

May/June 2020 year XXIV N°3

LAND CARTOGRAPHY **LBS**

GIS GEOGRAPHIC INFORMATION

CADASTRE **UAV** SMART CITY

PHOTOGRAMMETRY **CAD**

URBAN PLANNING **BIM** ENVIRONMENT

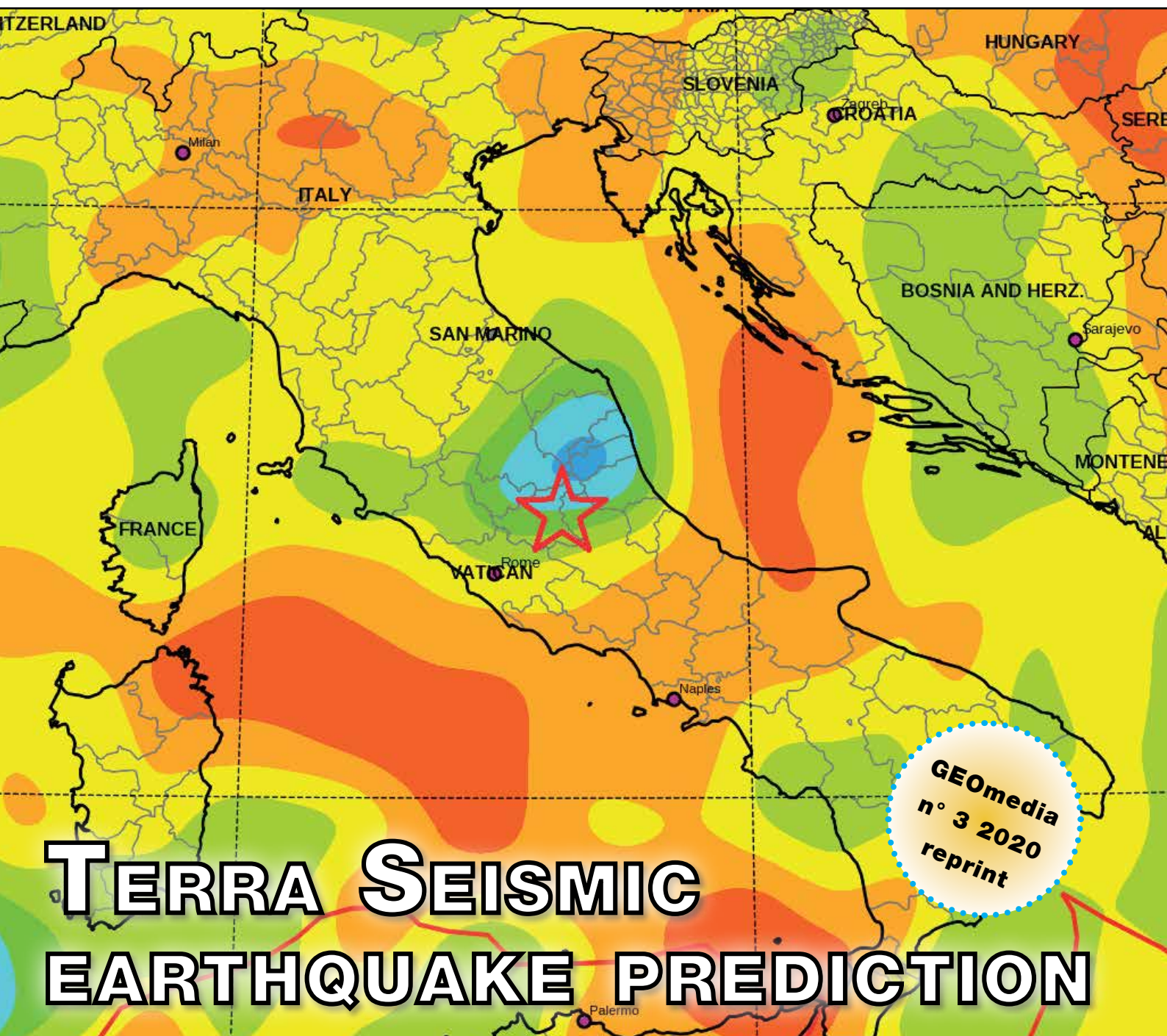
3D EARTH OBSERVATION SPACE

CONSTRUCTION **GNSS** NETWORKS

SURVEY TOPOGRAPHY **LiDAR**

WEBGIS CULTURAL HERITAGE

GEO MEDIA



► EO, VGI AND AI FOR
LAND MANAGEMENT

► DISASTER RISK REDUCTION
WITH EARTH OBSERVATION

► MONITORING ZNOSKO
GLACIER

Control and monitoring of the Znosko Glacier in Antarctica

by Fabian BRONDI RUEDA, Gabriele GARNERO, Giovanni RIGHETTI, Stefano SERAFINI



Fig. 1 - Location of the area ($\psi=62^{\circ} 06' S$, $\lambda= 58^{\circ} 28' W$)



Since the 1990s, Peru's IGN (Instituto Geográfico Nacional) has carried out intensive documentation and monitoring activities in the Antarctic territories. During the last few years, these activities have focused on the Znosko glacier.

The importance of this project is based on the generation of correct digital elevation models (DEM). In fact, a correct geodesic setting allows to obtain high resolution geospatial products. These inputs represent the fundamental support for the study of the glacial mass balance by institutions such as ANA (*Autoridad Nacional del Agua*) and INAIGEN (*Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña*).

This paper clarifies survey activities carried out so far, analysis and results achieved, and perspectives for next missions. Monitoring activities were carried out in an international cooperation context, involving the *Instituto Geográfico Nacional* (PE) and MEDS AMSTERDAM BV Society (NE) under the scientific supervision of Politecnico di Torino (ITA).

The Instituto Geográfico Nacional activity in Antarctica

The *Instituto Geográfico Nacional*, governing body of geospatial information in Peru, during the various missions coordinated itself with the other participating institutions, providing them technical-cartographic support during the development of research projects, with the production of topographic maps in the areas adjacent to the Machu Picchu Scientific Station.

The missions covered various scientific aspects, such as:

- ▶ environmental factors regulating the distribution of bentonite organisms;
- ▶ sampling of ice cores for the measurement of environmental isotopes;
- ▶ study of the potential of Antarctic lichens as indicators of climate change;
- ▶ geomorphology and glacial assessment of Punta Crepín;

Fig. 2 - Znosko glacier.

