleiades y sus Modelos Digitales de Elevación (DEM en inglés) derivados, para la estimación de balances de masa geodésico a escala anual y estacional en diferentes sitios de las Altas Cordilleras de Asia. Para ello se seleccionaron dos sitios con marcadas diferencias respecto de los forzantes climáticos predominantes en cada zona: el macizo de Muztag Ata en el Pamir Oriental, bajo el dominio de los denominados *westerlies*, y el macizo Occidental de Nyainqêntanglha en la zona sureste del Plateau Tibetano, sujeto al monzón del Golfo de Bengala. Los resultados obtenidos permitieron además realizar inferencias respecto de los regímenes climáticos de acumulación (verano o invierno del hemisferio norte) en los sitios



seleccionados. Esto representa un aporte fundamental para una mejor comprensión del ciclo hidrológico en dos de las regiones más áridas de Asia y el Plateau Tibetano. Asimismo, el periodo de balance de masa estudiado (2019-2022) permitió llevar a cabo una actualización en el monitoreo de las condiciones de balance de masa a largo plazo en los sitios de estudio. De manera importante, se constató la finalización de la *Anomalia del Karakorum* en el Pamir Oriental. La denominada *Anomalia del Karakorum* se refiere a la única zona geográficamente extendida sobre la Tierra donde los glaciares tuvieron un balance de masa neutro a ligeramente positivo desde la década de 1960 hasta 2010 aproximadamente). Los resultados finales del estudio fueron enviados a revisión a la revista *The Cryosphere* en el mes de diciembre de 2022 (ver referencias) y se encuentra actualmente (junio 2023) en dicha etapa. Debido al cierre de las fronteras internacionales de la República Popular de China al día de finalización de la estadía en la Universidad de St. Andrews (a raíz de la Pandemia por COVID-19), no fue posible realizar las mediciones de balance glaciológico (in-situ) programados originalmente. Por este motivo, los resultados geodésicos fueron contrastados mediante la aplicación del denominado Glacier Index de Huang y otros (2022), derivado de imágenes Sentinel-1 de Radar de Apertura Sintética (SAR, por su sigla en inglés).

También en el marco de la estadía en la Universidad de St. Andrews se realizó una contribución a una iniciativa internacional sobre balance de masa geodésico, encabezada por el grupo RAGMAC (Regional Assessments of Glacier Mass Change, <https://cryosphericsscience.org/activities/wg-ragmac/>), que forma parte de la International Association of Cryospheric Sciences (IACS). Esta iniciativa pretende establecer una serie de lineamientos generales para la comunidad glaciológica internacional, a fines de promover las mejores prácticas metodológicas para la realización de estimaciones de balance de masa geodésico en todo el mundo. En particular, quien suscribe proveyó resultados de diferentes opciones de procesamiento de Modelos Digitales de Elevación y las grillas derivadas de cambio de elevación de la superficie glaciar para la zona del Campo de Hielo Patagónico Norte. En este sentido, se espera enviar a revisión el manuscrito derivado de estos esfuerzos (Piermattei y otros, en preparación) en el curso del año 2023. Este esfuerzo de la comunidad internacional será sin dudas de gran relevancia, dado que brindará una línea de base metodológica mínima para la realización de estudios de balance de masa, tanto de extensión continental como regional o local.

La finalización del proyecto PICT 2016-1282, a cargo de quien suscribe, tuvo su finalización en el mes de Julio de 2021. Sin embargo, los resultados del mismo continuaron aun durante el periodo evaluado en el presente informe. El estudio de balance de masa geodésico de un total de 46 glaciares en el Volcán Domuyo (Provincia de Neuquén), para el periodo comprendido entre los años 1962 y 2020 fue finalizado y publicado online en su versión final en el mes de junio de 2022 (Falaschi y otros, 2023; Journal of Glaciology). SE espera su publicación en versión impresa en el transcurso del año 2023. Uno de los resultados más salientes de este estudio (que se erige como uno de los registros de balance de masa glaciar más extensos en la Cordillera de los Andes de Argentina), es la identificación de un periodo de balance de masa positivo de considerable extensión temporal (1962-1984), y de un periodo reciente (2012-2020) caracterizado por una tasa de pérdida de masa de hielo excepcionalmente elevada en el contexto de los Andes Centrales de Argentina. Resulta importante a futuro poder rastrear estos hallazgos en otros sitios de la región para un periodo equivalente. Esto brindara una mejor comprensión de las tendencias de cambio glaciar como respuesta al cambio climático y a particularidades de dinámica glaciar (glaciares en surge o lagunas proglaciares, entre otras).

