



# Geological Map of South America Workshop

Villa de Leyva–Colombia 21<sup>st</sup>–26<sup>th</sup> July, 2014

## Memorias/Memoirs





**MinMinas**  
Ministerio de Minas y Energía

**PROSPERIDAD  
PARA TODOS**

**Amylkar ACOSTA MEDINA**  
Ministro de Minas y Energía

**Óscar PAREDES ZAPATA**  
Director General

**Alberto OCHOA YARZA**  
Subdirector Geociencias Básicas

© Servicio Geológico Colombiano

Edición  
**Jorge GÓMEZ TAPIAS**

Revisión de textos  
**María Fernanda ALMANZA MELÉNDEZ**

Diseño editorial  
**Andrés Leonardo CUÉLLAR VELÁSQUEZ**

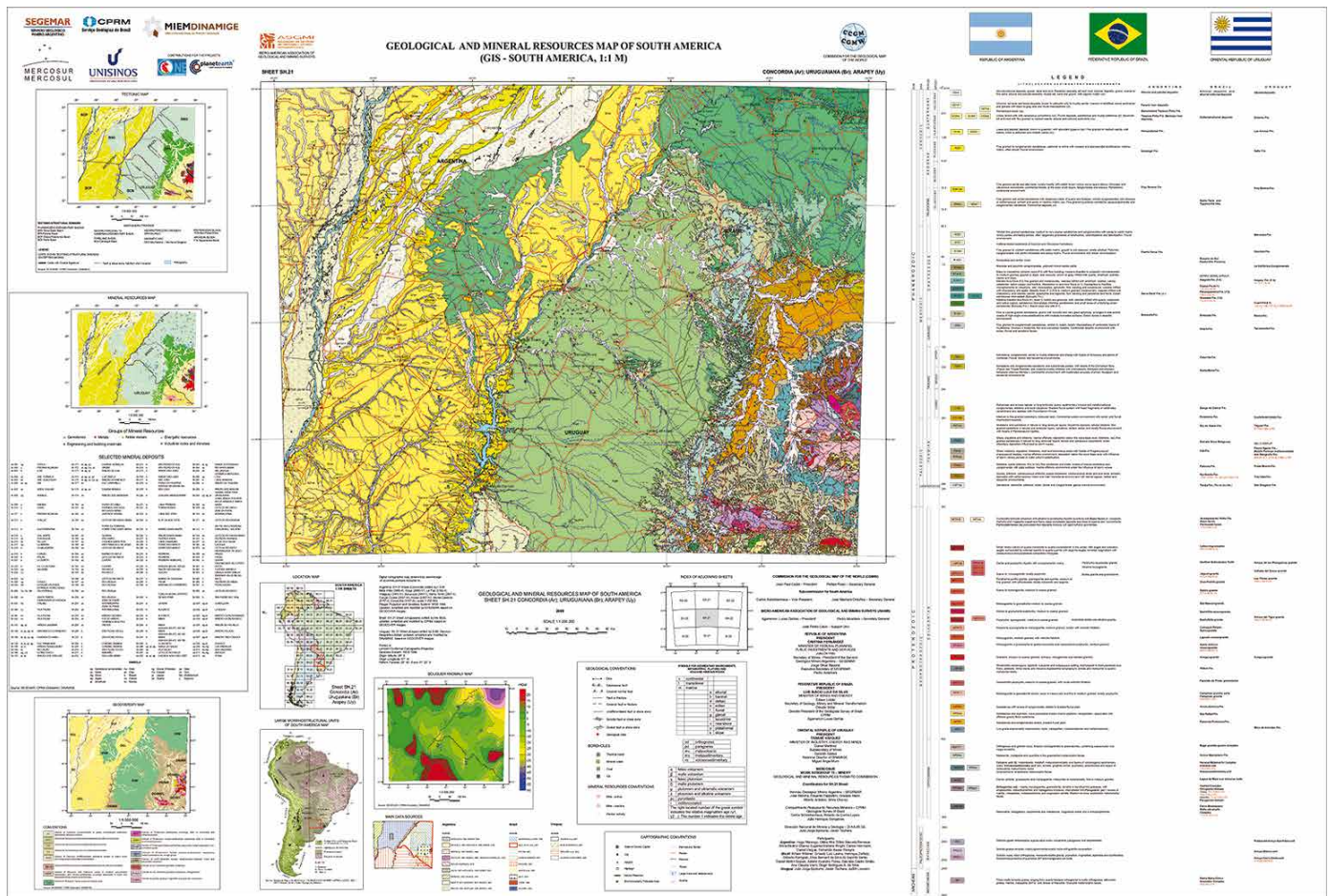
Bogotá, Colombia  
2014

# Contenido

<b>Geological Map of South America</b>	5
<b>Asistentes/Attendees</b>	17
<b>Resúmenes/Abstracts</b>	24
Discurso de PhD. Philippe ROSSI, presidente de la CGMW	25
Discurso del Dr. Óscar PAREDES, director del Servicio Geológico Colombiano	27
Resúmenes / Abstracts	28
<b>Presentaciones/Lectures</b>	42
Celebración del centenario de la CCGM en Villa de Leyva, Colombia 21 de Julio 2014 Philippe ROSSI	43
CGMW 50 years of activities in South America Carlos SCHOBENHAUS	73
Geological Map of South America at a scale of 1:1 M and 1:5 M Jorge GÓMEZ TAPIAS	83
Mapa tectónico de sudamérica Victor RAMOS	100
Geological evolution of the Amazonian Craton: forget geochronological provinces! Salomon KROONENBERG	117
Historia e Interpretación del relevamiento geológico sistemático de la República de Argentina Roberto F. N. PAGE	140
The coastal Plain of Suriname Theo E. WONG	171
Estado de avance en el conocimiento metalogénico de Chile Rodrigo Patricio CARRASCO OLGUÍN	186

Mapas de recursos minerales de Colombia: Avances y perspectivas Gloria PRIETO RINCÓN	207
Geological Map of Colombia 2014 Nohora Emma MONTES RAMÍREZ	220
Geochronological Assessment for the GMC Jorge GÓMEZ TAPIAS	234
O Embasamento da Plataforma Sul-americana E A Colagem Brasileira Benjamin B. de BRITO NEVES	254
South America – a key continent on the Gondwana evolution Rafael de Araujo FRAGOSO	268
Geology of Suriname, main characteristics and some new aspects Emond W. F. DE ROEVER	297
Mapa Geológico del Ecuador Fabián Marcelo VILLARES JIBALA	319
Geological Map of the Amazonian Craton Project, At 1:2,5M Scale Lêda María FRAGA BARRETO	328
Geología y recursos minerales del Perú Dina Hilda HUANACUNI MAMANI & Agapito Wilfredo SÁNCHEZ FERNÁNDEZ	337
Geología del Uruguay Jorge SPOTURNO	355
El basamento pre-andino de Chile: geocronología U-Pb en circones y evolución geodinámica Francisco HERVÉ	365
Evolución tectónica del precámbrico boliviano Ramiro MATOS SALINAS	414
Overview of Venezuelan Geology Alí Ricardo GÓMEZ RAMOS & Walter REATEGUÍ	432
La nueva serie Cartográfica Geocientífica Antártica Los mapas geológicos y geomorfológicos de la isla marambio y de bahía esperanza (península antártica) Luis Roberto RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	451
SIG da América do Sul 1:1 M Folhas NA.19 (Pico da Neblina) e SA.19 (Içá) Marcelo Esteves ALMEIDA	481
<b>Excursión geológica/Geological field trip</b>	489
Excursión Geológica: El Cretácico de la cordillera Oriental de Colombia entre Santa María de Batá–embalse del Sisga (Chocontá)	491
<b>Actas</b>	500
Acta del <i>Geological Map of South America Workshop</i> llevado a cabo en el municipio de Villa de Leyva (Boyacá, Colombia) del 21 al 26 de julio de 2014	501
Meeting on the CGMW Structural Map of the Caribbean, July 26 <sup>th</sup> , 2014, Villa de Leyva, Colombia	506

# Geological Map of South America



The Subcommittee for South America of the Commission for the Geological Map of the World (CGMW) ([www.cgmw.org](http://www.cgmw.org)), is working on four continental projects:

- The Geologic Map of South America at a scale of 1:5 M
- The Geological and Mineral Resources Map of South America (GMRMSA) at a scale of 1:1 M
- The Tectonic Map of South America at a scale of 1:5 M
- The Map of the Amazonian Craton (the Guyana Shield and the Central Brazilian Shield) at a scale of 1:2 M

Those maps have been elaborated under the leadership of Dr. Carlos SHOBHENHAUSS (Vice-President for South America of the CGMW) of the Geological Survey of Brazil (CPRM), Jorge GÓMEZ TAPIAS (General Secretary for South America of the CGMW) of the Colombian Geological Survey (SGC) and Dr. Lêda Maria FRAGA BARRETO (Deputy General Secretary for South America of the CGMW) of the CPRM, with the cooperation of most of the geological surveys and many universities of the continent.

In 2002, the CGMW supported the initiative taken by the Association of Iberoamerican Geological and Mining Surveys (ASGMI), to carry out a cartographic project at a scale of

1:1,000,000 that covered the Geologic and Mineral Resources Map of South America and the related database in GIS format—or as it contracted form SIG – South America, 1:1 M, including a total of 92 map sheets—. Until now 31 maps have been completed, 8 on completion, 6 are in preparation and 10 maps are planned to be finished in coming years.

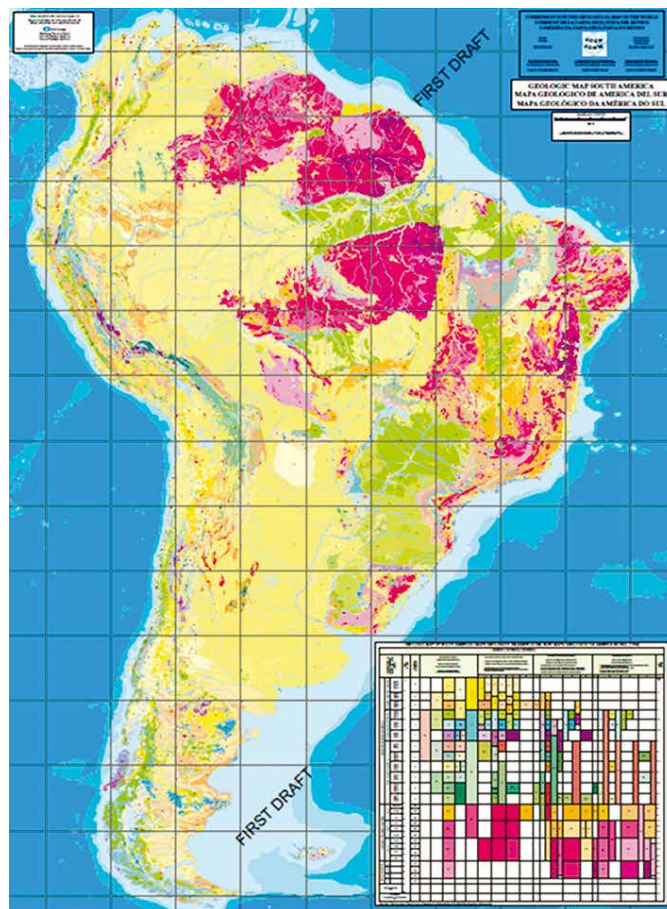
Recently, mapsheets SH.21, SG.21 and SG.22 have been completed; they cover the border areas between Argentina, Brazil, Paraguay, and Uruguay. Likewise the mapsheet NA.22 that covers the border area between Brazil and French Guyana, has also been completed. Presently other sheets are being prepared by Argentina, Brazil, Colombia, Guyana, French Guyana, Perú, and Surinam. In support of these activities, during 2009, 2010 and 2011, 3 workshops were held with delegates from CPRM, the Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú (IGEMMET) and the SGC in the city of Tabatinga (Brazil) located on the frontier between these three countries. These workshops were devoted to complete mapsheets NA.18, NA.19, SA.18, SA.19, SB.19, SC.18, and SC.19 of the GMRMSA. Although the main objective of the GMRMSA was to develop a uniform and standardized Geologic Map of South America available in GIS format, is considered notable the additional benefit that the workshop contributed to enriching the interchange of knowledge

and experience between professionals of different areas and different countries, as well as provide opportunities for training (e.g. ArcGIS courses).

During the 14<sup>th</sup> Latinoamerican Geological Congress and the 13<sup>th</sup> Colombian Geologic Congress held in the city of Medellín – Colombia, was carried out a symposium organized by the subcommission of the Geologic Map of South America in 2011, and had as its objective to present updates and advances made in the field of the geological cartography of Latin America at different scales. During this symposium 12 lectures and 4 posters were presented.

Information of the projects has been made available in GIS format, with many layers. This will facilitate the integration, and the harmonization of the continental geology with particular relevance to frontier areas, as well as the integration of map legends and conventions and the publication of versions in different languages. The database will be digitalized through internet on a platform already developed for this purpose which is very useful for the normalization and compatibility of the information. The base map used has been adjusted to the Mosaic Geocover – Landsat – 5 /TM imagery.

Furthermore, as part of the GMRMSA 1:1 M effort, each country is responsible for the preparation of its own database that subsequently will be included in the central database in Brazil (Geobank). Data transfer will be effected through internet using already prepared software that will help in the normalization and harmonization of the information (<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>).



ASGMI meeting, Buenos Aires in October 2013

## Geological Map of South America Workshop

During the last 19<sup>th</sup> General Assembly of the ASGMI held in September 2013 in Buenos Aires (Argentina), it was decided to organize a Workshop in the town of Villa de Leyva (Colombia) by the SGC from 21<sup>st</sup> to 26<sup>th</sup> July, 2014. This will have the objective of giving continuity to the horizontal cooperation for the realization of the GMRMSA at a scale of 1:1 M and the Geologic Map of South America at a scale of 1:5 M.

It is important to emphasize that the intention is to present the final version of the Geological Map of South America at a scale of 1:5 M to the General Assembly of CGMW during the 35<sup>th</sup> International Geological Congress in Cape Town (South Africa) in 2016.

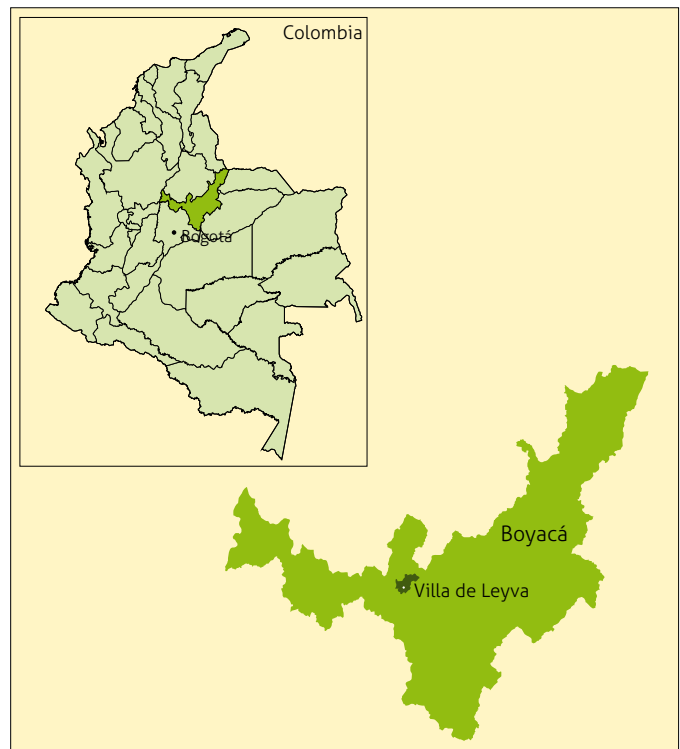


## Villa de Leyva – Colombia

**V**illa de Leyva, where the workshop is hosted, is a colonial town in the Boyacá Department of Colombia located approximately to 4 hours from Bogotá. The town is considered to be one of the finest colonial townships of Colombia, and was declared a National Monument on 17<sup>th</sup> December, 1954 to preserve its architecture as national heritage. In the picture you can appreciate the Big Town Square, with an approximate area of 14,000 m<sup>2</sup> surrounded by colonial architecture and with its cobblestone pavement is considered the largest square in Latin America.

Villa de Leyva has a dry climate and average of temperatures of 18°C all year making it a nice “not too hot, not too cold” weather to visit the rich natural environment as well as some archaeological remains of the Muisca civilization. At night the temperatures can reach 10° – 12°C so we recommend you to bring a good jacket.

Villa de Leyva, one the most beautiful towns in the whole Colombia, is the perfect place to carry out the Workshop of the Geologic Map of South America.



# Preliminary Program

## July 2014

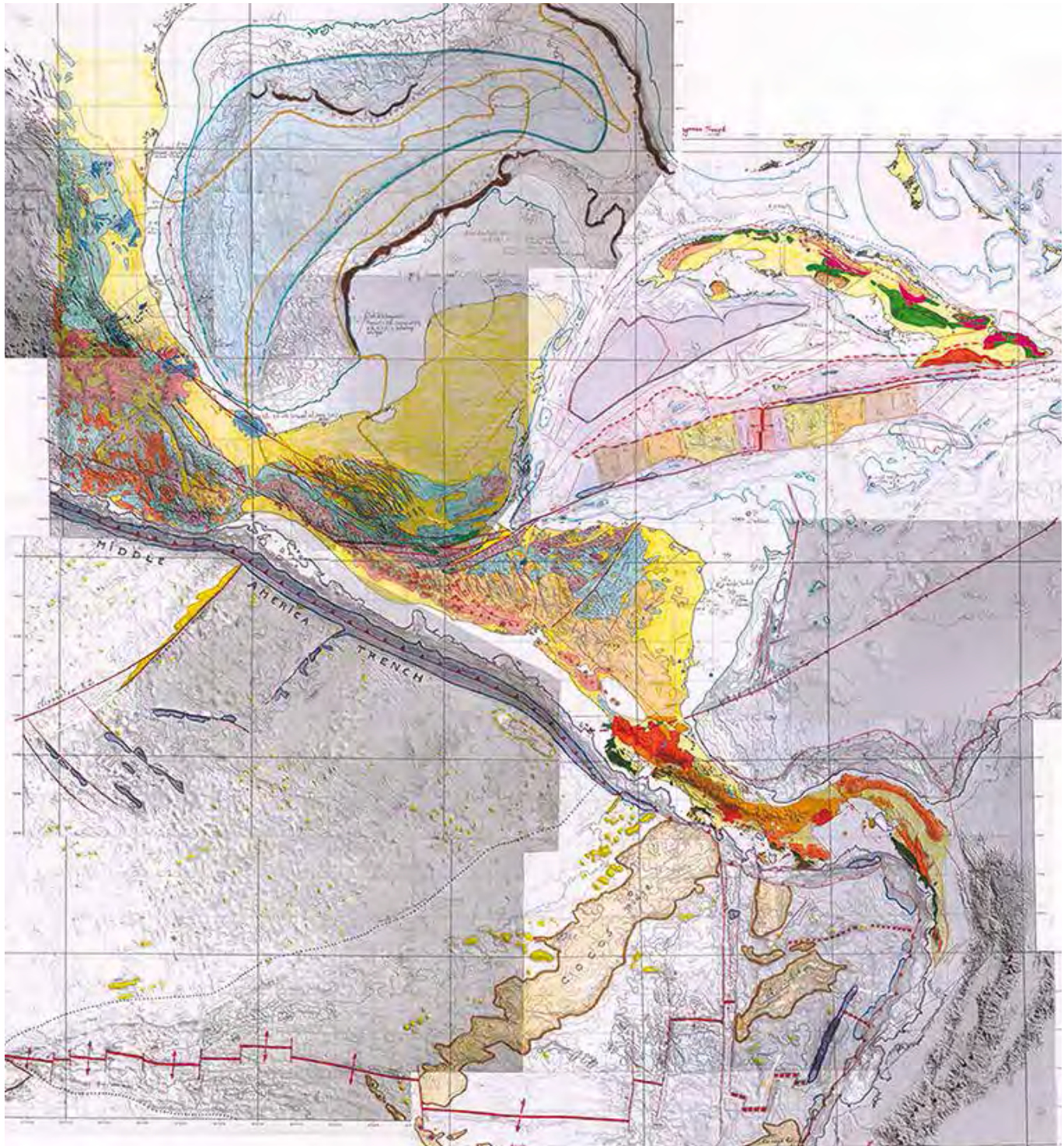
S	M	T	W	T	F	S
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>
27	28	29	30	31		

1	2	3	4	5	6	7	8
20 <sup>th</sup> July	21 <sup>st</sup> July	22 <sup>nd</sup> July	23 <sup>rd</sup> July	24 <sup>th</sup> July	25 <sup>th</sup> July	26 <sup>th</sup> July	27 <sup>th</sup> July
Arrival of attendees	Morning: Trip to Villa de Leyva  Afternoon: Opening ceremony Lectures  Night: Star party	Lectures  Night: Colombian folkloric dances	Discussion and harmonization of geological maps  Night: Geological movie	Discussion and harmonization of geological maps	Field trip: <i>Cretaceous of the Eastern Cordillera of Colombia between Santa María de Batá – Sisga.</i>  Trip Leader: Diana MONTOYA ARENAS	Return to Bogotá of the participants of the Geological Map of Southamerica Workshop  Structural Map of the Caribbean Workshop	Return to Bogotá





# Structural Map of the Caribbean Workshop



Coordinator  
Dr. Philippe BOUYASSE – CGMW

# Participants



## Argentina

Roberto F. N. PAGE  
Víctor RAMOS



## Colombia

Óscar PAREDES ZAPATA  
Alberto OCHOA YARZA  
Jorge GÓMEZ TAPIAS  
Nohora Emma  
MONTES RAMÍREZ

Fernando Alirio  
ALCÁRCEL GUTIÉRREZ

María Fernanda  
ALMANZA MELÉNDEZ

David Fernando  
TOVAR RODRÍGUEZ

Diana María  
MONTROYA ARENAS

Gloria PRIETO RINCÓN

Ismael Enrique MOYANO

Marco Antonio  
RINCÓN MESA

Álvaro NIVIA GUEVARA\*



## CGMW

Philippe ROSSI  
Philippe BOUYSSÉ  
Clara CARDENAS



## Uruguay

Jorge SPOTURNO



## Bolivia

Ramiro MATOS SALINAS



## Brazil

Carlos SCHOBENHAUS  
Lêda María FRAGA

Rafael de  
ARAÚJO FRAGOSO

Bejamin B. de BRITO  
NEVES

Marcelo Esteves ALMEIDA



## Netherlands

Emond W. F. DE ROEVER  
Salomon KROONENBERG



## Perú

Agapito SÁNCHEZ  
Dina HUANACUNI MAMANI



## Spain

Luis Roberto  
RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ



## USA

David FARRIS\*



## Venezuela

Walter REATEGUI  
Alí Ricardo GÓMEZ RAMOS



## Chile

Renate Margot  
WALL ZIEGLER

Francisco HERVÉ ALLAMAND

Rodrigo Patricio  
CARRASCO OLGUÍN



## Ecuador

Fabián Marcelo  
VILLARES JIBALA



## Suriname

Theo Edward WONG



\* Structural Map of the Caribbean Workshop

## Previous workshops



Amazonas University Tabatinga – Brazil  
2009, 2010 and 2011



2009



2010



2011

## Venue



### Duruelo Hotel

The venue of the workshop is the Duruelo Hotel and Convention Center which opened doors in 1973 jointly evoking the stone buildings of the old monasteries, where pilgrims used to rest and receive spiritual guidance inspired by the monks. Today the Duruelo Hotel reminds the visitor about the historical significance of the region, and provides him or her with modern tourist accommodation and service offering its guests modern comfort and elegance in a Republican style.

Duruelo and Convention Center has 93 rooms surrounded by beautiful gardens, 5 rooms and 6 meeting rooms for the convention.

Cra. 3 N.º 12-88

Pbx: (57) (8) 732 0222

Villa de Leyva, Boyacá - Colombia

[www.duruelo.com.co](http://www.duruelo.com.co)





### Sitios turísticos en el perímetro urbano

1. Casa de Antonio Nariño
2. Claustro San Francisco (Biblioteca)
3. Plaza Mayor
4. Casa del Cabildo (Banco Popular)
5. Iglesia parroquial, Catedral
6. Casa Juan de Castellanos (Alcaldía)
7. Casa museo Luis Alberto Acuña
8. Casa Vargas Vila
9. Centro comercial Casa Quintero
10. Casa del Primer Congreso
11. Casa Real fábrica de licores
12. Iglesia del Carmen
13. Museo del Carmen (arte religioso)
14. Museo de Antonio Ricaurte
15. Claustro San Agustín (Instituto Humboldt)
16. Molino la Mesopotamia
17. Centro comercial La Guaca
18. Museo Paleontológico
19. Capilla San José
20. Casa de la cultura
21. Colegio Antonio Nariño
22. Viñedo Guanán

23. Casa de Los Fundadores
24. Plaza de mercado

- H** Hospital
- P** Policía Nacional
- B** Terminal de buses

## Agenda and schedule of the Geological Map of South America Workshop

Day	Activity	Hour
Sunday, 20 <sup>th</sup> July, 2014	Arrival to Bogotá. We will pick up each participant at the El Dorado Airport, so that is strongly recommended to send us your flight plans as soon as possible. Stay overnight in the Crowne Plaza–Tequendama Hotel in Bogotá, ( <a href="http://sht.com.co/aym_index.php?option=servicios&amp;pag_cat_id=5&amp;pag_id=14&amp;alr=aymsoft&amp;">http://sht.com.co/aym_index.php?option=servicios&amp;pag_cat_id=5&amp;pag_id=14&amp;alr=aymsoft&amp;</a> ).	Everyday
	Welcome dinner held in the Piso 30 at the Crowne Plaza–Tequendama Hotel	19:00–20:00
Monday, 21 <sup>st</sup> July, 2014	Breakfast	07:00–07:30
	Trip to Villa de Leyva in two comfortable and modern buses. Then, checking-in at the reception of El Duruelo Hotel and accommodated in the corresponding room.	08:00–12:00
	Lunch at the Buganviles Restaurant	12:30–13:30
	Opening ceremony of the Geological Map of South America Workshop led by Dr. Óscar PAREDES ZAPATA —Director of the Colombian Geological Survey—, and Dr. Philippe ROSSI — President of the Commission for the Geological Map of the World—. Formal suit suggested.	15:00–15:30
	Coffee break. Official picture of the workshop	15:30–16:00
	Lectures	17:00–18:40
	Dinner at the Buganviles restaurant	19:00–20:00
	Star Party will be carried out next to the Centro Energético at night. As Villa de Leyva is located at a high level of sea level and has arid conditions, we hope we will not have a cloudy night.	20:00–22:00
Tuesday, 22 <sup>nd</sup> July, 2014	Breakfast at the Buganviles restaurant	07:00–07:30
	Lectures	08:00–10:00
	Coffee break	10:00–10:30
	Lectures	10:30–12:00
	Lunch at the Buganviles restaurant	12:00–14:00
	Lectures	14:00–16:00
	Coffee break	16:00–16:30
	Lectures	16:30–18:00
Wednesday, 23 <sup>rd</sup> July, 2014	Dinner at the Típico restaurante	19:00–20:00
	Performance of Colombian folkloric dances	20:00–21:00
	Breakfast at the Buganviles restaurant	07:00–07:30
	Work on maps (e.g. digital or analog maps)	08:00–10:00
	Coffee break	10:00–10:30
	Work on maps. Solving questions about the project	10:30–12:00
	Lunch at the Buganviles restaurant	12:00–14:00
	Work on maps	14:00–16:00
	Coffee break	16:00–16:30
Work on maps	16:30–18:00	
Dinner at the Buganviles restaurant	19:00–20:00	
Geological movie	20:00–21:00	

## Geological Map of South America Workshop

Day	Activity	Hour
Thursday, 24 <sup>th</sup> July, 2014	Breakfast at the Buganviles restaurant	07:00–07:30
	Work on the harmonization of geology of the South American countries borders	08:00–10:00
	Coffee break	10:00–10:30
	Work on the harmonization of geology of the South American countries borders	10:30–12:00
	Lunch at the swimming pool restaurant	12:00–14:00
	Work on the harmonization of geology of the South American countries borders	14:00–16:00
	Coffee break	16:00–16:30
	Should be signed the official resolution of the Geological Map of South America Workshop	16:30–18:00
	Dinner at the Buganviles restaurant	19:00–20:00
Friday, 25 <sup>th</sup> July, 2014	Breakfast at the Buganviles restaurant	05:45–06:15
	Field trip titled: Cretaceous of the Eastern Cordillera of Colombia, between Santa María de Batá and Sisga Dam. Trip Leader: Diana María MONTOYA ARENAS, one of the most experienced geologist in geological mapping of the Colombian Geological Survey.	06:30–18:00
	Dinner at the Mercado Municipal in Villa de Leyva	19:00–20:00
Saturday, 26 <sup>th</sup> July, 2014	Breakfast at the Buganviles restaurant	07:00–08:00
	Structural Map of the Caribbean Workshop at the Fontiveros room. Coordinator Dr. Philippe BOUYSSÉ	08:00–12:00
	Free time for the Geological Map of South America Workshop participants	12:00–13:00
	Lunch at the Buganviles restaurant	12:00–13:00
	Return to Bogotá of the Geological Map of South America Workshop participants	14:00–18:00
	Structural Map of the Caribbean Workshop at the Fontiveros room. Coordinator Dr. Philippe BOUYSSÉ	14:00–18:00
Sunday, 27 <sup>th</sup> July, 2014	Return to Bogotá of the attendees of the Structural Map of the Caribbean Workshop	14:00–18:00

It seems important to remark that the SGC will pay all cost of meals, hotel and transport (El Dorado Airport–Crowne Plaza Hotel, Bogotá–Villa de Leyva–Bogotá and Crowne Plaza Hotel–El Dorado Airport) of all participants to the workshop. If do you have any additional question, please do not doubt to ask us.

## Lectures Program

Monday 21<sup>st</sup> July, 2014

N.º	Lecture Title	Country	Afiliation	Hour
1	Recuento de los 100 años de existencia de la CCGM. Por: Philippe ROSSI	Francia	Commission for the Geological Map of the World–CGMW	16:00–16:20
2	Half a century of CGMW activities in South America. By: Carlos SCHOBENHAUS	Brazil	Geological Survey of Brazil–CPRM	16:20–16:40
3	Geological Map of South America at a scale 1:1M y 1:5 M. Por: Jorge GÓMEZ TAPIAS	Colombia	Servicio Geológico Colombiano	16:40–17:00
4	El Mapa Tectónico de América del Sur. Por: Víctor RAMOS	Argentina	Instituto de Estudios Andinos–CONICED Universidad de Buenos Aires (UBA)	17:00–17:30
5	Geological evolution of the Amazonian Craton: Forget about geochronological provinces. By: Salomon KROONENBERG	Netherlands	Delft University of Technology	17:30–18:00

Tuesday 22<sup>nd</sup> July, 2014

N.º	Lecture Title	Country	Afiliation	Hour
6	El programa nacional de cartas geológicas de la República Argentina: 1904–2014. Por: Roberto F. N. PAGE	Argentina	Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)	08:00–08:30
7	Geological development of the coastal plain of Suriname. By: Theo Edward WONG	Surinam	Anton de Kom University of Suriname	08:30–09:00
8	Recursos minerales y las franjas metalogénicas chilenas. Por: Rodrigo Patricio CARRASCO OLGUÍN	Chile	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)	09:00–09:15
9	Mapas de Recursos Minerales de Colombia: Avances y perspectivas. Por: Gloria PRIETO RINCÓN	Colombia	Servicio Geológico Colombiano	09:15–09:30
10	Geological Map of Colombia 2014. By: Nohora Emma MONTES RAMÍREZ	Colombia	Servicio Geológico Colombiano	09:30–09:45
11	Geochronological assessment for the Geological Map of Colombia. By: Jorge GÓMEZ TAPIAS	Colombia	Servicio Geológico Colombiano	09:45–10:00
Coffee break				10:00–10:30
12	O embasamento da Plataforma Sul–Americana e a Colagem Brasileira. Por: Bejamin B. de BRITO NEVES	Brazil	Universidade de São Paulo	10:30–11:00

Geological Map of South America Workshop








N.º	Lecture Title	Country	Affiliation	Hour
13	South America: A key continent on the Gondwana evolution. By: Rafael de Araújo FRAGOSO	Brazil	Universidade Federal do Rio de Janeiro. IGCP-628 The Gondwana Map Project: The geological map and the tectonic evolution of Gondwana	11:00-11:30
14	Geology of Suriname: Main characteristics and some new aspects. By: Emond W.F. DE ROEVER	Netherlands	University of Amsterdam	11:30-12:00
Lunch				12:00-14:00
15	Mapa Geológico del Ecuador. Por: Fabián Marcelo VILLARES JIBAJA & Favio David OCAMPO GIRALDO	Ecuador	Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgica (INIGEMM)	14:00-14:15
16	Geological Map of the Amazonian Craton at a 1:2,5 M scale. By: Lêda María FRAGA BARRETO	Brazil	Geological Survey of Brazil-CPRM	17:30-17:45
17	Geología y recursos minerales del Perú. Por: Dina Hilda HUANACUNI MAMANI & Agapito Wilfredo SÁNCHEZ FERNÁNDEZ	Perú	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (IGEMMET)	14:30-14:45
18	Geología y recursos minerales del Uruguay. Por: Jorge SPOTURNO	Uruguay	Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE)	14:45-15:00
19	El basamento pre-andino de Chile: Geocronología U-Pb en circones y evolución geodinámica. By: Francisco HERVÉ ALLAMAND	Chile	Universidad de Chile	15:00-15:30
20	Geocronología y evolución tectónica del paleo-Mesoproterozoico del oriente de Bolivia, región sudoeste del cratón amazónico. Por: Gerardo Ramiro MATOS SALINAS	Bolivia	Universidad Mayor de San Andrés	15:30-16:00
Coffee break				16:00-16:30
21	Overview of venezuelan geology. By: Alí Ricardo GÓMEZ RAMOS	Venezuela	Universidad Central de Venezuela	16:30-17:00
22	La nueva serie cartográfica geocientífica Antártica: Los mapas geológicos y geomorfológicos de la isla de Marambio y de bahía Esperanza (península Antártica). Por: Luis Roberto RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	España	Instituto Geológico y Minero de España (IGME)	17:00-17:30
23	GIS South America at a 1:1 M scale, NA.19 (Pico da Neblina) and SA.19 (Içá) sheets. By: Marcelo Esteves ALMEIDA	Brazil	Geological Survey of Brazil-CPRM	17:30-17:45











