

para la Biblioteca
Museo de La

FERUGLIO-
17

1010V 110

Dott. E. FERUGLIO

OP. AUT. 17

RISULTATI SCIENTIFICI

della spedizione A. De Agostini nelle Ande del Lago Argentino (Patagonia Australe)



Estratto dal *Bollettino della Società Geologica Italiana*
Vol. LI - 1932 - Fasc. 1

ROMA
«LA CARDINAL FERRARI» S. A. I.
Tipografia - Via Germanico, 136

1932 - X

Of. 20

Dott. E. FERUGLIO

RISULTATI SCIENTIFICI
della spedizione A. De Agostini nelle Ande
del Lago Argentino (Patagonia Australe)



Estratto dal *Bollettino della Società Geologica Italiana*
Vol. LI - 1932 - Fasc. 1

ROMA
«LA CARDINAL FERRARI» S. A. I.
Tipografia - Via Germanico, 136

1932 - X

RISULTATI SCIENTIFICI
DELLA SPEDIZIONE A. DE AGOSTINI
NELLE ANDE DEL LAGO ARGENTINO (PATAGONIA AUSTRALE)

Nota del dott. EGIDIO FERUGLIO

I. CENNI GENERALI.

La scorsa estate australe (1930-1931) si è compiuto al Lago Argentino (Ande australi della Patagonia) una spedizione scientifica, promossa e organizzata dal Padre salesiano Alberto De Agostini. La spedizione era formata dal De Agostini, dalle due guide alpine Leone Bron ed Evaristo Croux di Courmayeur (Italia) e da me in qualità di naturalista.

Giunti al Lago Argentino poco dopo la metà di dicembre 1930, ci portammo all'estremità nord-occidentale del Brazo norte, ai piedi della Cordigliera principale, dove sorge la Estancia Cristina di P. Masters, presso la quale si stabilì la base della spedizione, che è rimasta due mesi in questi paraggi.

Il lago Argentino ha il suo specchio a 200 m. s. m. e misura da un estremo all'altro una lunghezza di 90-95 Km. Esso si compone di due parti ben distinte. La porzione orientale e più estesa, lunga 55-60 Km. e larga in media circa 15 Km., ha contorno ovale-allungato. È una conca del tipo del Lemano, con sponde limitate in gran parte da terrazzi lacustro-glaciali disposti in più serie. A maggiore o minore distanza dalle rive del lago, quasi lungo tutto il suo contorno, sorgono con pendio scarpato alcuni elevati ripiani (1000-1500 m. s. m.) costituiti da strati neocretacei e terziari in posizione poco inclinata od orizzontale; ripiani che delimitano nell'insieme una specie di ampio truogolo glaciale. Questi ripiani subandini (*mesetas*) formano gli avamposti dell'altipiano patagonico, al quale si coordinano gradualmente. La porzione orientale del lago si biforca a ovest in due rami principali, chiamati rispettivamente «Brazo norte» e «Brazo sud» e divisi a loro volta in più canali, profondamente incassati fra montagne a guisa di fiordi. Essi penetrano attraverso la zona preandina, formata da terreni eruttivi e sedimentari mesozoici e con cime di poco superiori a 1500-2000 m., fino ai piedi della Cordigliera principale.

I canali più interni del lago trovano la loro prosecuzione naturale nelle valli, per lo più ripide, che solcano il versante orientale della Cordigliera, il quale sovrasta al lago con cime superiori a 2000-2500 metri di altitudine. Il fondo di queste valli è occupato da più o meno estese colate di ghiaccio di tipo alpino, che scendono dalla catena principale della Cordigliera per immergersi nel lago con parete tagliata a picco. Dalla fronte di questi ghiacciai si staccano numerosi blocchi di ghiaccio, che vengono via via sospinti dal vento e trasportati (i maggiori di essi) sino all'estremità orientale del lago.

La regione esterna del bacino lacustre (zona subandina), ha clima arido e ventoso ed è coperta da una vegetazione erbosa, con cespugli, a carattere di steppa simile a quella dell'altipiano patagonico, ed è popolata da alcune fattorie (*estancias*) dedite all'allevamento delle pecore. Qualche fattoria isolata si trova pure, sulle rive del lago, nella zona preandina, più umida e coperta in parte da boschi di faggio australe (*Nothofagus*). La Cordigliera principale, nel suo pendio più esterno, è pure rivestita da foltissima foresta sino all'altitudine di 1000-1100 m., in zone e lembi isolati fra le colate di ghiaccio che scendono al lago.