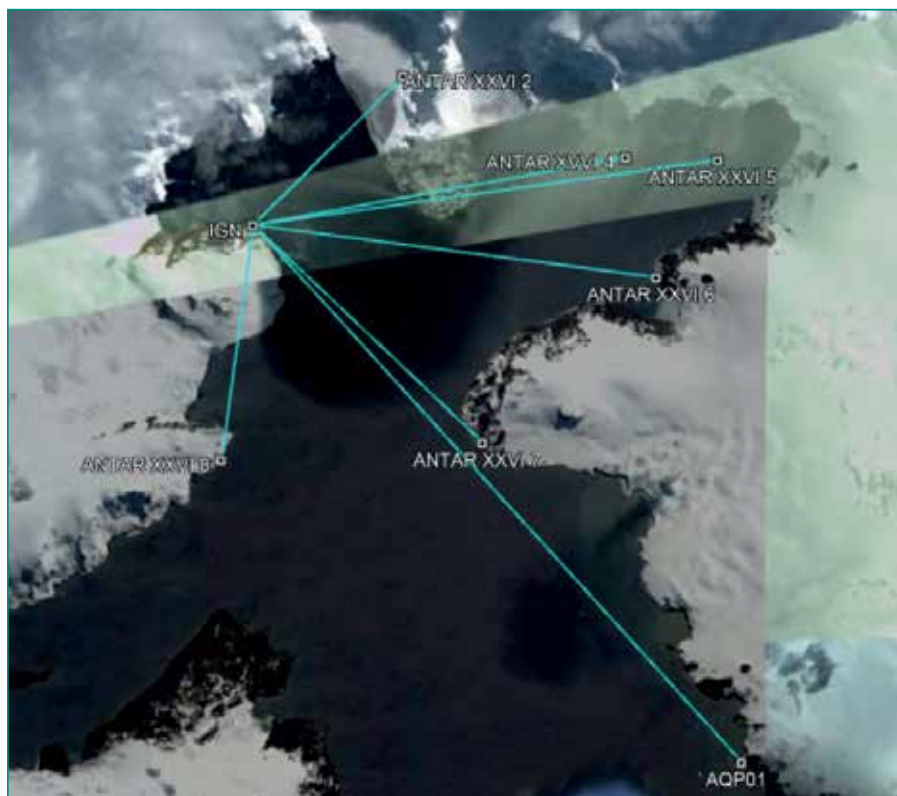


Fig. 3 - Passive geodesic network of the IGN in Antarctica.

- macro-algae acquisition and their dehydration.

The ongoing climate changes have pushed research groups, such as ANA and the Servicio Nacional de Meteorología and Hidrología del Perú; to generate geospatial information on the Znosko glacier.

Znosko Glacier

Znosko glacier is located in the southern Shetland Islands, in territories claimed by Argentina, Chile and UK.

Located at an average altitude of 22 m above sea level, the terrain around the glacier is hilly: highest nearby point is Admiral Peak, 305 meters above sea level, located 1.3 kilometers south the glacier.

This territory is not anthropized, in fact the nearest inhabited locality is the Brazilian station Commandante Ferraz,

Area	Sup. ha
Znosko	900
Langer	400
Wiracocha	1000
Monte Flora	200
Petrel gigante	135

Tab. 1 – Survey areas and extensions

	Gen-19			Feb-20			Differences			Displ.nt	
NAME	EST	NORTH	ELEV. GEOID	EST	NORTH	ELEV. GEOID	EST	NORTH	ELEV. GEOID	DIST.	DIREC.
ANTAR XXVI 1	423421.479	3116628.701	4.098	423421.485	3116628.684	4.092	-0.006	0.017	0.006	0.018	SE
ANTAR XXVI 2	425890.704	3117550.113	10.061	425890.700	3117550.118	10.102	0.004	-0.005	-0.041	0.006	NW
ANTAR XXVI 3	425656.967	3115914.359	40.038	425656.967	3115914.351	40.032	0.000	0.008	0.006	0.008	S
ANTAR XXVI 4	430017.689	3116142.604	17.882	430017.693	3116142.609	17.898	-0.004	-0.005	-0.016	0.006	NE
ANTAR XXVI 5	431716.898	3116130.278	2.504	431716.882	3116130.282	2.503	0.016	-0.004	0.001	0.016	NE
ANTAR XXVI 6	430628.472	3113947.196	11.212	430628.470	3113947.203	11.213	0.002	-0.007	-0.001	0.007	NW
ANTAR XXVI 7	427494.726	3110835.728	37.729	427494.739	3110835.725	37.734	-0.013	0.003	-0.005	0.013	SE
ANTAR XXVI 8	422688.250	3110417.789	9.988	422688.264	3110417.784	9.981	-0.014	0.005	0.007	0.018	SE
TUM01	423494.774	3113442.19	41.393	423494.698	3113442.2	41.47	0.076	-0.007	-0.077	0.076	NW

Tab. 2 – The IGN passive network

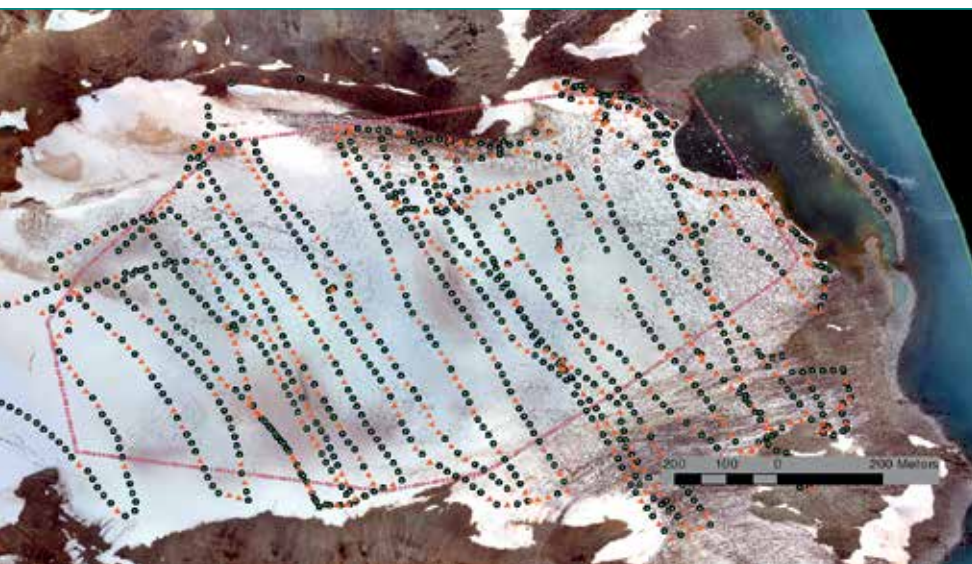


Fig. 4 – RTK Survey Antar XXVII - Training set (green dots, 70%) and Test set (red triangles, 30%).

about 5 kilometers east of the glacier, and the Peruvian station Machu Picchu.

Monitoring of the Znosko glacier: Missions XXVI and XXVII

Missions XXVI and XXVII were carried out respectively in January 2019 and February 2020. They involved, in addition to the Znosko glacier, also other areas subject to photogrammetric survey to create a digital model and orthoimages (Table 1).

Overall stability check

In the last 2 years, a passive monitoring network has been set up covering 9 points, among which were measured with static geodetic measurements some baselines with observations of the order of 2.5-3 hours each, useful for evaluating the overall stability of the area and the tectonic movements of these plates. Interpretation of data in this table, currently drafted in UTM SIRGAS-ROU98 zone 21E coordinates, reveals

a significant movement of all points; among these, the TUM01 summit in particular has a translation of over 7 cm in one year only.

For example, Italy has a global movement of the order of 3 cm/year in the direction N-NE, which decreases to 2-3 mm/year if assessed with European references, with different orientations depending on the tectonic micro-plates.

The interest so far aroused by the evidence of these movements suggests rescheduling the execution of the measures for the next five years, in order to evaluate with increased accuracy detected data. Eventually new coordinates will be included into the global reference system IGS14.

Evaluation of glacier geometry

To evaluate the geometry of the glacier and therefore estimate the involved volumes, it was considered appropriate to use only the basic data obtained from GNSS measurements in RTK mode.