**Asistentes /**  
*Attendees*











Asistentes / Attendees

N.º	Nombre del delegado	País	E-mail	Institución	WebSite	Dirección	Fotografía
1	Roberto F. N. PAGE	Argentina	roberto.page@segemar.gov.ar	Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)		Av. General Paz 5445 (colectora)- Parque Tecnológico Miguelete- Edificio 14 y Edificio 25 San Martín (B1650 WAB)-Provincia de Buenos Aires-Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)	
2	Víctor RAMOS	Argentina	andes@gl.fcen.uba.ar	Universidad de Buenos Aires	<a href="http://aviris.gl.fcen.uba.ar/integrantes.php">http://aviris.gl.fcen.uba.ar/integrantes.php</a>	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160 Ciudad Universitaria-Pabellón II C1428EGA-Buenos Aires-Argentina	
3	Gerardo Ramiro MATOS SALINAS	Bolivia	rmatoss@yahoo.com	Universidad Mayor de San Andrés		Facultad de Ciencias Geológicas, Carrera de Ingeniería Geológica, Campus Universitario Cota Cota, Calle 27	
4	Carlos SCHOBENHAUS	Brasil	carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)		Avda. Pasteur, 404, Urca RJ 22290-24 Rio de Janeiro. Brasil	
5	Lêda María FRAGA BARRETO	Brasil	leda.fraga@cprm.gov.br	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)		SGAN-603-Conjunto J, Parte A-1º andar Brasília-DF-Brasil	
6	Marcelo Esteves ALMEIDA	Brasil	marcelo.esteves@cprm.gov.br	Serviço Geológico do Brasil (CPRM)		Avenida André Araújo, 2160-Aleixo Manaus-AM-Brasil	
7	Rafael de Araújo FRAGOSO	Brasil	rafael.araujo.fragoso@gmail.com	The Gondwana Map Project- the geological map and the tectonic evolution of Gondwana	<a href="http://www.gondwana.geologia.ufrj.br/index.html">http://www.gondwana.geologia.ufrj.br/index.html</a>	Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geologia- IGEO CCMN, Av. Athos da Silveira Ramos 274-Sala J2-020, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro-Brasil	
8	Bejamin B. de BRITO NEVES	Brasil	bbleybn@usp.br	Universidade de São Paulo		Universidade de São Paulo, Departamento de Mineralogia e Geotectônica, Instituto de Geociências, Rua do Lago, 562 Cid. Universitaria 05508-080-Sao Paulo, SP-Brasil	

## Geological Map of South America Workshop

N.º	Nombre del delegado	País	E-mail	Institución	WebSite	Dirección	Fotografía
9	Rodrigo Patricio CARRASCO OLGUÍN	Chile	rodrigo.carrasco@sernageomin.cl	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)		Avda. Santa María 0104 Providencia-Santiago. Chile	
10	Renate Margot WALL ZIEGLER	Chile	renate.wall@sernageomin.cl	Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)		Avda. Santa María 0104 Providencia-Santiago. Chile	
11	Francisco HERVÉ ALLAMAND	Chile	fherve@ing.uchile.cl	Universidad de Chile	<a href="http://www.geologia.uchile.cl/academicos-parcial/francisco-herve">http://www.geologia.uchile.cl/academicos-parcial/francisco-herve</a>	Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Plaza Ercilla #803, Casilla 13518 Correo 21, Santiago de Chile, Chile.	
12	Óscar PAREDES ZAPATA	Colombia	oparedes@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
13	Alberto OCHOA YARZA	Colombia	aochoa@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
14	Jorge GÓMEZ TAPIAS	Colombia	mapageo@sgc.gov.co, jogomez@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
15	Nohora Emma MONTES RAMÍREZ	Colombia	nmontes@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
16	Fernando Alirio ALCÁRCEL GUTIÉRREZ	Colombia	falcarcel@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	

Asistentes / Attendees

N.º	Nombre del delegado	País	E-mail	Institución	WebSite	Dirección	Fotografía
17	María Fernanda ALMANZA MELÉNDEZ	Colombia	mfalmanza@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
18	David Fernando TOVAR RODRÍGUEZ	Colombia	dtovar@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
19	Diana María MONTROYA ARENAS	Colombia	dmontoya@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
20	Jaime ROMERO LEÓN	Colombia	jromero@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
21	Álvaro NIVIA GUEVARA	Colombia	anivia@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
22	Gloria PRIETO RINCÓN	Colombia	gprieto@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
23	Ismael Enrique MOYANO NIETO	Colombia	imoyano@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
24	Marco Antonio RINCÓN MESA	Colombia	mrincon@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	





## Geological Map of South America Workshop

N.º	Nombre del delegado	País	E-mail	Institución	WebSite	Dirección	Fotografía
25	Marta Lucía CALVACHE	Colombia	mcalvache@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
26	Margarita BRAVO	Colombia	mbravo@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
27	Héctor Manuel ENCISO	Colombia	henciso@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
28	Jackson Fernando MOSOS PATIÑO	Colombia	fmosos@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
29	Iván SARMIENTO GALVIS	Colombia	isarmientog@sgc.gov.co	Servicio Geológico Colombiano		Diagonal 53 n.º 34-53. Bogotá D.C., Colombia	
30	José Fernando OSORNO	Colombia	jose.osorno@anh.gov.co	Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH)		Av. Calle 26 n.º 59-65 Piso 2 –Edif. Cámara Colombiana de Infraestructura, Bogotá-Colombia	
31	Fabián Marcello VILLARES JIBAJA	Ecuador	fabian_villares@inigem.gob.ec	Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgico (INIGEMM)		Monteserrín calle: De las Malvas E15 142 y De las Violetas, Quito, Ecuador	
32	Luis Roberto RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ	España	lr.rodriguez@igme.es				

Asistentes / Attendees

N.º	Nombre del delegado	País	E-mail	Institución	WebSite	Dirección	Fotografía
33	Philippe ROSSI	Francia	ccgm@club-internet.fr	Comission for the Geological Map of the World (CGMW)		Maison de la Géologie, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris-France	
34	Philippe BOUYSE	Francia	ccgm@club-internet.fr	Comission for the Geological Map of the World (CGMW)		Maison de la Géologie, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris-France	
35	Clara CÁRDENAS	Francia	ccgm@club-internet.fr	Comission for the Geological Map of the World (CGMW)		Maison de la Géologie, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris-France	
36	Emond W.F. DE ROEVER	Holanda	ederoever@ziggo.nl	University of Amsterdam		Nalco Europe BV, Ir. G. Tjalmaweg 1, 2342BV Oegstgeest, The Netherlands	
37	Salomón KROONENBERG	Holanda	salomonkroonenberg@gmail.com	Delft University of Technology	<a href="http://www.salomonkroonenberg.nl/wetenschap.html">http://www.salomonkroonenberg.nl/wetenschap.html</a>	Afdeling Geotechnologie Stevinweg 1-2628CN Delft	
38	Dina Hilda HUANACUNI MAMANI	Perú	dhuacuuni@ingemmet.gob.pe	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (IGEMMET)		Avda. Canadá 1470, San Borja Apartado 88 Lima 41. Perú	
39	Agapito Wilfredo SÁNCHEZ FERNÁNDEZ	Perú	asanchez@ingemmet.gob.pe	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (IGEMMET)		Avda. Canadá 1470, San Borja Apartado 88 Lima 41. Perú	
40	Theo Edward WONG	Surinam	t.wong@uvs.edu	Anton de Kom University of Suriname		Leysweg 86, Tammenga, Surinam	

## Geological Map of South America Workshop

N.º	Nombre del delegado	País	E-mail	Institución	WebSite	Dirección	Fotografía
41	Jorge SPOTURNO	Uruguay	jspoturn@yahoo.com.ar	Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE)		Hervidero 2861 11800 Montevideo. Uruguay	
42	David FARRIS	USA	dwfarris@fsu.edu	Florida State University	<a href="http://www.flmnh.ufl.edu/panama-pire/people/faculty/#Farris">http://www.flmnh.ufl.edu/panama-pire/people/faculty/#Farris</a>	Florida State University Dept. of Earth, Ocean and Atmospheric Sciences Tallahassee, FL 32306-4100	
43	Alí Ricardo GÓMEZ RAMOS	Venezuela	aliricardog@gmail.com	Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)		Prolongación Calle Mara, Urbanización El Llanito, Caracas-Venezuela	
44	Walter REATEGUI	Venezuela	walterreategui@gmail.com	Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)		Prolongación Calle Mara, Urbanización El Llanito, Caracas-Venezuela	

# Resúmenes / *Abstracts*





## Discurso de PhD. Philippe ROSSI, presidente de la CGMW

**Señor director del Servicio Geológico de Colombia, estimados miembros de la subcomisión de América del Sur de la CCGM y estimados colegas representantes de los servicios geológicos y mineros de América del Sur.**

Antes que todo, deseo agradecer la hospitalidad del Servicio Geológico de Colombia y la colaboración de todos los que han trabajado en la organización de este taller internacional.

Me encuentro hoy entre ustedes representando la Comisión del Mapa Geológico del Mundo, conocida bajo su sigla en francés CCGM.

La CCGM es una de las más antiguas organizaciones internacionales en el ámbito de las ciencias de la Tierra y su historia esa arraigada en la evolución de la ciencia geológica, como trataré de resumirlo a continuación.

Se puede considerar que las ciencias geológicas comenzaron a desarrollarse durante la segunda mitad del siglo XVIII en varios países europeos. En efecto, surgió en esa época la necesidad de representar en mapas la diversidad y la edad de los terrenos.

Las primeras tentativas se dieron en sectores limitados, a menudo en relación con las investigaciones mineras. Fue sólo a principios del siglo XIX, que con el desarrollo de la geología aparecieron los famosos documentos coloreados: el Mapa Geognóstico de los Alrededores de París de Georges Cuvier y Alexandre Brongniart (1811) y el Geological Map of England and Wales and Part of Scotland de William Smith (1815-1817). Poco tiempo después, en América del Sur, surgieron los primeros mapas de Argentina (1830), Brasil (1854), Colombia (1856) y Venezuela (1894).

En aquel entonces, al tiempo que los mapas geológicos nacionales se multiplicaban en Europa y, tanto en Norte como Suramérica, el imperativo de reunir todas estas experiencias se hizo sentir con el fin de estandarizar, a escala del globo, la nomenclatura y los símbolos geológicos, y armonizar la tabla de los colores para la representación de las edades de los terrenos.

Es desde este punto de vista que se organizó en 1878, en París, el primer Congreso Geológico Internacional (CGI). Durante el segundo CGI que se organizó en Boloña, un pequeño grupo de geólogos europeos decidió poner en obra un primer documento internacional, el *Mapa geológico de Europa* a escala de 1:1 500 000.

Esta actividad se amplió en 1910, en el onceavo CGI de Estocolmo, con el proyecto de lanzar la realización del primer Mapa Geológico Internacional del Mundo. Durante el siguiente CGI de Toronto en 1913, se publica la primera edición del Mapa Geológico de Europa a la escala de 1:1,5M y se crea la “Comisión para el Mapa Geológico Internacional de Europa y del nuevo Mapa del Mundo”.

Es así como la Comisión del Mapa Geológico del Mundo tomó progresivamente forma y, durante la segunda mitad de los años sesenta, se desarrolla tomando en cuenta el nuevo paradigma del mecanismo de la tectónica de placas —o tectónica global— y con la vuelta del siglo pasado, integra el progreso de las técnicas cartográficas (informática y SIG).



Pasó el tiempo, y es así como este año en París, celebramos el centenario de la Comisión durante nuestra última Asamblea General. Hoy en día, el mapa del mundo va por su tercera edición y, hace dos semanas, reimprimimos una revisión de ésta última.

Actualmente, la CCGM tiene a cargo promover y coordinar la preparación y la publicación de mapas en ciencias de la Tierra, a pequeña escala, del mundo entero, de los continentes y también de los océanos, así como de grandes regiones del planeta.

La CCGM es también una de las comisiones del Congreso Geológico Internacional (CGI) y está afiliada a la Unión Internacional Ciencias Geológicas (IUGS) y a la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica.

La sede de la Comisión se encuentra en París. Su manejo está a cargo de un Consejo, compuesto de más de treinta científicos del mundo entero, provenientes de diferentes disciplinas de las ciencias de la Tierra y que comprende:

- Un presidente y un secretario general y, sobretodo, una asistente que es la persona más conocida de la Comisión: la señora Clara Cárdenas.
- Vicepresidentes de la CCGM para cada una de las 9 subcomisiones continentales (Europa, África, Asia del Sur y Este, Oriente Medio, Eurasia del Norte, Australia-Oceania, Antártica, Norteamérica y América Central, y Sudamérica. Quisiera dar un saludo amistoso a mis colegas y amigos de esta subcomisión: presidente, Carlos Schobbenhaus de Brasil; secretario, General Jorge Gómez Tapias de Colombia, y secretaria general adjunta, Lêda Maria Fraga de Brazil).
- Un presidente para cada una de las subcomisiones temáticas quienes sólo empezaron a oficializarse a partir de 1958. Actualmente, contamos con 7 subcomisiones temáticas: mapas tectónicos, mapas metamórficos y magmáticos, mapas hidrogeológicos, mapas de los fondos marinos,

mapas de riesgos naturales, mapas geofísicos y mapas metalogénicos; aprovecho para mencionar al presidente de ésta última, mi colega y amigo Eduardo Zappetini de Argentina.

Cada proyecto cartográfico está dirigido por un coordinador general quien cumple las funciones de gestión y supervisión.

Esta actividad es posible gracias al apoyo financiero y científico de los servicios geológicos del mundo, nuestros miembros estatutarios, que sostienen la actividad general de la Comisión y a la cooperación de los laboratorios universitarios e instituciones nacionales e internacionales y, en ciertos proyectos específicos, de firmas privadas. La UNESCO contribuye a la publicación de algunos mapas de la Comisión.

La subcomisión de Suramérica está entre las más activas:

El primer Mapa Geológico de América del Sur se publicó en 1964 bajo la coordinación del colega brasileño A.R. Lamego y, el último en 2001, bajo la coordinación de Carlos Schobbenhaus de Brasil y de Alirio Bellizza de Venezuela. Se publicaron también el mapa tectónico (1978), el mapa metamórfico (2004), el mapa metalogénico (2005) y el Mapa de Riesgos en los Andes (2007).

A fines de este año se imprimirá la segunda edición del Mapa Tectónico de América del Sur a escala de 1:5M, coordinado por Umberto Cordani de Brasil y Víctor Ramos de Argentina. Están en preparación: el SIG y el Mapa Geológico y de Recursos de América del Sur (GMRMSA) a escala de 1:1M; el Mapa del Cratón Amazónico (el escudo de las Guayanas y el escudo del Brasil central) a escala de 1:2M; por fin, el Mapa Estructural de América Central, del Caribe y de sus inmediaciones (*workshop* del 26 de junio) y, el tema de nuestra convención de trabajo a partir de esta tarde: la tercera edición del Mapa Geológico de América del Sur.

Concluyo desando muchos éxitos a esta reunión y expresando de nuevo mi agradecimiento al Servicio Geológico de Colombia y a todos los colaboradores de la organización de esta convención por su excelente acogida y hospitalidad.

Villa de Leyva a 21 de julio del 2014

## Discurso del Dr. Óscar PAREDES, director del Servicio Geológico Colombiano

Entre las paredes de cal y canto de esta villa, la villa de Leyva, ubicada en el alto valle de Saquenipá según la denominación muisca y, que fuera declarada Monumento Nacional de Colombia en 1954, es para el SGC, una satisfacción, pero sobre todo un honor, darles la bienvenida a todos ustedes: geólogos, ingenieros geólogos, licenciados en geología y en general profesionales del área de las ciencias de la tierra. Son ustedes los encargados de ofrecer a la sociedad los resultados de las investigaciones y campañas geológicas de geocientíficos de Sur América y de diversas naciones en el mundo, que han trabajado sobre nuestro territorio suramericano, y que se encargan de configurar la cartografía geológica de 12 países.

Como sabemos, un mapa geológico no es un documento que tenga el atributo de poderse finalizar, por el contrario, es esencialmente un proceso, sujeto a perfeccionamiento, a revisión y a corrección; por ello, esta villa, ubicada en el flanco seco de un valle transversal, se presta para avanzar, a pasos agigantados, hacia la nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica, una compilación sintética que ha iniciado hace 6 años. La nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica debe incluir el estado del arte del conocimiento de la cartografía geológica de las naciones suramericanas, así como de las interpretaciones tectónicas que son mejoradas a la par de los avances tecnológicos, de la accesibilidad a los diferentes métodos analíticos y de la mano con la producción de información, pero sobre todo, de la generación de conocimiento; tal y como sucede en la nueva versión del Mapa Geológico de Colombia, que incluye datos nuevos y más precisos, y de forma consecuente, incluye interpretaciones más acertadas acerca de la historia geológica de Colombia.

El SGC, fundado en 1916, y que a partir del año pasado es un instituto de ciencia y tecnología, tiene entre sus funciones ofrecer la organización de este tipo de encuentros científicos, con esto quiero decir, que es uno de los objetivos de nuestra institución ofrecer las plataformas necesarias para acrecentar el conocimiento y para ponerlo a disposición de la sociedad. Es nuestro objetivo común, nuestro deber y el de los servicios geológicos de Sur América, así como el de los geólogos de otros países que nos apoyan, tener la nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica para el XXXV Congreso Internacional en Ciudad del Cabo en Sur África en el 2016, todo esto con esfuerzo, concentración y con la seriedad que implica ofrecer información geológica armonizada, coherente, de calidad y con suficiencia.

El inicio de este taller estará a cargo de cada uno de ustedes, para el caso, se harán exposiciones que darán cuenta de la cartografía geológica de cada país suramericano, posteriormente y hasta el cierre de la semana, se realizarán sesiones de armonización de los mapas y, finalmente, haremos una excursión a una pequeña muestra del cretácico colombiano, desdibujado por la complejidad tectónica de la cordillera Oriental de Colombia y que ciertamente ha estimulado la capacidad de nuestros geólogos colombianos para descifrar la historia de un mar que se extendió en casi todo nuestro territorio.

Por último y para dar inicio a este taller, les pido que trabajen en unión, con cooperación, construyendo soluciones a los impases que seguro existirán durante la armonización de los mapas. Será la tenacidad de su pasión y la disciplina de su trabajo la que garanticen la calidad y pertinencia de la nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica.

En Villa de Leyva 21 de julio de 2014



# Resúmenes / Abstracts

## Recuento de los 100 años de existencia de la CCGM

Philippe ROSSI

Presidente de la comisión del Mapa Geológico del Mundo (CGMW), ccgmm@club-internet.fr

He aquí un breve resumen:

La creación y la trayectoria de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CMGM) están íntimamente ligadas al desarrollo de las ciencias geológicas y al Congreso Geológico Internacional. A finales del siglo XIX, surgen en Europa las primeras iniciativas de reflejar en un mapa del mundo, los descubrimientos de los primeros geólogos pioneros. A la par de que la geología comienza a edificarse como una ciencia necesaria para el conocimiento de nuestro planeta y para la exploración y explotación de los recursos minerales, la Comisión se gesta como el ente al interior del cual científicos de todos los horizontes colaboran para construir una visión geológica global de la Tierra.

En este breve recorrido por el siglo XX, vemos cómo la Comisión recoge en su seno las iniciativas y avances de la cartografía geológica, que reflejan a su vez los avances de ésta ciencia.

Entidad única en su género, la CCGM ha logrado mantener su actividad e independencia a pesar de las vicisitudes de la historia, federando los esfuerzos de los servicios geológicos de todos los países del mundo, de los científicos de todos los continentes y disciplinas de ciencias de la Tierra para producir mapas de síntesis del globo, de los continentes, de los océanos y de la Tierra.

## Half a century of CGMW activities in South America

Carlos SCHOBENHAUS

Geological Survey of Brazil (CPRM), Vice-President of CGMW for South America of the CGMW, carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br

Over the last 50 years, eight geological and related thematic maps of South America were performed at scale of 1:5 000 000 by the South American geological surveys, under the aegis of the Commission for the Geological Map of the World (CGMW). Started in the early sixties, activities resulted in the publication of the Geological Map of South America in 1964. A new edition still in paper format appeared in 2000, followed by an updated map in digital format in the year 2001. A hard copy (paper) format of the last one was released in France at 1:5 500 000 scale in 2005. Concerning geological thematic maps, the following ones were run: two Metallogenic Maps (1983,

2005), a Metamorphic Map (2004) and two Tectonic Maps (1978, 2014). A new edition of the Geological Map of South America at 1:5 000 000 scale is running, with completion scheduled for 2016. Moreover, the Geological and Mineral Resources Map of South America Project, at 1:1 000 000 scale, and related data basis (GIS-South America 1:1 M) is running also. This project was proposed in 2001 by the Association of Ibero-American Geological and Mining Surveys (ASGMI) and endorsed in 2002 by the General Assembly of CGMW. Finally, a new project was approved in 2014 during the last General Assembly of CGMW in Paris: the Geologic Map of the Amazonian Craton, at scale of 1:2 500 000, involving seven countries of north South America.

## Geological Map of South America at a scale of 1:1 M and 1:5 M

Jorge GÓMEZ TAPIAS<sup>1</sup> & Carlos SCHOBENHAUS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio Geológico Colombiano (SGC), mapageo@sgc.gov.co

<sup>2</sup>Geological Survey of Brazil (CPRM), Vice-President of CGMW for South America of the CGMW, carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br

La Subcomisión por Suramérica de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CGMW), ([www.ccgw.org](http://www.ccgw.org)) viene adelantando el Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M y el Mapa Geológico y de Recursos Minerales de Suramérica (MGRMS) que consta de 92 planchas a escala 1:1 M. Estos se realizan bajo el liderazgo del Dr. Carlos SCHOBENHAUS del Servicio Geológico de Brasil (CPRM) y Jorge GÓMEZ TAPIAS del Servicio Geológico Colombiano (SGC), con la colaboración de la mayoría de los servicios geológicos y varias universidades del continente.

La CGMW aprobó en el 2002 la propuesta de la Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos (ASGMI), para la ejecución de un proyecto de América del Sur en la escala 1:1 000 000: el Mapa Geológico y Recursos Minerales de América del Sur y bases de datos relacionadas o, de forma abreviada, el SIG-América del Sur, 1:1 M. El proyecto de América del Sur a escala 1:1M, consiste de 92 hojas. Hasta ahora, se han completado 30 mapas, 18 están en preparación y 8 están es su última fase de culminación.

Recientemente, fueron terminadas las hojas SH.21, SG.21 y SG.22 en las fronteras de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay; y la hoja NA.22 en la frontera entre Brasil y Guyana Francesa. En la actualidad, otras hojas se están realizando de forma conjunta por Argentina, Brasil, Colombia, Guyana, Guyana Francesa, Perú y Surinam. Asimismo, durante los años 2009, 2010 y 2011, se llevaron a cabo tres talleres con representantes del SGC, CPRM e Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú (IGEMMET) en la ciudad de Tabatinga (Brasil), zona fronteriza de los tres países, cuya finalidad fue la realización de las planchas NA.18, NA.19, SA.18, SA.19, SB.19, SC.18 y SC.19 del MGRMS. Si bien el objetivo principal del MGRMS fue el desarrollo de un mapa geológico uniforme y homogéneo de América del Sur integrado en un SIG, es de destacar que se tuvo al mismo tiempo el beneficio adicional, como fue el de un fructífero intercambio de conocimientos y experiencias entre profesionales de diferentes especialidades, así como oportunidades de capacitación (cursos de ArcGIS).

El proyecto está siendo organizado en un SIG, con varias capas de información y tiene por objeto, además de la integra-

ción de la geología del continente, armonizar el conocimiento geológico a lo largo de las fronteras, la integración de sus leyendas y una presentación de contenidos multilingües. Los datos serán digitalizados a través de la red, en una plataforma ya desarrollada para este propósito, lo que ayuda a la compatibilización y la normalización de la información. El mapa base utilizado se viene ajustando a las imágenes del Mosaico Geocover-Landsat-5 / TM.

Es importante mencionar que para el MGRMS a 1:1M, cada país es responsable de construir su propia base de datos que es recogida en la base de datos central en Brasil (*Geobank*). Los datos se transfieren a través de la red, usando una aplicación desarrollada para este propósito, que ayudará en la alineación y la normalización de la información (<http://geobank.sa.cprm.gov.br/>).

## El Mapa Tectónico de América del Sur

Victor A. RAMOS

Instituto de Estudios Andinos Don Pablo GROEBER, Universidad de Buenos Aires (CONICET), [andes@gl.fcen.uba.ar](mailto:andes@gl.fcen.uba.ar)

La Comisión de la Carta Geológica del Mundo de la IUGS-UNESCO designó a principios del año 2000 a los coordinadores del Mapa Tectónico de América del Sur, quienes en colaboración con los servicios geológicos nacionales prepararon el actual mapa tectónico del continente (Cordani & Ramos, 2014). El Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) suministró la base con los polígonos de las diferentes unidades y, el Servicio Geológico de Brasil (CPRM), estuvo a cargo de producir la versión final para su impresión. El SEGEMAR coordinó la preparación del sector Andino, mientras que el CPRM lo hizo en la Plataforma Sudamericana.

El primer desafío consistió en utilizar las mismas unidades tectónicas en el basamento metamórfico de la Plataforma Sudamericana y en el Orógeno Andino. A diferencia del mapa tectónico anterior, se decidió que estas unidades representen los diferentes ambientes reconocidos en la tectónica de placas representados por rastras y los colores, la edad de los ciclos orogénicos que deformaron las rocas. Esto trajo de por sí la dificultad de representar los complejos ciclos orogénicos en el basamento y reconocer sus ambientes tectónicos de deformación. Otra característica que ha sido difícil de equipararse es el diferente grado de conocimiento de los procesos y, el detalle temporal que se tiene en la región andina de los ambientes tectónicos, con sus equivalentes en el basamento. Es por ello que se tuvo que resignar muchos detalles bien conocidos en el Orógeno Andino, sus límites temporales y la precisa edad de sus unidades, para tener el mismo rango temporal en ambos sectores (Plataforma Sudamericana y Orógeno Andino).

Si bien el basamento metamórfico de la Plataforma Americana, sus ambientes tectónicos y ciclos orogénicos tuvieron como base el último Mapa Geológico de Brasil, este tuvo que extenderse mediante la correlación de las unidades a los sectores más internos de Bolivia, Colombia y Venezuela, incluyendo asimismo a las Guayanas. Estos trabajos estuvieron coordinados por el Dr. Umberto CORDANI.

El sector andino, a cargo del subcripto, contó con coordinadores en los diferentes servicios geológicos de los países andinos, los que tuvieron dispar participación en los resultados finales del Mapa Tectónico de la Cordillera de los Andes.

Dado que los polígonos utilizados para representar las diferentes unidades tectónicas tuvieron como base el Mapa Metalogénico de América del Sur, estos debieron ser agrupados o divididos con criterios que no siempre coincidían con los del mapa previo.

Una vez correlacionados los ciclos y los ambientes orogénicos de ambas regiones, se trató de identificar la información pública disponible de las cuencas sedimentarias, para poder marcar en aquellas regiones con espesa cobertura cuaternaria los espesores de estas cuencas. Se procedió a través de líneas isopacas a delimitar esas cuencas sedimentarias del subsuelo.

La información continental se complementó con la indicación de los principales volcanes activos que permitieron ilustrar, en forma directa, las zonas amagmáticas con subducción horizontal y las zonas de subducción normales con volcanismo activo.

En el sector oceánico adyacente al continente sudamericano se procedió a indicar la edad de la corteza oceánica, las zonas de fractura principales, las dorsales oceánicas sísmicas y asísmicas, así como los *plateaux* oceánicos mayores. Las islas contaron con la geología de superficie disponible.

Como resultado final, el mapa presenta una exitosa combinación de unidades tectónicas, ciclos orogénicos y edad de las rocas, que en forma visual permiten aprehender en forma directa la gran variedad de ambientes y procesos que caracterizan la evolución tectónica de la Plataforma Sudamericana y el Orogénico Andino adyacente.

**Agradecimientos:** Los resultados obtenidos no se hubieran alcanzado sin la importante colaboración a lo largo de estos años de geólogos y técnicos de los distintos servicios geológicos nacionales cuyo listado figura expresamente en la versión final del mapa tectónico.

## Geological evolution of the Amazonian Craton: Forget about geochronological provinces

Salomon KROONENBERG

Delft University of Technology, Netherlands, s.b.kroonenberg@tudelft.nl

Three major orogenic belts can be distinguished in the Amazonian Craton: an Archean one, a Paleoproterozoic one and a Meso- to Neoproterozoic one. The Archean is represented in the Serra dos Carajás and parts of Amapá in Brazil, and in the Imataca granulite belt in Venezuela, and will not be discussed further in this paper.

The Paleoproterozoic Trans–Amazonian belt consists of an impressive 2.2–2.1 Ga greenstone belt, stretching along the whole northern boundary of the Guiana Shield. Adjacent to the greenstone belt we find ~2.1 Ga TTG diaphiric plutons and deep-seated inhomogeneous granites. Still further south, there is a belt of ~1.98 Ga granitoid–acid–volcanic rocks (Surumú in Brazil, Dalbana in Suriname). The recently defined ~2.06–1.98 Ga Cauarane–Coeroeni high–grade belt in the central part of the Guiana Shield forms a major break between the northern part of the Craton and the southern part. The Bakhuis UHT granulites in Suriname represent the deepest crustal window of this high–grade belt.

In the central part of the Amazonian Craton, south of the Cauarane–Coeroeni Belt, there are vast expanses of granitoid and partly also acid volcanic rocks (Iricoumé). Neither

of these granitic domains is easily connected to any orogenic event, either in age or in geological setting. Earlier subdivisions of the Amazonian Craton distinguished several geochronological provinces based mainly on Rb–Sr isochrones and a few U–Pb ages on the granitoid rocks. Their definition and supposed boundaries have shifted wildly, leading to great confusion among Amazonian geologists and a plethora of geodynamic reconstructions without much factual support.

Instead of geochronological provinces I see two generations of granitoid magmatism. The first one of Paleoproterozoic age is a continuum of intrusions between 1.88 and 1.75 Ga, which might be called the Amazonian Igneous Belt, stretching from 1.88 Ga plutons in the Carajás belt in the southeast, to 1.75 Ga basement rocks in eastern Colombia. At 1.75 Ga cratonization of the Amazonian Craton was completed. The second generation of granitoid magmatism, of Mesoproterozoic age, is a series of discrete plutons in the central and western part of the Craton, ranging from the 1.55 Ga rapakivi granites of Mucajáí and Parguaza, to the 1.6–1.0 Ga tin granites of Rondônia.

The Grenvillian (1.1–0.9 Ga) Santa Marta–Nova Brasilândia belt is exposed mainly in Precambrian uplifts in the Andes and in the Nova Brasilândia belt in the extreme southwest of the Amazonian Craton in Brazil and Bolivia. The previous names of Sunsás–Aguapeí should be discontinued, as they refer to slightly deformed platform covers. The Grenvillian belt marks the collision with Laurentia in the north and the Paraguá craton in the southwest, and concomitant indentation tectonics have caused shearing and thermal resetting in the whole western part of the Amazonian Craton. Platform covers and mafic dykes will not be discussed here.

The present reconstruction of the Amazonian Craton intersects most of the previously defined boundaries of the geochronological provinces. In my view the concept of geochronological provinces is obsolete and should be abolished, and no longer be represented on geological maps. The concept of westward continental accretion of the Amazonian Craton suggested by the distribution of the old geochronological provinces can no longer be upheld.

I see the Paleoproterozoic Amazonian Igneous Belt as a marker of continuous acid magmatism, which resembles the coeval Trans–Scandinavian Igneous Belt in the Baltic Shield. In the SAMBA reconstruction of the Columbia Supercontinent this Amazonian Igneous Belt and the Trans–Scandinavian Igneous Belt neatly line up with each other, and seem to represent a single large–scale anorogenic igneous event between 1.88 and 1.75 Ga.

## Geological development of the coastal plain of Suriname

Theo E. WONG

Anton de Kom University of Suriname, t.wong@uvs.edu

The coastal plains of Suriname, French Guiana and Guyana form the marginal part of the large Guiana Basin in which subsidence and sea level movements have greatly influenced sedimentation. In Suriname, the subsurface sediments of the coastal plain host economic quantities of oil, water and bauxite.

The Guiana Basin consists of sediments with a regular alternation of shales, clays, sandstones and siltstones, and star-

ted developing in the Late Jurassic-Early Cretaceous with the opening of the Atlantic during the drifting apart of the South American and African continents. The Guiana Basin is located on the north of the Precambrian basement and on the west of the Demerara High, which is a remnant of the West African continental crust.

In the coastal plain of Suriname the sediments have been deposited in a passively trailing margin environment with minor tectonic activities and are grouped in the Corantijn Group. These sediments thicken to the north and the west and reach a thickness of more than approximately 10 km offshore. The sedimentary package is a monoclinic northern dipping 1 to 2 degrees section.

The sedimentary section of the coastal plain of Suriname consists of sediments ranging from Cretaceous to Holocene in age. Numerous cycles of transgression and regression, as well as major erosion episodes took place during the deposition of the sediments. During one of these hiatuses in the Eocene and Oligocene, important bauxite deposits were formed. Varying depositional environments, ranging from fluvial to shallow marine, controlled the sand distribution patterns.

The four major fault directions recognized in the Precambrian basement have also been recorded in seismic sections in the overlying sedimentary section suggesting a rejuvenation of these old faults. This syn-sedimentary faulting has played an important role in the formation of structural traps for oil and the distribution of reservoir sands.

## Mapas de recursos minerales de Colombia: avances y perspectivas

Gloria PRIETO R.

Servicio Geológico Colombiano (SGC), Dirección de Recursos Minerales, gprieto@sgc.gov.co

El Servicio Geológico Colombiano, como institución colombiana de ciencia y tecnología, está comprometida con el desarrollo social y económico del país, para lo cual desarrolla investigación básica en geociencias; investigación sobre el potencial de recursos del subsuelo (minerales, hidrocarburos, aguas subterráneas, geotérmicos); realiza la investigación, evaluación y monitoreo de amenazas geológicas; la investigación y aplicación de tecnología nuclear y, cumple con la gestión integral del conocimiento geocientífico del subsuelo colombiano.

En sus años de existencia, el SGC ha generado y acumulado información que ha posibilitado la identificación de zonas con potencial mineral, ha desarrollado programas de identificación de zonas mineralizadas y ha adelantado proyectos sobre estudios de depósitos minerales.

El interés de empresas mineras y de los programas y metas del sector minas y energía, han posibilitado que en los últimos años se intensifiquen los proyectos de adquisición de información geológica-metalogénica, geoquímica y geofísica, situación que ha permitido avanzar en el conocimiento del potencial mineral del país. Con el conocimiento acumulado, se han producido diferentes versiones de mapas de minerales en Colombia.

A pesar de los avances, el SGC es consciente de que falta actualizar la información existente y es necesario acrecentar

la información requerida para evaluar el potencial mineral utilizando nuevas herramientas tecnológicas disponibles en la actualidad.

El SGC participó en la anterior versión del mapa de recursos minerales de Sur América lo cual le aportó experiencias y le planteó nuevas metas. Recientemente, se ha trabajado en la actualización de datos e información sobre los depósitos minerales del país, lo que ha conducido a la producción de nuevas versiones de los mapas de recursos minerales de Colombia.

Para la Dirección de Recursos Minerales del SGC, es clara la necesidad de actualizar continuamente los mapas de recursos minerales y de unificar los estándares de producción de éstos en la región, de tal manera que se identifiquen regiones o zonas metalogénicas regionales y se facilite y optimice el compartir información entre nuestros países.

## Mapa Geológico de Colombia 2014

Nohora Emma MONTES RAMÍREZ<sup>1</sup> & Jorge GÓMEZ TAPIAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio Geológico Colombiano, nmontes@sgc.gov.co

<sup>2</sup>Servicio Geológico Colombiano, mapageo@sgc.gov.co

El Mapa Geológico de Colombia (MGC) es un proyecto del Servicio Geológico Colombiano (SGC), cuyo objetivo principal es mantener un mapa geológico nacional en permanente actualización. Este proyecto empezó en el 2002 y entregó una primera edición del mapa en el 2007. El MGC resume la información geológica superficial del territorio colombiano y ha sido compilado usando ArcGIS 9.3.1. Para ello, se integraron y generalizaron los mapas geológicos a escala 1:100 000 publicados por el SGC. La armonización fue controlada usando imágenes de satélite Landsat T.M. y radar, y el modelo digital de elevación de 30 m de resolución de la NASA-SRTM. Las unidades representadas se definieron de acuerdo a un sistema clasificatorio cronolitoestratigráfico.