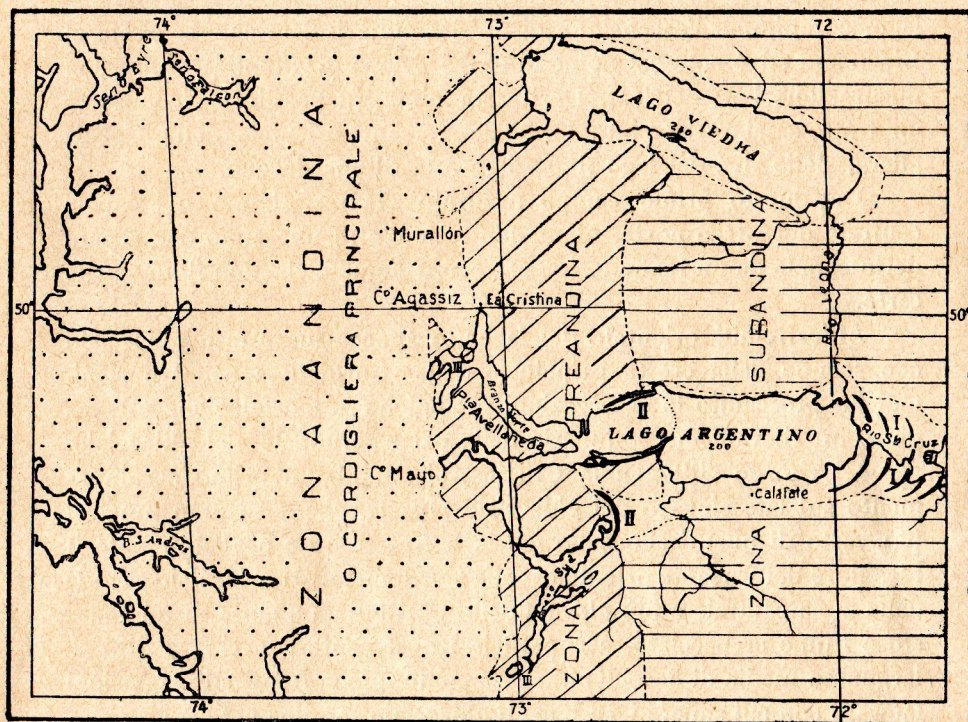
Il versante della Cordigliera che sovrasta al lago Argentino era stato riconosciuto e in parte rilevato, in iscala molto ridotta (1:500.000 ed 1:1.000.000), dalle commissioni di confine della Repubblica Argentina e del Cile. Tali rilevamenti, naturalmente alquanto approssimati e sommari, furono eseguiti in base a triangolazioni e schizzi presi dalle catene preandine situate di fronte alla Cordigliera principale. Nessuna delle dette commissioni di studio era difatti penetrata nella regione dei ghiacciai.

La prima vera esplorazione compiuta in questi ultimi fu eseguita nel 1914 da una spedizione tedesca guidata dal dott. F. Reichert, che ha rimontato il ghiacciaio Moreno (o Bismarck), nel Brazo sud del lago Argentino, portandosi a una sella ghiacciata che divide il versante atlantico da quello pacifico. Un'altra spedizione tedesca, guidata dai dottori Kölliker e L. Witte, ha risalito nell'estate 1915-16 il ghiacciaio Viedma, che sbocca nell'estremità occidentale del lago omonimo, senza però riuscire, causa le avverse condizioni atmosferiche, ad attraversare il crinale della Cordigliera.

Dagli studi e riconoscimenti compiuti dalle commissioni di confine argentina e cilena, si sapeva che la Cordigliera principale, a cominciare dal Rio Toro e dall'Estéro Calen, all'altezza del lago San Martín (48° lat. Sud.), fino al Seno del Ultima Esperanza (51° 20' lat. Sud), e cioè sopra una distanza di circa 400 Km., è coperta da un esteso e ininterrotto campo di ghiaccio e neve, da cui si alimentano le

colate che scendono ai laghi del versante orientale e ai fiordi della costa cilena.

Il versante occidentale della Cordigliera è pressochè sconosciuto, essendosi finora compiuto solamente un sommario rilevamento del contorno dei numerosi canali e fiordi che smembrano la costa cilena.



Se si prescinde dunque dal versante orientale, visibile dalle catene preandine e dai primi avamposti della Cordigliera principale, il campo di ghiaccio e neve che copre quest'ultima restava e resta tuttora in gran parte inesplorato, per cui figura in bianco nelle carte esistenti.