En el marco del proyecto denominado “Detección del comportamiento reciente de los glaciares el Volcán Maipo-Provincia de Mendoza-Argentina” (80020180100307UN - PROYECTO SIIP TIPO 1 BIENAL 2019, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Cuyo), se evaluaron las fluctuaciones



glaciarias en el Volcán Maipo en función de parámetros morfométricos (elevación, orientación, etc). La publicación del artículo '*Cambio de área glaciar en el volcán Maipo (Andes Centrales), una aproximación morfométrica: 4 décadas de registros satelitales*' por Lo Vecchio y otros, 2021) fue informado en el Informe CIC especial de la convocatoria 2022; aquí se informa su publicación en versión impresa en el mes de enero de 2022.

Se realizaron, por otra parte, tareas de investigación en el cordón montañoso de los Nevados de Cachi, en la Cordillera Oriental de Salta. Se generaron Modelos Digitales de Elevación y ortomosaicos de alta resolución de los glaciares rocosos existente a partir de fotos aéreas del año 1968 mediante restitución fotogramétrica. A su vez, se combinaron las ortofotos con imágenes satelitales de alta resolución CBERS y ALOS-PRISM y se aplicaron técnicas de correlación cruzada de imágenes *feature tracking* para derivar campos de velocidades de los glaciares rocosos existentes, y conocer su evolución temporal para el intervalo 1968-2022.

Este dataset constituirá el registro más prolongado en el tiempo de la cinemática de glaciares rocosos en la Cordillera de los Andes de Argentina. Asimismo, este registro en la Cordillera Oriental brindará información comparativa respecto de los registros existentes en los Andes Centrales de Mendoza y San Juan, donde los glaciares rocosos presentan características morfológicas diferentes y se encuentran en un régimen climático también diferente. Es importante destacar que en estas investigaciones se siguieron los lineamientos propuestos por la iniciativa *Rock Glacier Inventories and Kinematics*, un grupo de alcance internacional coordinado por la *International Permafrost Association* (<https://www.unifr.ch/geo/geomorphology/en/research/ipa-action-group-rock-glacier/>), en cuanto a la identificación de áreas móviles y su clasificación cinemática respecto de su grado de actividad (activos, inactivos, relicto). Se espera enviar a revisión el manuscrito derivado de estas investigaciones (Blöthe y otros, en preparación) en junio de 2023.

Participación en eventos científicos

La progresión de los trabajos realizados en el marco de la beca de investigación de la Universidad de St Andrews permitió presentar avances del estudio en dos presentaciones en congresos en el año 2022: 1) *Methodological challenges in retrieving glacier annual to seasonal elevation changes from sub-meter Pleiades stereo imagery: an example from Muztag Ata (Eastern Pamir)* por Falaschi y otros, presentado en el *International Glaciological Society British Branch meeting* (agosto 2022, Edimburgo). 2) *Annual to seasonal glacier mass balance in High Mountain Asia from Pleiades stereo images: examples from the Pamir and the Tibetan Plateau* por Falaschi y otros, presentado en el *2022 Dragon 5 Mid-term Results Symposium* (octubre 2022, online).