El modelo de datos del MGC se diseñó e integró dentro de una *Geodatabase* corporativa denominada Sistema Georreferenciado del Servicio Geológico Colombiano (SIGER). La plataforma tecnológica que soporta el SIGER utiliza para el manejo de los datos, Oracle 10g y ArcSDE 8.3.

La edición 2014 del MGC incluye: (1) el mapa base oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) con el sistema de Coordenadas MAGNA; (2) los colores y las edades de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional del 2013; (3) se incluyeron 97 mapas geológicos nuevos a escala 1:100 000 publicados por el SGC; (4) el Esquema Tectónico del Norte de Suramérica y del Caribe con los vectores del GPS a 2014; (5) la armonización con los mapas geológicos de Brasil y Perú para lo cual se realizaron tres talleres en los años 2009, 2010 y 2011 con colegas del Servicio Geológico de Brasil (CPRM) y el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET); (6) se actualizó con las publicaciones de la geología de Colombia realizadas desde el 2005 hasta enero de 2014; (7) se mejoró la cinemática de las fallas del mapa con la información de subsuelo de publicaciones y el Atlas Sísmico de Colombia; (8) retroalimentación surgida de las discusiones surgidas de las presentaciones del Mapa Geológico de Colombia en más de 30 congresos nacionales e internacionales, y (9) se realizó el «Catálogo de dataciones radiométricas de Colombia en ArcGIS y Google Earth 2013».

## Geochronological assessment for the Geological Map of Colombia

Jorge GÓMEZ TAPIAS<sup>1</sup>, Fernando Alirio ALCÁRCEL GUTIÉRREZ<sup>2</sup> & Nohora Emma MONTES RAMÍREZ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Servicio Geológico Colombiano (SGC), mapageo@sgc.gov.co

<sup>2</sup> Servicio Geológico Colombiano (SGC), falcarcel@sgc.gov.co

<sup>3</sup> Servicio Geológico Colombiano (SGC), nmontes@sgc.gov.co

Para definir las edades de las rocas ígneas y metamórficas del Mapa Geológico de Colombia, se realizaron una serie de gráficas en las que a la izquierda se reprodujo la Carta Cronoestratigráfica Internacional (Cohen *et al.*, 2013); adicionalmente, se incluyó la escala de la edad, por ejemplo, para el diagrama U–Pb del Proterozoico, 1 cm en la vertical representa 133,3 Ma. Las dataciones fueron ordenadas, de izquierda a derecha, de menor a mayor latitud. Cada datación tiene asociada: una unidad litoestratigráfica —limitada por líneas punteadas—; una barra vertical negra asociada a la datación que indica su error y para las dataciones con un error mayor tienen una línea más delgada y un fondo gris, y el código de la muestra sobre la que se hizo la datación. Las edades se tomaron del «Catálogo de dataciones radiométricas de Colombia en ArcGIS 9.3 y Google Earth» y las fuentes originales aparecen en la parte inferior de la figura. Para dicho análisis se realizaron los siguientes diagramas: (1) edades radiométricas por el método U–Pb del Proterozoico de las cordilleras Central y Oriental y la Amazonia de Colombia; (2) edades radiométricas por los métodos U–Pb, Ar–Ar y Rb–Sr del Ordovícico al Carbonífero de las cordilleras Central y Oriental; (3) edades radiométricas por el método U–Pb del Pérmico al Triásico de la cordillera Central de Colombia; (4) edades radiométricas por el método Ar–Ar del Triásico de las cordilleras Central y Oriental de Colombia; (5) edades radiométricas por el método U–Pb del Triásico Tardío al Jurásico de los plutones de las cordilleras Central y Oriental; (6) edades radiométricas por el método U–Pb del Cretácico de las cordilleras Occidental y Central; (7) edades radiométricas por el método Ar–Ar del Terreno Caribe en la región del Pacífico y las cordilleras Occidental y Central de Colombia; (8) edades radiométricas por el método Ar–Ar de los terrenos Quebradagrande y Tahamí en la cordillera Central de Colombia; (9) edades radiométricas por los métodos U–Pb, Ar–Ar y K–Ar del Terreno Arquía en la cordillera Central de Colombia; (10) edades radiométricas por el método U–Pb de los plutones del Paleógeno de las cordilleras Occidental y Central, y la sierra Nevada de Santa Marta de Colombia; (11) edades radiométricas por el método Ar–Ar de los plutones del Paleógeno de las cordilleras Occidental y Central, y la sierra Nevada de Santa Marta de Colombia; (12) edades radiométricas por el método U–Pb de los plutones y cuerpos subvolcánicos del Neógeno de las cordilleras Occidental, Central y Oriental de Colombia y, (13) edades radiométricas por el método U–Pb de los cuerpos subvolcánicos del Pleistoceno de las cordilleras Occidental y Central de Colombia.

Finalmente —con dicho análisis la cartografía geológica del mapa y la información geológica compilada en el Mapa Geológico de Colombia— se propone que el territorio colombiano está formado por los siguientes terrenos geológicos (entendiéndose como terreno un cuerpo de roca limitado por fallas de extensión regional, caracterizado por tener una historia diferente a los terrenos contiguos o continentes limitantes. Un terreno es generalmente considerado un fragmento alóctono distinto de

material de corteza continental u oceánica adicionado a un cratón en una margen activa por acreción [Neuendorf *et al.*, 2005]): (1) Provincia Río Negro–Juruena (PRNJ) *sensu* Tassinari (1999) del Paleoproterozoico; (2) Terreno Chibcha (TCH) *sensu* Restrepo *et al.* (2011) del Mesoproterozoico al Neoproterozoico; (3) Terreno Tahamí (TT) *sensu* Restrepo *et al.* (2011) del Pérmico–Triásico; (4) Terreno Panzenú (?) (TP) *sensu* Ordóñez Carmona *et al.* (2011) de finales del Carbonífero a inicios del Pérmico; (5) Terreno Anacona (TA) *sensu* Giraldo & Restrepo (2011) del Devónico; (6) Terreno Quebradagrande (TQ) del Cretácico Temprano; (7) Terreno Arquía (TAR) del Cretácico Temprano; (8) Terreno Caribe (TC) del Cretácico Tardío y (9) Terreno Guajira (TG) del Cretácico Tardío.

## Referencias

- Cohen, K.M., Finney, S. & Gibbard, P.L. 2013. International Chronostratigraphic Chart, International Commission on Stratigraphy: <http://www.stratigraphy.org/ICChart/ChronostratChart2013-01.pdf> (consultado en enero de 2013).
- Giraldo, W. & Restrepo, J.J. 2011. The Anacona Block: A small fragment of a suspect terrane in the western flank of the Central Cordillera of Colombia. XIV Congreso Latinoamericano de Geología y XIII Congreso Colombiano de Geología. Memorias, p. 191. Medellín.
- Neuendorf, K.K.E., Mehl Jr, J.P. & Jackson, J.A. 2005. Glossary of Geology, 5<sup>th</sup> edition. American Geological Institute, 800 p. Alexandria, USA.
- Ordóñez Carmona, O. & Pimentel, M.M. 2002. Rb–Sr and Sm–Nd isotopic study of the Puquí complex, Colombian Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 15(2): 173–182.
- Restrepo, J.J., Ordóñez Carmona, O., Armstrong, R. & Pimentel, M.M. 2011. Triassic metamorphism in the northern part of the Tahamí Terrane of the Central Cordillera of Colombia. *Journal of South American Earth Sciences*, 32(4): 497–507.
- Tassinari, C.C.G. & Macambira, M.J.B. 1999. Geochronological provinces of the Amazonian Craton. *Episodes*, 22(3): 174–181.

## O embasamento da Plataforma Sul-Americana e a Colagem Brasileira

Benjamim Bley BRITO NEVES

Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (Brazil), bbleynb@usp.br

The Brasiliano collage is accounted for the assembly of several descendants of Rodinia's fission, from early Cryogenian to Cambrian times. The continental fragments originated from the fission are of different dimensions: small, intermediary and large. The latter ones were worked out as cratonic domains. Oceans, oceanic branches, gulfs, aulacogens and even rift systems had separated those descendant blocks. As the result of that separation, four structural provinces of the Brasiliano collage were accomplished: Tocantins (central and central northern part of the continent), Borborema (northeast), Mantiqueira (southeast and south) and Pampean (southwest, in Argentina).

Breakup events and fission development were scattered throughout the Neoproterozoic, however, with a significant concentration record in the early Cryogenian (850–740 Ma).

Plate interactions of initial events includes accretion



(island arc, magmatic arcs) and collision (high grade regional metamorphism), in the early Cryogenian (800-750 Ma) *i. e.*, partially coeval with part of the taphrogenic processes occurring elsewhere.

The most important phase of the orogeny took place in late Cryogenian-early Ediacaran times (660 to 620-610 Ma), accretion and subsequent metamorphic events (~630-600 Ma) are recorded in most of the structural provinces.

A third phase of the orogeny occurred in mid-Ediacaran times (*ca.* 590-560 Ma), with clear records in most of the provinces. They have generated products (rock assemblage and structures) which had presented interactions zones with the previous orogenic domains and they materialize the last events that closed the remnants oceanic and similar basins that previously separated Rodinia's descendants. Therefore, the general outlines of western Gondwana were drawn by this orogenic event at mid-Ediacaran times.

A last, minor and relict phase of orogeny, did occur in Cambrian times, exclusively in the eastern central part of the Mantiqueira province (Búzios orogeny, Rio de Janeiro-Brazil) and in the Pampean province, in western Argentina. This last orogenic event was somehow extended until the southwestern most part of the Tocantins province in Brazil (along the Paraguay belt), but this deserves further investigations. Actually, these localized phases of the orogeny ("Búzios" and "Pampean") were a kind of exception at that time. They were coeval with the then predominant late and post-tectonic events (foreland tectonics, molasses, anorogenic volcanism and plutonism, extrusion, etc.) of the two previous phases of orogenies.

The structural trends developed by the branching systems of Brasiliano orogens ("mosaic-like" or "branching systems") were very important during the evolution of the Phanerozoic sedimentary basins, with remarkable records of tectonic heritage in all of them.

## South America—a key continent on the Gondwana evolution

Rafael DE ARAÚJO FRAGOSO<sup>1</sup>, Renata S. SCHMITT<sup>2</sup>, Evânia ALVES<sup>2</sup> & Natasha STANTON<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia, IGEO-CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Brasil, rafael.araujo.fragoso@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Geologia, IGEO-CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) Brasil

Gondwana was one of the largest and long lasting supercontinents on Earth's history, comprising five large actual continents (Africa, Australia, Antarctica, South America and India) and many other smaller masses scattered today around the globe (*e.g.* Madagascar, Sri Lanka, New Zealand, Falklands/Malvinas, and others now embedded in Asia, Europe and North America). South America represents a major piece on the Gondwana evolution, registering the three main tectonic scenarios of this supercontinent: amalgamation (800-450 Ma), development (450-180 Ma) and break up (180-80 Ma). The major cratons (pre-Neoproterozoic) are welded by the Brasiliano orogenic belts. Together, they represent the large stable eastern South America lithosphere that, with Africa, constituted the West Gondwana sector at the end of the amalgamation phase. The development of Gondwana in South America is registered in

two distinct main tectonic settings. The intracratonic basins provide the information about the evolution of life, climate and intracontinental tectonics. On the other hand, the Andean and Patagonian regions register the events that took place on the west Gondwana active margin, such as the accretion of exotic terranes and activity of subduction zones. The breakup scenario, during the Cretaceous, is well recorded in the actual eastern of South American margin, both onshore and offshore.

We present here the first draft of the South America geological map as part of the project: "The Gondwana Map Project—the geological map and the tectonic evolution of Gondwana". The aim is to update the Gondwana Geological Map of Maarten de Wit's 1988 with an approach of the 21<sup>st</sup> century. In order to do so, the Gondwana concept has been revised with new interpretations and research focuses using the vast new geological data produced in the last 30 years and also the new computer technologies. The dynamic digital process allows the construction of not just an improved Gondwana Map but also a wide variety of maps showing the evolution of this supercontinent. Since 1988, the geological data have improved incredibly in the wake of new geochronological laboratories and investigative methodologies.

The development of a GIS data-base is the on-going first phase of this project. The most recent geological data from all the Gondwana pieces was compiled at the scale of 1:5 M. Subsequently, all maps converged in one big map with a common legend. The proposal until now is to use the colours of the geological time scale from IUGS to characterize the geological units. The patterns within the polygons document the nature of the rocks (classification and chemistry) and the tectonic reactivations.

The geological database compiled for the South America fragment until now is diverse. The area of the country of Brazil was built according to the GIS 2003 from the Geological Survey of Brazil (CPRM—scale 1:2.5M). The simplification of the geological map of Brazil to the scale 1:5 M is still an ongoing process, as the harmonization with the South American neighboring countries.

The rest of South America was compiled based on the GIS data base of the Geological Map of South America (CPRM, 2001, scale 1:5 M). Other geological maps from South American countries were also used: Geological Map of Argentina, 1:5 M (1997), Geological Map of Colombia, 1:2.8M (INGEOMINAS, 2007), Geological Map of Chile, 1:1M (Servicio Nacional de Geología y Minería, 2003). These last two maps were already simplified to 1:5 M scale.

We present here the South American Map with only coloured polygons and their lithological symbols. The three major phases of the Gondwana tectonic evolution are easily recognized in the map enhanced by its entities: the pre-Neoproterozoic cratons, the Neoproterozoic-Paleozoic orogenic belts, the Paleozoic-Mesozoic intracratonic basins, the Paleozoic-Mesozoic orogenic marginal belts. The structures are not yet represented and constitute an important layer on the map, since the major sutures will be shown. Another ongoing action is to reconstitute the paleogeology of Gondwana. For the South American Map, we tested the elimination of the post-Cretaceous layers, to observe the paleogeological map and evaluate the possibility to infer the geology in the white areas, using geophysical data.

One of the aims of the project is to trace better the Continental Oceanic Boundary (COB) along the actual continental mar-

gins. In the present work, the location of the COB identified by previous studies was based on several different datasets and the criteria applied to define this boundary relies, in general, on the identification of the first crust with oceanic affinities. The contouring dashed line is the estimated Continent-Ocean Boundary (COB) for the recent time based on geophysical data (seismic and potential methods) from Franke *et al.* (2010) for Argentina margin and Soto *et al.* (2011) for the Uruguayan margin. For the Brazilian margin, the following references were used: Stica *et al.* (2014) for Pelotas basin, Kumar *et al.* (2013) for Santos and Campos basins, Torsvik (2009) with Karnere & Driscoll (1999) for Espírito Santo basin and the eastern margin basins, respectively; and Dickson *et al.* (2003) for the equatorial margin. The prolongation of onshore geology in continental margins to offshore platforms will improve the fit between the present continents in order to restore the Gondwana paleocontinent.

This project started in 2011 from a cooperation between UFRJ-PETROBRAS and recently was approved as an IGCP-628 (UNESCO-IUGS-project), continuing until 2017. The leaders of the IGCP-628 are: Renata SCHMITT (UFRJ, Brasil), Maarten DE WIT (Nelson Mandela Metropolitan University, South Africa), Edison MILANI (PETROBRAS, Brazil), Umberto CORDANI (USP, Brasil), Alan COLLINS (University of Adelaide, Australia), Colin REEVES (Earthworks, The Netherlands), and Phillippe ROSSI (CCGM-CGMW, France).

## Geology of Suriname: Main characteristics and some new aspects

Edmond W. F. DE ROEVER  
Free University of Amsterdam, ederoever@ziggo.nl

In 1977 the geological map of Suriname, scale 1:500 000, was published by the Surinam Government Geological and Mining Service, shortly after, the independence of the country. The map was based on about 100 000 samples, implying a sample density of approx. 1 sample per square kilometer. However, the detailed mapping was not accompanied by a contemporaneous airborne geophysical survey. Furthermore, the geochronology was based on Rb-Sr isochrons, which provided ages with large errors and lacked detail.

After the seventies no systematic mapping and regional geological studies were carried out. The 1977 map remains the base for our present knowledge. However, the value of the map can be increased considerably by modern geochronological analysis of the map units. A clear example is provided by zircon dating of the main types of granite distinguished on the map:

1. biotite granite associated with felsic metavolcanics in the western half of the country, and
2. biotite granite with more irregular character and migmatitic aspects, in the south-east. According to the 1977 Rb-Sr study, both types would have a similar age. An extensive zircon dating programme was carried out recently within the Brazil-Suriname ABC project. Zircon Pb-Pb evaporation ages of biotite granite and pyroxene-bearing granite from the south-eastern part, ranged from 2.08–2.10 Ga, whereas those of biotite granite and associated granites from the western half ranged from 1.95–1.98 Ga.

The considerable difference in age for granites from the western and south-eastern half has large consequences for the interpretation of the geology of Suriname. Its eastern half consists mainly of a large Rhyacian greenstone belt with slightly younger, 2.08–2.10 Ga, granites to the south, are comparable to the geology of French Guiana. The western half of Suriname consists in large part of a belt of felsic metavolcanics and associated subvolcanic granite and biotite granite, with an age of 1.95–1.99 Ga. This Orosirian belt continues to the west through central Guyana and northern Roraima State (Brazil) into Venezuela, where 1.98–1.99 Ga and 1.98 Ga ages have been found for the metavolcanics.

## Mapa Geológico del Ecuador

Fabián Marcelo VILLARES JIBAJA<sup>1</sup> & Favio David OCAMPO GIRALDO<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgico (INIGEMM), fabian\_villares@inigemmm.gob.ec

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgico (INIGEMM), favio\_ocampo@inigemmm.gob.ec

Existen 3 versiones oficiales del Mapa Geológico del Ecuador producidas en formato papel generadas en los años 1969 (con apoyo del Instituto Francés del Petróleo), 1982 (con apoyo del Instituto de Ciencias Geológicas de Gran Bretaña) y la última versión oficial del Mapa Geológico del Ecuador escala 1:1 000 000 que fue publicada en el año 1993 (con apoyo del Servicio Geológico Británico). Sin embargo, se han realizado muchos avances en la geología del Ecuador en las últimas dos décadas, por lo que para el presente *Geological Map of South America Workshop* se elaboró una nueva propuesta del mapa geológico del Ecuador a escala 1:1 000 000, y se compiló la siguiente información:

- El Proyecto Cordillera Real (1986–1993) generó los mapas de la cordillera Real y de la provincia de El Oro a escala 1:500 000, los cuales se levantaron con asistencia técnica del Servicio Geológico Británico.
- El proyecto PRODEMINECA (1995 y 2000) generó cinco mapas geológicos a escala 1:200 000, en formato analógico que cubren la zona de la cordillera Occidental desde 1° latitud norte hasta *c. a.* 4° latitud sur. Adicionalmente, generó información geoquímica (sedimentos fluviales), geofísica (aeromagnetometría) y la evaluación de los distritos mineros del Ecuador. La información incluye datos litológicos, estructurales, radiométricos, paleontológicos y geoquímicos.
- Con la cooperación canadiense, se elaboró el Mapa Geológico Binacional de la Región Sur del Ecuador y Norte del Perú a escala 1:500 000 (2004–2007); el mismo que está disponible en formato analógico y digital, elaborado conjuntamente por DINAGE (Ecuador) e INGEMMET (Perú), como parte del trabajo binacional ejecutado dentro del Proyecto Multinacional Andino.
- Mapa Geológico de la Margen Costera Ecuatoriana compilado en 2012 por varias instituciones: Institut de recherche pour le développement (IRD) y Escuela Politécnica Nacional (EPN) como auspiciante Petroecuador. El mapa muestra la información geológica del margen costero ecuatoriano a escala 1:500 000.

Con toda esta información se compiló una nueva versión del Mapa Geológico del Ecuador a escala 1:1 000 000 (en revisión) y se realizó su simplificación a escala 1:5 000 000.

## Geological map of the Amazonian Craton at 1:2,5 M scale

Lêda Maria FRAGA<sup>1</sup>, Carlos SHOBHENHAUS<sup>2</sup> & Jorge GÓMEZ TAPIAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Deputy Secretary General for South America of the CGMW, leda.fraga@cprm.gov.br

<sup>2</sup>Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Vice-President for South America of the CGMW, carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br

<sup>3</sup>Servicio Geológico Colombiano (SGC), Secretary General for South America of the CGMW, mapageo@sgc.gov.co

During General Assembly of the Commission for the Geological Map of the World (CGMW) held in Paris in 21<sup>st</sup> February of 2014, the proposition of the project **Geological Map of the Amazonian Craton at the 1:2,5M scale** made by the Subcommission for South America has been endorsed. The proposed project includes a former proposal of the “Geological and Mineral Resources Map of the Guyana Shield” endorsed by CGMW in 2002, but it never actually started.

The Amazonian Craton is one of the largest cratonic areas in the world (430 000 km<sup>2</sup>) and encompasses eight different countries. It is exposed in two large areas separated by the Phanerozoic Amazonian sedimentary basin, comprising the northern Guiana Shield and the southern Central-Brazil or Guaporé Shield. To overcome the scarcity of reliable field, petrologic and structural information available for the craton, its geological evolution has been mainly described in terms of geochronological (structural-tectonic) provinces. However, during the last decade important new information were made available by numerous mapping projects. The elaboration of a new 1:2,5M scale geological map aims to allow a reevaluation of the geochronological province models and contribute to the understanding of the geotectonic evolution of the Amazonian Craton. It is worth noting that the Amazonian craton plays an important role in the reconstruction of almost all the recognized paleosupercontinents and a reliable geological map will improve possible correlations.

The project propose the integration of all the new geological data, harmonization of the geology along the borders of the different countries and organization and broad dissemination of Geology and Mineral Resources of the Amazonia Craton, for the purposes of technical and scientific exchange on the same base map using GIS technology, as well as of strategic planning and government and private investments.

## Geología y recursos minerales del Perú

Dina Hilda HUANACUNI MAMANI<sup>1</sup> & Agapito Wilfredo SÁNCHEZ FERNÁNDEZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), dhuanacuni@ingemmet.gob.pe

<sup>2</sup>Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), asanchez@ingemmet.gob.pe

La presentación muestra la distribución de los principales grupos y formaciones geológicas desde el Precámbrico al

Cenoico, con mención de las principales unidades litoestratigráficas y algunas columnas estratigráficas compuestas. Asimismo, se presenta la distribución de los batolitos y cuerpos plutónicos, y algunas secciones geológicas transversales a los Andes peruanos, interpretados con relación al Mapa Geológico del Perú.

Por otra parte, se presentan datos sobre depósitos metálicos de proyectos y operaciones mineras distribuidas en 23 franjas metalogenéticas. Finalmente, las rocas y minerales industriales que tienen relación con las unidades litoestratigráficas representadas en el Mapa Geológico del Perú.

## Geología y recursos minerales del Uruguay

Jorge Spoturno<sup>1</sup> & Judith Loureiro

<sup>1</sup>Ministerio de Industria Energía y Minería-Dirección Nacional de Minería y Geología (MIEM-DINAMIGE), Universidad de la República, Facultad de Ciencias Departamento de Geología, jspoturn@yahoo.com.ar

A pesar de la escasa superficie, el Uruguay presenta una amplia diversidad de materiales geológicos cuyas edades van desde un basamento Arqueano-Paleoproterozoico hasta sedimentos del Cuaternario.

Las rocas más antiguas son un núcleo del Arqueano-Paleoproterozoico situado en el centro este del país, de edad 3101 Ma (cristalización) y 2366 Ma (metamorfismo) caracterizadas por: granulitas, ortoneises y supracrustales de grado medio.

Las rocas del Paleoproterozoico ocurren en la región centro-sur del país (Terreno Piedra Alta) y en la región centro este (terrenos Nico Pérez y basamento del Cinturón Dom Feliciano).

En la región centro sur se reconocen áreas graniticonéicas, cinturones metamórficos, cuerpos batolíticos, zonas de cizallamiento y diques máficos. Las áreas graniticonéicas se ubican en la porción central y están representadas por granitos, neises y migmatitas. Los cinturones metamórficos presentan direcciones 60-70° reconociéndose al menos tres unidades. La Formación Montevideo ocurre en la región meridional y central. Se trata de una secuencia vulcano sedimentaria de grado medio caracterizada por orto y paraneises, micaesquistos y orto y paraneises. La Formación Paso Severino ocurre en la región central. Es una secuencia vulcanosedimentaria de bajo grado representada por metabasaltos, metariolitas, pizarras y esquistos variados. La Formación Arroyo Grande se reconoce en la porción norte y se caracteriza por una secuencia vulcanosedimentaria de bajo grado compuesta por metabasaltos, metaareniscas y metaconglomerados. Las edades de los protolitos de estas secuencias están entre 2150 y 2200 Ma. Los cuerpos batolíticos que intruyen en las secuencias metamórficas, en su mayoría, son de naturaleza granítica y algunos de composición básica (gabros). La edad de algunos de estos macizos están entre 2074 Ma (isla Mala) y 2056 Ma (Soca). Zonas de cizallamiento (milonitas y ultramilonitas) son reconocidas dentro de este cratón y presentan en general direcciones E-W (Colonia-Cufré) y NW (Cañada Tabárez). El evento final transamazónico, corresponde a una fase distensiva caracterizada por la ocurrencia de diques máficos (doleritas de direcciones 60-70°) con edades 1,79 Ga.

La región centro-este y el basamento cristalino de Rivera conformarían el Terreno Nico Pérez; además de las rocas arqueanas, se reconocen extensas áreas de rocas, caracterizadas por: ortoneises, paraneises (micaesquistos), cuarcitas, BIF supe-

rior y rocas granulíticas de edad Paleoproterozoica. El conjunto de estas rocas es recortado durante el Neoproterozoico (Ediacariano) por un conjunto de rocas supracrustales, intrusiones de naturaleza granítica y zonas de cizallamiento con direcciones dominantes 20-45°, correspondientes al Cinturón Dom Feliciano (Orogenia Brasileña). La fase final de esta orogenia está representada por secuencias sedimentarias (Grupo Maldonado) y rocas volcánicas e hipabisales de naturaleza bimodal (Complejo Sierra de Ánimas).

Los recursos minerales asociados al basamento Proterozoico están relacionados a minerales y rocas industriales: rocas carbonáticas (calcáreos y dolomitas), rocas ornamentales (granitos coloreados y negros, mármoles), talco, piedras de trituración y aguas minerales. Los minerales metálicos muestran un interés creciente, en especial la explotación de oro en la región de Minas de Corrales (isla Cristalina de Rivera) y la futura explotación de hierro en el noreste de Florida (región de Valentines).

En el Fanerozoico, la sedimentación está representada en la Cuenca Norte (borde suroriental de la Cuenca de Paraná) y en cuencas marginales generadas a partir de la apertura del océano Atlántico que se localizan en la región meridional del país (cuencas de Santa Lucía y Laguna Merín).

La base de la secuencia en la Cuenca Norte se caracteriza por una sedimentación de tipo transgresivo de edad Devónico, caracterizada por sedimentos detríticos medios a gruesos de tipo plataformal en la base (F. Cerrezuelo) que evoluciona a sedimentos pelíticos y arcillosos negros, con abundante fauna de microfósiles marinos (F. Cordobés). La secuencia culmina en una sedimentación arenosa fina de tipo plataforma-planicie litoral (F. La Paloma).

Luego de una discordancia de tipo erosiva, la sedimentación se retoma durante el Carbonífero-Pérmico y Pérmico con sedimentos de diamictitos, conglomerados y areniscas, típicos de ambiente glaciomarino (F. San Gregorio). Esta sedimentación evoluciona a condiciones benignas y en fase regresiva, estando caracterizada por: siltitos, lutitas, restos carbonosos y areniscas derivadas de un ambiente marino plataformal a planicie costera y deltaico (F. Tres Islas). La sedimentación en el Pérmico, continúa con depósitos silíceos, arenosos finos y carbonáticos de coloraciones oscuras vinculadas a un ambiente plataformal (F. Frayle Muerto). Por encima, ocurren lutitas, esquistos bituminosos y carbonatos de color negro (F. Mangrullo), que derivan de una sedimentación tranquila y restringida a la ocurrencia de una fisiografía de golfo. La evolución de esta cuenca continúa, en el Pérmico medio, con el cierre de la misma pasando a una sedimentación de colmatación materializada por siltitos, arenas finas y medias de coloraciones variadas, verdosa a rojizas (F. Paso Aguiar y Yaguari).

Este proceso de continentalización continúa en el Triásico y Jurásico Temprano, con la desertificación donde ocurre la sedimentación arenosa a conglomerática de tipo fluvial y, la formación de campos de dunas de las formaciones Buena Vista y Cuchilla del Ombú.

Luego de un período erosivo, la secuencia evoluciona durante el Jurásico, a un período subhúmedo materializado por sedimentos arenosos y silíceoarenosos, con restos de microfósiles que se vinculan a sistemas fluviales, planicies de inundación y/o lacustrinos (F. Tacuarembó Inferior). El sistema evoluciona a una mayor desertificación con la invasión de depósitos de areniscas eólicas (F. Rivera).

A partir del Cretácico, con la apertura del océano Atlántico, se opera una intensa fracturación acompañada de un vulcanismo fisural caracterizado por extensos y espesos derrames de coladas de basaltos toleíticos subaéreos (F. Arapey) que rellenan la cuenca en casi toda su extensión.

Durante el Cretácico Superior, la cuenca es cubierta por depósitos continentales de tipo fluvial, materializado por sedimentos arenosos finos a conglomeráticos (F. Guichón y F. Mercedes).

Luego de un importante ciclo erosivo, durante el Terciario-Oligoceno y, en condiciones de aridez, ocurren depósitos de *loes* y arenas muy finas de color naranja acompañados de ciclos cortos de humedad que generan depósitos de flujos de barro, en ambientes lacustrinos incipientes, materializados por arcillas fangolíticas (F. Fray Bentos).

Los recursos minerales asociados a la Cuenca Norte son de diversa índole, se reconocen los industriales como: carbonatos para la industria del cemento y de cales, arcillas diversas, arenas y piedras de trituración para la construcción y refractarios; recursos energéticos como: carbón y lutitas pirobituminosas; recursos de piedras semipreciosas como: ágatas y amatistas y, finalmente, recursos hídricos como: aguas subterráneas termales para la agricultura, turismo y actividad industrial.

En las cuencas de Santa Lucía y Laguna Merín (región Meridional) el relleno ocurre a partir del Cretácico Inferior, luego de la intensa y profunda fracturación, generando importantes depocentros (*rift*) durante la apertura del océano Atlántico y el inicio de la deriva continental.

En estos depocentros, de más de 2000 m de profundidad, el relleno inicial corresponde a un vulcanismo bimodal de derrames de basaltos amidgaloides (F. Puerto Gómez) y coladas de vulcanitas ácidas del tipo: riolita, traquita e ignimbrita (F. Arequita). El conjunto volcánico es acompañado, en áreas proximales, de sedimentación grosera materializada por conglomerados caóticos de abanicos y/o conos aluviales (F. Cañada Solís). Hacia las áreas intermedias a distales del depocentro la sedimentación pasa a depósitos de tipo fluvial de tipo anastomosado y lacustre, representado por conglomerados, areniscas gruesas y medias, arcósicas y arcillas grises y negras (F. Míguez). La sedimentación continúa durante el Cretácico Superior con sedimentos continentales de areniscas, conglomerados, lentes de arcillas y carbonatos, vinculados a sistemas de barras y canales fluviales, y lagunas con ciclos de desecación (F. Mercedes y Asencio).

A partir del Terciario-Oligoceno, se suceden los depósitos de la F. Fray Bentos ya descriptos para el área de la Cuenca Norte.

Durante el Terciario superior y Cuaternario, la sedimentación es controlada por las variaciones climáticas y las consiguientes variaciones de nivel del mar. En tal sentido se suceden depósitos de origen continental en condiciones áridas a subhúmedas (F. Salto, Raigón y Libertad) y depósitos transgresivos marinolitorales (F. Camacho, F. Chuy y F. Villa Soriano).

Los recursos minerales asociados a esta cuenca son los relacionados a la industria de la construcción: piedras de trituración, gravas, arenas y arcillas; cerámica: limos y arcillas; agricultura: turbas y carbonatos; industrial: minerales densos (ilmenita, rutilo, circón, monacita) y arenas silíceas. También ocurren importantes reservas de agua subterránea para usos: agrícola, humano e industrial.

## El basamento preandino de Chile: Geocronología U-Pb en circones y evolución geodinámica

Francisco HERVÉ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, Universidad Andrés Bello, fherve@ing.uchile.cl

En el margen activo sudoccidental de Gondwana durante el Paleozoico superior, se constituyó un prisma de acreción y un arco magmático asociado. Este conjunto está bien preservado en Chile central (32-42° S), donde se distinguen cinturones pareados de metamorfismo asociados a un batolito del Pennsylvaniano, que se extienden de manera discontinua por la cordillera de la Costa hasta los 23° S. Rocas de edades Proterozoico y Paleozoico inferior, aparecen solamente en la precordillera al N de 24° S, en el margen occidental del altiplano y la puna. Hacia el sur de los 42° S, en cambio, en la región occidental de la Patagonia, se observa adicionalmente unidades mesozoicas en el prisma de acreción, incluyendo rocas metamórficas de alta P y baja T, y terrenos oceánicos que incluyen mármoles pérmicos. Estas diferencias longitudinales se pueden relacionar espacialmente de N a S con la presencia de los terrenos tectonoestratigráficos de Arequipa-Antofalla, Chilenia y Patagonia, respectivamente.

## Geocronología y evolución tectónica del Paleo-Mesoproterozoico del oriente de Bolivia, región sudoeste del Cratón Amazónico

Ramiro MATOS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Geológicas y del Medio Ambiente (IGEMA), Universidad Mayor de San Andrés, Campus Universitario Cota Cota, La Paz (Bolivia), rmatoss@yahoo.com

El Escudo del Precámbrico del oriente de Bolivia se encuentra en el margen occidental del Cratón Amazónico, en el límite de frontera con los estados Rondonia y Mato Grosso de Brasil. Es una faja de 1300 km de largo, siguiendo una dirección NW-SE y de 350 km de ancho en la parte más amplia. El Precámbrico de Bolivia forma parte de las provincias Rondoniana, San Ignacio y Sunsás del Cratón Amazónico (Cordani *et al.*, 2010; Tassinari *et al.*, 2000). Estas provincias han sido estudiadas durante los últimos 5 años, gracias a un programa de cooperación científica internacional. Este esfuerzo ha proporcionado un conjunto significativo de edades radiométricas U-Pb, junto con los datos isotópicos y geoquímicos Nd/Sr para las unidades litoestratigráficas más relevantes del Precámbrico boliviano, lo que permite una mejor comprensión de la evolución policíclica del Proterozoico. Sin embargo, muchos aspectos geológicos aún no están claros debido a la falta de un mapeo sistemático continuo, con el apoyo de datos geocronológicos y geofísicos. Los datos recientes refinan el tiempo, la evolución litotectónica y cinemática del escudo del oriente boliviano, con énfasis en la historia del Paleoproterozoico y Mesoproterozoico. Como tal, la edad, el origen y significado tectónico buscan correlacionarse con los eventos ígneos y tectónicos reconocidos en la contraparte brasileña. Estos resultados proponen nuevos argumentos sobre la evolución geológica de la región suroeste del Cratón Amazónico.