II. ITINERARIO DELLA SPEDIZIONE.

I riconoscimenti e studi eseguiti dalla nostra spedizione comprendono la regione intermedia fra il ghiacciaio Moreno (lago Argentino), rimontato da Reichert, e il ghiacciaio Viedma (lago Viedma), risalito da Kölliker e Witte; e cioè il tratto della Cordigliera principale situato all'altezza del Brazo norte del lago Argentino, ai due lati del parallelo 50°.

In un primo tempo ci portammo dall'Esterancia Cristina con una

lancia all'estremità interna del canale meridionale del Brazo norte, nel quale sbocca un vasto ghiacciaio che scende con più rami nella Cordigliera. Da questo primo campo avanzato eseguiamo alcune escursioni preliminari che dedicai a osservazioni geologiche e a un rapido rilevamento topografico dei dintorni. Quindi, rimontando il tratto superiore del ramo meridionale del ghiacciaio che scende al lago, compimmo l'ascensione di un'alta cima isolata che sovrasta al Brazo sud ed è nota col nome di Cerro Mayo (2438 m. secondo una misurazione barometrica). Da questa cima fu possibile riconoscere un tratto assai esteso e inesplorato del versante orientale della Cordigliera, dalle rive del lago fino alla cresta di spartiacque.

Da questo primo campo avanzato ci trasferimmo nel canale centrale del Brazo norte, piantando le tende in un istmo che separa detto canale da un laghetto interno senza nome e che non figura nelle carte.

All'estremità orientale del laghetto sbocca un esteso ghiacciaio che scende dalla cresta principale della Cordigliera con tre rami. Qui ho proseguito le osservazioni geologiche e morfologiche e compiuto un rilevamento sommario della parte terminale del ghiacciaio.

Di ritorno all'Estancia Cristina, si stabilì un primo accampamento sul lato sinistro del ghiacciaio Upsala, che è di gran lunga il più vasto di quanti sboccano nel lago Argentino e probabilmente il maggiore del versante orientale della Cordigliera. Il ghiacciaio scende dalla zona centrale e più elevata della Cordigliera a guisa di un maestoso fiume crepacciato, a superficie leggermente convessa e di una larghezza media di 8-10 Km., senza contare le correnti ed espansioni laterali, con cui supera i 15 Km. Il ghiacciaio termina nel lago Argentino con fronte protesa a guisa di bastione e tagliata a picco.

Da questo primo campo, che era situato circa 11 Km. a monte della fronte del ghiacciaio, si compì la traversata di quest'ultimo, portando un secondo campo sul suo lato destro, alle falde del Cerro Cono, che sorge interamente isolato fra i ghiacciai. Questo secondo campo distava dal precedente in linea d'aria circa 12 Km. Da questo punto (919 m.) si sono compiute delle escursioni per l'esplorazione e per lo studio geologico dei dintorni, dei quali ho eseguito un sommario rilevamento topografico che ho collegato con la sponda opposta del ghiacciaio, dove avevo stabilito in precedenza una base topografica.

Dallo stesso campo ci si diresse verso la cresta principale della Cordigliera, che fiancheggia a destra il bacino del ghiacciaio Upsala, raggiungendo una sella ghiacciata situata fra il Cerro Agassiz e il Cerro Murallón e alta 1960 m. s. m. secondo una misurazione al-

l'aneroide. Dalla sella avanzammo vari chilometri attraverso un altipiano nevoso che si stende alle spalle della cresta di spartiacque della Cordigliera e a SW della stessa. Quest'ultima nel versante pacifico è interamente ammantata di neve e ghiaccio, che non lasciano affiorare la roccia quasi in nessun punto. Presso il margine occidentale dell'altipiano sorge isolata una cima coperta di ghiaccio, di cui scalammo la vetta. Da questa cima (2252 m. secondo una misurazione barometrica) si poté scorgere il Seno Falcón, della costa cilena, e dominare, sia verso nord, sia verso sud, un panorama estesissimo che abbracciava la zona centrale e più elevata della Cordigliera e parte del suo versante rivolto al Pacifico.

Con questa traversata fu raggiunto l'obbiettivo principale proposto alla spedizione, la quale a metà febbraio fece ritorno all'Estancia Cristina. Il Padre De Agostini, con le due guide, lasciava quindi il lago Argentino e proseguiva per il lago Viedma, per un rapido riconoscimento del monte Fitz Roy, donde fece ritorno a Santa Cruz, nel mese di marzo.