In fact, there are reliability problems, in using autocorrelation of images mostly occupied by



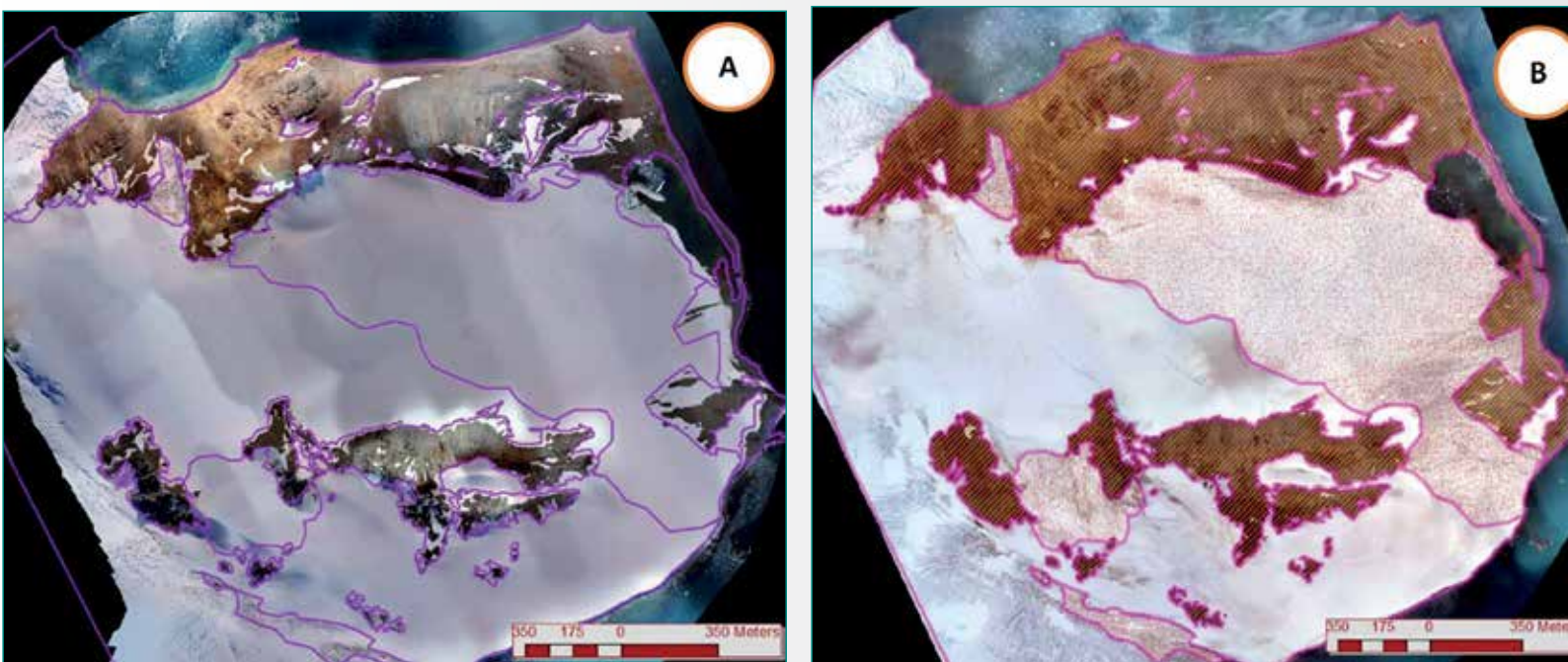


Fig. 6 - Comparisons between the situations 2019 (A) and 2020 (B).

ice, and therefore devoid of recognizable textures and elements.

Altitude profiles with an average wheelbase of around seventy meters were used, these were obtained in the 2019 (Antar XXVI) and 2020 (Antar XXVII) campaigns.

Differential corrections were

performed, using a pair of points near the detection area, resting on the ASTA reference vertex positioned near the flagpole of the Machu Picchu base.

Interpolator model estimate

In order to identify the optimal interpolator model based on distribution of points and con-

formation of soil, it was decided to proceed with an estimate of the residues derived from the application of different interpolating models, based on previous research experiences. A subset of data training (70% of the total) -only for the dataset constituted by RTK points, obtained in February

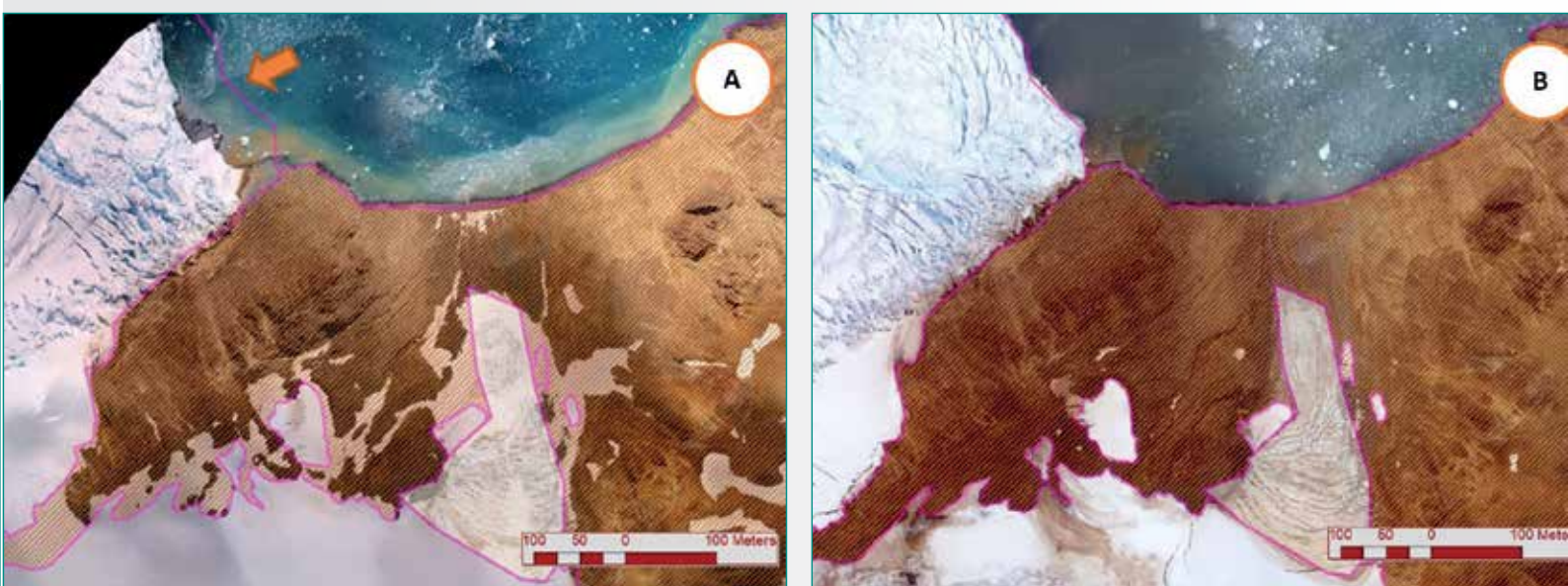


Fig. 7 - Comparisons between the situations 2019 (A) and 2020 (B) for the NE zone of Figure 6.

	IDW	Kriging	Spline
Media	-0.291	-0.135	0.048
Varianza	2.530	0.459	0.632
Max_Ass	3.032	1.065	5.464

Tab. 3 – Residuals on the different interpolator models.

2020 for a total of 1406- was selected, while the remaining part was considered as a test. The models used were the following:

- ▶ IDW with exponent 2;
- ▶ Kriging with spherical semi-variogram;
- ▶ Spline with smoothing of both the surface and the first derivative, all with a minimum number of 12 points. Synthetic results are reported in Table 3.