Los estudios recientes de isótopos (Boger *et al.*, 2005, Santos *et al.*, 2008, Matos *et al.*, 2009 y Vargas-Mattos *et al.*, 2010)

de diferentes regiones muestran dos dominios del basamento: el bloque Paraguá en la parte norte del Precámbrico boliviano y el bloque San Diablo en el sector sur. La evidencia sugiere que estos dominios no comparten la misma historia geológica. El basamento metamórfico del bloque Paraguá está compuesto por tres unidades (Litherland *et al.*, 1986, 1989): el Complejo de Granulitas Lomas Manechis, el Complejo de Gneis Chiquitania y el Supergrupo de Esquistos San Ignacio. La edad para el Complejo de Granulitas Lomas Manechis determinada por U-Pb SHRIMP en circones es de  $1818 \pm 13$  Ma (Santos *et al.*, 2008).

El bloque San Diablo se encuentra en el sector sur del Precámbrico de Bolivia. Tiene una forma triangular curva, con la parte convexa orientada al norte y comprende desde el noroeste de San José de Chiquitos a la parte sureste de Rincón del Tigre; al sur se extiende hasta la faja Tucavaca. El límite norte del bloque San Diablo, que lo separa del bloque Paraguá, constituye la Zona de Cizalla San Diablo (ZCSD) introducida por Litherland *et al.* (1986) para definir la zona de cizalla curvilínea más prominente del Precámbrico boliviano (Klinck & Litherland, 1982), distinguible en imágenes satelitales y constituida por milonitas con estructura S-C.

El área del bloque de San Diablo como una entidad diferente en el Precámbrico de Bolivia, se habría amalgamado al bloque Paraguá durante la orogenia San Ignacio y con posterioridad afectado por la orogenia Sunsás. Según la determinación de edad Pb-Pb (evaporación) de Vargas-Mattos *et al.* (2010) los gneises del bloque San Diablo serían las rocas más antiguas del Precámbrico de Bolivia. Dentro de este bloque se ha reconocido el granito Correraca con una edad  $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$  en zircón de 1,92 a 1,89 Ga, edad modelo TDM de 2,8 a 2,9 Ga y valores de  $\epsilon\text{Nd}(t)$  de -8,5 y -9,4.

En el bloque Paraguá se determinó la Serie Yarituses (Matos, 2012), compuesta por los granitos La Cruz, Refugio y San Pablo, intruidos tanto en el Complejo de Gneis Chiquitania, como en el Supergrupo de Esquistos San Ignacio. Los datos geocronológicos indican la formación de este conjunto en el intervalo de tiempo 1673 a 1621 Ma. Así mismo se reconoció la Granodiorita San Ramón (Santos *et al.*, 2008; Litherland *et al.*, 1986, 1989) hospedada en el Complejo de Gneis Chiquitania, con una edad de cristalización U-Pb SHRIMP en zircón y titanita de  $1429 \pm 4$  Ma, TDM 1, 7 Ga, y  $\epsilon\text{Hf}(t)$  entre +5, 47 y 3,49, representando corteza, a partir de material juvenil. El magmatismo, deformación y metamorfismo de la orogenia San Ignacio dentro del bloque Paraguá, se manifiesta en el Complejo Granitoide Pensamiento (Matos *et al.*, 2009), con plutones sincinemáticos a tardíos y tardíos a postcinemáticos. El complejo armazón que caracteriza al orógeno San Ignacio continúa hacia el suroeste del Precámbrico boliviano con el orógeno Sunsás formado por la colisión contra la Provincia Rondoniana-San Ignacio.

## Referencias

- Boger, S.D., Raetz, M., Giles, D., Etchart, E. & Fanning, M.C. 2005. U-Pb age data from the Sunsás región of Eastern Bolivia, evidence for the allochthonous origin of the Paraguá Block. *Precambrian Research*, 139, 121-146.
- Cordani, U. G., Fraga, L. M., Reis, N., Tassinari, C.C.G. & Brito Neves, B.B. 2010. On the origin and tectonic significance of the intra-plate events of grevillian-type age in South America: a discussion. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 143-159.

- Klinck, B.A. & Litherland, M. 1982. A model for the Proterozoic structural history of eastern Bolivia. Rep East. Bolivia Miner. Expl. Proj., Santa Cruz, BAK/15 (Unpublished).
- Litherland, M., Annells, R.N., Appleton, J. D., Berrrangé, J. P., Bloomfield, K., Burton, C.C.J., Darbyshire, D.P.F., Fletcher, C.J.N., Hawkins, M.P., Klinck, B. A., Llanos, A., Mitchell, W. I., O'Connor, E. A., Pitfield, P. E. J., Power, G. & Webb, B. C. 1986. The Geology and Mineral Resources of the Bolivian Precambrian Shield. British Geological Survey, Overseas Memoir 9, Keyworth, 153 p.
- Litherland, M., Annells, R. N., Darbyshire, D.P.F., Fletcher, C.J.N., Hawkins, M. P., Klinck, B. A., Mitchell, W. I., O'Connor, E. A., Pitfield, P. E. J., Power, G. & Webb, B. C. 1989. The Proterozoic of Eastern Bolivia and its relationship to the Andean mobile belt. *Precambrian Res.* 43, 157-174.
- Matos, R., Teixeira, W., Geraldés, M. C. & Bettencourt, J. S. 2009. Geochemistry and Nd-Sr Isotopic Signatures of the Pensamiento Granitoid Complex, Rondonian-San Ignacio Province, Eastern Precambrian Shield of Bolivia: Petrogenetic Constraints for a Mesoproterozoic Magmatic Arc Setting. *Geologia USP, Série Científica* 9, 2, 89-117.
- Matos, R. 2012. Geocronología U-Pb y Sm-Nd de la Serie Yarituses y de la Granodiorita San Ramón, SO del Cratón Amazónico: Implicaciones para la evolución cortical del Escudo Precámbrico de Bolivia. *Revista Boliviana de Geociencias*, 4 (4): 33-44.
- Santos, J.O.S., Rizzotto, G.J., Mcnaughton, N.J., Matos, R., Hartmann, L. A., Chemale Jr., F., Potter, P. E. & Quadros, M.L.E.S. 2008. Age and autochthonous evolution of the Sunsás Orogen in West Amazon Craton based on mapping and U-Pb geochronology. *Precambrian Research*, 165, 120-152.
- Tassinari, C.C.G., Bettencourt, J.S., Geraldés, M. C., Macambira, M. J. B. & Lafon, J.M. 2000. The Amazon craton. In: Cordani, U.; Milani, E. J.; Thomaz Filho, A. & Campos, D.A., (Eds.), *Tectonic evolution of South America*, 31<sup>ST</sup> International Geologic Congress, Rio de Janeiro, Brazil, p. 41-95.
- Vargas-Mattos, G., Geraldés, M. C., Matos, R. & Teixeira, W. 2010. Paleoproterozoic Granites in Bolivian Precambrian Shield: The 1.92 - 1.89 Ga Correreca magmatic Rock and Tectonic Implications. *South American Symposium on Isotope Geology*, 7, Brasília, Brasil, 69-73.

## Overview of venezuelan geology

Alí Ricardo GÓMEZ<sup>1</sup>, Walter REATEGUI<sup>2</sup> & Franco URBAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), Universidad Central de Venezuela, [agomez@funvisis.gob.ve](mailto:agomez@funvisis.gob.ve)

<sup>2</sup>Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), Universidad Central de Venezuela

<sup>3</sup>Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)

For the purpose of the simplification needed for the Geological Map of South America at scale of 1:5 M, Venezuela's territory can be divided into 6 major geological regions that respond to different physiographic characteristics and varied tectonic frameworks.

The Guayana Shield, south of the Orinoco River, is the northern part of the Amazonian Craton. The oldest province is the Archean Imataca Complex with high grade metamorphic rocks. The other units are of Paleo-Mesoproterozoic age, with a wide cover of greenstone belts rich in mineral deposits (Pastora Pro-

vince). Most of the territory is a poorly divided province with felsic volcanic and plutonic rocks, in some cases affected by low to medium grade metamorphism. Previous units are covered by flat-lying unmetamorphosed sedimentary rocks which form table top mountains (Roraima Supergroup and other Roraima-like units).

Between the shield and the northern mountains, appears the Central Llanos area as a northeastern extension of the Eastern Llanos of Colombia. Its basements as has been seen in cores of petroleum boreholes. It's divided from east to west in three belts, the first one is a continuation of the Guayana Shield, followed by two belts: one of Cambrian undeformed sediments (Carrizal Formation), and another one of Paleozoic rocks. The best expression of the last one is the El Baul High with four juxtaposed terranes: Cambrian granite, metasedimentary rocks with Ordovician trilobites, and post-Ordovician sandy sediments intruded by Permian granites and volcanic rocks.

In the western region of Venezuela there are two related mountain ranges, the Mérida Andes and the Perijá, separated by the oil rich Maracaibo Basin. The basement is quite similar to small Neoproterozoic metasedimentary units followed by Paleozoic units divided in two groups (low grade metasediments and unmetamorphosed units). Both groups are covered unconformably by Permian sediments. Mérida Andes are also intruded by Cambrian-Devonian and Triassic granitoids.

On the basement of the Central Llanos as well as the western region, sedimentary sequence can be divided into four major sedimentary cycles including graben-type basins generated by Jurassic rifting (red beds). They are followed by thick sediments of the Cretaceous passive margin of the northern of South America. Unconformably above, there are units associated with foredeep basins generated by the interaction with the Caribbean Plate, with final Miocene molasses and Pliocene-Quaternary covers.

The north-central Venezuela's mountains are also named Caribbean Mountain System, and belong to the Caribbean Domain constructed by allochthonous and para-autochthonous terranes diachronically piled up during the oblique interaction of the Caribbean and South American plates, from late Eocene in western Venezuela (Lara Nappes) to Miocene in its easternmost part (Paria Peninsula). The westernmost part is defined as the Lara Nappes, which involve a mid-Cretaceous proto-Caribbean ophiolite (Siquisique), Cretaceous passive margin units and middle Eocene flysch, all are affected by very low grade metamorphism (prehnite-pumpellyite). The central Cordillera de la Costa is the most geologically complex region of Venezuela with up to 12 terranes, differentiated by their age, lithology, geological environment of the protolith and metamorphic grade. They were juxtaposed by late Oligocene-early Miocene thrusting. In eastern Venezuela, the Araya-Paria peninsulas display low-grade metasedimentary units similar to the Cordillera de la Costa, but in some of their northern coastal tips there are volcanic rocks of proto-Caribbean origin similar to Siquisique and the San Souci Volcanics of Trinidad. Also there are some small plugs of Pliocene porphyritic rhyolite that are the southernmost expression of the magmatism of the Lesser Antilles Arc. Margarita Island is well known by its extensive eclogite outcrops. They have been interpreted as formed by a subduction occurred ~105 Ma ago near today's Ecuador latitude, and they have been transported with the Caribbean Plate to its current location.

South of the Araya-Paria peninsulas and separated by the major dextral strike-slip (El Pilar Fault) the eastern Serranía del Interior is a mountainous region formed by autochthonous Cretaceous-early Tertiary Passive Margin sediments. Sections are repeatedly by multiple thrust faults produced by the SE compression due to the oblique collision of the Caribbean Plate.

Keeping in mind previous simplifications, the Map of Venezuela at scale of 1:5 M (Fig. 1) was produced and it will be displayed in this meeting for further improvements and fitting it with neighbor countries.

Currently, most of the mapping efforts are concentrated in producing 1:25 k maps of the northern and most densely populated areas of the country.

## La nueva Serie Cartográfica Geocientífica Antártica: Los mapas geológicos y geomorfológicos de la isla de Marambio y de bahía Esperanza (península Antártica)

L. Roberto RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ<sup>1</sup>, Rodolfo del VALLE<sup>2</sup>, Sergio MARENSSI<sup>3</sup>, Manuel MONTES<sup>1</sup>, Ángel MARTÍN SERRANO<sup>3</sup>, Francisco NOZAL<sup>1</sup> y Sergio SANTILLANA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IGME Ríos Rosas 23.28003. Madrid (España), lr.rodriguez@igme.es

<sup>2</sup>Instituto Antártico Argentino, Cerrito, Buenos Aires (Argentina)

<sup>3</sup>IGeBA, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires (Argentina)

La realización de proyectos de investigación de forma conjunta, entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y el Instituto Antártico Argentino (IAA) en la Antártida, es un hecho desde hace dos décadas. Esta actividad ha estado amparada por un Convenio-Marco de Cooperación entre el IGME y el IAA, que en principio tenía como objeto «la cooperación en el desarrollo de campañas de investigación en la Antártida, así como en el intercambio de conocimientos y tecnología en aquellas materias relacionadas con las Ciencias de la Tierra». En el año 2005 se plantea por parte del IGME, la realización de una nueva «Serie Cartográfica Geocientífica Antártica» similar a la que en aquel momento editaba el British Antarctic Survey (BAS). Con este objetivo, en los años siguientes se realizan una serie de campañas antárticas por parte de investigadores del IAA y el IGME, que cuentan con el apoyo logístico de la Dirección Nacional del Antártico (DNA) de Argentina y, la financiación de la DGICYT y la DGI españolas, mediante una serie sucesiva de «acciones especiales». El objetivo principal del plan es la realización de mapas geológicos, geomorfológicos y geocientíficos en general, realizados por grupos de investigación del IGME y del IAA, en cooperación con otros grupos de investigadores nacionales de los dos países o, investigadores internacionales, en áreas de interés común en la península Antártica e islas próximas y, especialmente donde ya existieran datos cartográficos previos.

Las zonas de actuación hasta el momento han sido la isla Marambio, perteneciente al archipiélago James Ross (mar de Weddell), y la zona próxima a la base Bahía Esperanza situada en el extremo NE de la península Antártica. Los mapas que se han editado son mapas geológico y geomorfológico a escala 1:20 000 de la isla Marambio (Seymour) y, los mapas geológico y geomorfológico a escala 1:10 000 del entorno de bahía Esperanza. En un futuro se planea extender las actuaciones a otras áreas donde exista información cartográfica previa de grupos

de investigación españoles o argentinos, como la isla James Ross o las islas Livingston y 25 de Mayo (Shetland del Sur).

En la elaboración y edición de estos mapas se ha seguido el formato normalizado de las series cartográficas del IGME adaptado a las especiales características geográficas de la Antártida. Cada hoja del mapa está conformada por el mapa geológico o geomorfológico en la ventana central; una leyenda cronoestratigráfica en los mapas geológicos y de carácter mixto, y una genética-descriptiva en los geomorfológicos y, unos perfiles geológicos en la parte inferior. Todos estos elementos son los habituales en los mapas geológicos y geomorfológicos de España a escala 1:50 000. Además, cada hoja contiene una serie de esquemas adicionales, tales como: localización geológica, contexto estructural y columnas estratigráficas sintéticas en la parte derecha de cada hoja, que también son habituales en las series cartográficas antes citadas. Como elementos específicos de la Serie Geocientífica Antártica, se pueden considerar las fotos panorámicas o, el modelo digital del terreno que se incluyen en otras tantas *ventanas* informativas (Fig.1).

La elección de las zonas de trabajo se realizó con base a diversos factores tales como: posibilidad de acceso y logística adecuadas e interés científico. En este sentido, en la isla Marambio se halla la base homónima gestionada por la Fuerza Aérea Argentina. Su aeródromo es la puerta de entrada de gran parte del apoyo logístico para las bases y campamentos de este país y de otros en la península Antártica. La base Esperanza, es una base permanente ubicada en el norte de la península Antártica, en sus cercanías se ubican varios refugios argentinos que facilitan también el acceso a esta zona.

Desde el punto de vista científico, su elección como zonas de estudio se realizó con base en la información científica previa. Así, la isla Marambio ha sido objeto de numerosos estudios geológicos que se remontan a las primeras expediciones de finales del siglo XIX, ya que es una de las pocas islas en la Antártida con ausencia de hielos permanentes. La realización de los mapas geológico y geomorfológico de la isla ha permitido hacer una completa caracterización estratigráfica, geomorfológica y geodinámica de este sector que hace parte de la Cuenca de James Ross (Montes *et al.* 2008, 2011; Nozal *et al.* 2008 y Maestro *et al.* 2008). En el norte de la península Antártica, en las inmediaciones de la bahía Esperanza, también se han realizado diversas investigaciones científicas desde principios del siglo XX, con la expedición de Nordenskjöld (1903-1904). Aquí, la realización de los mapas geológico y geomorfológico ha permitido una mejor caracterización estratigráfica y estructural del basamento gondwánico y sus relaciones con la cobertera Mesozoico-Cenozoica (Rodríguez Fernández *et al.* 2008) y ha servido como soporte para estudios de anomalías magnéticas (Galindo-Zaldívar *et al.* 2012).

## Referencias

- Galindo Zaldívar, J., Ruiz Constán, A., Pedrera, A., Ghidella, M., Montes, M., Nozal, F. & Rodríguez Fernández, L.R. (2012). Magnetic anomalies in bahía Esperanza (NE Antarctic Peninsula): crystal structures and glacier erosion. *Tectonophysics*, 585: 68–76.
- Maestro, A., López Martínez, J., Bohoyo, F., Montes, M., Nozal, F., Santillana, S.N. & Marensi, S.A. (2008). Geodynamic implications of the Cenozoic stress field on Seymour Island, West Antarctica. *Antarctic Science*, 20 (2): 173-184.

- Montes, M., Santillana, S.N., Nozal, F. & Marensi, S.A. (2008). El Paleoceno superior de la Antártida: la Formación Cross Valley-Wiman de la isla Marambio. (mar de Weddell). *Geo-Temas*, 10: 667-668
- Montes, M., Santillana, S.N., Nozal, F. & Marensi, S.A. (2008). Estratigrafía de la Formación Sobral. Paleoceno inferior de la Isla Marambio. (Mar de Weddell, Antártida). *Geo-Temas*, 10: 669-672
- Montes, M., Nozal, F., Martín Serrano, A., Rodríguez Fernández, L.R. & Del Valle, R. (2013). Mapa Geológico de Bahía Esperanza; escala 1:10 000. Serie Cartográfica Geocientífica Antártica. Madrid-Instituto Geológico y Minero de España; Buenos Aires-Instituto Antártico Argentino.
- Montes, M., Nozal, F., Santillana, S., Tortosa, F., Beamud, E. & Marensi, S. (2011). Integrated stratigraphy of the Late Maastrichtian-Lower Paleocene strata of Marambio (Seymour) island, Antarctic Peninsula. Abstracts of 11th International Symposium on Antarctic Earth Sciences (ISAES), 549p. Edimburg.
- Montes, M., Nozal, F., Santillana, S., Marensi, S. & Olivero, E. (2013). Mapa Geológico de la Isla Marambio (Seymour); escala 1:20 000. Serie Cartográfica Geocientífica Antártica. Madrid-Instituto Geológico y Minero de España; Buenos Aires-Instituto Antártico Argentino.
- Nozal, F., Martín Serrano, A., Montes, M. & Del Valle, R. (2013). Mapa Geomorfológico de Bahía Esperanza; escala 1:10 000. Serie Cartográfica Geocientífica Antártica. Madrid-Instituto Geológico y Minero de España; Buenos Aires-Instituto Antártico Argentino.
- Nozal, F., Montes, M., Santillana, S. & Martín Serrano, A. (2013). Mapa Geomorfológico de la Isla Marambio (Seymour); escala 1:20 000. Serie Cartográfica Geocientífica Antártica. Madrid-Instituto Geológico y Minero de España; Buenos Aires-Instituto Antártico Argentino.
- Nozal, F., Montes, M., Santillana, S.N. & Martín Serrano, A. (2008). Unidades del relieve de la isla Marambio (mar de Weddell, Antártida). Com. del VII Congreso de Geología de España Las Palmas. *Geo-Temas*, 10: 747-750
- Rodríguez Fernández, L.R., Heredia, N., Montes, M., Nozal, F. & Martín Serrano, A. (2008). Evidencias de tectónica pre-Andina en la Península Antártica. Actas del XVII Congreso Geológico Argentino. Jujuy. Simposio 1: Tectónica Preandina, Tomo 1, 19-20

## GIS SOUTH AMERICA 1:1 M: NA.19 (Pico da Neblina) and SA.19 (Içá) sheets

Marcelo Esteves ALMEIDA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Ministério de Minas e Energia, marcelo\_almeida@ma.cprm.gov.br

The objectives of this project is to contribute with the Geological Map of the World and with the Tectonic Map of the South America at 1:1 M scale (ASGMI-CGMW) and to integrate, to re-value, to interpret, to systematize and to spread the geology and mineral resources of South America. This is especially important in the western side of the Guiana Shield, where the geological knowledge is scarce.

Another interests are: (a) To structure the base of data from several other subjects related to geology, generating a Data Bank of Geological information of the South America (GEOBANK-South America); (b) preparation of a Stratigraphic Lexicon of the South America (digital format); (c) development of training programs (on the job) in the geoprocessing methods; and (d)

interaction between teams of different geological services of the South America, making possible the exchange of information and the development of new projects of common interest.

The main justifications are (a) to give support to the strategic projection of government and private investments; and (b) to establish a geological South American data base in Geographic Information Systems-GIS unified (1:1 M), containing integrated information along the frontiers (geology, structural, tectonics, mineral resources and geodiversity).

Several meetings (2009 to 2011) were carried out by Brazil, Colombia and Perú (integration of geology along frontier countries), resulting in preliminary maps at 1:1M scale. Only Brazil and Venezuela shows at moment Mineral Resources Map at 1:1 M scale. In Brazil are located 59 and 103 mineral occurrences, respectively in NA.19 and SA.19 sheets, representing more than 80% of alluvial gold. In Venezuela (NA. 19) diamond occurrences from placers are dominant (5 or 55%).

Proterozoic geodynamic evolution is based on two different magmatic arc systems (accretionary growth) represented by calc-alkaline basements: (a) Cauaburi Arc 1.81-1.78 Ga (juvenile+crustal-derived contribution) and late to post orogenic granites 1.75 Ga; (b) Querari Arc 1.74-1.70 Ga (juvenile-derived origin). Several supracrustal rocks —arc-related basins— are deformed and metamorphised in low to high-grade (gold occurrences). Collisional events are recorded at 1.76 Ga (Cauaburi Arc-Tapajós-Parima continental collision); 1.54-1.48 Ga (Cauaburi and Querari arcs amalgamation, related to widespread crustal-derived origin granites generation: S- and I-types granites) and 1.33-1.20 Ga (K Mudku Event: probably an intraplate Grenville Orogenic effects). Mafic magmatism is the main Taphrogenetic event-markers in this region: Tapuruquara (1.17 Ga); Cujubim (0.90 Ga) and Uaraná (0.20 Ga). Widespread Cenozoic sedimentation, represented mainly by Solimões and Içá formations, recovers all this basement.

## Nueva visión geológica del Paraguay

Ángel María SPINZI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viceministerio de Minas y Energía, Dirección de Recursos Minerales del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, SSME, aspinzi@ssme.gov.py

El tiempo del cambio de era geológica, comprendido entre el Pérmico y el Triásico es la parte geológica paraguaya más compleja.

Esta situación es debida a la invasión de estructuras del tipo *horst-graben*, que produjeron en el Paraguay un relleno de abundantes fragmentos de rocas volcánicas, intrusivas, rocas gondwánicas y productos gravitacionales que rellenaron los fondos de estos hundimientos, en gran parte fuertemente caolinizados por líquidos deutéricos y meteóricos. Sobre este paquete caótico de aglomerados y fanglomerados, se produce una depositación de areniscas fluviales, paquete se conoce con el nombre de Formación Patiño, Spinzi (1982); siguen más arriba alternancias de areniscas fluvioeólicas, que corresponden a la Formación Geológica Yaguarón, Bartel (1994).

Existen áreas donde predominó la estructura *horst*, aquí la formación basal no está presente pero sí la Formación Yaguarón, esta situación hace que la Formación Yaguarón muchas veces este en contacto directo con materiales del Paleozoico y Precámbrico.

El sustrato donde se deposita el Mesozoico es del tipo



escabroso y en muchos casos con relieve positivo, donde el tiempo fue marcado por erosión e intemperismo. El conjunto de la Formación Patiño y la Formación Yaguarón se denomina, Grupo Misiones que se extiende desde el sur del Paraguay hasta el extremo norte, en una franja aflorante de unos 70 km de ancho en promedio, inclusive en la parte septentrional del Chaco Boreal paraguayo. Está interface entre ambas eras geológicas, es lo que le caracteriza a la geología paraguaya, y le da alto valor económico por ser un gran reservorio subterráneo de agua dulce.

El Grupo Misiones es por lo general de coloración ferruginosa rojizo, y en algunos casos, blanquecino; su característica ferruginosa es debida a la coexistencia de fracturamiento, hundimiento, levantamiento y magmatismo del tipo explosivo en tiempos sincrónicos, vale decir que muchos de estos paquetes, jamás se litificaron, llegando solamente a ser paleosuelos lateríticos. En otros casos se conforman rocas por calentamientos de intervención magmática y casi nulo, por diagénesis.

Debido a que la diagénesis no siempre está presente, estas formaciones son fácilmente erosionadas, formando grandes arenales con suficiente potencia, lo que solapa características genéticas de este grupo geológico. El Grupo Misiones también presenta abundantes intrusiones tabulares, muchas de ellas delgadas que pasan desapercibidas en las perforaciones, pero si conforman acuíferos colgados.

**Nota del editor:** Los representantes del Paraguay no pudieron asistir al *Geological Map of South America Workshop*, sin embargo, han manifestado su interés en participar como representantes en la elaboración de la nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica.

## Trabalhando com o ArcGis Server, GIS online do GEOBANK em sua nova fase

João Henrique GONÇALVES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Rio de Janeiro, jhg@sa.cprm.gov.br

O GEOBANK é um banco de dados geológico, desenvolvido em Oracle®, objeto relacional, do Serviço Geológico do Brasil, que reúne uma grande quantidade de dados geológicos, tabelares e gráficos, disponíveis através de consulta na internet.

Na sua mais recente fase de desenvolvimento se deu a migração dos arquivos *shapefile*, que constituíam o acervo, para tabelas do Oracle, através do cartucho Oracle Espacial. Ao mesmo tempo, os dados foram disponibilizados na internet, através do ArcGis Server, o novo ambiente GIS, que apresenta os dados do banco e um conjunto de modernas ferramentas de geoprocessamento.

Com a migração das consultas SQL para rotinas acopladas ao novo ambiente GIS, o GEOBANK abre novas e espetaculares perspectivas que vão desde consultadas e exportação direta em arquivos *shapefile*, *dxf*, *geodatabase*, gravados na estação do cliente, até a possibilidade de ferramentas de cortes, tanto para arquivos vetoriais, como para arquivos do tipo raster.

Objetivando disponibilizar as consultas e exibição de mapas via telefones celulares, tablets e móbile o GEOBANK foi conectado à nuvem do ArcGis Online.

Essa nova dimensão que o banco de dados alcança, permite aos mais diversos tipos de usuários, realizarem consultas e exibir dados em qualquer lugar em que se encontre.

Devido a uma série de fatores associados a sua modernidade, robustez e utilização de ferramentas avançadas, no ano de 2013, a CPRM foi agraciada com o prêmio *Archivement in GIS Award* (SAG), em evento internacional User Conferência, realizado na cidade de S.Diego da Califórnia, nos Estados Unidos da América.

Palavras-Chave: Geobank, ArcExibe, conexão, WMS, OGC, CPRM, DIGEOP, Arcgis, Oracle.

# Presentaciones / *Lectures*



# Celebración del centenario de la CCGM en Villa de Leyva, Colombia 21 de Julio 2014

Phillip  
ROSSI\*



\* cgm@club-internet.fr  
Presidente de la comisión del  
Mapa Geológico del Mundo  
(CGMW)



**1913 - 2013**

**100 YEARS MAPPING THE WORLD**



**100 años de existencia**

Celebración del centenario de la CCGM en  
Villa de Leyva, Colombia 21 de Julio 2014

Diapositiva 1.

Agradecemos al Servicio Geológico Colombiano y a la Subcomisión América del Sur de la CCGM la oportunidad que nos brindan con ocasión del:

*Taller del Mapa Geológico de América del Sur*, de conmemorar con nuestros colegas sudamericanos el centenario de la creación de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo.

Diapositiva 2.

Los trabajos de dos eminentes colegas nos han permitido recopilar información sobre los orígenes de la Comisión:

A.I. Zhamoida (Rusia): *The quarter of the century in the CGMW* (2007),



Ph. Bouysse (CCGM): *Genesis and trajectory over one century of existence* (bull. 57 bis CGMW, 2013).



### Diapositiva 3.

La historia de los mapas geológicos se entrelaza con la historia de la geología. Los avances de la geología han influido en el progreso del mapeo geológico que a su vez refleja el estado de los conocimientos.

### Diapositiva 4.

La Geología surge a principios del siglo XIX gracias a la combinación de factores tales como :

- Grandes progresos de las ciencias, y
- El rol mayor que jugaron algunos pioneros



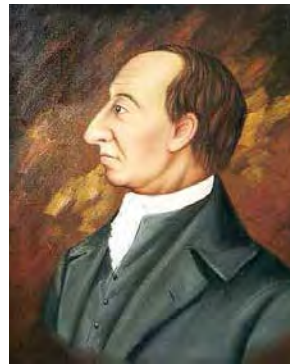
J. Von Charpentier



A. Brongniart



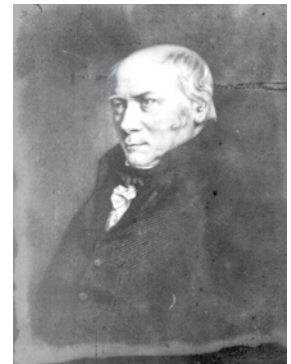
A. G. Werner



J. Hutton



G. Cuvier



W. Smith

#### Diapositiva 5.

El mapa geológico moderno nace al principios del siglo XIX dentro del contexto:

- Del inventario de recursos económicos, y
- De asombro que suscita entre los primeros naturalistas descubrir “cuán organizada es la Madre Naturaleza!”

Desde sus comienzos, el mapa geológico encarnó la síntesis de varios intereses:

- La mineralogía,
- La topografía, pero también...
- El tiempo

#### Diapositiva 6.

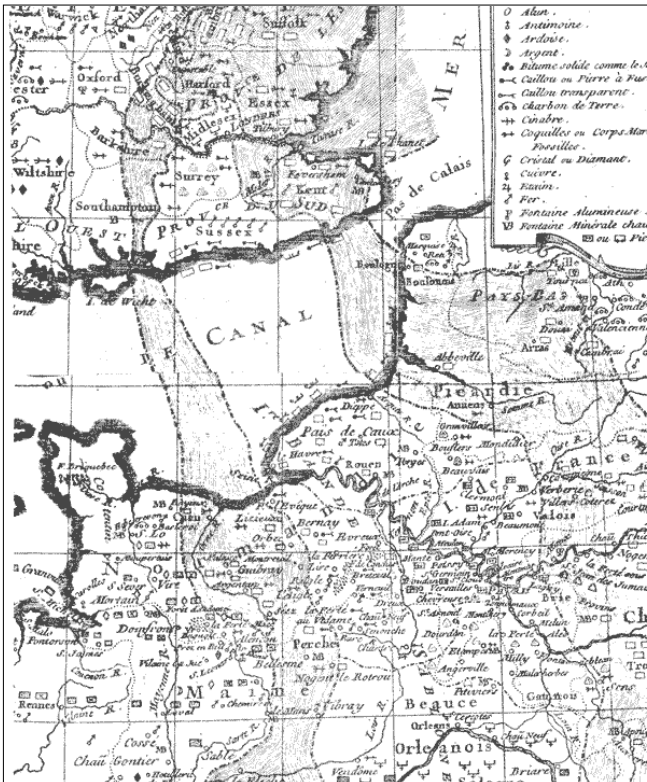


Diapositiva 7.

Jean-Etienne Guettard (1715-1786) puede ser considerado como el verdadero pionero de los mapas geológicos.

“Carta mineralógica donde se muestran la naturaleza y la situación de los terrenos que atraviesan a Francia e Inglaterra” (1751)

“Mineralogical map where is exposed the nature and the situation of the terrains which cross over France and England” (1751)



Diapositiva 8.

El mapa de J Guettard (1746) era en realidad una recopilación de depósitos localizados de manera poco precisa. No contribuyó al mejoramiento de la necesaria reconstitución de la historia geológica del planeta.

**Lo que faltaba en esta construcción, era la opción de interpretación.**

Un progreso importante consistió en el agrupamiento de afloramientos de estratos de la misma naturaleza en “series” o en “formaciones” y su codificación por colores.

Estos agrupamientos eran necesarios para proceder a:

- Clasificar las observaciones de campo,
- Organizar los conocimientos adquiridos
- Tratar de desarrollar un lenguaje común para describirlos

**Diapositiva 9.**

Las relaciones de cobertura entre las unidades introdujeron en el mapa una significación cronológica que no la tenía a comienzos del siglo XIX.

Esta incipiente consolidación apareció por primera vez en los mapas alemanes inspirados en la teoría del neptunismo, por ejemplo:

- Las rocas se formaron sucesivamente a través del tiempo
- Son el resultado de depósitos paulatinos en los antiguos mares, y
- Cada superposición representa un hito en la historia geológica

**Diapositiva 10.**





### Johann F. von CHARPENTIER (1728 - 1805)

En este mapa, tipos importantes de rocas, como el granito y la piedra caliza, están indicados con colores, mientras que los otros tipos de roca están señalados con símbolos.

Mapping basalts in Saxony (1778)

#### Diapositiva 11.

### La evolución hacia los mapas modernos

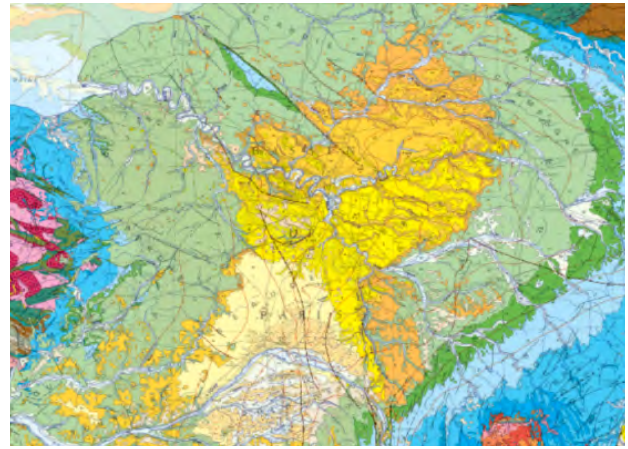
- En los mapas franceses, como el mapa de J. Guettard, se proporcionaban datos prácticos y económicos (conjunto de símbolos)
- En los mapas geognósticos alemanes de finales siglo XVIII se observa un intento de clasificación cronológica.

#### Diapositiva 12.

El mapa de G. Cuvier y A. Brongniart: el primer mapa geológico moderno en haberse publicado



(1811)



(2003)

*Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris* (1811) Ensayo sobre la geografía mineralógica de los alrededores de París (1811)

Diapositiva 13.

El primer mapa de un país: El "Big Map" (1815) de William Smith



A Geological Map of England and Wales, with part of Scotland (1:316 800 scale).

Diapositiva 14.