Por otro lado, resultados preliminares de la tesis de maestría del maestrando José Seco (ver apartado de formación de RRHH) fueron presentados bajo el título '*Empleo de Interferometría Diferencial de imágenes SAOCOM para la confección de un inventario de glaciares en la Isla Vega, Península Antártica, Argentina*', en el Ier. Congreso Científico Provincial sobre Antártida realizado en Ushuaia

Comunicación pública de la ciencia y la tecnología

En el transcurso del año 2022 se llevaron a cabo dos exposiciones en calidad de expositor invitado en el ámbito de los seminarios de *St Andrews Glaciology* y *Icy Lunch* en la Universidad de Edimburgo en Reino Unido.

Actividad docente

En cuanto a actividades docentes, quien suscribe se desempeñó como Profesor Asociado en la cátedra de *Geotecnologías 2* de la Carrera de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad³



Nacional de Cuyo, estando a cargo del dictado de los contenidos teórico-prácticos, e integrando las juntas de evaluación en las mesas de Examen Final del espacio curricular. Este cargo finalizó en el mes de marzo de 2022, en vistas de poder llevar a cabo las tareas asociadas a la beca de investigación en la Universidad de St. Andrews descrito anteriormente.

Durante la estadía en el Departamento de Geografía y Desarrollo Sustentable en St. Andrews, se desarrollaron tareas de docencia como ayudante de cátedra rentado del módulo GG3210 *Remote Sensing* a cargo del Dr. Tobias Bolch y en la salida a terreno GG3213 *Physical Geography Fieldclass*, a cargo del Dr. Tom Cowton. En estos cursos se brindaron contenidos referidos a los fundamentos de la teledetección y sensoramiento remoto, procesamiento digital de imágenes satelitales, generación de Modelos Digitales de Elevación y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Formación de recursos humanos

Se desempeñó el rol de director de la Tesis de grado de Willem Koninckz (DNI 36.766.952) de la Licenciatura en Ciencias Geológicas (Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis. Título preliminar propuesto: “*Estimación de cambios de elevación y volumen del Glaciar Costilla (Volcán Maipo, Mendoza – Argentina) entre los años 1967 y 2021, y descripción de cambios geomorfológicos y geoformas presentes*”. Se espera la finalización de dicha Tesis en el año 2023. Por otra parte, se continuó asimismo con la codirección de José Luis Seco (DNI 33.082.414) en la Tesis de la Maestría en Aplicaciones de Información Espacial (MAIE), Instituto Gullich, Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación (FAMAF) de la Universidad Nacional Córdoba (UNC). Título propuesto: “*Empleo de imágenes SAOCOM para la confección de un inventario de glaciares en la Isla Vega, Península Antártica*”. Se espera la finalización de dicha Tesis en el año 2023.

En el marco de la comisión asesora de la doctoranda Giuliana Beltramone (DNI 36.147.751), en la carrera de Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales, Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gullich y Comisión Ncional de Actividades Espaciales (CONAE), se llevaron a cabo las reuniones de seguimiento y estado de avance de la Tesis: “*Evaluación espacio-temporal del impacto de carbono negro en coberturas nievales de los Andes patagónicos a partir de información satelital y modelado numérico*”.

Capacitaciones

Se llevó a cabo en el mes de octubre de 2022 el curso de posgrado “Cuantificación del cambio climático: perspectivas globales y regionales” de la Universidad Nacional de Cuyo y con una carga horaria de 40 hs de duración, a cargo del Dr. Juan Antonio Rivera. Se presenta certificado de aprobación (10).

Gestión Editorial

Se desempeñó el rol de Editor Invitado junto con otros especialistas en la temática para el número especial de la revista Remote Sensing (ISSN: 2072-4292) denominado ‘*Innovative and Synergistic Approaches for Multi-Scale Glacier Monitoring Using Remote Sensing Technologies*’.
https://www.mdpi.com/journal/remotesensing/special_issues/Glacier

Plan de trabajo propuesto para el próximo periodo

Título

Estudio de la dinámica actual de glaciares y glaciares rocosos en alta resolución en la Cordillera de los Andes, mediante la combinación de técnicas aportadas desde la Geomática.