Dopo aver rilevato la fronte del ghiacciaio Upsala e stabilitovi un caposaldo per lo studio delle oscillazioni dello stesso, io continuai lo studio morfologico e geologico del bacino del lago Argentino. Da prima ne percorsi la riva settentrionale lungo la zona preandina sino ai primi ripiani subandini e quindi ne visitai il lato meridionale in tutta la sua estensione e cioè dall'estremità meridionale del Brazo sud sino alla valle del rio Santa Cruz e alla valle del Rio Leona: facendo così il giro quasi completo del vasto bacino.

III. LA GLACIAZIONE ATTUALE DELLA CORDIGLIERA DEL LAGO ARGENTINO.

Le escursioni ed ascensioni compiute ci hanno permesso di riconoscere le condizioni orografiche e glaciologiche di un tratto assai esteso e inesplorato della Cordigliera su ambo i versanti.

La Cordigliera principale si eleva dal lago Argentino per lo più con pendio ripido e solcato da valli profonde, che si continuano nei canali del lago. Ciascuna di queste valli accoglie un ghiacciaio di tipo alpino, e i maggiori di essi arrivano a tuffarsi nel lago. La cresta di spartiacque corre generalmente assai prossima al lago Argentino, dal quale si alza a tratti come un'alta muraglia marginale. Fra le valli che solcano il versante orientale la più ampia è quella che accoglie il ghiacciaio Upsala, sulla destra del quale la cresta di spartiacque retrocede verso ovest di vari chilometri, portandosi circa sull'asse mediano della zona andina.

I ghiacciai principali del versante orientale comunicano col versante opposto attraverso selle ghiacciate, più o meno ampie e depresse. Alcuni di essi hanno il bacino abbastanza ben delimitato e circoscritto al versante orientale, per cui non ricevono alimento che dalle precipitazioni che cadono sullo stesso versante. Però il ghiacciaio Upsala, verso la sua parte superiore si confonde con la massa di ghiaccio che copre la zona più interna ed elevata della Cordigliera.

Appena dietro la cresta di spartiacque, la massa montuosa non scende subito con pendio accentuato verso i fiordi del Pacifico, ma si stende a tratti in forma di pianori, di un'altitudine media di 1800-2000 m., variamente ondulati e sormontati da cime isolate o riunite in catene. Queste cime e catene si staccano dagli stessi pianori per altezze generalmente non superiori ad alcune centinaia di metri e si coordinano visibilmente in un piano ondulato a un'altitudine media di circa 2500 m. Il rilievo della zona centrale e più elevata della Cordigliera, per quanto assai mosso e variato, non offre notevoli accidentalità e sembra il risultato di una prolungata degradazione che lo ridusse a uno stadio di quasi maturità. A vero dire, il rilievo appare alquanto attenuato ed uniformato dal mantello di ghiaccio e neve che copre senza interruzione la zona centrale della Cordigliera. Questa massa glaciale colma le concavità, riveste i pianori e i fianchi delle catene e della cresta di spartiacque e copre a guisa di calotta le cime, siano esse più o meno spianate o coniche. La roccia nuda affiora solo in isolate finestre nei punti più dirupati. In altre parole, il rilievo appare parzialmente affogato sotto la massa di ghiaccio, che s'insinua fra le catene e trabocca per le selle da un versante all'altro.

Durante la traversata della cresta principale della Cordigliera, ci fu possibile dominare la valle che scende al fiordo del Seno Falcón. È una valle relativamente stretta e profonda, percorsa da una colata di ghiaccio che scende bruscamente dall'altipiano da noi traversato e che prima di metter capo al mare riceve a destra un secondo ghiacciaio, pur esso profondamente incassato. I fianchi della valle si presentavano ripidi e spogli di ghiaccio e neve. Il mantello di ghiaccio che si stende verso il Canale Eyre, sopra le montagne irregolarmente spianate che chiudono a sud la valle del Seno Falcón, scende con orlo frangiato sul fianco della stessa, terminando però a una certa altezza. Come le montagne affiancate a queste valli avanzano con altezze notevoli sino in prossimità del canale Eyre, il versante rivolto a quest'ultimo dev'essere ripido ed elevato.