### **Evolución de la tipología de los mapas**

- Grupos de símbolos y franjas (Guettard, 1746)
- Mapas coloreados con amplias unidades “geognósticas” (Charpentier, 1778)
- Mapas regionales bio-estratigráficos en color (Cuvier y Brongniart, 1811)
- Mapas bio-estratigráficos generales en color (Smith, 1815)

#### **Diapositiva 15.**

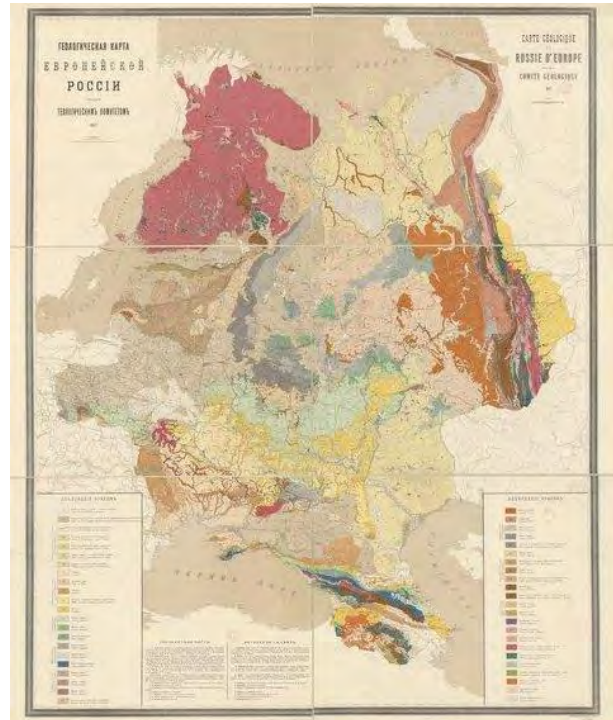
Luego del mapa de W. Smith (1815), el primero de un país, los mapas geológicos nacionales fueron levantados rápidamente en Europa:

Francia (1841), Bélgica (1848), Austria- Hungría (1850), Alemania (1869), Italia (1880), España (1889), Rusia (1892, Ural occidental), y en los Estados Unidos (1874).

#### **Diapositiva 16.**

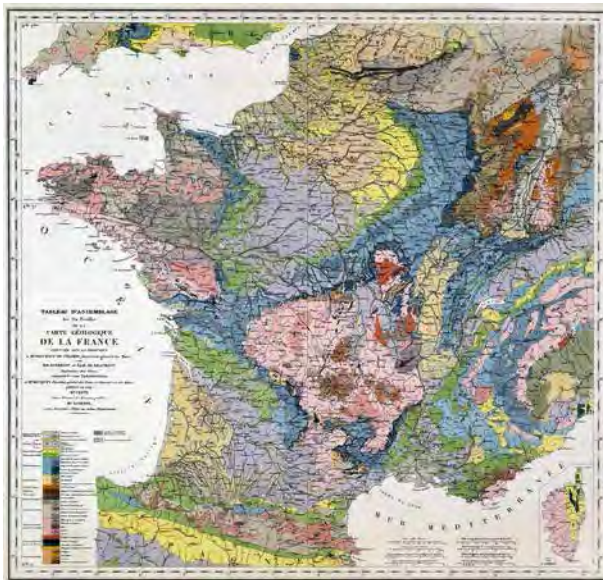


Mapa geológico de Alemania (1869). H. von Dechen



Mapa Geológico de Rusia Europea (1892) a la escala de 1:520,000. A. Karpinsky, S. Nikitin ; Th. Tachernyshev ; N. Sokolov ; A. Mikhalsky

Diapositiva 17.



Mapa Geológico de Francia a la escala de 1:0.5M (1841). L. Elie de Beaumont y A. Dufrenoy



Mapa Geológico de Bélgica (1848)

Diapositiva 18.

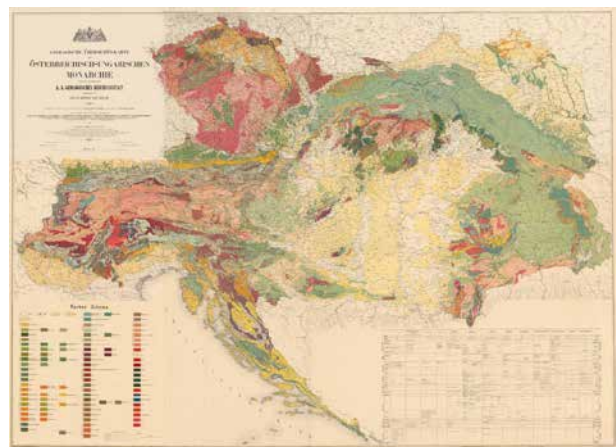


Mapa geológico de España (1852)  
Joaquín Ezquerro del Bayo

Diapositiva 19.



Mapa Geológico de Italia (1880)



Mapa Geológico de Austria- Hungría (1850)

Diapositiva 20.

Al tiempo que se levantaban los mapas geológicos nacionales, algunas síntesis de Europa y Norteamérica, como también del mundo, empezaron a producirse

Diapositiva 21.



*Mapa Geológico de Europa (1856) A.*  
Johnston, R. Murchison,  
J. Nicol, a escala de  
1:9,500,000

Diapositiva 22.



*Mapa Geológico de Europa (1875)  
André Dumont, a escala de 1:3,800,000*

Diapositiva 23.

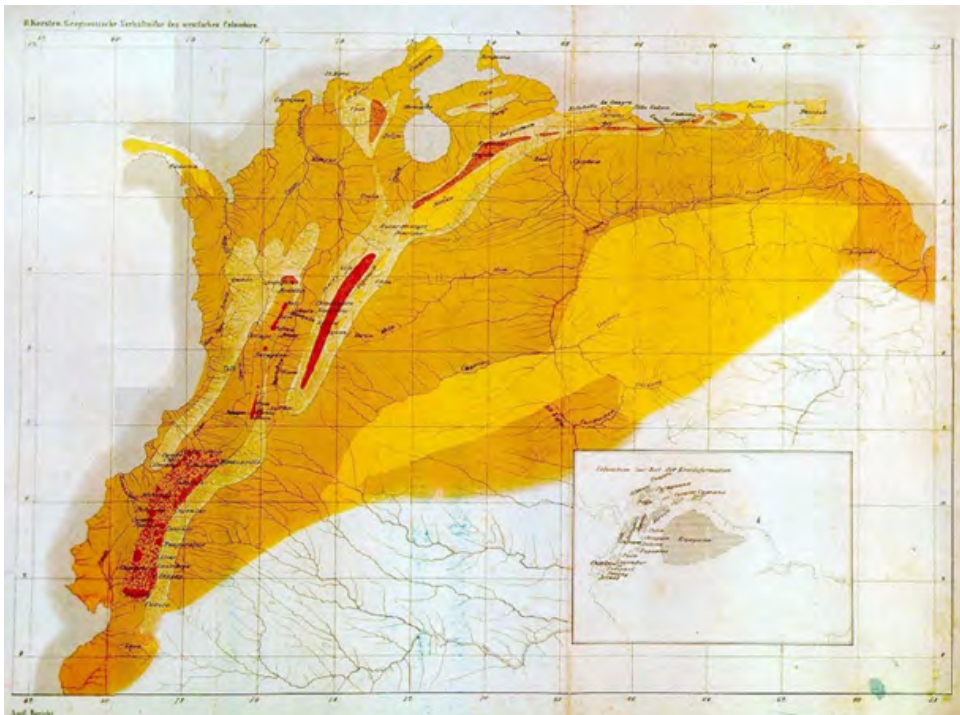


*Mapa Geológico de los Estados Unidos (1874) Asher & Adams, escala de 1: 6,696,600*

Diapositiva 24.

en America del Sur también ...  
Aparecieron los primeros mapas geológicos, casi al mismo tiempo que en Europa

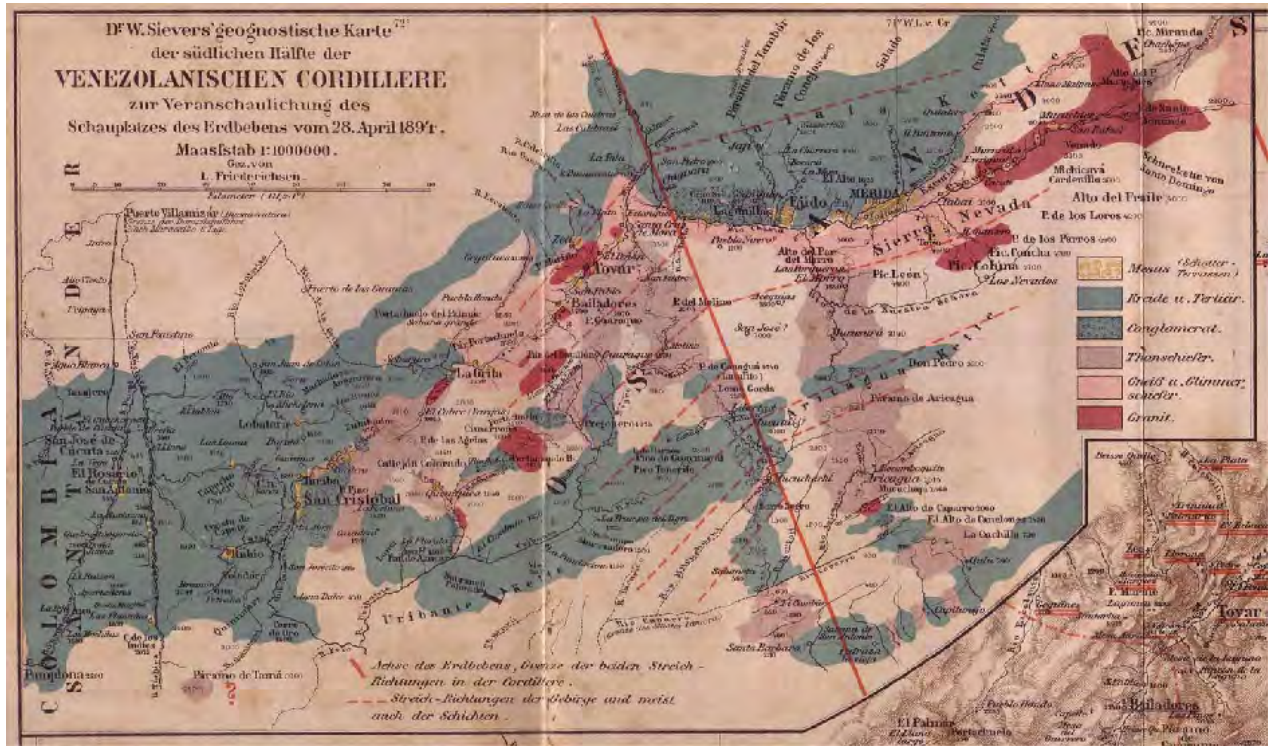
Diapositiva 25.



**Mapa Geológico de  
Colombia, H. Karsten  
(1856)**

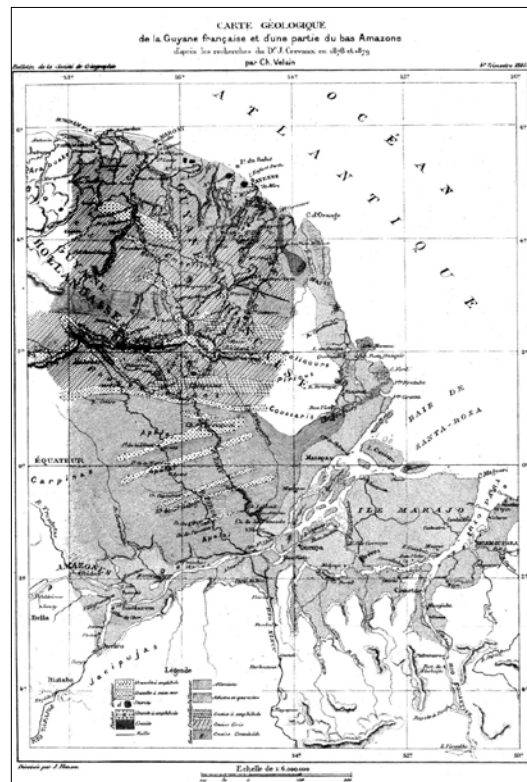
Diapositiva 26.





Mapa Geológico de Venezuela, Wilhelm F. Sievers (1894)

Diapositiva 27.



Mapa Geológico de Guiana Francesa.  
J. Crévaux (1878-79)  
Ch. Velain (1885).  
Escala: 1:6M

Diapositiva 28.



*Golpe de vista geológico do Brazil e de algumas outras partes centras da America do Sul*, F. Foerster (1854).  
Escala: 1:15M

Diapositiva 29.



*Mapa Geológico de Argentina*, P. P. King (1830)

Diapositiva 30.



Mapa Geológico de América del Sur, Franz Foetterle (1856)

Diapositiva 31.

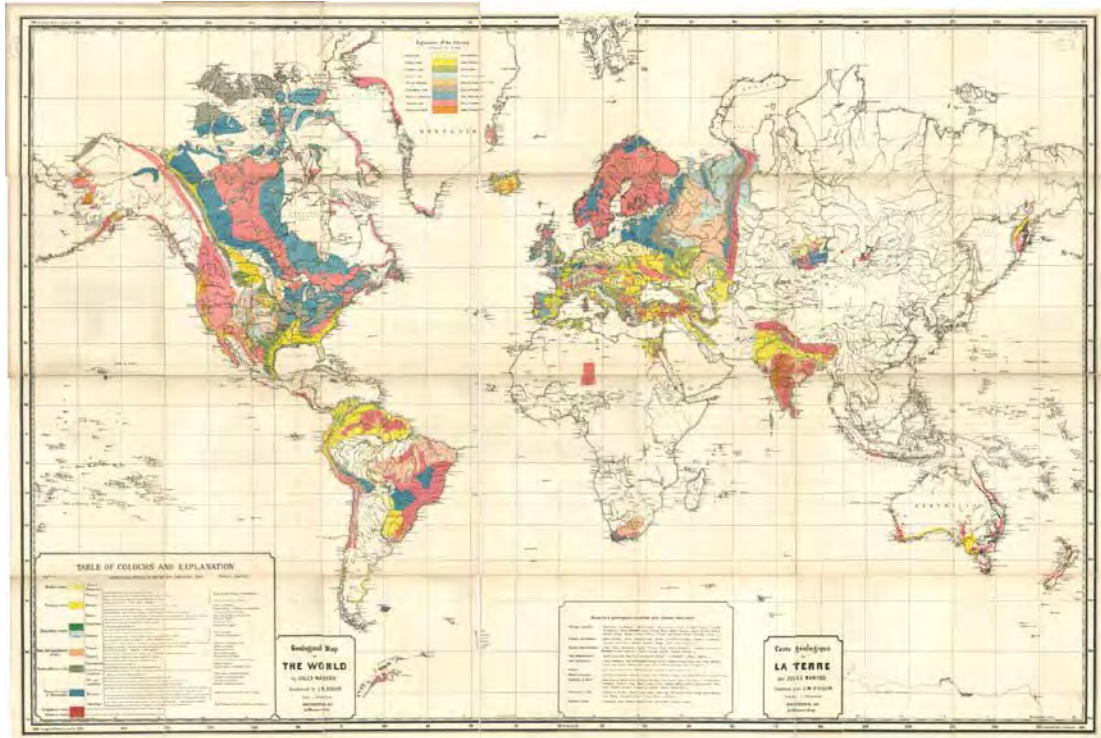
Primer intento de un Mapa Geológico del Mundo



Ami Boué, 1843: *Essai d'une carte géologique du globe terrestre* ( a la escala de 1:58 M)

Diapositiva 32.

Segundo intento de un Mapa Geológico del Mundo



Jules Marcou, 1861: *Geological Map of the World* (1:23 M)

Diapositiva 33.

Todas estas síntesis:

- Se llevaron a cabo independientemente de los servicios geológicos,
- y con ninguna o poca cooperación internacional.

Diapositiva 34.

Al final del siglo XIX,

- El flujo de datos aumentó notablemente
- Se crearon numerosos servicios geológicos en Europa y otros continentes.

En las comunidades de geólogos europeos y norteamericanos se alcanzó el momento propicio para crear una estructura internacional que:

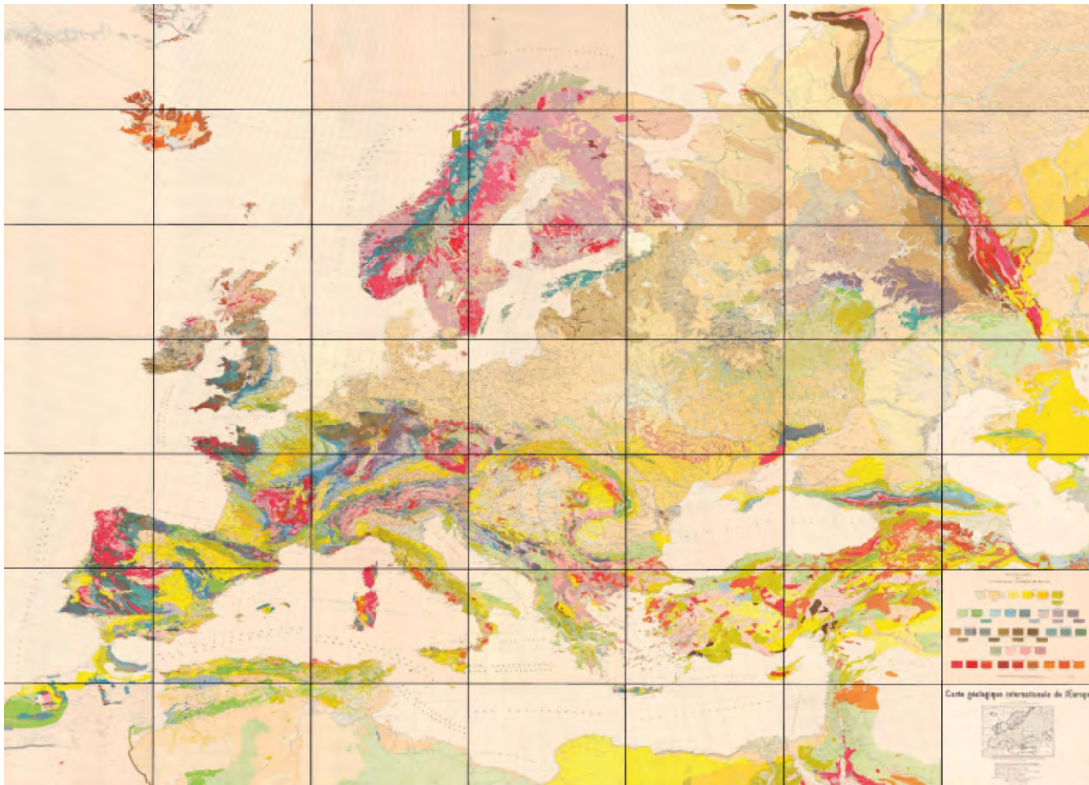
- Permita la estandarización de toda la terminología geológica, y
- la unificación de las representaciones geológicas

**Diapositiva 35.**

### **Fechas importantes en la historia de la CCGM**

- 1881: 2° Congreso Geológico Internacional (CGI) de Boloña. Creación de la Comisión para el Mapa Geológico Internacional de Europa
- 1910: 11° CGI (Estocolmo). G. O. Smith propone la compilación de un Mapa Geológico Internacional del Mundo a la escala de 1:1 M.
- 1913: 12° CGI (Toronto). La Comisión termina la primera edición del Mapa Geológico de Europa a 1:5 M. Se crea la Comisión para el Mapa Geológico Internacional de Europa y del nuevo Mapa del Mundo.

**Diapositiva 36.**



Mapa Geológico de Europa, 1a. edición (1913)

Diapositiva 37.

- 1924-1932: Mapa del Mundo a escala de 1:15 M de F. Beyschlag & W. Schriel (no es CCGM).
- En 1926 (14° CGI, Madrid) por la Comisión del Mapa Internacional del Mundo.
- En 1952 (19° CGI, Alger)
  - La Commission se convierte en la Comisión del Mapa Geológico del Mundo.
  - Comienzan a los trabajos de la CCGM para el Atlas Geológico del Mundo a escala de 1:10 M

Diapositiva 38.



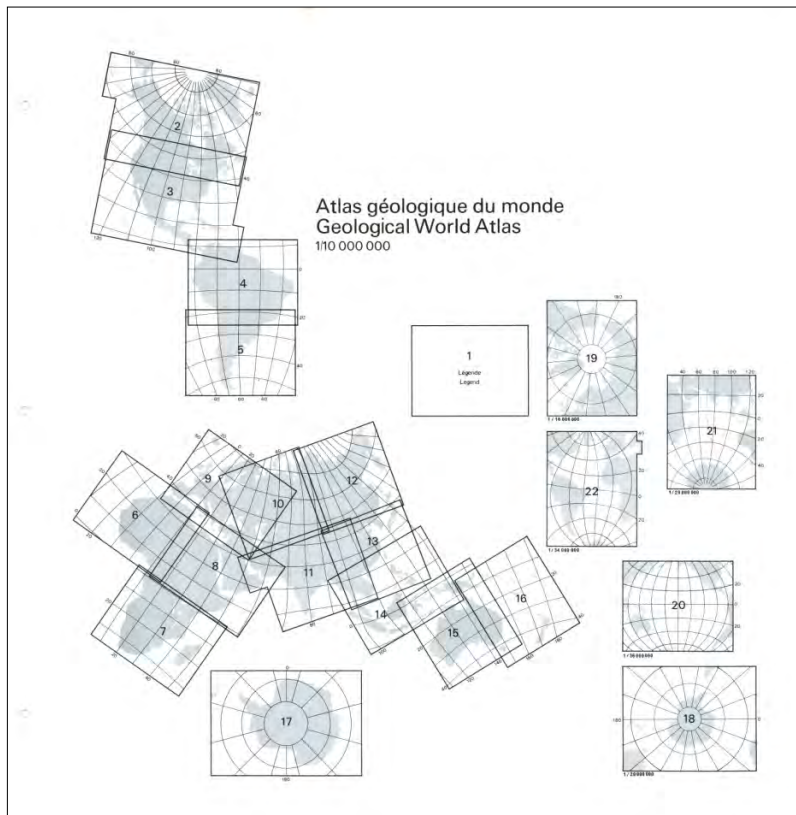
F. Beyschlag & W. Schriell (1924-1932).  
Mapa del Mundo a escala de 1:15 M



Diapositiva 39.

- 1964: (Viena). Pautas para la preparación del Atlas Geológico del Mundo de la CCGM
- 1974: Impresión de los primeros mapas del Atlas
- 1980: Se establecen los estatutos la organización actual de la CCGM
- 1982: Primera edición del Mapa Tectónico del Mundo
- 1990: Primera edición del Mapa Geológico del Mundo

Diapositiva 40.



## El Atlas Geológico del Mundo de la CCGM

- Premisas: 1952
- Inicio: 1964
- Impresión: 1974 - 1984

Coordinadores generales:  
G. Choubert y A. Faure-Muret

Diapositiva 41.

## Atlas Geológico del Mundo de la CCGM (1974-1984)

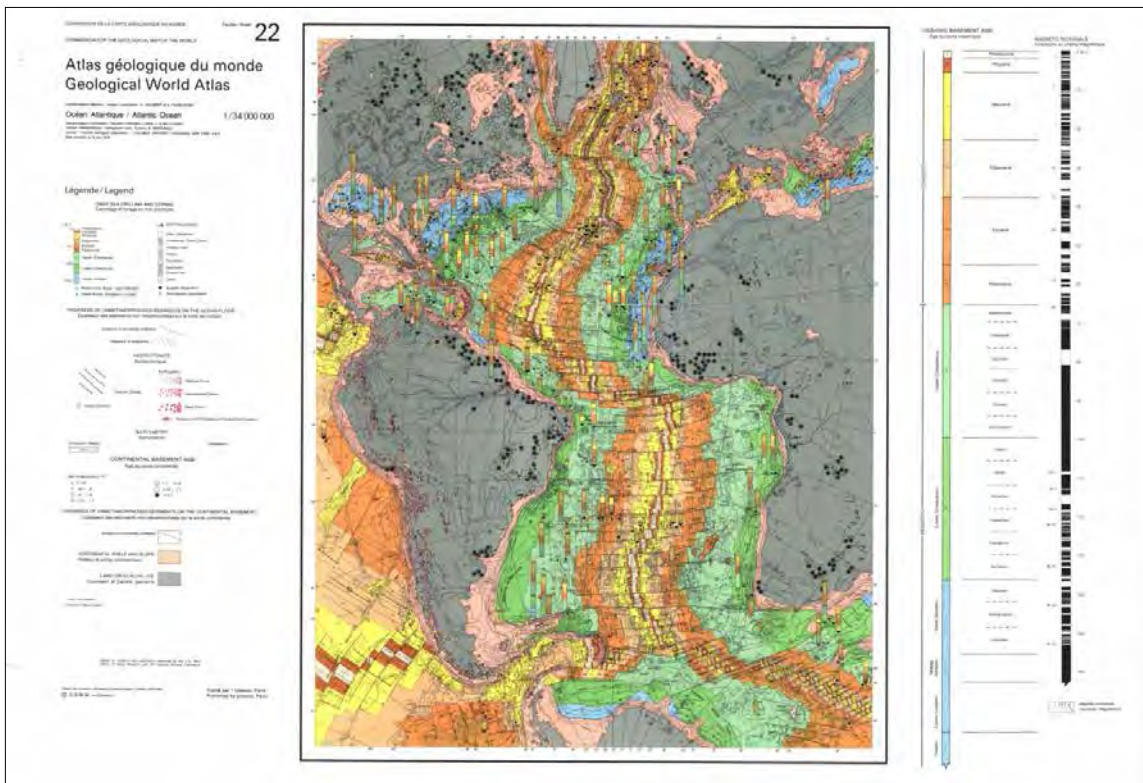
La base topográfica fué suministrada por la American Geographical Society y reducida de 1:5 M a 1:10 M

La batimetría de los océanos es de la Academia de Ciencias de la (otrora) U.R.S.S. gracias a una sugestion de A. A. Bogdanov.

El Instituto Geográfico Nacional de Francia en París se encargó de la reducción de los mapas continentales y de plotear los datos batimétricos suministrados por la U.R.S.S. en las áreas oceánicas de las hojas continentales, e igualmente, de dibujar, en las proyecciones y escalas apropiadas, las cinco hojas de los océanos y de los polos.

Diapositiva 42.



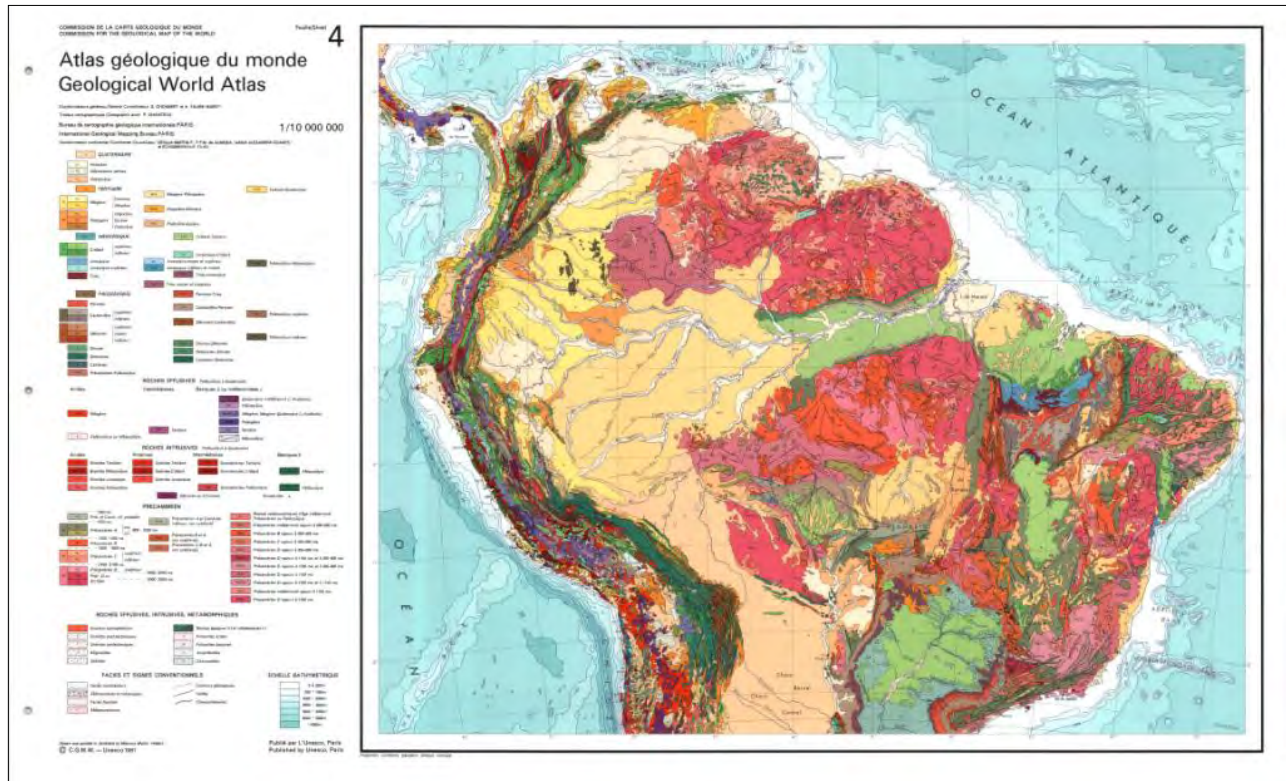


El Atlas CCGM ofrece por la primera vez una visión completa de la geología de los continentes y los océanos del Mundo

Diapositiva 43.

### Algunas mapas de América del Sur de la Comision

Diapositiva 44.



América del Sur. Geological Atlas of the World (CGMW-UNESCO, 1981) Escala: 1:10 M

Diapositiva 45.



Mapa Geológico de América del Sur, CGMW 1964.  
Escala: 1:5 M

Diapositiva 46.



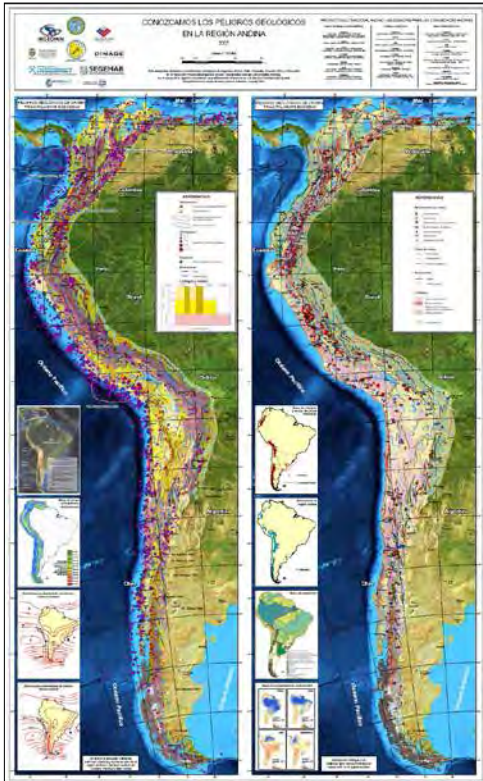
Mapa Geológico de América del Sur, CGMW 2001  
Escala: 1:5 M

Diapositiva 47.

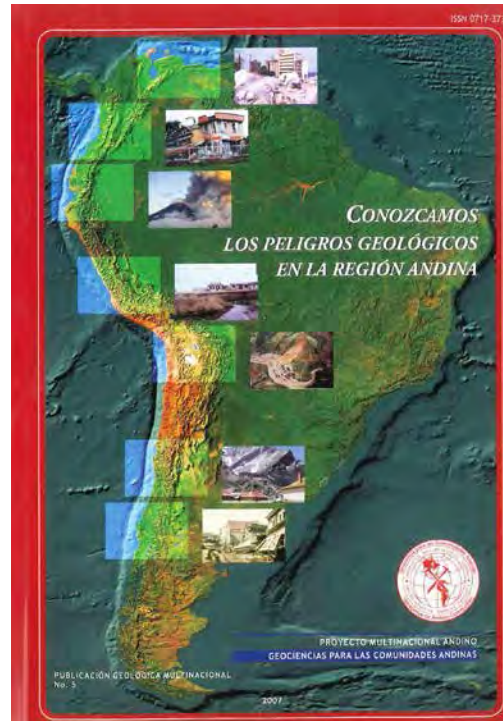


Mapa metalogénico de América del Sur, (2008)

Diapositiva 48.

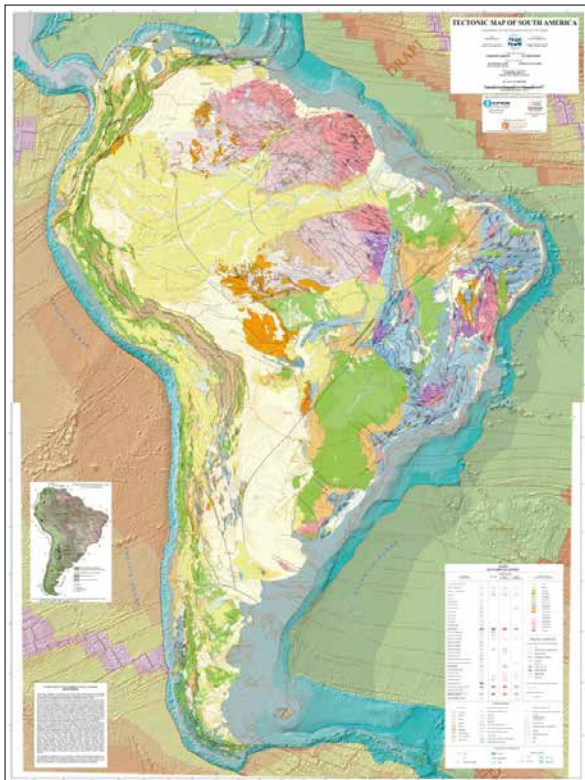


The Andean Hazards Map



Un libro de 80 paginas

Diapositiva 49.

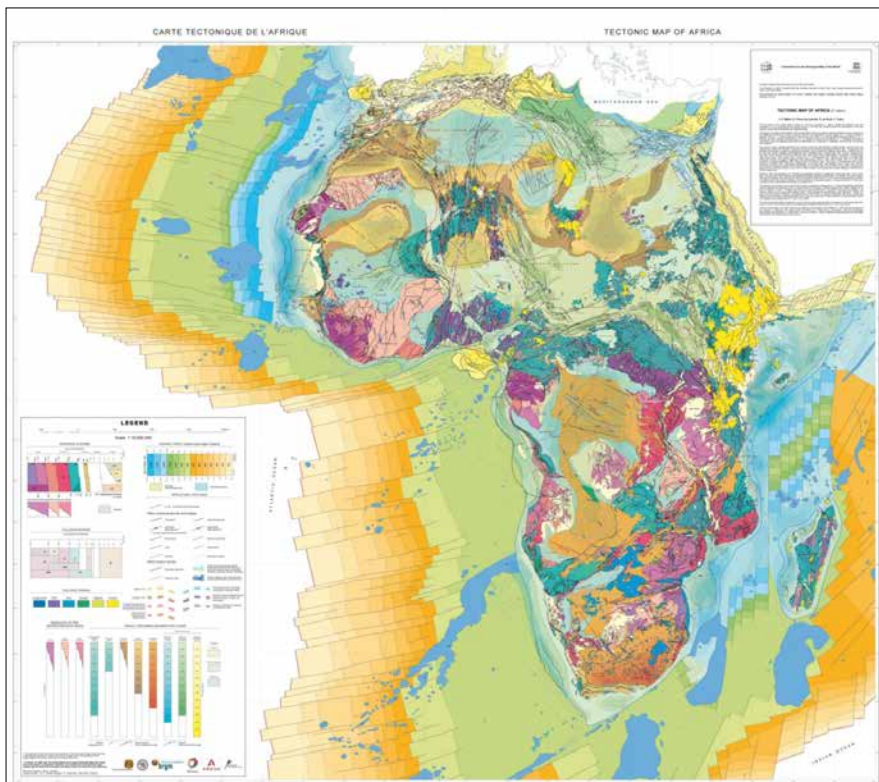


Mapa Tectónico de América del Sur,  
(2014) Escala: 1:5 M

Diapositiva 50.