Based on the evaluated residuals, it was preferred to operate using the Kriging algorithm on all available datasets.

Estimate the differences between the two years (Ablation estimate)

The altimetric differences estimation, highlights a discrete variability of the snow surface. This variable becomes important if assessed in relation to the short period of time elapsed between the two findings (13 months). The ablation is significant on the whole area subject to RTK investigations, with average values in the order of 4-5 meters. Significant area variations were also found.

Fig. 6 shows the variation between the ortho-image of the 2019 and 2020 campaigns: In this, the digitization performed on the basis of the orthophoto of the year 2020 (B), is compared with the orthophoto of the year 2019 (A). This simple analysis highlights the retreat of the ice (the mixed

land-ice areas are highlighted with a dotted background). The difference mentioned above, in linear terms, in various cases reaches hundreds of meters.

When considering the uncovered terrain, less significant differences are observed, especially when compared with the phenomenon previously described.

An interesting detail is easily appreciated in the North-West area (Fig. 7), in this, the limits of the frozen area, (highlighted by the arrow), show an advance of the surface towards the sea, a sign of an evident spillage phenomenon.

This collapse affects a large area with an advancement of the front of about 70 m.

Future projections

This surfaces study, highlights a huge decrease in the ice mass during the year 2020 compared to the year 2019, and in the same period a significant process of the transfer into the sea, probable consequence of a glacial collapse.

As mentioned above, given the obvious limitations of the DEM models derived from photogrammetry, only the RTK survey was used for model generation.

While representing a robust methodology, going through glaciers by foot with geodesic tools has at least three critical issues:

- ▶ not adequate for the analysis of large extensions;
- ▶ difficult to repeat due to the hostility of the surrounding environment;
- ▶ high risk for the safety of the personnel involved in the execution of the survey.

The hope is to overcome the

limitations and problems mentioned above in the coming campaigns, through the integration of LiDAR systems to be used in the analysis of larger surfaces.

Acknowledgments

The authors thank General de Brigada Fernando PORTILLO ROMERO, Jefe of the Instituto Geográfico Nacional of Peru.

BIBLIOGRAPHY

GARNERO, G. ; GODONE, D. : Comparisons between different interpolation techniques, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5 / W3 (ISSN: 2194-9034), 2013, Pagg. 139-144 [DOI: 10.5194 / isprsarchives-XL-5-W3-139-2013, WOS: 000358309600021, SCOPUS: 2-s2.0-84924290459]
 MOTTA, M. ; DIOLAIUTI, G. ; VAS-SENA, G. ; SMIRAGLIA, C. : Mass balance and Energy balance at Strandline Glacier (Terra Nova Bay, Antarctica): Methods and preliminary results, Proceedings of the 4th Meeting on Italian Antarctic Glaciology, Terra Antarctica reports n.8, Editors: Massimo Frezzotti & Valter Maggi, pp. 21-28, Siena, 2003

WEBGRAPHY

https://www.enea.it/it/seguici/publicazioni/pdf-volumi/2019/xxxiv_spedizione_antartide.pdf
<https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/comercio-antartida-retroceso-glaci-arnosko-noticia-611907-noticia/>

<https://www.cnn.com/2020/04/30/climate-change-antarctica-greenland-ice-melt-raises-sea-levels-by-half-inch-in-last-16-years.html>
<https://www.theguardian.com/environment/2020/mar/11/polar-ice-caps-melting-six-times-faster-than-in-1990s>
<https://www.scientificamerican.com/article/heres-how-much-ice-antarctica-is-losing-mdash-its-a-lot/>
<https://climate.nasa.gov/vital-signs/ice-sheets/>

KEYWORDS

ANTARCTICA; SURVEY; GEODESIC NETWORK; GEOSPATIAL; DEM; GLACIAL MASS BALANCE

ABSTRACT

The study and analysis of climate change is a global challenge against which environmental, but also economic and social changes, will be measured.

This memorandum illustrates the recent activities carried out by the IGN Peru in collaboration with European institutions.

AUTHORS

FABIAN BRONDI RUEDA
 FABIANBRONDI@HOTMAIL.COM
 IGN - INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL,
 LIMA (PE)

GABRIELE GARNERO
 GABRIELE.GARNERO@UNITO.IT
 DIST – POLITECNICO E UNIVERSITÀ DEGLI
 STUDI DI TORINO (ITA)

GIOVANNI RIGHETTI
 G.RIGHETTI@MEDSAMSTERDAM.EU
 STEFANO SERAFINI

a **DEEPER** understanding innovative 3D ground penetrating radar



The **step-frequency technology** – applied to GPR – enables high-density high speed 3D data capture, with unique combination of deep subsurface penetration coupled to high resolution.



CODEVINTEC

www.codevintec.it/3d-radar-geoscope-it

Rental available

Controle en monitoring van de Znosko gletsjer op Antarctica

by Fabian BRONDI RUEDA, Gabriele GARNERO, Giovanni RIGHETTI, Stefano SERAFINI



Fig. 1 - Gebiedsclassificatie ($\varphi=62^{\circ} 06' S$, $\lambda= 58^{\circ} 28' W$)



Sinds de jaren 90 van de vorige eeuw heeft de IGN intensieve controle- en monitoringsactiviteiten gedaan op verschillende gebieden in de zones van het Antarctische territorium. In de afgelopen jaren heeft het met behulp van recente geomatica-instrumenten een reeks controles uitgevoerd die sommige gletsjers betrof, waaronder de Znosko gletsjer.

De importantie van dit project ligt in de mogelijkheid om digitale hoogtemodellen (DEM) te genereren die worden ondersteund door een correcte geodetische instelling, waardoor geospaatialen producten met een hoge resolutie kunnen worden verkregen. Deze bijdragen vormen de fundamentele ondersteuning voor de studie van de glaciële massabalans door instellingen zoals ANA (Autoridad Nacional del Agua) en INAIKEN (Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña). Deze methodologie is dezelfde methodologie die wordt gebruikt door INGEMET (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico) voor het actualiseren van geologische kaarten op onbedekt terrein.

Dit verslag illustreert de tot dusverre belangrijke uitgevoerde activiteiten, bereikte analyses en resultaten, en de vooruitzichten voor de volgende campagnes. De uitwerkingen zijn uitgevoerd in een internationale samenwerkingscontext waarbij de IGN (Perú) en de Soc. MEDS BV (NL) zijn betrokken. De IGN en de Soc. MEDS BV staan onder wetenschappelijk toezicht van de Polytechnische Universiteit van Turijn.

IGN activiteiten op Antarctica

Tijdens de verschillende missies nam het Instituto Geográfico Nacional (IGN), het georuimtelijk informatiebesturend orgaan in Peru, de taak op zich om zich met de deelnemende instellingen te coördineren en hen technisch-cartografische ondersteuning te bieden bij de ontwikkeling van onderzoeksprojecten, met de productie van topografische kaarten in de gebieden naast het Machu Picchu Wetenschappelijk Station. De missies hadden betrekking op verschillende wetenschappelijke aspecten, zoals:

- ▶ omgevingsfactoren die de verspreiding van bentonietorganismen reguleren;
- ▶ bemonstering van ijskernen voor het meten van omgevingsisotopen;
- ▶ studie van het potentieel van Antarctische korstmossen als indicatoren voor klimaatverandering;
- ▶ geomorfologie en glaciële beoordeling van Punta Crepín;

Fig. 2 - De omgeving van de Znosko gletsjer.