Lo scenario che ci si offerse dalla cima soprastante alla valle

del fiordo Falcón era formato da un susseguirsi di estese conche o ripiani, di cime e catene di un bianco immacolato, appena interrotto da qualche chiazza rocciosa, e somigliava a un mare agitato e subitaneamente rappreso. Un simile aspetto presentava del resto anche la zona centrale e più elevata della Cordigliera che si potè dominare, sul versante orientale, dalla cima del Cerro Mayo.

Con queste due traversate, favorite da un cielo terso e veramente eccezionale per questi paraggi, quasi sempre sconvolti da bufere di neve o coperti di nubi, fu dunque possibile di verificare la continuità del campo di ghiaccio e neve che copre la zona andina e di riconoscerne le condizioni morfologiche. La massa glaciale andina può paragonarsi, per certi aspetti, ai ghiacciai scandinavi, dove estese calotte di ghiaccio e neve, situate sopra altipiani ondulati (*icefjeld*), danno alimento a correnti ben individuate (*iceström*) che bruscamente scendono ai fiordi, incassate entro valli profonde. Lo sviluppo del ghiacciaio andino è peraltro maggiore di quelli scandinavi, non solo per la sua estensione in latitudine, che è oltre di 3°, bensì anche per la sua larghezza, in quanto che con le sue colate terminali si estende dai laghi del versante atlantico ai fiordi del Pacifico. Una differenza morfologica fondamentale risiede poi nella forma più mossa e frastagliata del rilievo andino, che nella sua zona centrale, pur formando un blocco orografico relativamente continuo, con cime quasi uniformemente elevate e col piovante occidentale disteso a tratti in forma di ripiani ondulati o di ampie conche, non offre in nessun punto una superficie continua e livellata, caratteristica dei ghiacciai islandesi e norvegesi. La catena o cresta di spartiacque è per lo più ben marcata, e abbastanza netta è la separazione fra le conche o bacini che alimentano le principali correnti terminali. Per tali caratteri la glaciazione attuale delle Ande australi si assomiglia a quelle dello Spitzberg e della zona interna dei ghiacciai dell'Alaska.

Nelle correnti terminali le morene superficiali sono relativamente scarse, in dipendenza della continuità del campo interno di ghiaccio. Le morene si raccolgono dove le stesse correnti cominciano a separarsi dal campo di ghiaccio e a incassarsi fra rilievi dai fianchi nudi.

IV. CONDIZIONI MORFOLOGICHE DELLA ZONA PREANDINA E SUBANDINA E CENNI SULLA COSTITUZIONE GEOLOGICA

Nel tratto compreso fra il lago Viedma e il lago Argentino, la zona preandina è relativamente ampia ed elevata, con cime un po' superiori ai 2000 m. In questa zona e in vicinanza della Cordigliera

principale, alla testata delle valli o su brevi ripiani si trovano alcuni ghiacciai di circo o in forma di calotta, la cui fronte può scendere sotto i 1300 m. Dal lago Argentino verso il sud, la zona preandina si restringe e perde continuità per numerose depressioni trasversali.

L'ampia conca del lago Argentino è il letto abbandonato di un estesissimo ghiacciaio che durante l'ultima glaciazione la colmava sino alla valle del Rio Santa Cruz. Le morene terminali dell'ultima glaciazione andina (probabilmente contemporanea dell'ultima glaciazione dell'emisfero boreale), si stendono fra la sponda orientale del lago e il margine scarpato dell'altipiano patagonico, penetrando nel tratto superiore della valle del Rio Santa Cruz.

All'esterno di questo sistema morenico (segnato con I nell'unito schizzo, pag. 87), se ne trova un secondo, che forma copertura all'altipiano su cui si spinge per vari chilometri verso est. Questo secondo e più esterno sistema morenico spetta probabilmente ad una più antica espansione glaciale.

Una cerchia morenica molto più interna e modesta (segnata con II nello schizzo), corrispondente ad una fase di sosta o di piccolo avanzamento dell'ultima glaciazione, si stende trasversalmente al lago circa in corrispondenza al meridiano che lo taglia per metà. Quando fu deposto questo più interno sistema morenico, il ghiacciaio era diviso in due lobi principali.

Resti di un arco morenico ancora molto più interno e più recente (segnato con III) si trovano a pochi chilometri dalle fronti attuali dei ghiacciai e spettano ad una oscillazione che in Europa si direbbe storica. Fra quest'ultimo arco e i ghiacciai attuali v'è tutta una serie di morene, fino a quelle freschissime e abbandonate in questi ultimi anni.