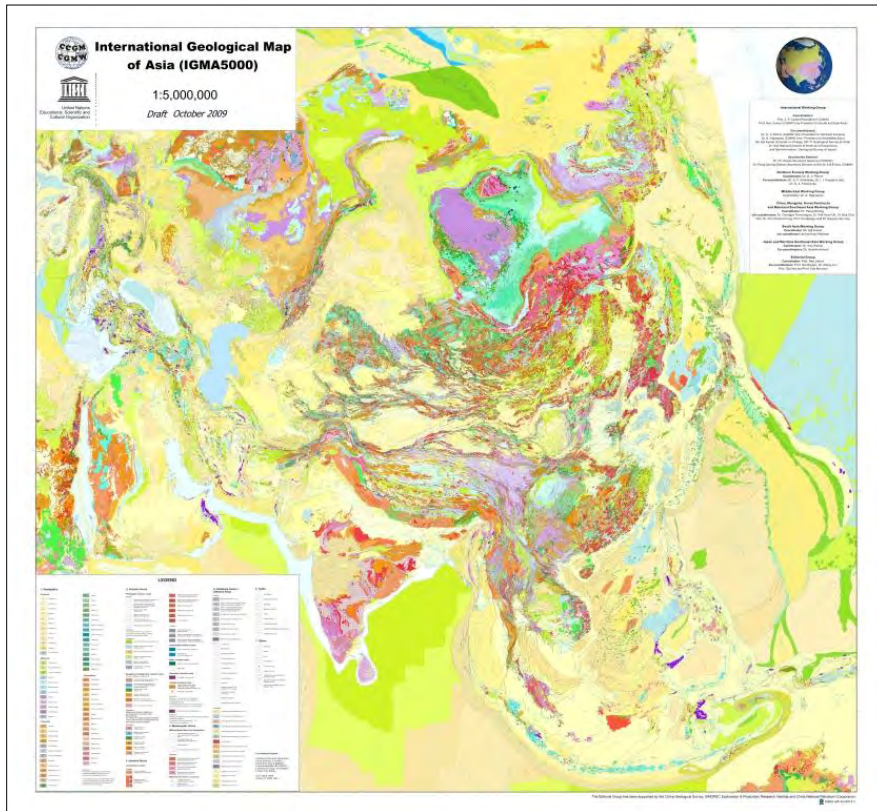
## Otros ejemplos de cartografía geológica a escala continental

Diapositiva 51.



Mapa tectónico de Africa (2010) a escala de 1:10 M

Diapositiva 52.

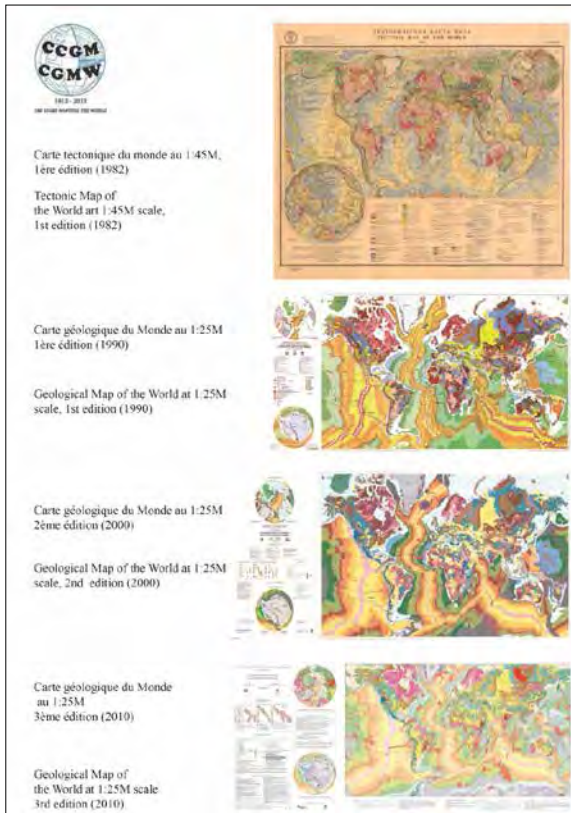


*Mapa geológico de Asia (2013) a escala de 1:5 M*

Diapositiva 53.

### Mapas del mundo producidos por la CCGM

Diapositiva 54.



*Mapa tectónico del Mundo a escalas 1:15 M y 1:45 M (1982)*  
Editores: V. E Khain, Yu. G. Leonov

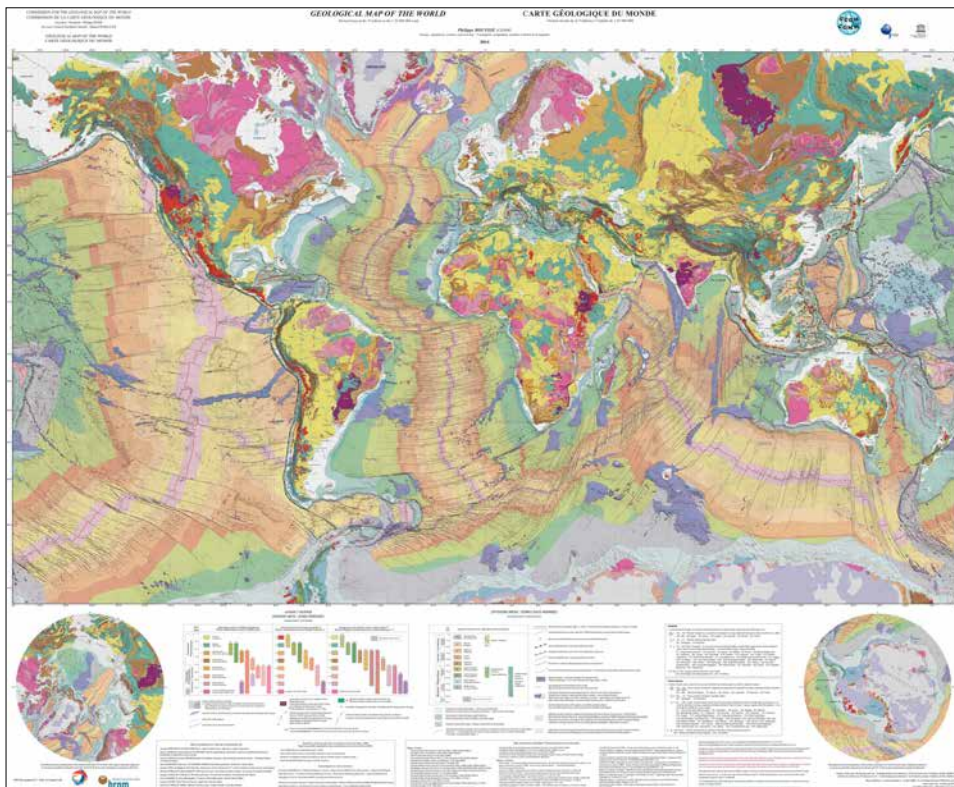
*Mapa geológico del mundo a escala 1:25 M*

1ª edición: 1990

2ª edición: 2000

3ª edición: 2010

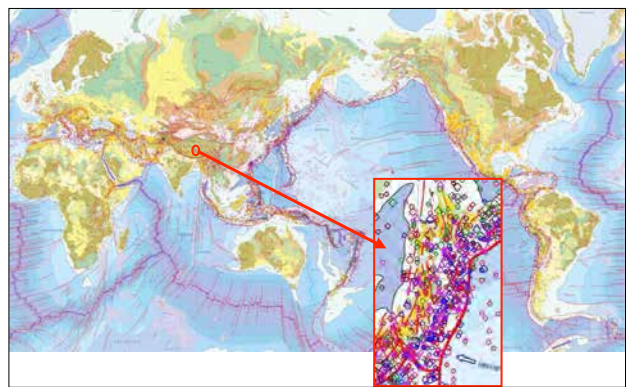
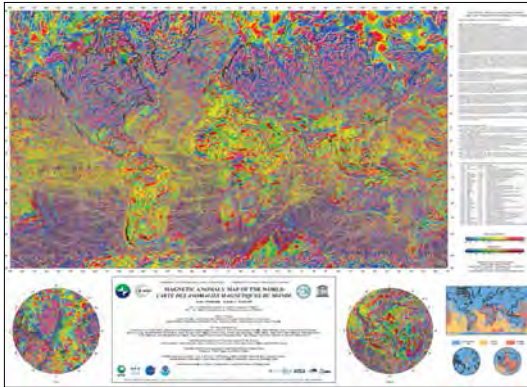
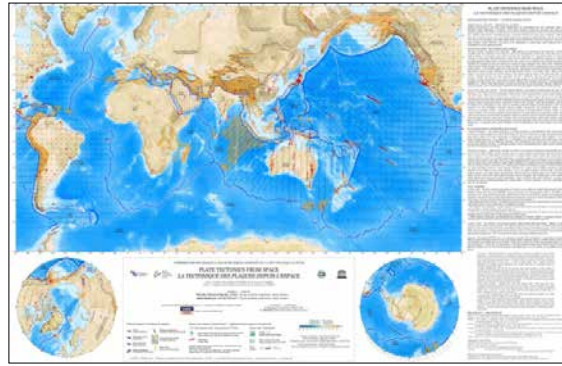
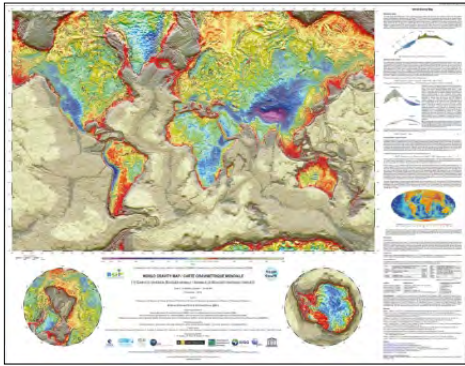
Diapositiva 55.



*Mapa geológico del Mundo*  
3ª edición bis (2014)

Diapositiva 56.

Algunos mapas geofísicos ...



Diapositiva 57.

**Muchas gracias**

Diapositiva 58.



# CGMW 50 years of activities in South America

Carlos  
SCHOBENHAUS\*



\* carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br  
Geological Survey of Brazil  
(CPRM), Vice-President of  
CGMW for South America  
of the CGMW

## **CGMW, 50 YEARS OF ACTIVITIES IN SOUTH AMERICA**

Carlos Schobbenhaus  
Geological Survey of Brazil (CPRM)  
Commission for the Geological Map of the World (CGMW)

Diapositiva 1.

### **Geological and thematic maps of South America**

2014	TECTONIC (CGMW-CPRM-SEGEMAR-ASGMI-UNESCO)
2005	METALLOGENIC (CGMW-SEGEMAR-ASGMI-UNESCO)
2004	METAMORPHIC (CGMW-CPRM-DNPM-UNESCO)
2001	GEOLOGIC (CGMW-DNPM-CPRM-UNESCO)
2000	GEOLOGIC (CGMW-DNPM-CPRM-UNESCO)
1996	HYDROGEOLOGIC (HIP-UNESCO-CPRM-DNPM)
1983	METALLOGENIC (CGMW-MEM/Venezuela)
1978	TECTONIC (CGMW-DNPM-UNESCO)
1964	GEOLOGIC (CGMW-DNPM/CNP-USAID-UNESCO)
1950	GEOLOGIC (GSA, AGS, USGS)
1856	GEOLOGIC (IGIA)

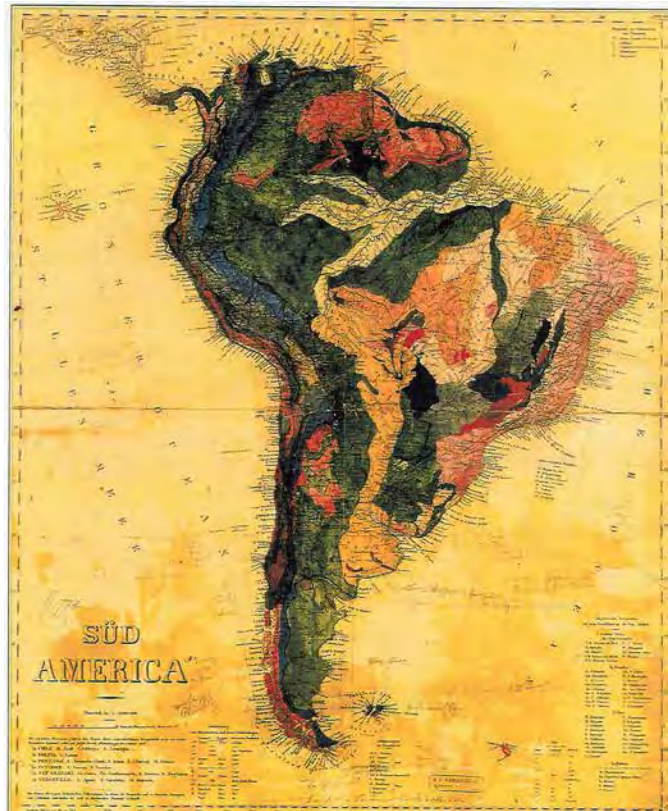
Diapositiva 2.

**Süd America 1:15 M**

(1856)

Imperial Geological Institute of Austria

Author: Franz Foetterle



Diapositivas 3 y 4.

**PROJECTS OF THE CGMW IN SOUTH AMERICA**

Diapositiva 5.

### Geological Map of South America 1:5 M (1964)

© CGMW-DNPM  
(CNP-USAID-UNESCO)

General Coordinator  
Alberto Ribeiro Lamego

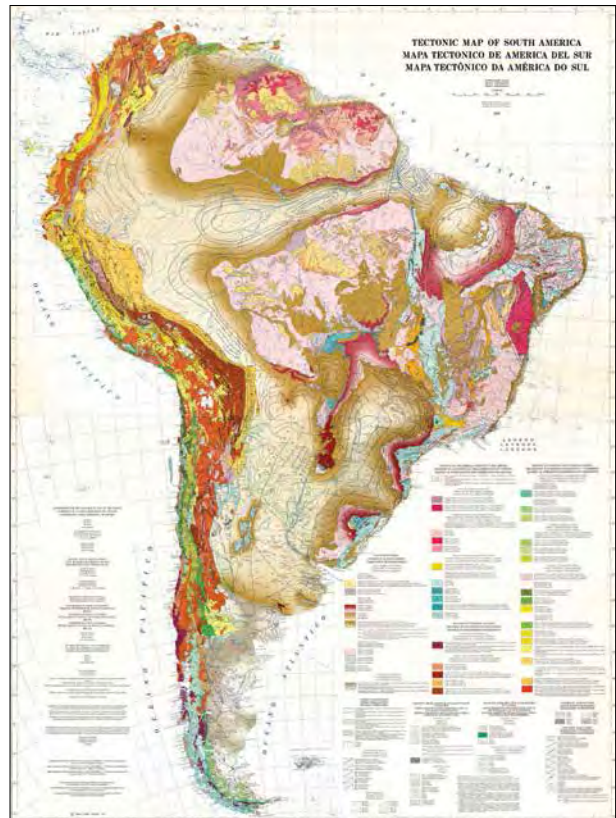


Diapositivas 6 y 7.

### Tectonic Map of South America 1:5 M

(1978)  
© CGMW-DNPM-UNESCO

General Coordinator  
Fernando Flávio Marques de Almeida



Diapositivas 8 y 9.

### Metallogenic Map of South America 1:5 M (1983)

© CGMW- MEM (Venezuela)

General Coordinator  
Cecilia Martin



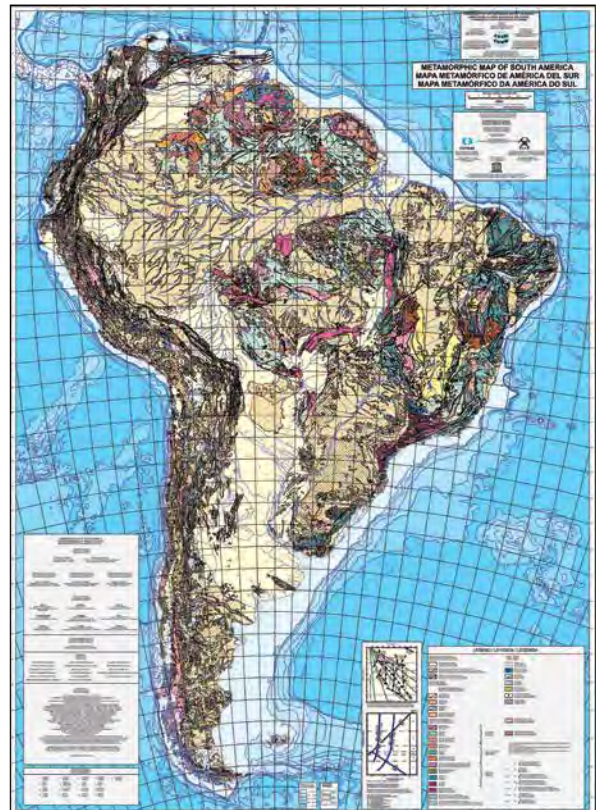
Diapositivas 10 y 11.

### Metamorphic Map of South America 1:5 M

(2004)

© CGMW-CPRM-DNPM-UNESCO

General Coordinators  
Francisco Hervé & Eberhard Wernick



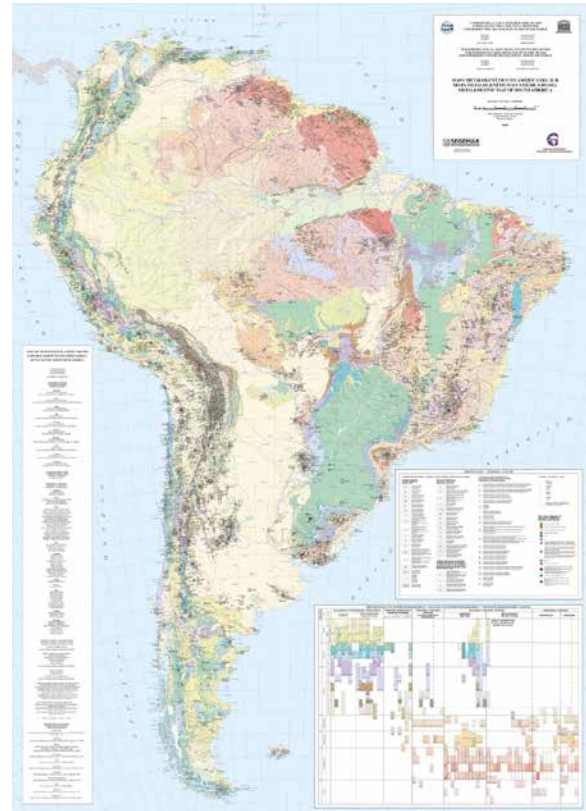
Diapositivas 12 y 13.

### Metalogenetic Map of South America 1:5 M

(2005)

© CGMW-SEGEMAR-UNESCO

General Coordinator  
Eduardo Zappettini



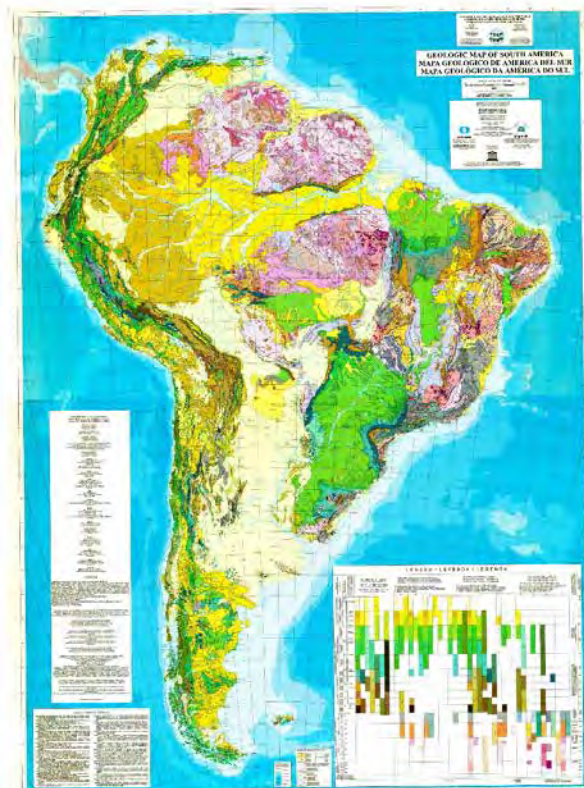
Diapositivas 14 y 15.

### Geologic Map of South America 1:5 M

(2000)

© CGMW-DNPM-CPRM-UNESCO

General Coordinators  
Carlos Schobbenhaus & Alirio Bellizzia



Diapositivas 16 y 17.

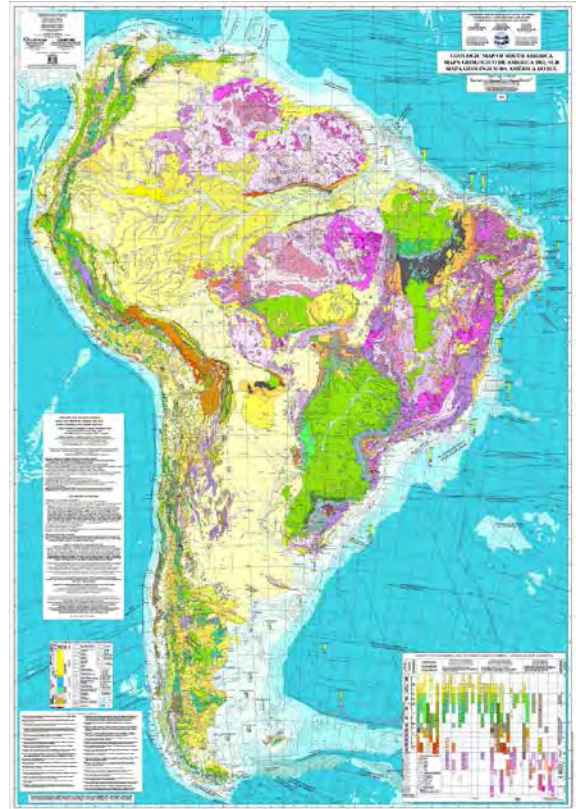
## Geologic Map of South America 1:5 M

(2001)

© CGMW-DNPM-CPRM-UNESCO

General Coordinators

Carlos Schobbenhaus & Alirio Bellizzia



Diapositivas 18 y 19.

## Tectonic Map of South America 1:5 M

(2014)

CGMW-CPRM-SEGEMAR

General Coordinators

Umberto Cordani & Victor Ramos

Adjoining Coordinators

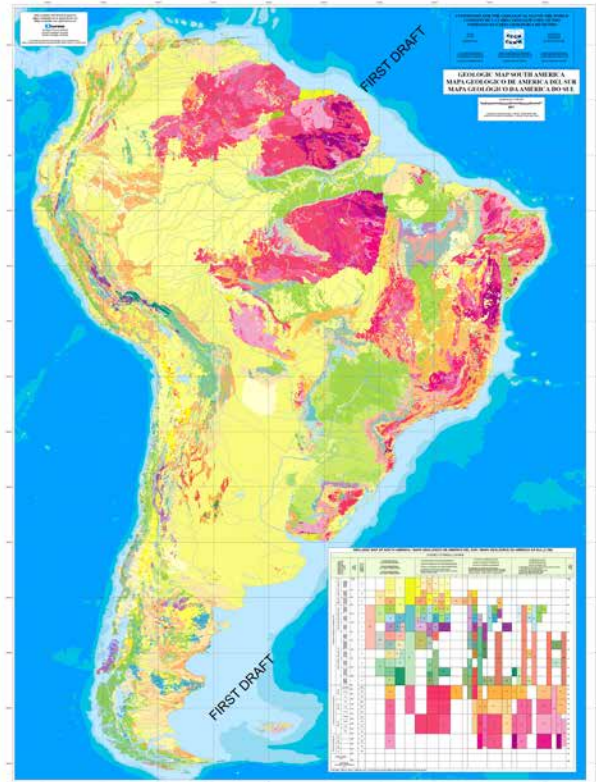
Inácio Delgado, Marcelo Cegarra & Leda Fraga



Diapositivas 20 y 21.

**Geologic Map of South America  
1:5 M  
(FIRST DRAFT)**

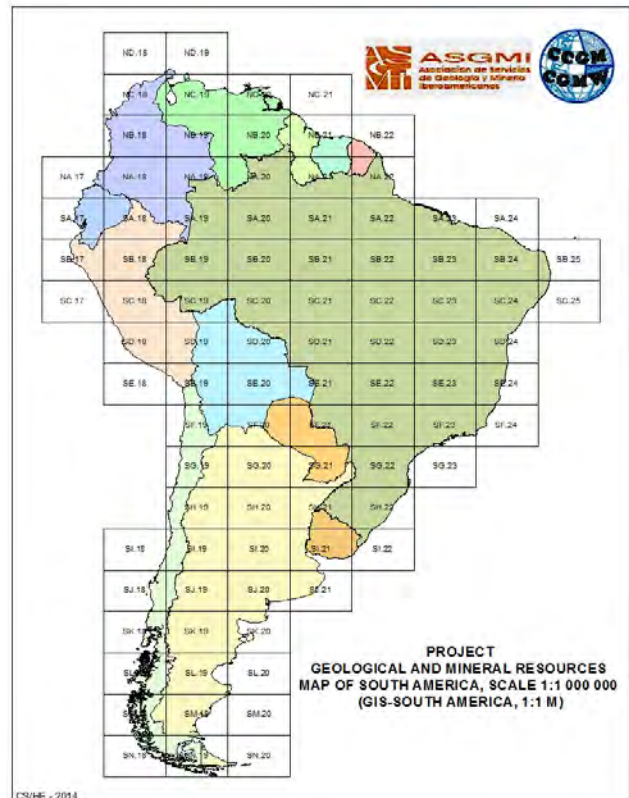
General Coordinators  
Carlos Schobbenhaus & Jorge Gomez Tapias



Diapositivas 22 y 23.

**PROJECT  
Geological and Mineral Resources Map of  
South America at 1:1M and related data basis  
(GIS-South America 1:1M)**

ASGMI-CGMW  
Mercosul (2004)

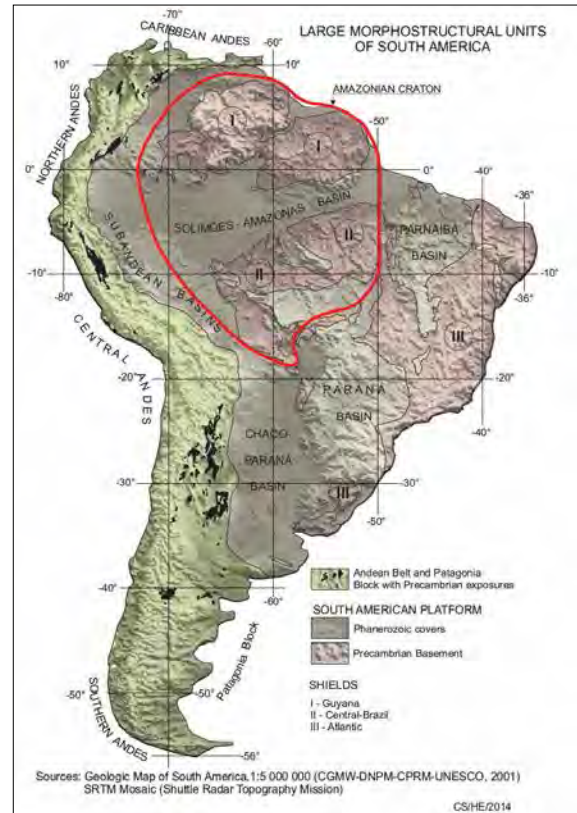


Diapositivas 24 y 25.



## A NEW PROJECT Geological Map of the Amazonian Craton1: 2,5 M Scale

General Coordination  
Lêda Maria Fraga



Diapositivas 26 y 27.

## Amazonian Craton

One of the largest and least known Precambrian areas of the world (5,600,000 km<sup>2</sup>) involving tectonic/geochronological provinces from the Archean to the Mesoproterozoic. Its area involves parts of eight South American countries, mainly of Brazil.

Diapositivas 28.

Thank you!  
Muchas gracias!  
Muito obrigado!

Diapositiva 29.

# Geological Map of South America at a scale of 1:1 M and 1:5 M

Jorge  
GÓMEZ TAPIAS<sup>\*</sup>  
Carlos  
SCHOBENHAUS<sup>†</sup>  
Lêda María  
FRAGA BARRETO<sup>‡</sup>



<sup>\*</sup> mapageo@sgc.gov.co  
Secretary General of the  
Subcommission for South  
America of the CGMW  
<sup>†</sup> carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br  
Vice-President of the  
Subcommission for South  
America of the CGMW  
<sup>‡</sup> leda.fraga@cprm.gov.br  
Deputy Secretary General of  
the Subcommission for South  
America of the CGMW

## GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA AT A SCALE OF 1:1 M AND 1:5 M

By:

Jorge GÓMEZ TAPIAS

mapageo@sgc.gov.co

Secretary General of the Subcommittee for South America of the CGMW

Carlos SCHOBENHAUS

carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br

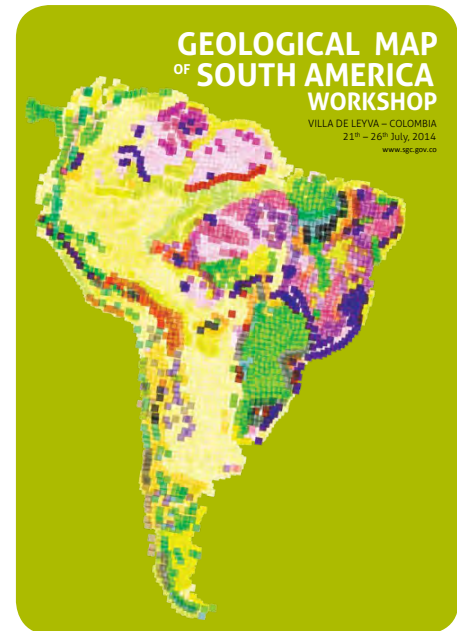
Vice-President of the Subcommittee for South America of the CGMW

Lêda María FRAGA BARRETO

leda.fraga@cprm.gov.br

Deputy Secretary General of the Subcommittee for South America of the CGMW

Villa de Leyva–Colombia, 21st July, 2014



Diapositiva 1.

## AGENDA

1. Geological and Mineral Resources Map of South America at 1:1 M – GIS 1:1 M of South America
2. Geological Map of South America at 1:5 M
3. Tectonic Map of South America at 1:5 M
4. Geological Map of the Amazonian Craton at 1:2,5 M



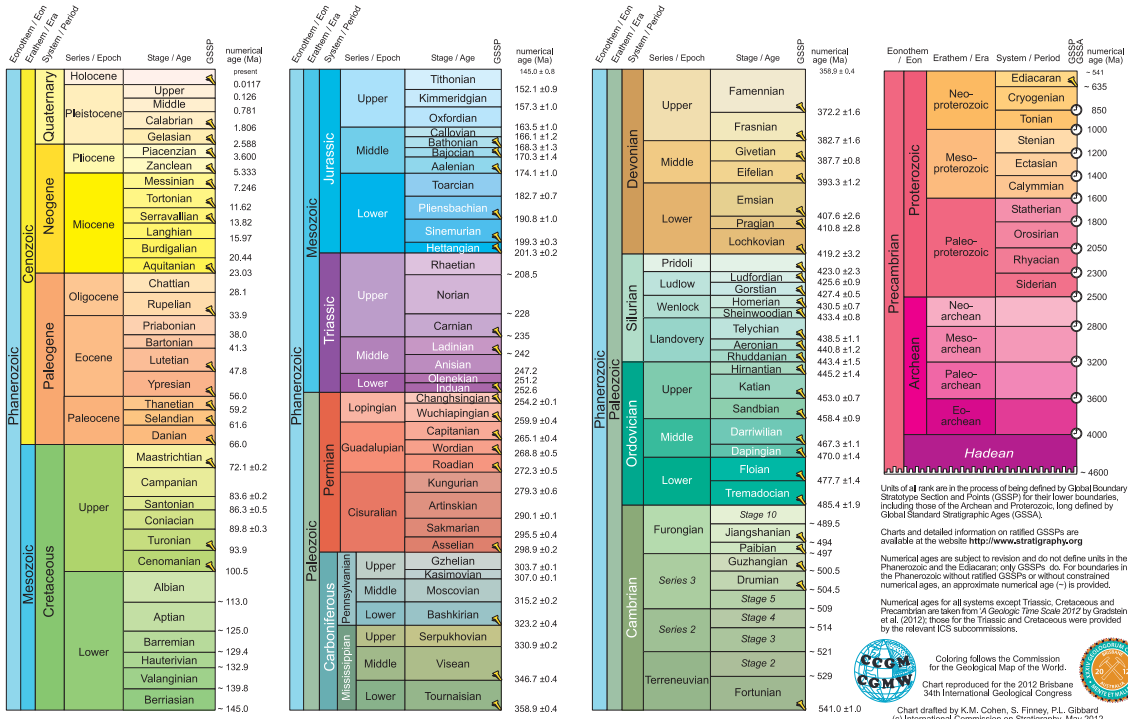
Diapositiva 2.



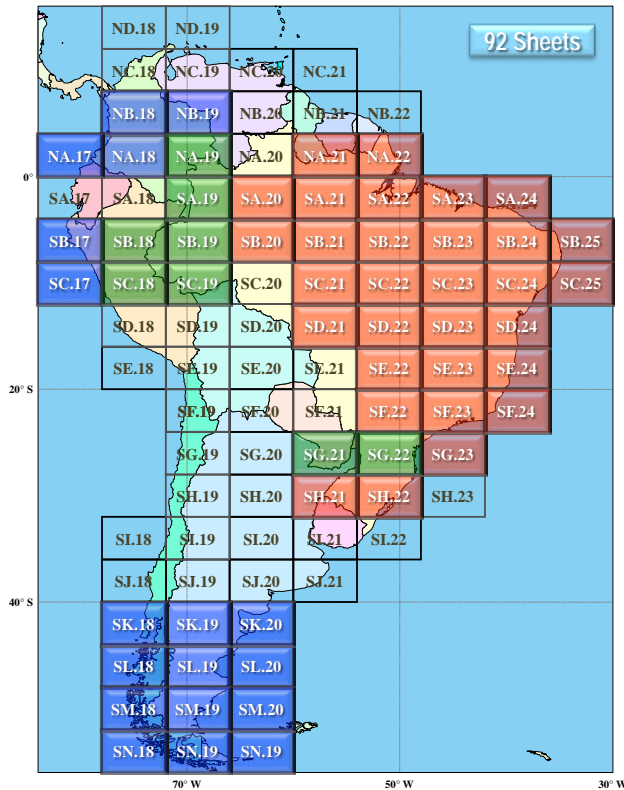
# INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

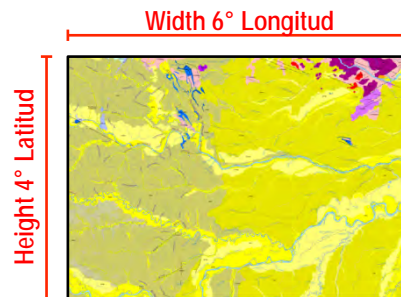
International Commission on Stratigraphy



Diapositiva 3.