Objetivo general

El plan de trabajo propuesto para el periodo 2023 representará un regreso al plan de trabajo válido hasta el año 2021, y que fuera interrumpido en el año 2022 para dar espacio a las investigaciones realizadas en la Universidad de St. Andrews.

Por consiguiente, el objetivo de la presente propuesta es el de investigar la evolución actual y en décadas recientes de los glaciares y glaciares rocosos en diversos sitios de la Cordillera de los Andes, con el propósito de identificar cambios en su dinámica mediante la utilización de técnicas y metodologías aportadas desde la Geomática. Se hará especial foco en el uso de tecnologías modernas, como son las imágenes satelitales de media y alta resolución (Landsat, Sentinel, CBERS, Pleiades, ALOS entre otras), los relevamientos de GPR (Ground Penetrating Radar), GNSS (Global Navigation Satellite System), los Modelos Digitales de Elevación, y la fotogrametría aérea y satelital. Además, se procura abordar problemáticas ligadas a los efectos del Cambio Climático Global en estos dos componentes fundamentales de la Criósfera Andina (glaciares y glaciares rocosos), vinculando los cambios observados en las geoformas estudiadas a la variabilidad climática en diferentes regiones mediante la evaluación de registros instrumentales y datos grillados (reanálisis) disponibles.

Objetivo particular

El punto focal de la presente propuesta se centrará en la medición, estimación y cuantificación de los cambios de área, longitud, velocidad, espesor, volumen, morfología de glaciares y glaciares rocosos, que integrados conformarán un modelo integral de los cuerpos de hielo y geoformas estudiadas. Para tal fin, se espera implementar un sistema de monitoreo para los glaciares y glaciares rocosos del macizo del Monte San Lorenzo (Provincia de Santa Cruz), Nevados de Cachi (Provincia de Salta) principalmente, pero incluyendo otros sitios posibles (por ej. Campo de Hielo Patagónico Norte y Sur, Provincia de Santa Cruz; Volcán Tupungato y San José, Mendoza), para validar de esta manera los estudios y desarrollos logrados.

Se espera poder finalizar las tareas completadas en gran medida en el transcurso del año 2022, como ser los trabajos en las regiones de Asia y los Nevados de Cachi. Por otra parte, durante el desarrollo del proyecto PICT 2016-1282, ya finalizado, se desarrollaron tareas de campo que fueron truncadas por la irrupción de la pandemia por COVID-19. Se prevé dar uso a los datos ya recabados y junto con otros datos generados en gabinete en el próximo periodo, dar cierre a las investigaciones en el macizo del Monte San Lorenzo. El objetivo de esto último consiste en estudiar la evolución tanto de los glaciares de montaña (es decir, por fuera de los tres grandes glaciares de valle estudiados anteriormente en el sitio) como los glaciares rocosos, que en su conjunto representan uno de los indicadores de cambio climático y degradación del sistema criosférico andino más importantes que existen.

Tareas a realizar

a) Muztagh Ata y Nyainqentanglha

- 1) Generar Modelos Digitales de Elevación y ortomosaicos de los glaciares a partir de imágenes satelitales Pleiades.
- 2) Aplicar el método geodésico para calcular el balance de masa para al menos 3 periodos anuales (2019-2020-2021-2022) y 2 estacionales (periodo pre- y posmonzónicos entre 2020 y 2022).
- 3) Aplicar el *Glacier Index* de Huang y otros (2022) como método de validación de los resultados obtenidos mediante el método geodésico en pos de realizar inferencias sobre los regímenes de acumulación en los macizos montañosos estudiados.