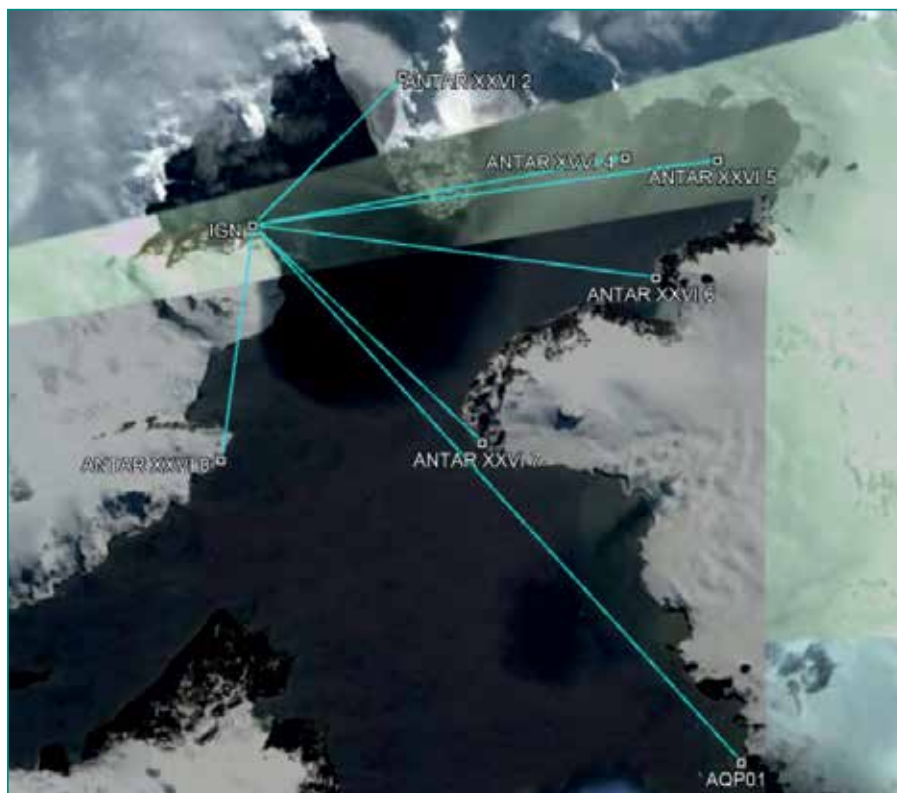


Fig. 3 - Passief geodetisch netwerk van de IGN op Antarctica.

Area	Sup. ha
Znosko	900
Langer	400
Wiracocha	1000
Monte Flora	200
Petrel gigante	135

Tabel 1 - Survey zones en extensies.

- acquisitie en uitdroging van macro-algen.

Met de onvermijdelijke dreiging van klimaatverandering zijn de

projecten voor cartografische ondersteuning de afgelopen jaren gericht op het genereren van georuimtelijke informatie over de berg Znosko, op verzoek van de onderzoeksgroepen van de ANA en de Servicio Nacional de Meteorología y Hidrología del Perú.

De Znosko gletsjer

De Znosko gletsjer bevindt zich

op de Zuidelijke Shetland-eilanden, in gebieden die worden opgeëist door Argentinië, Chili en het Verenigd Koninkrijk. Het ligt op een gemiddelde hoogte van 22 m boven zeeniveau. Het terrein rond de gletsjer is heuvelachtig: het hoogste punt in de buurt is Admiral Peak, 305 meter boven zeeniveau, 1,3 kilometer ten zuiden van de gletsjer. Het gebied is

	Gen-19			Feb-20			Diferencia			Desplazam	
NOMBRE	ESTE	NORTE	ELEV. GEOID	ESTE	NORTE	ELEV. GEOID	ESTE	NORTE	ELEV. GEOID	DIST.	DIREC.
ANTAR XXVI 1	423421.479	3116628.701	4.098	423421.485	3116628.684	4.092	-0.006	0.017	0.006	0.018	SE
ANTAR XXVI 2	425890.704	3117550.113	10.061	425890.700	3117550.118	10.102	0.004	-0.005	-0.041	0.006	NW
ANTAR XXVI 3	425656.967	3115914.359	40.038	425656.967	3115914.351	40.032	0.000	0.008	0.006	0.008	S
ANTAR XXVI 4	430017.689	3116142.604	17.882	430017.693	3116142.609	17.898	-0.004	-0.005	-0.016	0.006	NE
ANTAR XXVI 5	431716.898	3116130.278	2.504	431716.882	3116130.282	2.503	0.016	-0.004	0.001	0.016	NE
ANTAR XXVI 6	430628.472	3113947.196	11.212	430628.470	3113947.203	11.213	0.002	-0.007	-0.001	0.007	NW
ANTAR XXVI 7	427494.726	3110835.728	37.729	427494.739	3110835.725	37.734	-0.013	0.003	-0.005	0.013	SE
ANTAR XXVI 8	422688.250	3110417.789	9.988	422688.264	3110417.784	9.981	-0.014	0.005	0.007	0.018	SE
TUM01	423494.774	3113442.19	41.393	423494.698	3113442.2	41.47	0.076	-0.007	-0.077	0.076	NW

Tabel 2 - Punten van het passieve IGN netwerk.

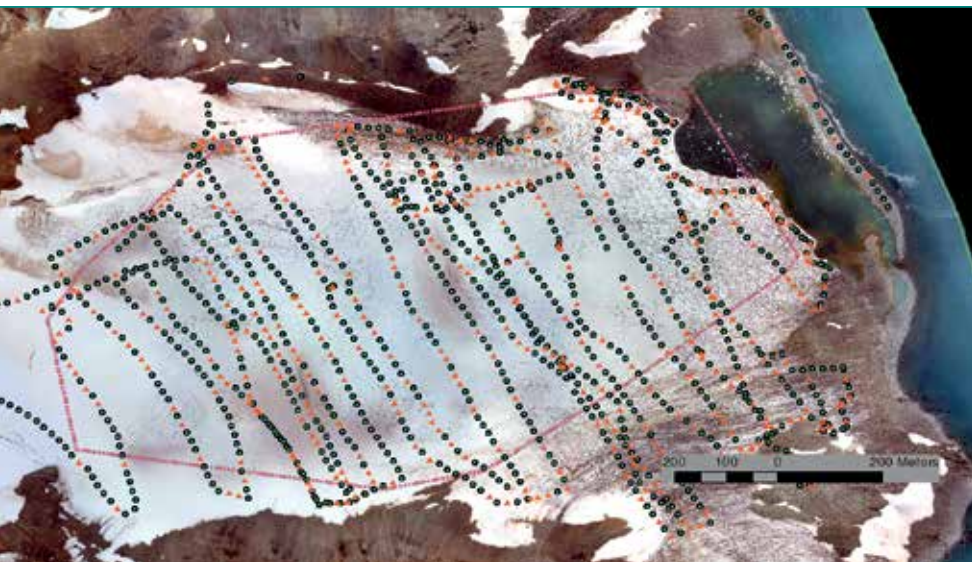


Fig.4 - Survey RTK Antar XXVII -Trainingsset (groene stippen, 70%) en Testset (rode driehoeken, 30%)

dunbevolkt: de dichtstbijzijnde bewoonde locatie is het Commandante Ferraz-station, ongeveer 5 kilometer ten oosten van de gletsjer.