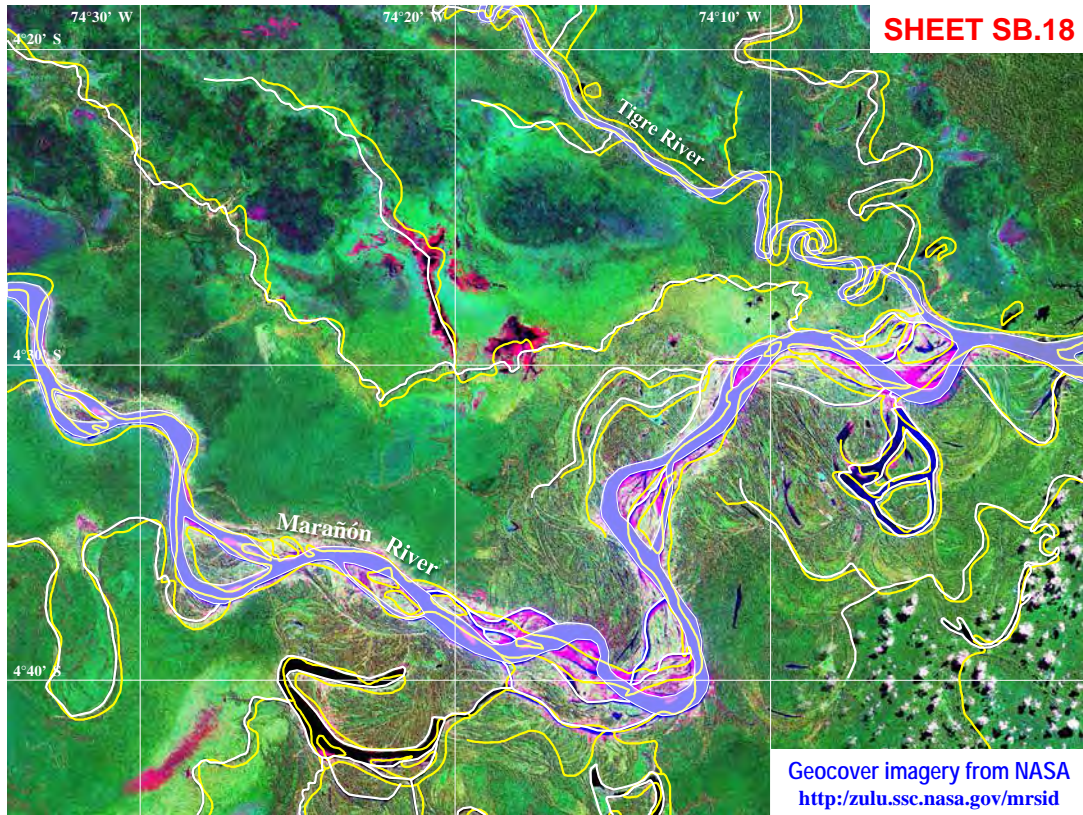


## GEOLOGICAL AND MINERAL RESOURCES MAP OF SOUTH AMERICA 1:1 M

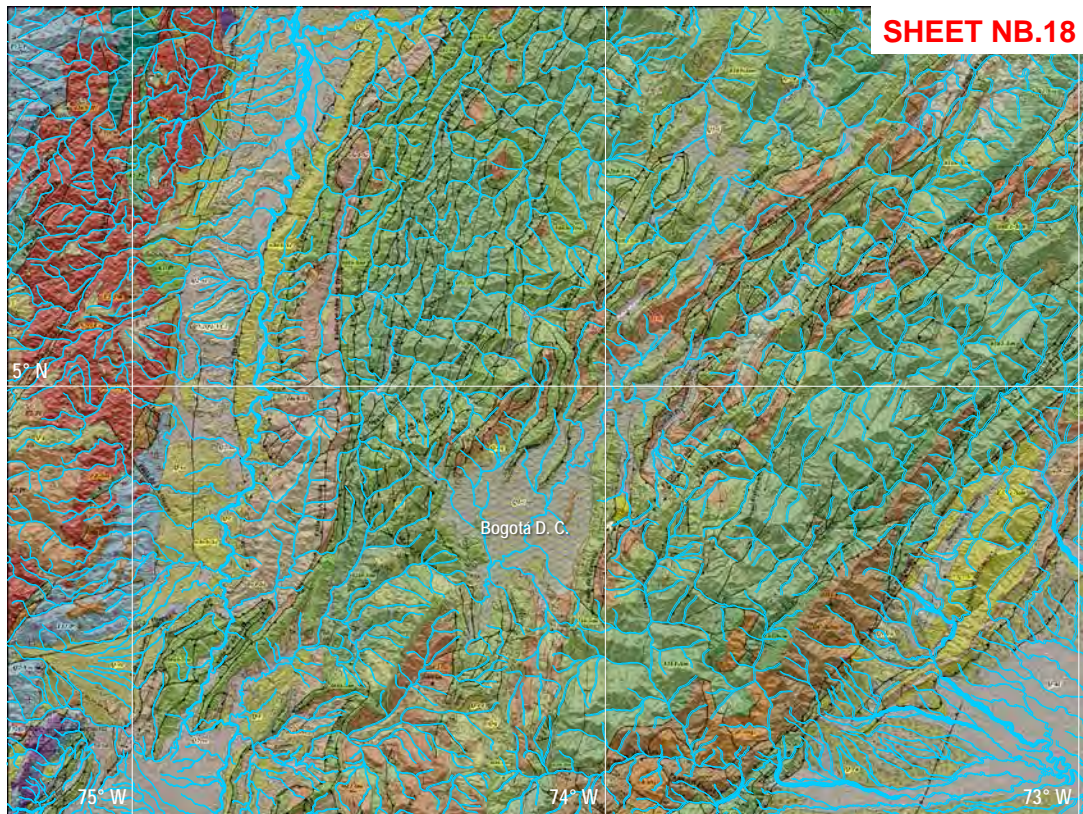


- SA.24 Sheets concluded (31)
- NB.18 Sheets in preparation (18)
- NB.18 Sheets on completion (8)

Diapositiva 4.

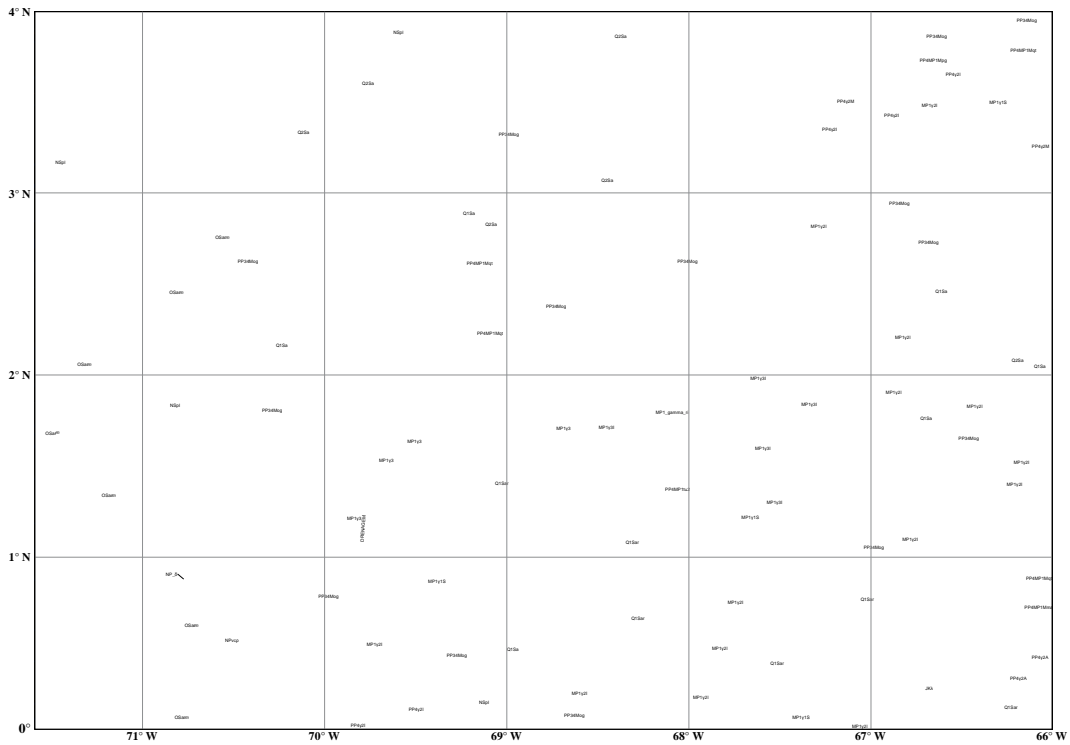


Diapositiva 5.



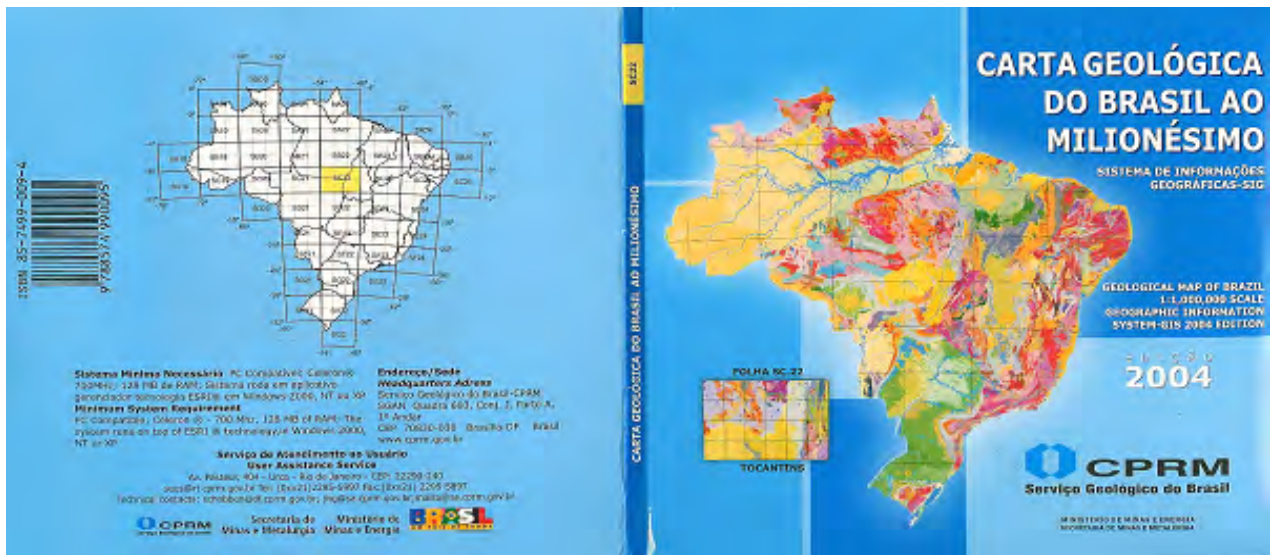
Diapositiva 6.

HARMONIZATION, SHEET NA.19 PICO DA NEBLINA



Diapositiva 7.

46 SHEETS OF BRAZIL PUBLISHED 2004



Geological Survey of Brazil (CPRM)

42 CDs

Diapositiva 8.

## SHEET-HOJA-FOLHA SH.21

CONCORDIA (Ar)-URUGUAIANA (Br)-ARAPEY (Uy)



Ministerio de Planificación Federal,  
Inversión Pública y Servicios  
Secretaría de Minería



Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e  
Transformação Mineral



Ministerio de Industria,  
Energía y Minería



Convênio Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral  
Universidade do Vale do Rio Dods Sinos

Diapositiva 9.



Diapositiva 10.





Diapositiva 11.

**SHEETS NA.18, NA.19, SA.18, SA.19, SB.19, SC.18 & SC.19**



Ministerio de Minas y Energía



Ministério de Minas e Energia  
Secretaria de Geologia, Mineração e  
Transformação Mineral



Ministerio de Energía y Minas



Jorge GÓMEZ TAPIAS  
Nohora Emma MONTES RAMÍREZ  
Yanneth MONTAÑA BARRERA



Carlos SCHOBENHAUS  
João Henrique GONÇALVES  
Marcelo Esteves ALMEIDA  
Ricardo da C. LOPES  
Fernanda Cruz do NASCIMENTO  
Ruy Benedito C. BAHIA  
Yanneth MONTAÑA BARRERA  
Elias Bernard do ESPÍTRITO  
Gil Barreto TRINDADE NETTO  
Alex Franca LIMA  
Ammaro Luiz FERREIRA



Víctor CARLOTTO CAILLAUX  
Enrique RUSSE CORROTEA  
Samuel LU LEÓN

Diapositiva 12.

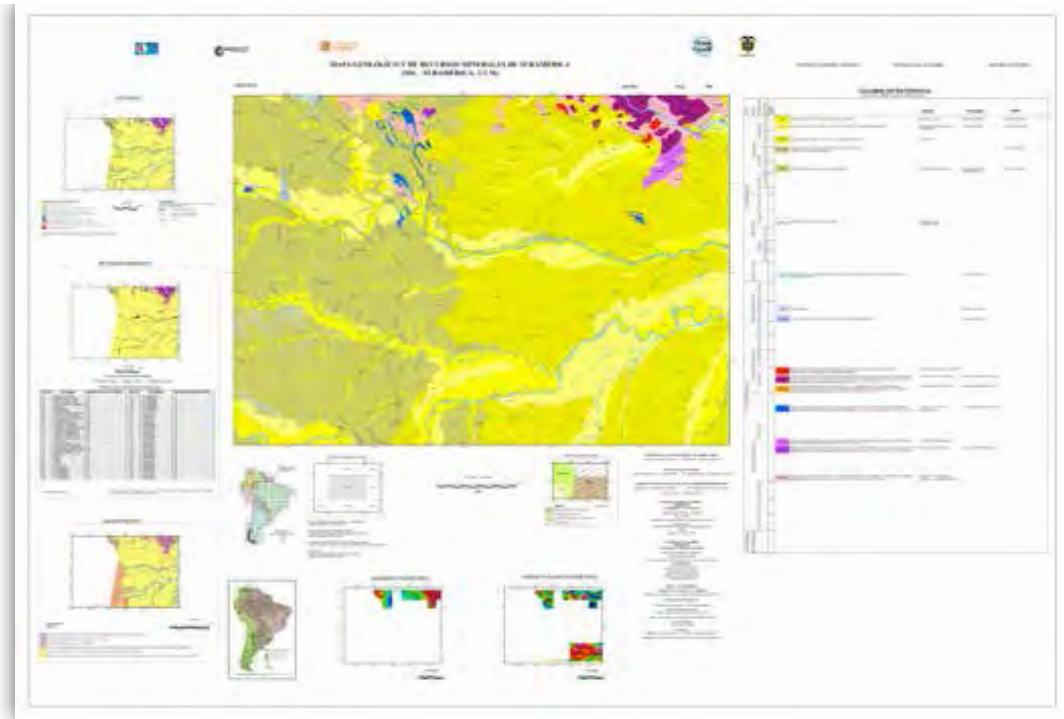


Diapositiva 13.



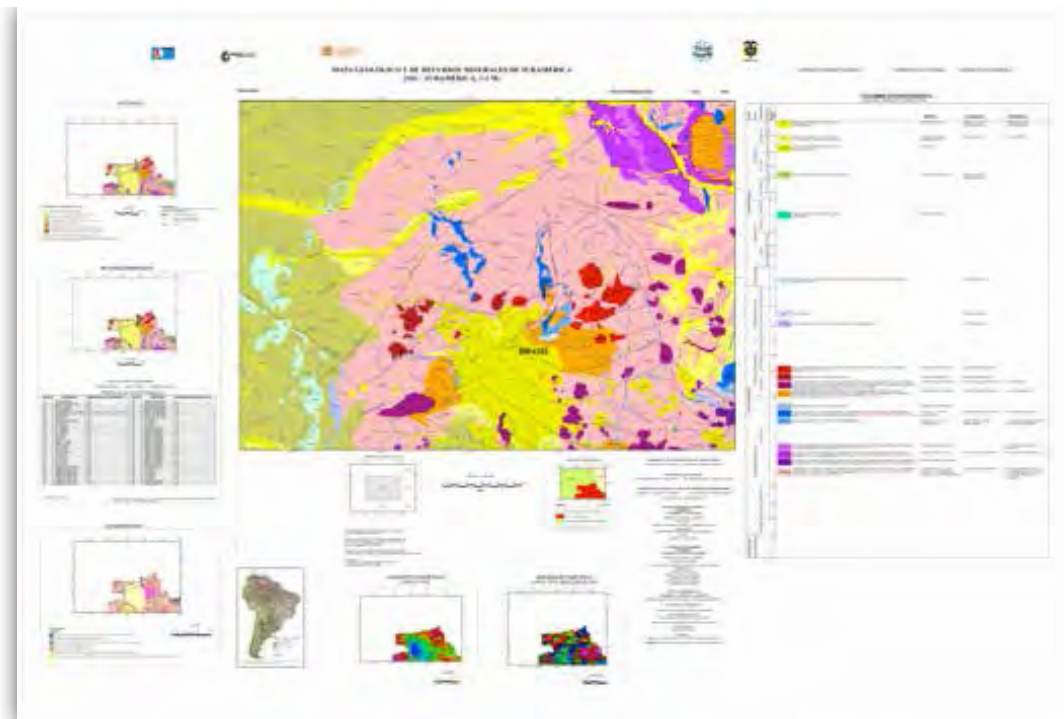
Diapositiva 14.

**GEOLOGICAL AND MINERAL RESOURCES MAP OF SOUTH AMERICA,  
1:1 M-SHEET SA.19, BRAZIL, COLOMBIA AND VENEZUELA**



Diapositiva 15.

**GEOLOGICAL AND MINERAL RESOURCES MAP OF SOUTH AMERICA,  
1:1 M-SHEET NA.19, COLOMBIA, BRAZIL AND VENEZUELA**

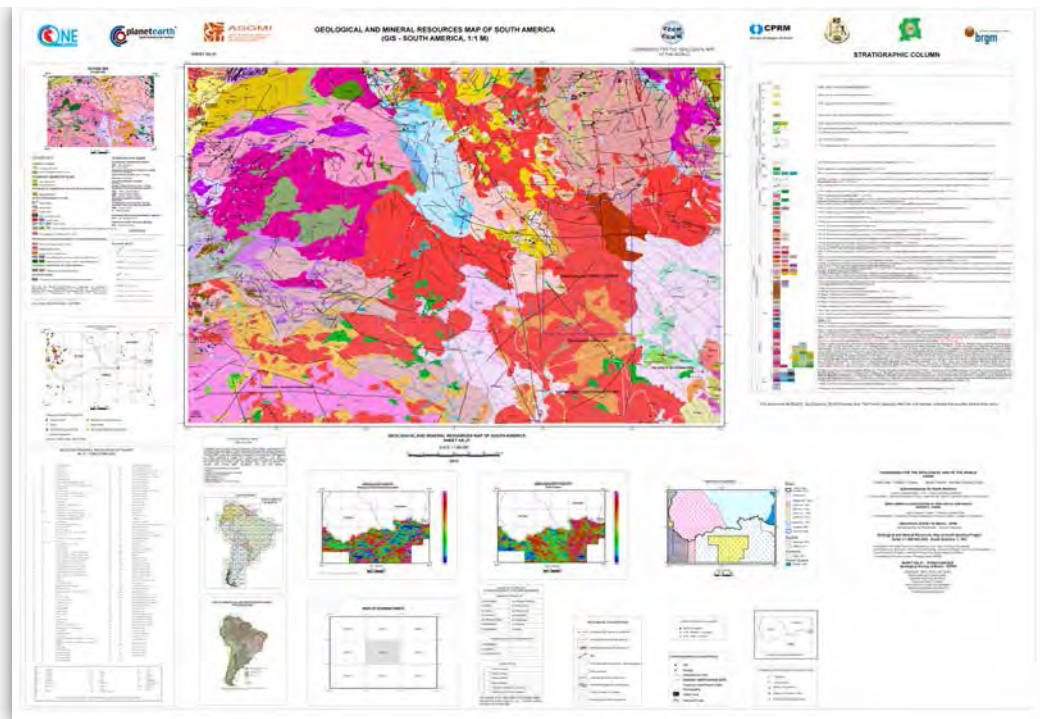


Diapositiva 16.



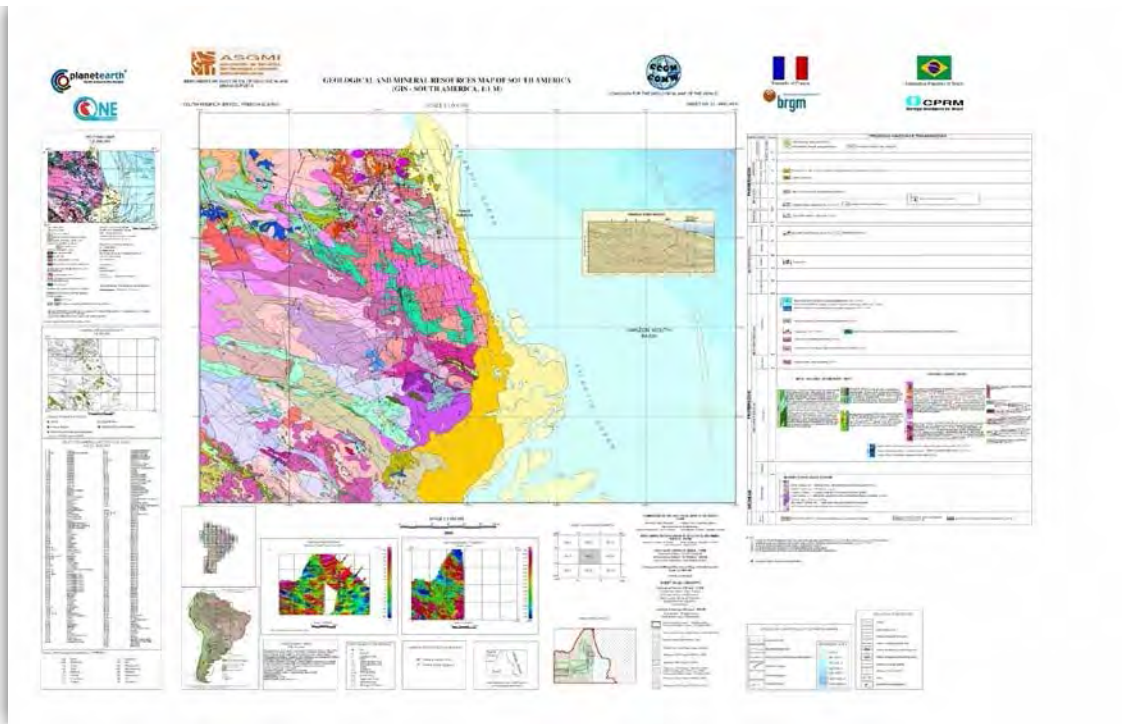
Diapositiva 17.

**GEOLOGICAL AND MINERAL RESOURCES MAP OF SOUTH AMERICA, 1:1 M SHEET NA.21-TUMUCUMAQUE, BRAZIL, GUYANA, FRENCH GUIANA AND SURINAM**



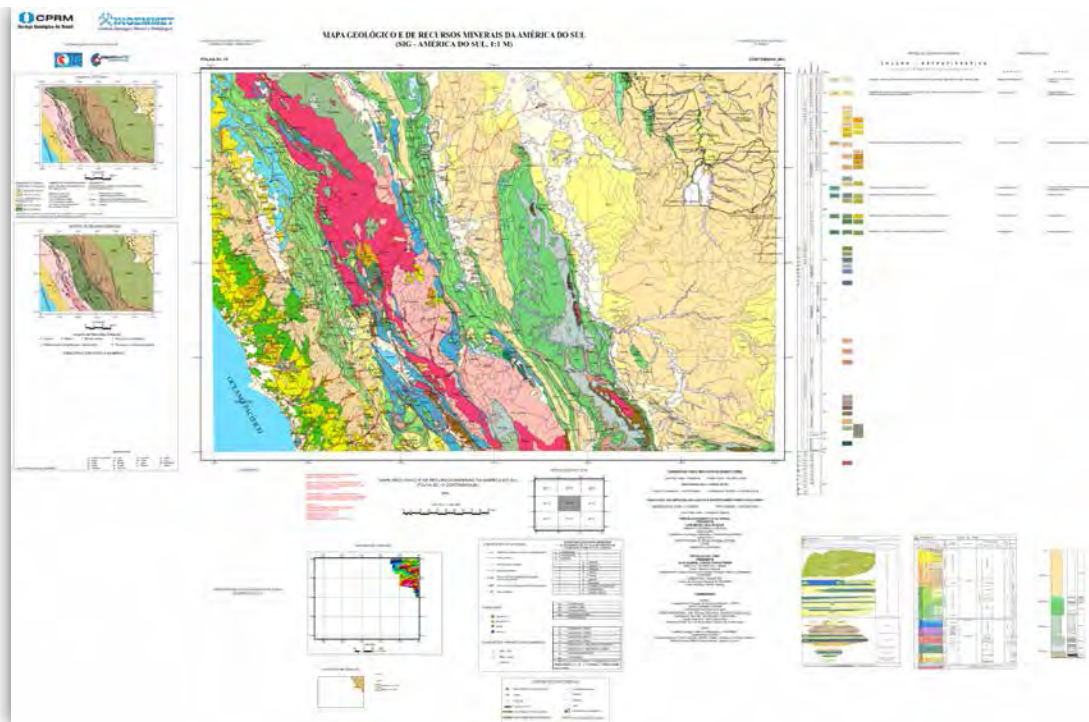
Diapositiva 18.

## GEOLOGICAL AND MINERAL RESOURCES MAP OF SOUTH AMERICA 1:1 M-SHEET NA.22, BRAZIL AND FRENCH GUIANA

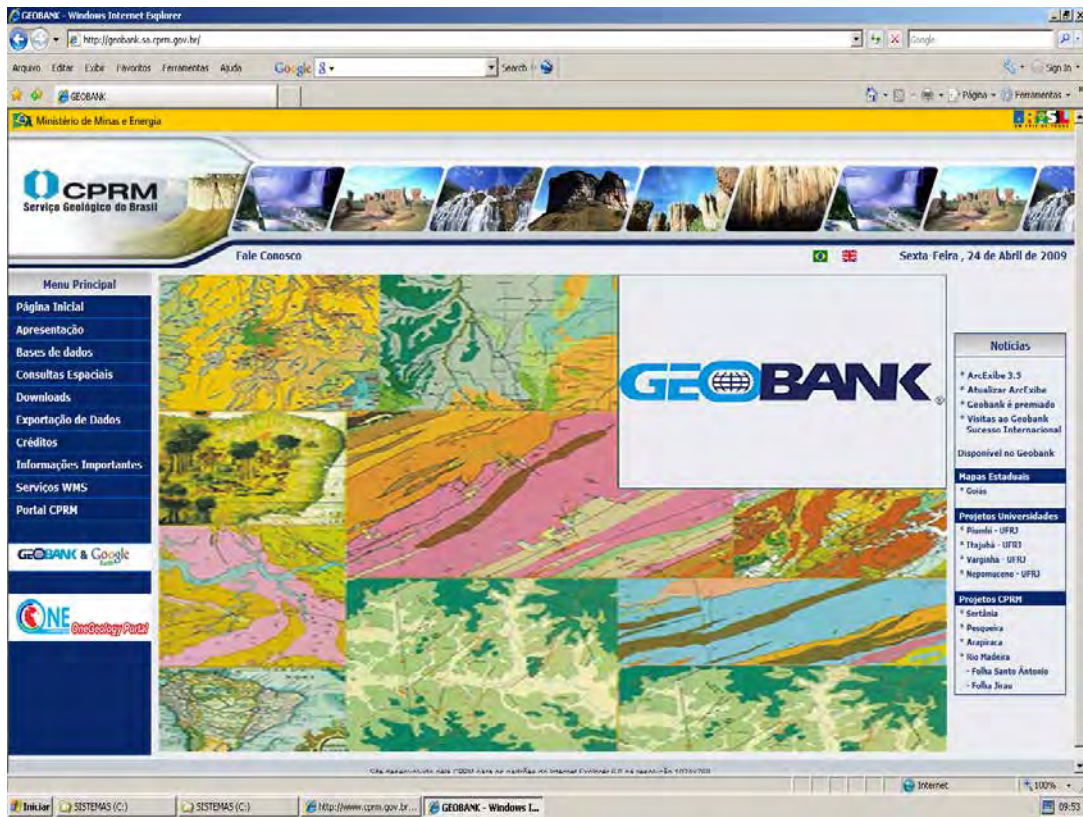


Diapositiva 19.

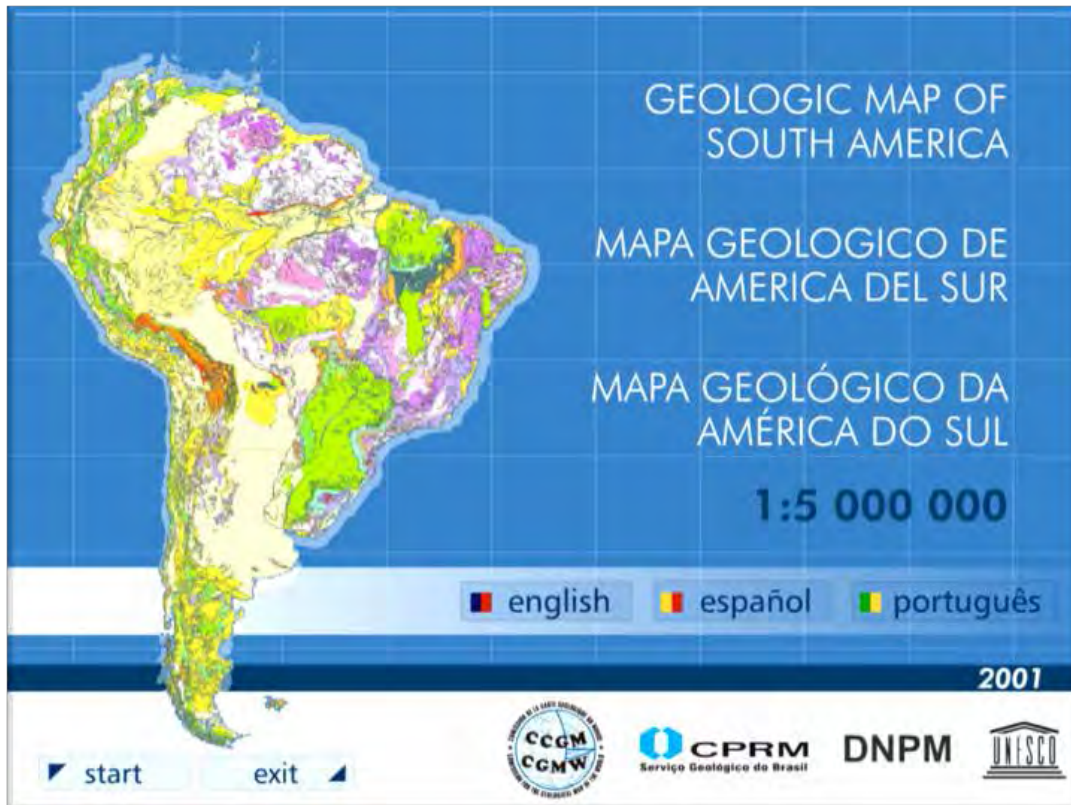
## GEOLOGICAL AND MINERAL RESOURCES MAP OF SOUTH AMERICA, 1:1 M-SHEET SC.18, BRAZIL AND PERU



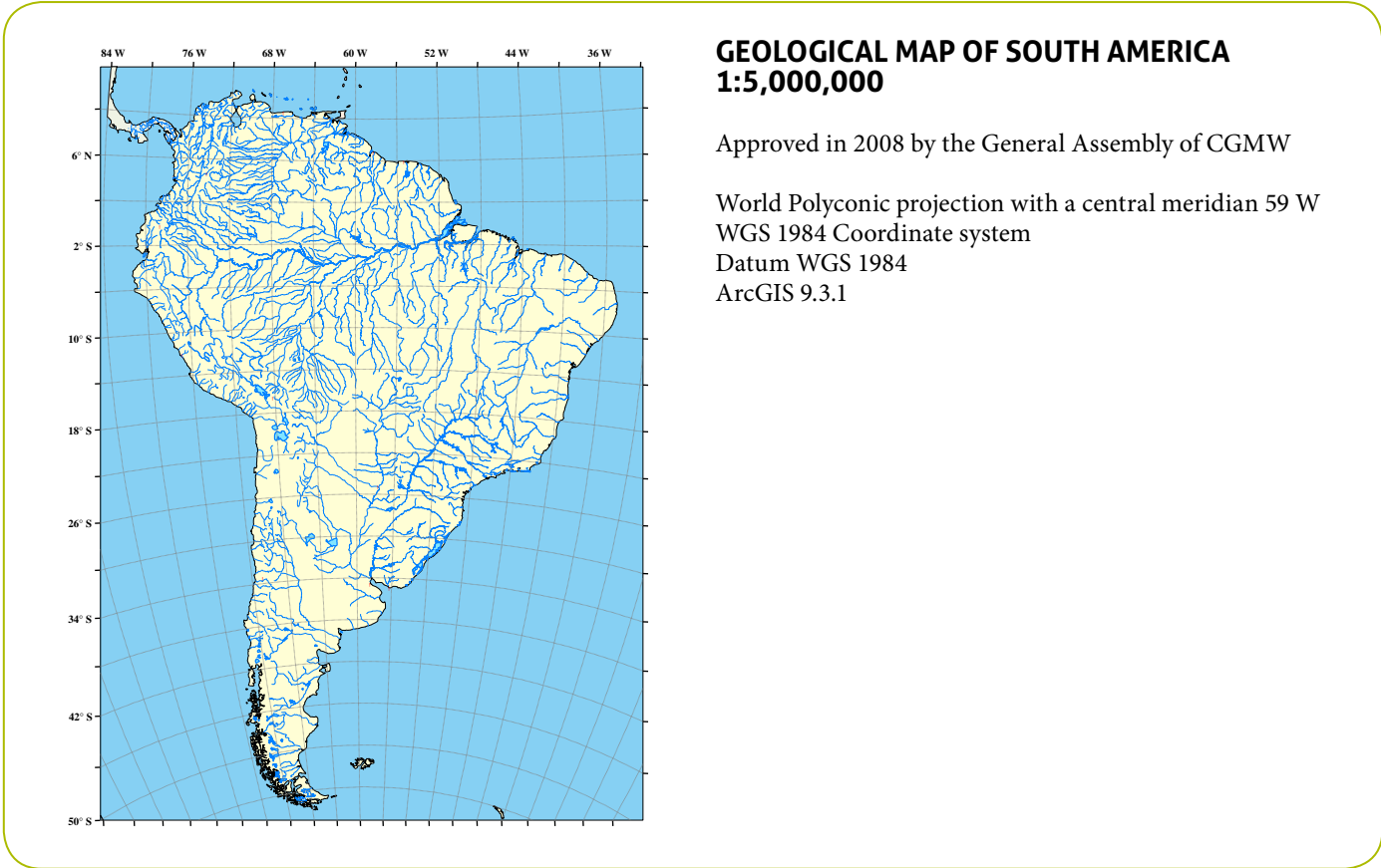
Diapositiva 20.