4) Identificar tendencias climáticas (precipitación, temperatura) a partir del siglo XX, en base a registros instrumentales y de reanálisis (ERA5-Land, HAR, APHRODITE), para determinar su relación con el balance de masa glaciar en los sitios estudiados.

b) Nevados de Cachi

- 1) Generar Modelos Digitales de Elevación (MDE) y ortofotos de alta resolución de los glaciares rocosos a partir de fotos aéreas históricas mediante restitución fotogramétrica.
- 2) Combinar las ortofotos con imágenes satelitales de alta resolución adicionales (CBERS, ALOS) y aplicar técnicas de correlación cruzada de imágenes o *feature tracking*, para derivar campos de velocidades de los glaciares rocosos, y conocer su evolución temporal para el intervalo 1968-2022.
- 3) Identificar y mapear zonas móviles y clasificar los glaciares rocosos estudiados respecto de su estado de actividad (activos, inactivos, relicto), siguiendo las normativas sugeridas por el *IPA Action Group de Rock Glacier Inventories and Kinematics*.
- 4) Evaluar la distribución de las zonas móviles según parámetros morfométricos (orientación, altura), y delimitar el cinturón del permafrost en la región,

c) Macizo del Monte San Lorenzo, Provincia de Santa Cruz

- 1) Realizar el procesamiento de los radargramas obtenidos sobre las trazas de los perfiles realizados con equipamiento GPR (Ground Penetrating Radar), para conocer la estructura interna, espesor, y la profundidad y naturaleza de la interfaz hielo-sustrato de los glaciares.
- 2) Validar modelos de espesor de hielo existentes de los glaciares estudiados (Carrivick et al, 2016; Farinotti et al, 2017; Maussion et al, 2019) con los espesores relevados en los radargramas, a fines de dilucidar la evolución de la superficie de los lagos proglaciares y su potencial peligrosidad.
- 3) Generar Modelos Digitales de Elevación (MDE) y ortofotos de a) los glaciares de montaña y b) los glaciares rocosos a partir de fotos aéreas históricas de los años 1958 y 1981 mediante restitución fotogramétrica. Complementar esta información con modelos de obtención reciente a partir de imágenes satelitales de alta resolución SPOT5 de 2012 y Pleiades de 2018 y 2023.
- 4) Aplicar el método geodésico para obtener el balance de masa de los glaciares entre los años 1958 y 2023 y cuantificar las fluctuaciones de área de los cuerpos de hielo estudiado en base a las ortofotos e imágenes satelitales.
- 5) Identificar y cuantificar cambios morfológicos en los glaciares rocosos durante el intervalo de tiempo mencionado anteriormente. Generar un registro de velocidades superficiales de los glaciares rocosos con ortofotos e imágenes satelitales a partir de la técnica de *feature tracking*, para conocer la evolución temporal de los mismos.
- 6) Aplicar técnicas de análisis digital de imágenes como ser índices normalizados NDWI (idealmente sobre plataforma Google Earth Engine) y digitalización manual para mapear y cuantificar la aparición de lagos proglaciares nuevos como resultado del retroceso glaciar.

d) Volcán Tupungato, Cerro Marmolejo, Cordón La Ramada y Cerro Mercedario

- 1) Recuperar el archivo de fotos aéreas del Plan Cordillerano del año 1962 el Vuelo Fotogramétrico IANIGLA de 1974, para ponerlos en formato digital utilizando un scanner fotogramétrico, con el fin de impedir el deterioro de los mismos. A tales fines se espera obtener financiación específica de proyectos



tipo PICT entre otros. Una vez digitalizados, se espera poner los fotogramas escaneados a libre disposición de la comunidad científica en general.

2) Realizar la restitución fotogramétrica para generar Modelos Digitales de Elevación (MDE) y ortofotos de los glaciares presentes en las zonas de estudio. Complementar esta información con modelos de obtención reciente a partir de imágenes satelitales de alta resolución SPOT6 de 2018 y Pleiades de 2018 y 2023.

3) Aplicar el método geodésico para obtener el balance de masa de los glaciares entre los años 1962 y 2023.

4) Identificar, a partir de los mapas de cambio de elevación, eventos de *surge* previamente desconocidos durante el intervalo de tiempo estudiado, e investigar los efectos de este tipo de eventos en el balance de masa a nivel individual y a escala de macizo montañoso.