Missies XXVI en XXVII monitoren van de Znosko gletsjer

De missies XXVI en XXVII zijn voor het eerst uitgevoerd in januari 2019 en de tweede in februari 2020. Naast de Znosko gletsjer werden er ook op andere gebieden fotogrammetrische opnamen gemaakt voor het maken van digitale

modellen en ortho-afbeeldingen (tabel 1).

Controle van de algehele stabiliteit

In de afgelopen 2 jaar is een passief monitoringsnetwerk opgezet dat 9 punten omvat, waaronder enkele basislijnen. Deze zijn gemeten met statische geodetische metingen met waarnemingen in de orde van 2,5-3 uur elk, nuttig voor het beoordelen van de algehele stabiliteit van het gebied en de tektonische bewegingen van

deze platen. Uit de onderzoeksuitslag van deze tabel, die momenteel is opgesteld in UTM SIRGAS-ROU98 zone 21E-coördinaten, komt een significante beweging van alle punten naar voren; hiervan heeft met name de TUM01-top een verplaatsing van meer dan 7 cm in slechts één jaar. Een voorbeeld: Italië heeft een globale beweging in de orde van grootte van 3 cm / jaar in de N-NO richting, die wordt teruggebracht tot 2-3 mm / jaar indien beoordeeld met Europese referenties, afhankelijk van de verschillende oriëntaties van de tektonische microplaten.

De belangstelling die tot dusver is gewekt door het bewijs van deze bewegingen, suggereert een herschikking van de uitvoering van de maatregelen voor de komende vijf jaar, om zo de bevindingen nauwkeuriger in te kunnen schatten, met de transpositie van de coördinaten in het wereldwijde referentiesysteem IGS14.

De geometrie beoordeling van de gletsjer

Gezien de moeilijkheid om betrouwbare digitale modellen te verkrijgen door fotogrammetri-



Fig. 5 - Digitaal model en niveaucurven van de hoogtevariëaties tussen de XXVI- en XXVII-campagnes.

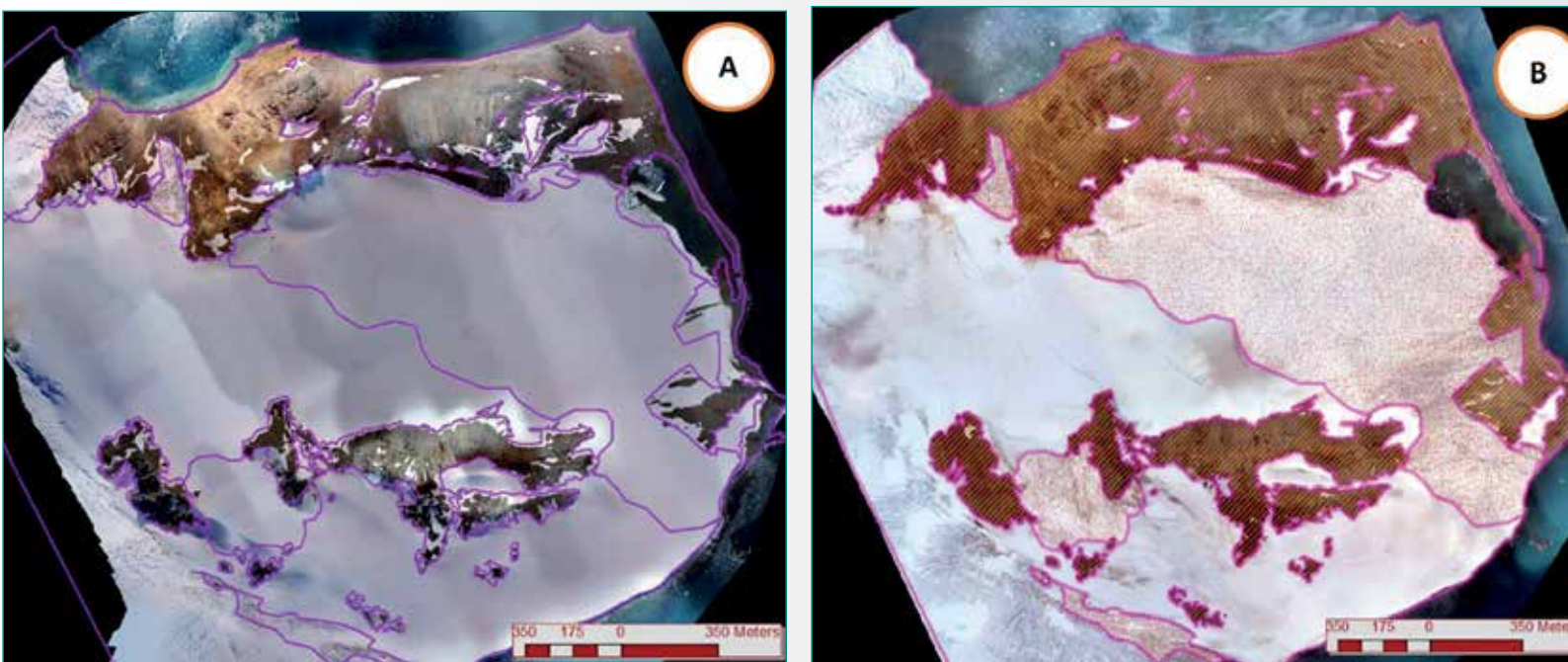


Fig. 6 - Vergelijkingen tussen de situaties 2019 (links) en 2020 (rechts).

sche autocorrelatie van beelden die voornamelijk door ijs worden ingenomen en daarom zonder textuur en herkenbare elementen zijn, werd het passend geacht om alleen de database verkregen uit GNSS metingen in RTK modus te gebruiken om zo de geometrie van de gletsjer te kunnen valueren en de be-

trokken volumes te schatten. Hiervoor is data beschikbaar, verkregen met profielen op gemiddeld zeventig meter afstand, behaald in de campagnes 2019 (Antar XXVI) en 2020 (Antar XXVII). Voor de uitvoering van de differentiële operaties werd een paar punten dicht bij de survey zone gebruikt, rustend

op het ASTA-referentiepunt nabij de vlaggenmast van de basis van Machu Picchu.

Schatting van het interpolatormodel

Om het optimale interpolatormodel voor de puntverdeling en de conformatie van het betreffende terrein te identificeren,