A giudicare dalla posizione di tali morene recenti, il ghiacciaio Upsala dimostra di aver subito negli ultimi decenni una sensibile retrocessione della sua fronte (di oltre 2 Km.) e un abbassamento della sua superficie di alcune decine di metri. Nei ghiacciai che sboccano nei canali meridionali del Brazo norte, i movimenti di regresso e di abbassamento appaiono alquanto più limitati.

Le tre zone orografiche in cui si suddividono le Ande del lago Argentino sono contraddistinte da peculiari caratteri geologici dei quali mi limito a dare un fuggevole cenno.

Sopra una piattaforma costituita da potenti colate di porfido quarzifero, in parte almeno di eruzione sottomarina e la cui base non è qui visibile, si adagia una serie sedimentaria costituita in prevalenza da una roccia argillosa grigia e nerastra, in istrati ben distinti, ora compatta e a frattura scagliosa, ora più o meno scistosa,

con fissilità e fratturazione spesso trasversale e dovuta ad azioni dinamometamorfiche. Questa serie sedimentaria, spesso oltre 1500 m., contiene a varia altezza resti fossili (Bivalvi, Ammoniti, Belemniti, ecc.), che secondo un primo esame sembrano appartenere a diversi piani compresi fra il Giurese superiore e il Cretaceo superiore.

La serie porfirica e la serie sedimentaria sovrapposta formano per intero la zona preandina, dove si presentano più o meno intensamente piegate. Le stesse rocce si stendono poi a formare la Cordigliera principale, il cui versante orientale appare costituito in prevalenza da scisti sedimentari, resi a luoghi filladici da pressioni orogenetiche e azioni di contatto. In mezzo al mantello scistoso, lungo tutta la cresta principale di spartiacque, emergono alcune laccoliti di granito dioritico, del diametro variabile da poche centinaia di metri a qualche chilometro. La presenza di queste resistenti masse intrusive fu causa dello stabilirsi lungo di esse della linea di spartiacque.

La serie sedimentaria neogiurese-cretacea si abbassa nel complesso dalla zona preandina verso quella subandina, dove viene ricoperta in concordanza da una potente successione di strati arenacei e conglomeratici, a intercalazioni argillose, che racchiudono a varia altezza resti di molluschi marini e di piante terrestri spettanti al Senoniano. Gli strati pendono dolcemente verso E o SE, in accordo con le superfici orografiche, e imprimono alla regione la caratteristica forma di ripiani (*mesetas*). Lungo l'estremità orientale del lago Argentino, la serie cretacea è coperta in leggiera discordanza da strati arenaceo-tufacei, con fossili marini spettanti al Patagoniano (Oligocene), cui segue gradualmente una serie continentale arenaceo-tufacea, con resti di Mammiferi riferibili al Santacruzziano. Quest'ultimo complesso, disposto in istrati più o meno orizzontali, si stende poi a formare l'altipiano patagonico fino alla costa.

La conca orientale del lago Argentino e i canali occidentali dello stesso, più che in relazione con supposte dislocazioni per faglia, sembrano invece dipendere esclusivamente dall'erosione dei corsi d'acqua prequaternari e dalla potentissima escavazione glaciale. I più recenti indizi di attività vulcanica nel bacino del lago Argentino sono rappresentati da alcune estese colate di basalto, le quali in un punto alternano con depositi glaciali, riferibili ad almeno due distinte glaciazioni (1).

(1) Più ampie notizie sulla costituzione geologica del bacino del lago Argentino si trovano esposte in una comunicazione, ora in istampa, da me presentata alla « Primera Reunión nacional de Geografía » (Sociedad argentina de Estudios geográficos « Gaea »), che ha avuto luogo in Buenos Aires lo scorso mese di maggio.

Riassunto. - L' ampia conca del Lago Argentino è il letto di un estesissimo ghiacciaio che la colmò per intero in due espansioni plistoceniche. Ai canali in cui si ramifica la parte occidentale del Lago scendono anche oggi ampi ghiacciai dalla zona centrale della Cordigliera. Il regresso dei ghiacciai quaternari è segnato da morene stadiali. L'ossatura della Cordigliera è formata da scisti con masse ^{di} granitiche intruse ; quella della regione preandina di potenti colate di porfido quarzifero e da una sovrapposta serie argillosa giurese-cretacea.

[ms. pres. 17 dicembre 1931 - ult. bozze 11 febbraio 1932].

PUB. - FCMyM
PROCESADO
Id. 004411