5) Reconocer tendencias en la variabilidad climática local y regional a partir de estaciones meteorológicas y datos grillados de reanálisis, y establecer su relación con los balances de masa observados.

Indicadores de evaluación esperados

Para el siguiente periodo (2023), se espera tener aceptado y publicado el artículo sobre los trabajos realizados en las regiones montañosas de Asia, así como el estudio referido a la cinemática de los glaciares rocosos de los Nevados de Cachi. Por otra parte, se espera enviar a revisión dos trabajos en el segundo semestre de 2023. El primero de ellos está referido a la evaluación e intercomparación de diferentes aproximaciones metodológicas para la estimación de balances de masa geodésicos (la iniciativa del grupo RAGMAC descrita anteriormente). El segundo de ellos consiste en la cuantificación del balance de masa de los glaciares de montaña, los cambios morfológicos, fluctuaciones de velocidad de glaciares rocosos, y evolución de lagos proglaciares durante el periodo 1958-2023 en el Monte San Lorenzo. Naturalmente se prevé continuar con la divulgación de los resultados preliminares de estas investigaciones de manera preliminar en actas o exposiciones en congresos.

Los resultados y metadatos generados hasta el momento y a futuro (por ejemplo, contornos e inventarios actualizados de glaciares y glaciares rocosos, balances de masa glaciar y cinemática de glaciares rocosos) se pondrán a libre disposición en repositorios tales como el *World Glacier Monitoring Service* (WGMS), *Glacier Land Ice Measurements from Space* (GLIMS) o *IPA Action Group*.

Recursos asignados

Los proyectos *Global Glacier Mass Changes* y *Estimation of the Glacier Mass Changes on the Third Pole since the 1960s* brindaran el apoyo económico para la finalización y publicación de ambos trabajos realizados durante la estadía en la Universidad de St Andrews.

Los proyectos PICT y 2007-0375 y 2016-1282 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y el proyecto '*Developing a glacier inventory in the Argentinean Andes using high resolution ALOS (Advanced Land Observing Satellite) data*' de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) brindaron anteriormente las fotografías aéreas, imágenes satelitales y los recursos necesarios para llevar a cabo los trabajos de terreno, que sumados a los nuevos trabajos en gabinete permitirán continuar las investigaciones en el cordón de Nevados de Cachi y el macizo del Monte San Lorenzo. Recursos adicionales serán provistos por el programa Pleiades Glacier Observatory <https://www.legos.omp.eu/pgo/>



Resumen del estado de publicaciones

Autores	Título	En preparación	Enviado	Publicado (online)	Publicado (impreso)
Lo Vecchio y otros	Cambio de área glaciar en el volcán Maipo (Andes Centrales), una aproximación morfométrica: 4 décadas de registros satelitales. <i>Andean Geology</i> , 49(1). https://doi.org/10.5027/andgeoV49n1-3369				Enero 2022
Falaschi y otros	Increased mass loss of glaciers in Volcán Domuyo (Argentinian Andes) between 1962 and 2020, revealed by aerial photos and satellite stereo imagery. <i>Journal of Glaciology</i> , 69(273), 40–56. https://doi.org/10.1017/jog.2022.43			Julio 2022	Febrero 2023
Falaschi y otros	Annual to seasonal glacier mass balance in High Mountain Asia derived from Pléiades stereo images: Examples from the Pamir and the Tibetan Plateau [Preprint]. https://doi.org/10.5194/tc-2022-264		Diciembre 2022		
Blöthe y otros	Rock glacier kinematics in the Valles Calchaquies region, Northwestern Argentina, from multi-temporal aerial and satellite imagery		Junio 2023 Permafrost and Periglacial Processes		
Piermattei y otros	Observing glacier elevation changes from spaceborne optical and radar sensors – an inter-comparison experiment using ASTER and TanDEM-X data	X			
Lo Vecchio y otros	Fragmentation of Upsala calving glacier, Southern Patagonian Icefield. An analysis of front position, surface velocities, and calving rate changes (2015-2022)	X			