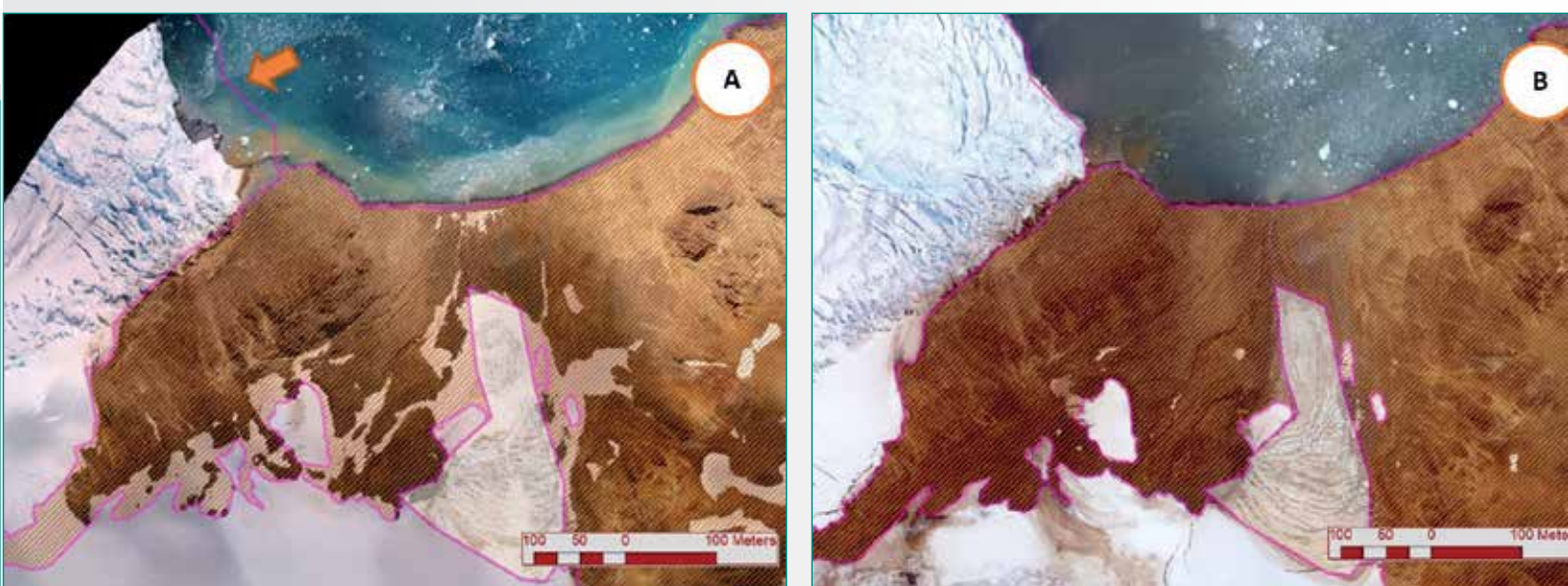


Fig. 7 - Vergelijkingen tussen de situaties 2019 (A) en 2020 (B) voor de NO-zone van figuur 6.

	IDW	Kriging	Spline
Media	-0.291	-0.135	0.048
Varianza	2.530	0.459	0.632
Max_Ass	3.032	1.065	5.464

Tabel 3 - Residuen op de verschillende interpolatormodellen.

werd besloten om door te gaan met een schatting van de residuen afkomstig van applicaties van verschillende interpolerende modellen, gebaseerd op eerdere onderzoekservaringen.

Daartoe werd een subset van trainingsgegevens (70% van het totaal) geselecteerd voor de enige dataset bestaande uit de in februari 2020 verworven RTK-punten voor in totaal 1406 punten, terwijl het resterende deel als test werd behandeld.

De gebruikte modellen waren de volgende:

- ▶ IDW met exponent 2;
- ▶ Kriging met sferisch semivariogram;
- ▶ Spline met afvlakking van zowel het oppervlak als het eerste derivaat

allemaal met een minimumaantal van 12 punten. De synthetische resultaten worden vermeld in tabel 3.

Op basis van de beoordeelde residuen wordt aangenomen dat het werkt met behulp van het Kriging-algoritme op alle beschikbare datasets.

Schatting van de verschillen tussen de twee jaargangen (schatting van ablatie)

Op basis van de geïnterpoleerde modellen werden de volumes XXVI en XXVII beoordeeld, omschreven binnen de "convexe hull" die de twee datasets gemeen hebben, met een negatieve buffer van 50 m om rekening te houden met fenomenen aan boord.

De schatting van de verschillen wijst op een discrete variabiliteit van het sneeuwoppervlak. Dit

is aanzienlijk als het beoordeeld wordt in relatie tot de korte tijd die verstreken is tussen de twee onderzoeken (13 maanden). De ablatie is aanzienlijk in het hele gebied van interesse, onderworpen aan RTK-onderzoeken, met waarden van de gemiddelde orde van 4-5 meter.

De variatie in het gebied is ook significant: Figuur 6 toont de variatie tussen de orthobeelden van de campagnes van 2019 en 2020. De situatie in 2019 (A) wordt weergegeven, met de vectorisatie van de gevectoriseerde oppervlakken op het orthobeeld van 2020 (B). Zie de terugtrekking van het ijs (in de fijn gestippelde gebieden zie je een mix van ijs en land), dat in lineaire termen in verschillende gevallen honderden meters bereikt. Wat betreft de onbedekte gebieden grond, worden er minder significante verschillen waargenomen met betrekking tot het eerder beschreven fenomeen.

In het noord-westelijke gebied (Fig. 7) waar de pijl de grens van het bevroren gebied aangeeft is het bijzonder goed te zien dat er een voortgang van het oppervlak richting de zee is. Dit is een duidelijk teken van smeltend ijs. Het treft een groot frontaal gebied van ongeveer 70 m.

Toekomstperspectieven

De studie van de hierboven beschreven oppervlakken wijst op een enorme afname van de ijsmassa in het jaar 2020 in vergelijking met het jaar 2019. In dezelfde periode is er een aanzienlijke voortgang van ijsmassas dat in zee is terecht gekomen, waarschijnlijk het gevolg van het smelten/afkalven van de gletsjers.

Zoals hierboven vermeld, werd het RTK onderzoek, gezien de duidelijke beperkingen van de

DEM-modellen afgeleid van fotogrammetrie, alleen gebruikt voor het genereren van de modellen.

Hoewel het een robuuste methodologie vertegenwoordigt, is het te voet lopen van de gletsjers met geodetische instrumenten onderhevig aan ten minste drie belangrijke kritische punten:

- ▶ niet geschikt voor analyse van grote extensies;
- ▶ moeilijk te herhalen vanwege de vijandigheid van de omgeving;
- ▶ hoog risico voor de veiligheid van het personeel dat betrokken is bij het uitvoeren van het onderzoek.

Het streven is om de beperkingen en problemen die hierboven zijn genoemd in de komende campagnes te overwinnen, door de integratie van LiDAR-systemen voor gebruik bij de analyse van grotere oppervlakken.

De auteurs bedanken

Generaal de Brigada Fernando PORTILLO ROMERO, Chef van het Instituto Geográfico Nacional van Peru.

BIBLIOGRAFIE

GARNERO, G. ; GODONE, D. : Comparisons between different interpolation techniques, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5 / W3 (ISSN: 2194-9034), 2013, Pagg. 139-144 [DOI: 10.5194 / isprsarchives-XL-5-W3-139-2013, WOS: 000358309600021, SCOPUS: 2-s2.0-84924290459]
 MOTTA, M. ; DIOLAIUTI, G. ; VAS-SENA, G. ; SMIRAGLIA, C. : Mass balance and Energy balance at Strandline Glacier (Terra Nova Bay, Antarctica): Methods and preliminary results, Proceedings of the 4th Meeting on Italian Antarctic Glaciology, Terra Antarctica reports n.8, Editors: Massimo Frezzotti & Valter Maggi, pp. 21-28, Siena, 2003

WEBGRAPHY

https://www.enea.it/it/seguici/publicazioni/pdf-volumi/2019/xxxiv_spedizione_antartide.pdf
<https://elcomercio.pe/tecnologia/ciencias/comercio-antartida-retroceso-glaci-arnosko-noticia-611907-noticia/>

<https://www.cnn.com/2020/04/30/climate-change-antarctica-greenland-ice-melt-raises-sea-levels-by-half-inch-in-last-16-years.html>
<https://www.theguardian.com/environment/2020/mar/11/polar-ice-caps-melting-six-times-faster-than-in-1990s>
<https://www.scientificamerican.com/article/heres-how-much-ice-antarctica-is-losing-mdash-its-a-lot/>
<https://climate.nasa.gov/vital-signs/ice-sheets/>

KEYWORDS

ANTARCTICA; SURVEY; GEODESIC NETWORK; GEOSPATIAL; DEM; GLACIAL MASS BALANCE

ABSTRACT

The study and analysis of climate change is a global challenge against which environmental, but also economic and social changes, will be measured.

This memorandum illustrates the recent activities carried out by the IGN Peru in collaboration with European institutions.

AUTEURS

FABIAN BRONDI RUEDA
 FABIANBRONDI@HOTMAIL.COM
 IGN - INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, LIMA (PE)

GABRIELE GARNERO
 GABRIELE.GARNERO@UNITO.IT
 DIST – POLITECNICO E UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO (ITA)

GIOVANNI RIGHETTI
 G.RIGHETTI@MEDSAMSTERDAM.EU
 STEFANO SERAFINI

a **DEEPER** understanding innovative 3D ground penetrating radar



The **step-frequency technology** – applied to GPR – enables high-density high speed 3D data capture, with unique combination of deep subsurface penetration coupled to high resolution.

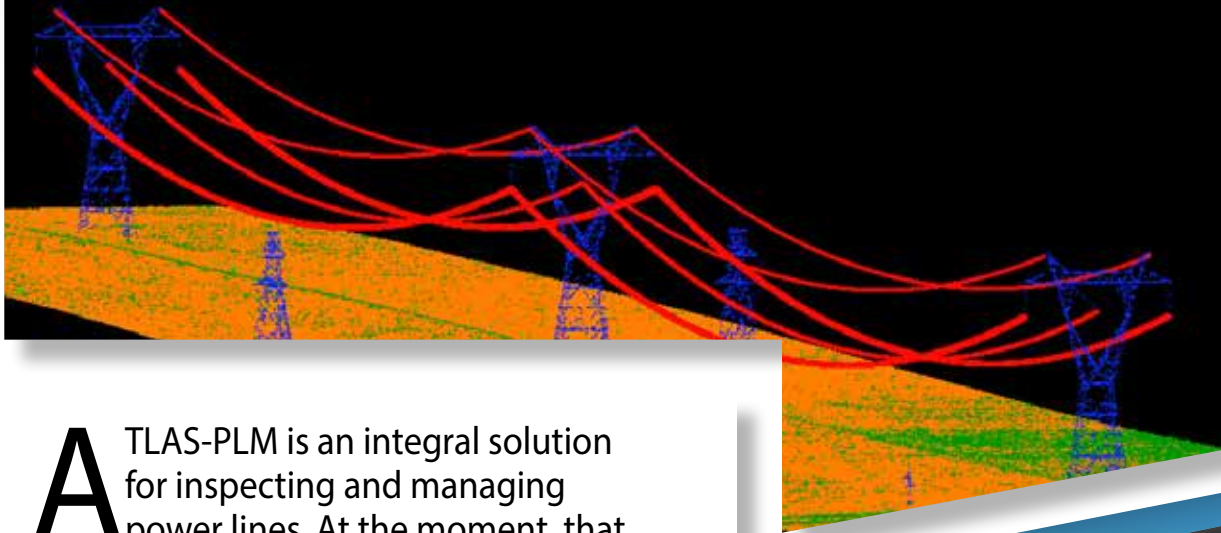


CODEVINTEC

www.codevintec.it/3d-radar-geoscope-it

Rental available

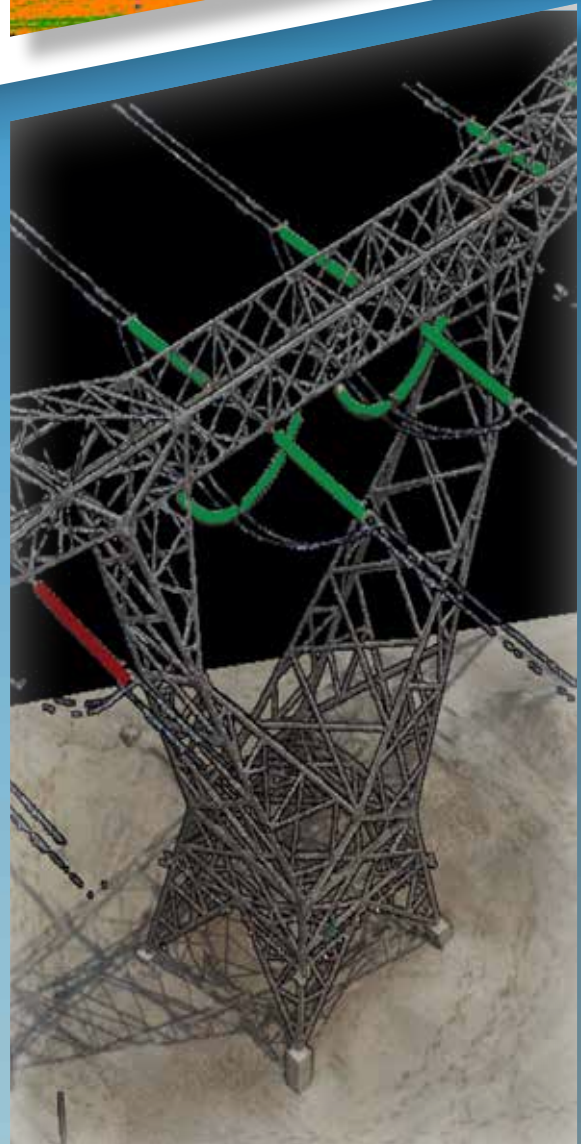
ATLAS-PLM



ATLAS-PLM is an integral solution for inspecting and managing power lines. At the moment, that asset management is confronted with an increasingly vertical market, the **as built** is an indispensable source of information for the correct management of one's assets.

ATLAS-PLM has been designed to quickly and effectively analyze possible interference between vegetation and infrastructures (towers and power lines)

- Improve safety by minimizing the risk of accidents at work
- Use artificial intelligence to facilitate and increase productivity through compiling the database relating to the description of assets
- Help manage, through a customized interface and friendly procedures, the systematic process of operating
- Be able to interface, through a targeted export system, with commonly used management software, and more generally to comply with the requirements and specifications of the international standard ISO 55000.





DEEP LEARNING

Deep Learning applied in production planning and results analysis

Artificial Intelligence teams up with the best remote sensing technologies for discovering lost cities

CREATION OF DEEP LEARNING SOFTWARE IN ORDER TO DISCOVER SETTLEMENTS LOST UNDER THE FOREST (Amazonas)



NEW BUSINESS OPPORTUNITIES AWAIT YOU.



EFFEIMME | Brand builders

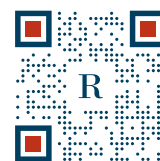
**Become a Rheticus® reseller
and boost your satellite monitoring
services while continuing to manage
your business hassle-free.**

Rheticus® is a cloud-based geoinformation service platform for continuous monitoring of land and infrastructures.

A ready-to-use marketable solution for geomatics companies enabling industry-focused services for utilities, energy, transportation, engineering, mining, urban planning, land and marine environment, wildfires, aquaculture and precision farming. Rheticus® is **available worldwide with an innovative yearly subscription model**: this allows you to enable new business opportunities without problems, because you can always count on our **personalized Sales and Technical support** and on the **experience of over 25 years** of Planetek Italia.


Rheticus®
monitoring the evolution of our earth

Join us on
www.rheticus.eu



Winner of

WORLD SMART CITY AWARDS 2019