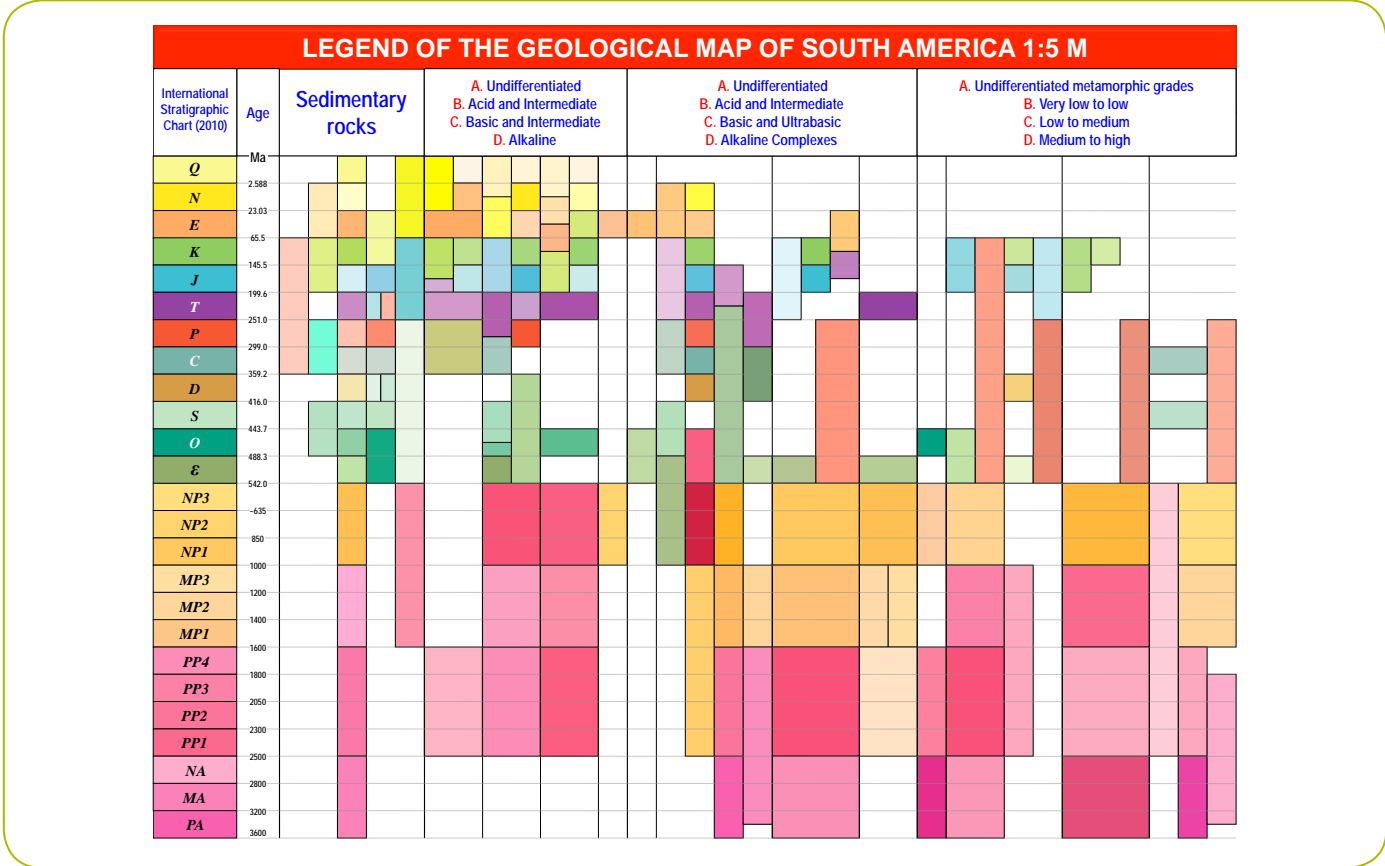
Diapositiva 21.



Diapositiva 22.



Diapositiva 23.



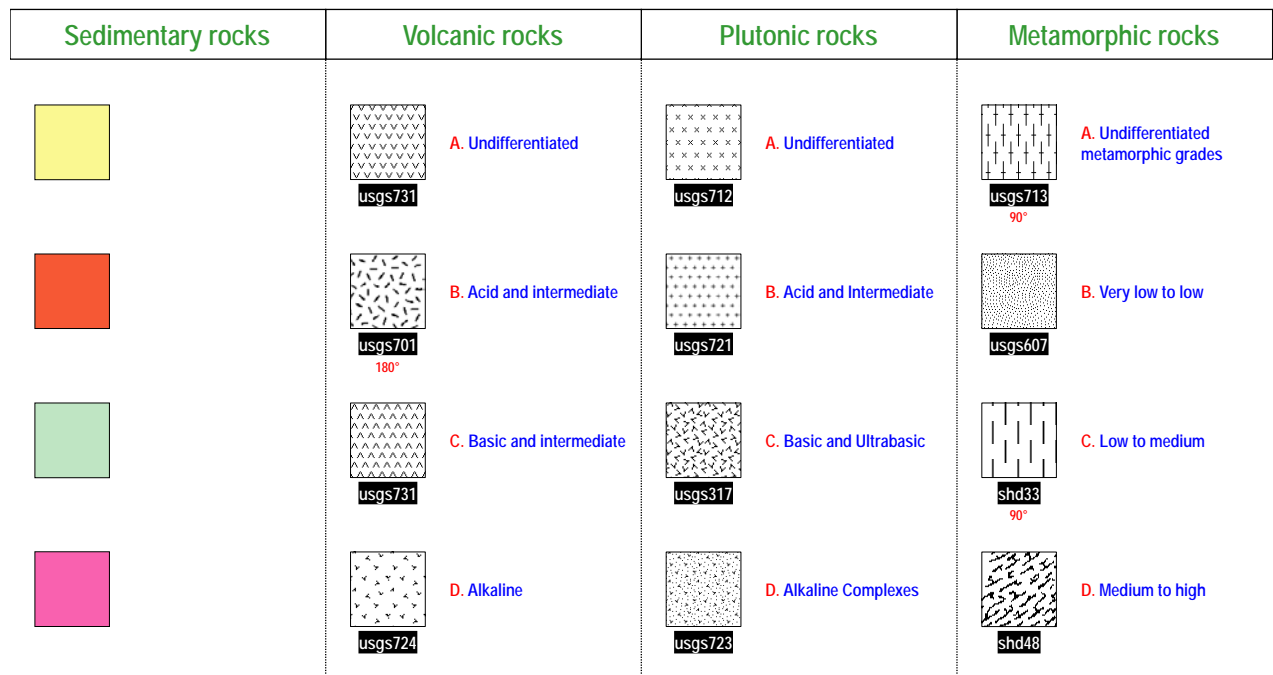
Diapositiva 24.

## LEGEND OF THE GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA 1:1 M



Diapositiva 25.

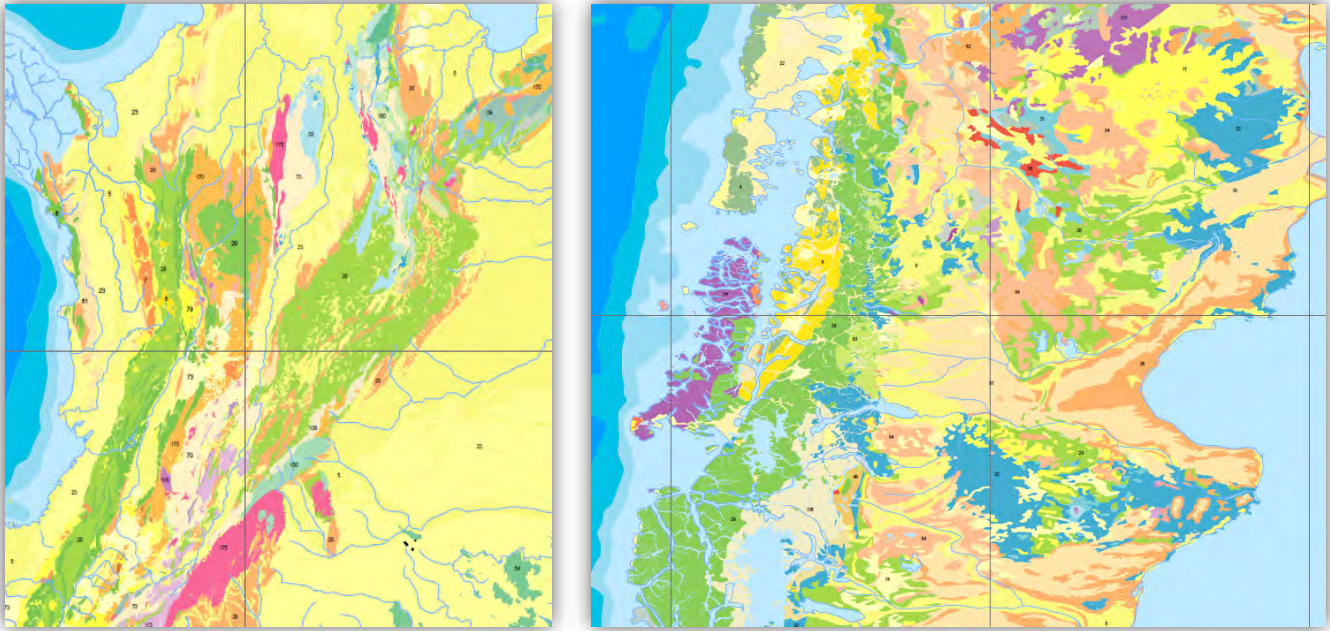
## GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA 1:5 M-PATTERN CHART



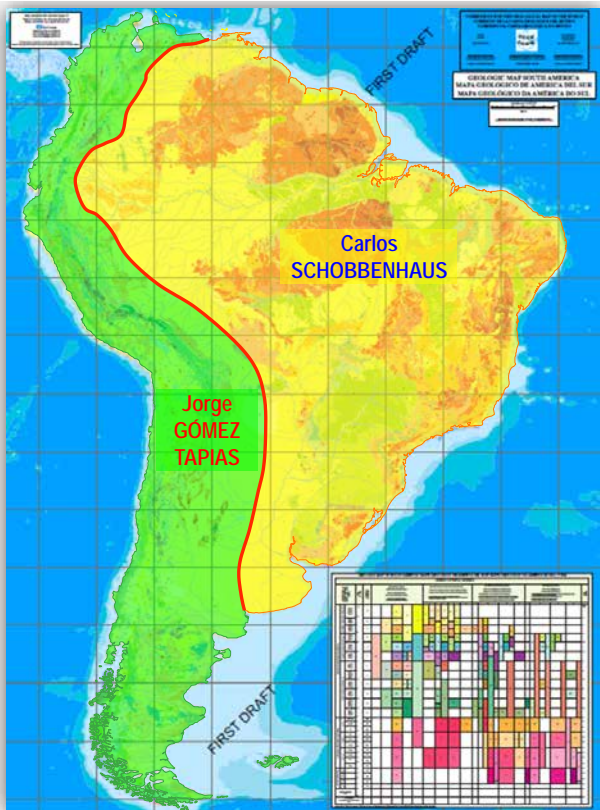
Diapositiva 26.



## GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA 1:5 M—FIRST DRAFT



Diapositiva 27.



## FORTHCOMING WORK

Harmonization

Generalization to 1:5 M

Validation with the official delegates of the Geological Surveys

Publication

Divulagation

Diapositiva 28.

## SYMPOSIUM GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA



1. BOUYSSÉ, P.—Keynote lecture. Mapping the geology of the Earth.
2. ROSSI, P. El mapeo de la segunda edición del Mapa Tectónico de África.
3. SCHOBENHAUS, C. & GÓMEZ TAPIAS, J. La cartografía geológica de América del Sur a escala continental.
4. FARACO, M.T., SCHOBENHAUS, C., GONÇALVES, J.H., LOPES, R., KROONENBERG, S., DE ROEVER, E., POETISI, E., VERWEY, R., WONG, T., NADEAU, S., ROSSI, P. & SOUZA, S. Geological and mineral resources map of South America, 1:1 M—Sheet NA.21: Brazil–Guyana–Suriname–French Guiana geological integration on the Guyana Shield.
5. WONG, T. E., VERWEY, R. POETISI, E., KROONENBERG, S.A. & DE ROEVER, E. Integration of the geological maps of Suriname and Brazil.
6. GONÇALVES, J.H., CRUZ DO NASCIMENTO, F.G., GRISSOLIA, E., SCHOBENHAUS, C. & DA CUNHA LOPES, R. Metodologia SIG utilizada no Projeto Mapa Geológico ao milionésimo da América do Sul.
7. FRAGA, L.M., DALL' AGNOL, R. & REIS, N.J. The Cauarane–Coeroene belt and the tectonic evolution of the northern part of the Amazonian Craton.
8. MENDÍA, J.E., GONÇALVES, J.H., DA CUNHA LOPES, R., SPOTURNO, J.J., ZAPPETTINI, E., TECHERA, J., CHÁVEZ, S., MARÍN, G., ARDOLINO, A. & SCHOBENHAUS, C. Hoja SH.21–Concordia/Uruguaiiana/Arapey. Prototipo para el proyecto Mapa geológico y de recursos minerales de América del Sur a escala 1:1 000 000 (SIG–América del Sur, 1:1M).
9. CORDANI, U. & RAMOS, V. Mapa Tectónico de Suramérica.
10. SCHMITT, R. Godwana project.
11. CRUZ DO NASCIMENTO, F.G., GRISSOLIA, E., GONÇALVES, J.H. & DA CUNHA LOPES, R. Códigos das unidades litoestratigráficas, uma proposta para América do Sul.
12. GRISSOLIA, E., CRUZ DO NASCIMENTO, F.G., GONÇALVES, J.H. & DA CUNHA LOPES, R. Exemplo de integração geológica na América do Sul–Folhas SG.21 e SG.22.

Diapositiva 29.



Diapositiva 30.



Diapositiva 31.

# Mapa tectónico de sudamérica

Victor A.  
RAMOS



andes@gl.fcen.uba.ar  
Instituto de Estudios  
Andinos Don Pablo GROEBER,  
Universidad de Buenos Aires  
(CONICET)

## GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA WORKSHOP

### MAPA TECTONICO DE SUDAMÉRICA

Umberto G. Cordani  
Universidade de Sao Paulo

Victor A. Ramos  
Instituto de Estudios Andinos (UBA-CONICET)

#### Diapositiva 1.



#### Diapositiva 2.



Diapositiva 3.

### Principales desafíos:

- Tener presente la escala final del mapa para evaluar el detalle a ser seleccionado: tamaño de los polígonos.
- Identificar las unidades a mapear teniendo presente dos grandes ambientes geológicos: la región orogénica andina y la plataforma sudamericana.
- Establecer un rango de edades para las unidades a ser mapeadas en esos dos ambientes ordenadas por ciclos orogénicos: coherencia entre ambas regiones.
- Definir ambientes tectónicos compatibles con ambas regiones: relativamente fácil en la región andina.
- Tratar de representar procesos tectónicos con diferentes grados de resolución.





























Diapositiva 4.

### Premisas fundamentales:

- El mapa geológico es una fotografía al momento de la compilación.
- Muchas unidades litológicas cambian de edad en pocos años debido a las nuevas tecnologías de datación.
- Como el proceso de correlación, compaginación y edición del mapa entre diversas regiones puede llevar años hay que establecer plazos hasta cuando se pueden aceptar modificaciones.
- Con la sola excepción de cambios extraordinarios se deberá mantener la edad establecida en la compilación.

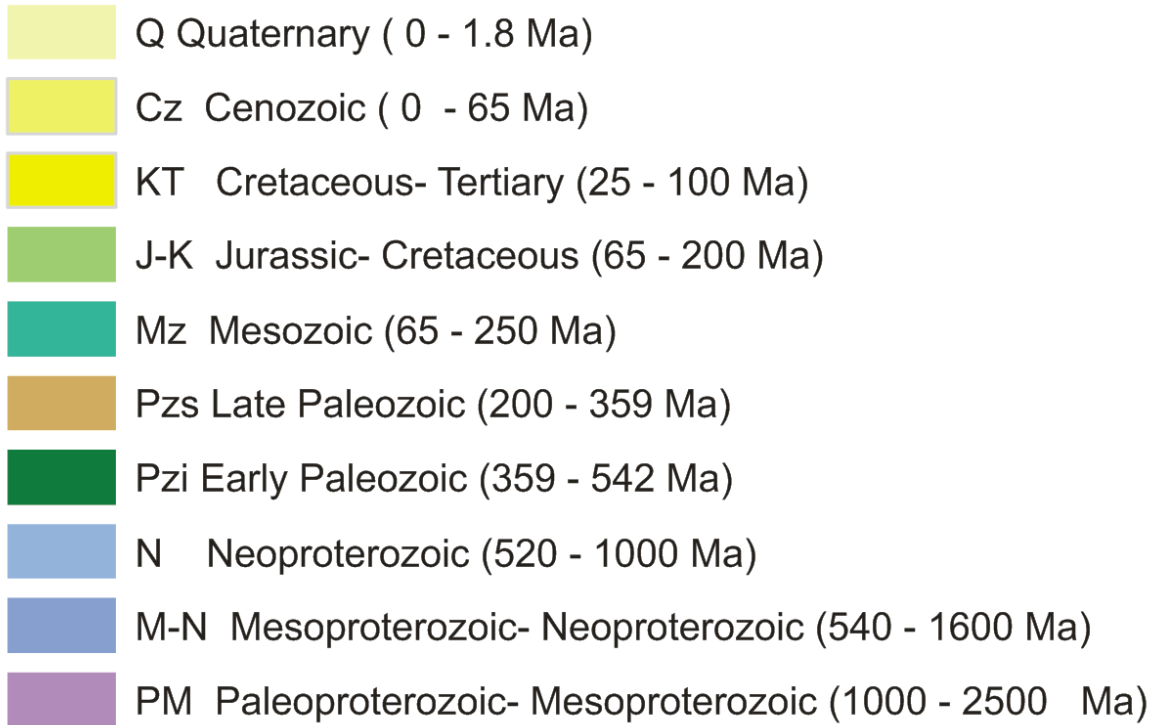
Diapositiva 5.

### Unidades tectónicas andinas

	Arcos magmáticos intraoceánicos		Ofiolitas
	Plutonismo de arco		Depósitos de prisma acrecionario
	Vulcanismo de arco		Plutonismo postorogénico
	Complejos intrusivos alcalinos		Vulcanismo postorogénico
	Cuenca de antearco		Plutonismo extensional
	Cuenca de ambiente convergente		Vucanismo extensional
	Cuenca de antepaís		Intrusivas máficas de intraplaca
	Cuencias de intra-arco		Plutonismo de retroarco
	Cuenca intracratónica		Vulcanismo de retroarco
	Cuenca oceánica		Depósitos de rift
	Cuenca de retroarco		Magmatismo sincolisional
	Greenstone belt		Terrenos orogénicos de alto grado
	Intrusivas anoregénicas		Terrenos orogénicos de bajo grado
	Prov ígneas máfica-ultramáfica		
	Secuencias de margen pasivo		

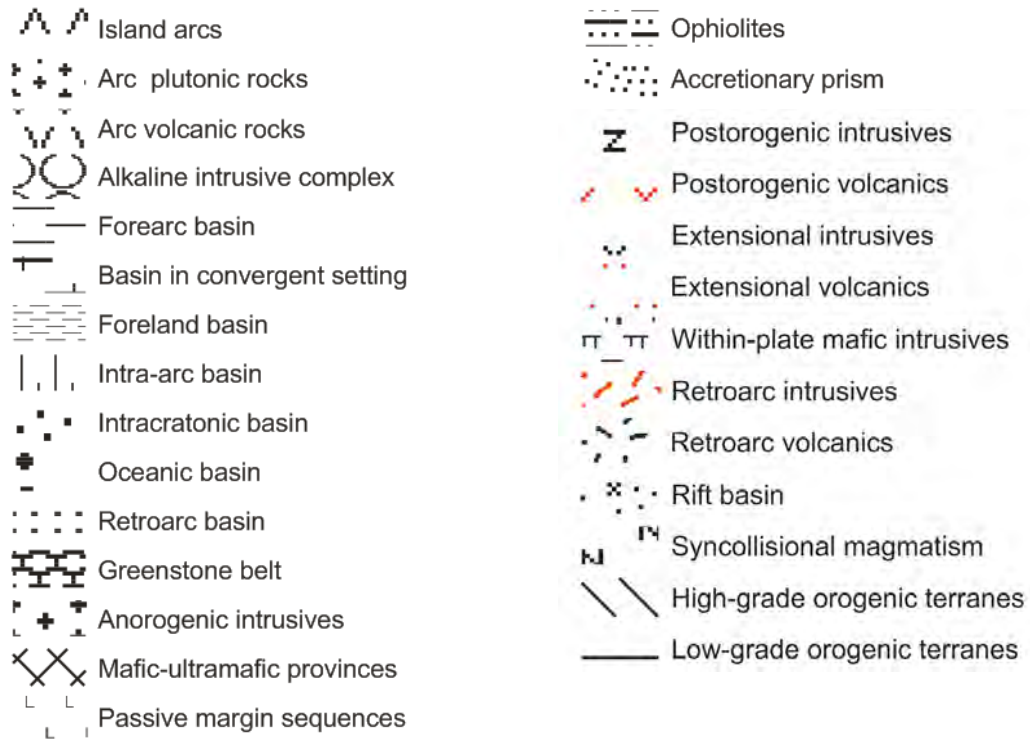
Diapositiva 6.

### Compromiso entre ciclos tectónicos y edades reconocidas



Diapositiva 7.

### Compromiso entre diferentes ambientes



Diapositiva 8.





Diapositiva 9.



CGMW Commission for the Geological Map of the World



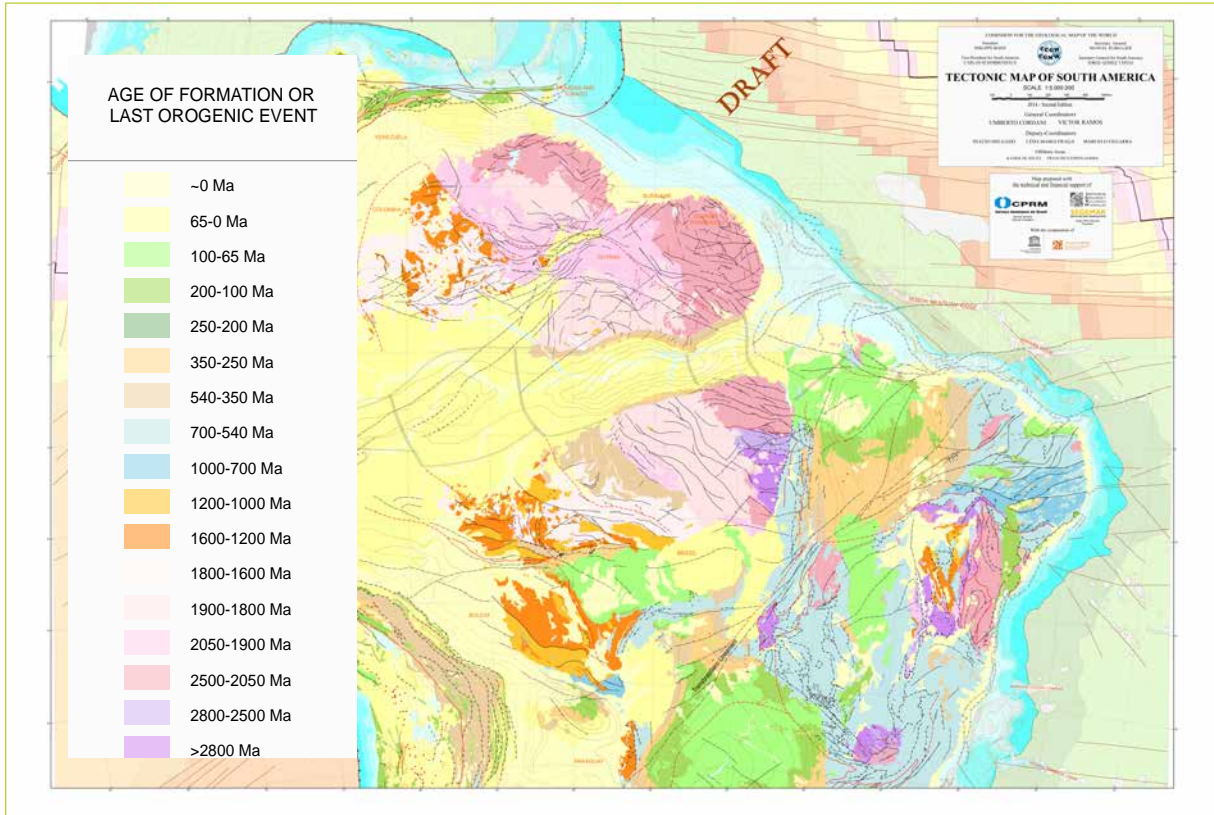
New georeferenced geographic base map of South America in WGS-84, through the use of LANDSAT-TM GeoCover.

### GEOLOGICAL INFORMATION

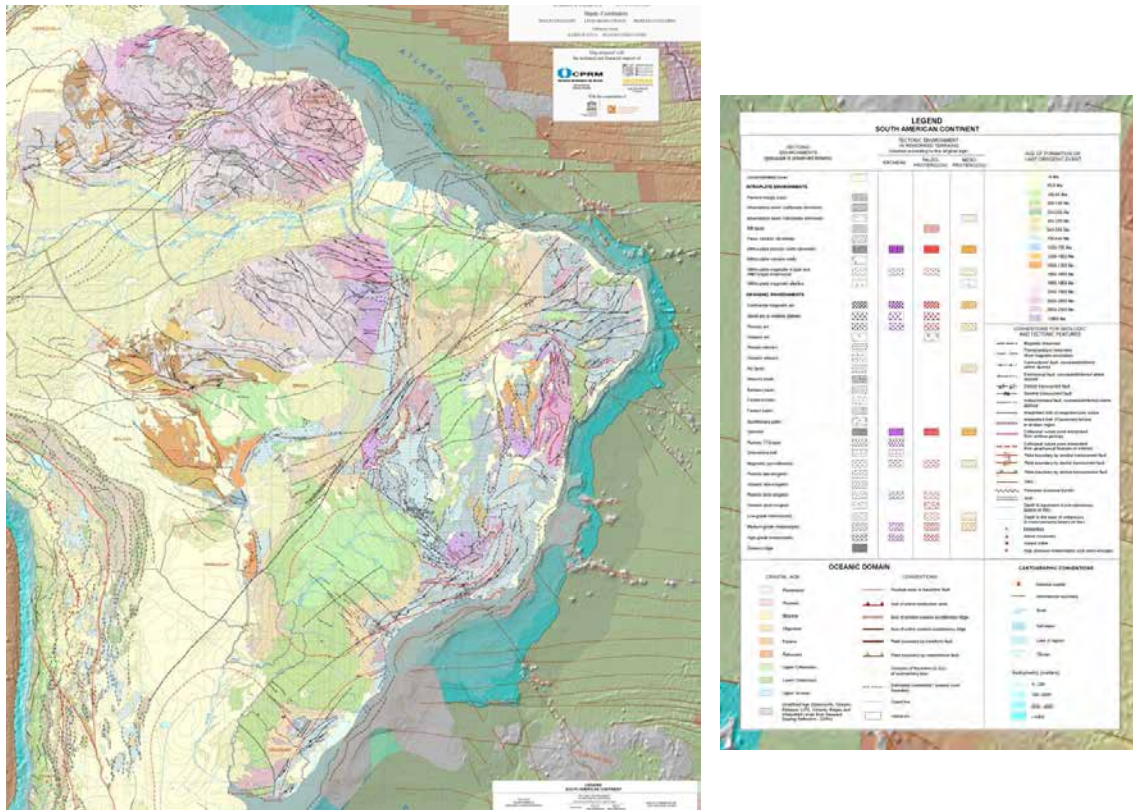
Andes Belt and Patagônia (SEGEMAR)  
 \*Data from previous 1:5.000.000 Maps (Metallogenic Map and Geological Map of South America), reprojected adjusted and updated with regional maps.

South America Platform (CPRM)  
 \* Integration and harmonization of geological maps in Brazil, Surinam, Guyana, French Guyana, Venezuela, Colombia, Bolívia, Paraguay and Uruguai.

Diapositiva 10.

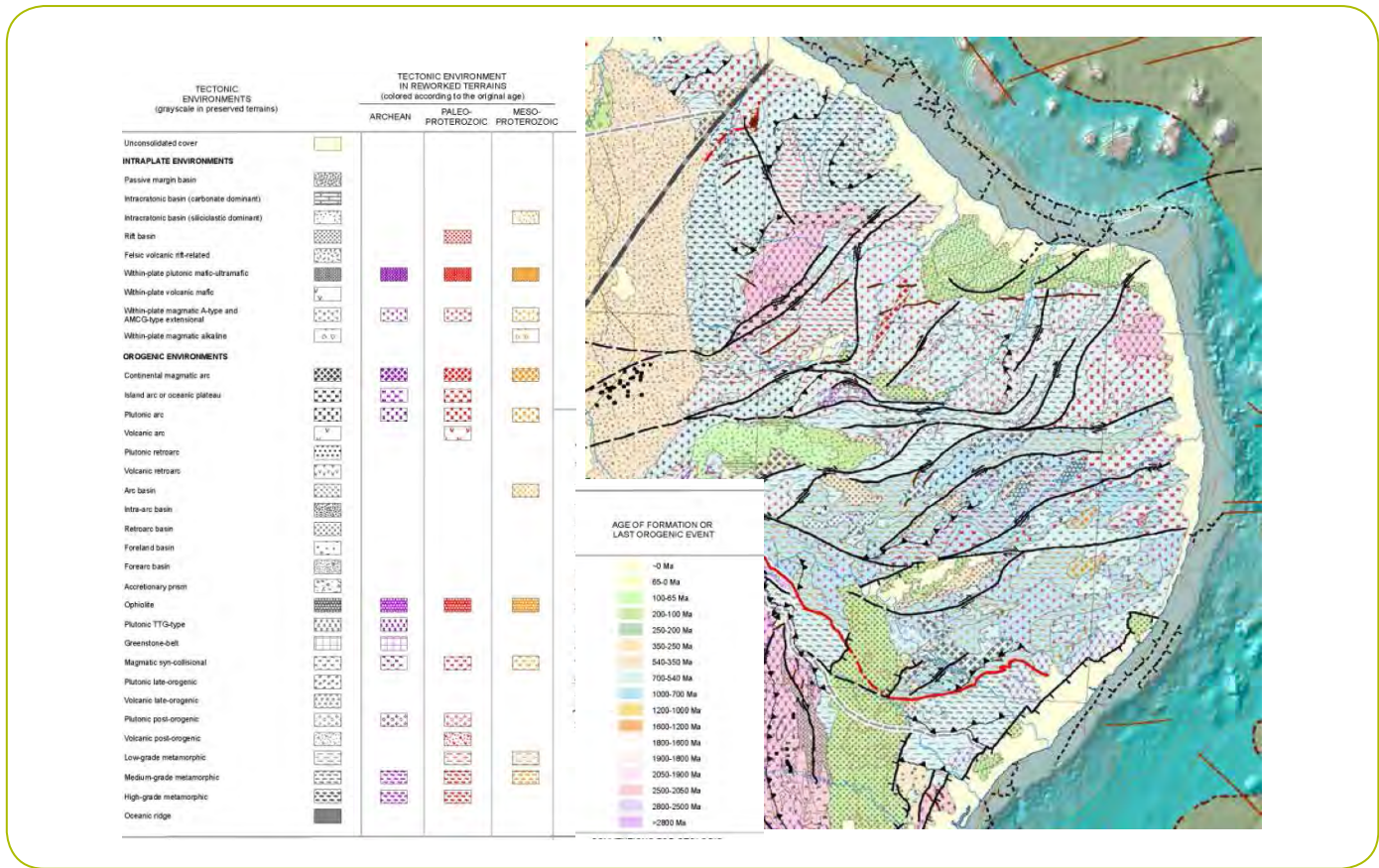


Diapositiva 11.

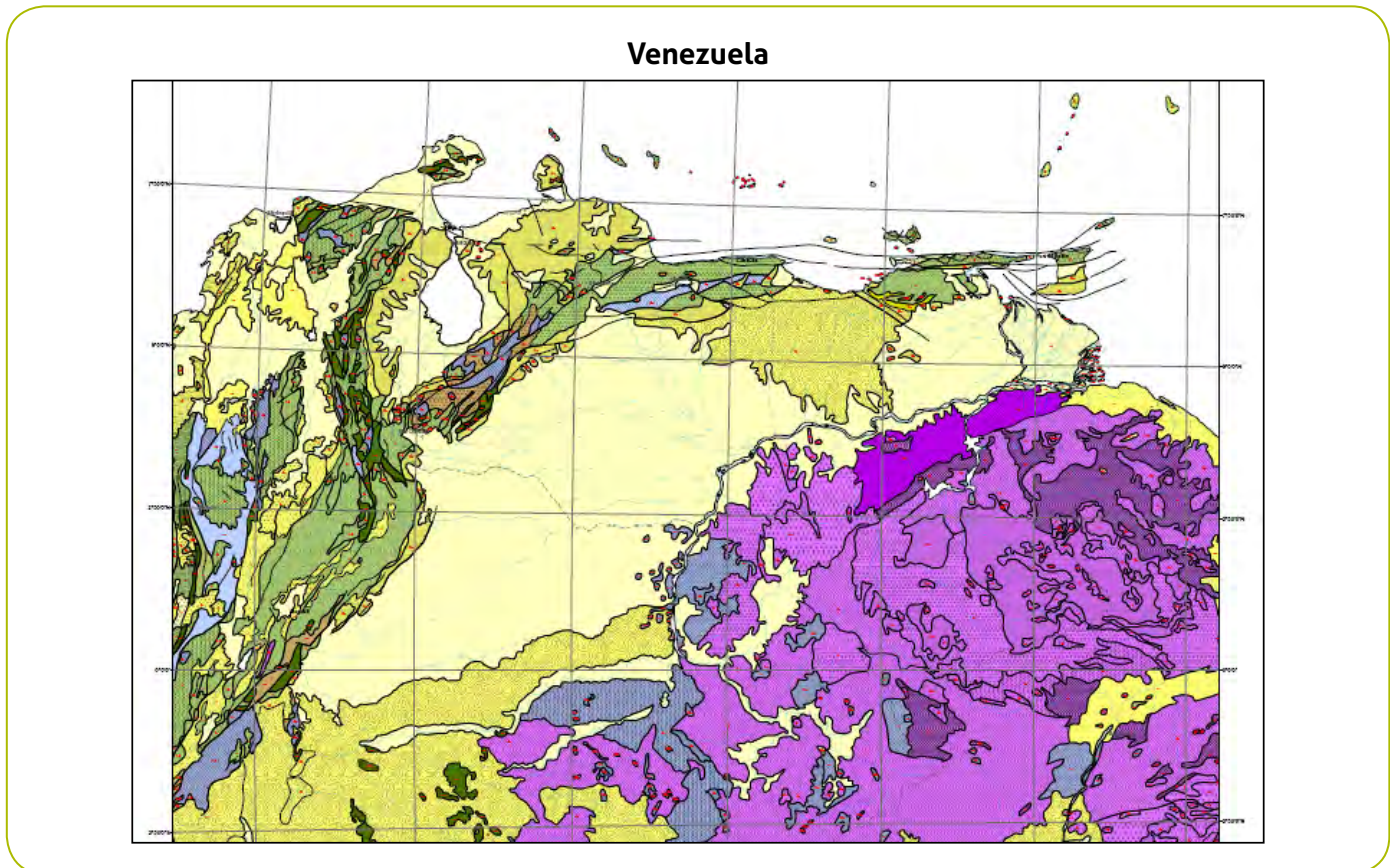


Diapositiva 12.

Mapa tectónico de sudamérica

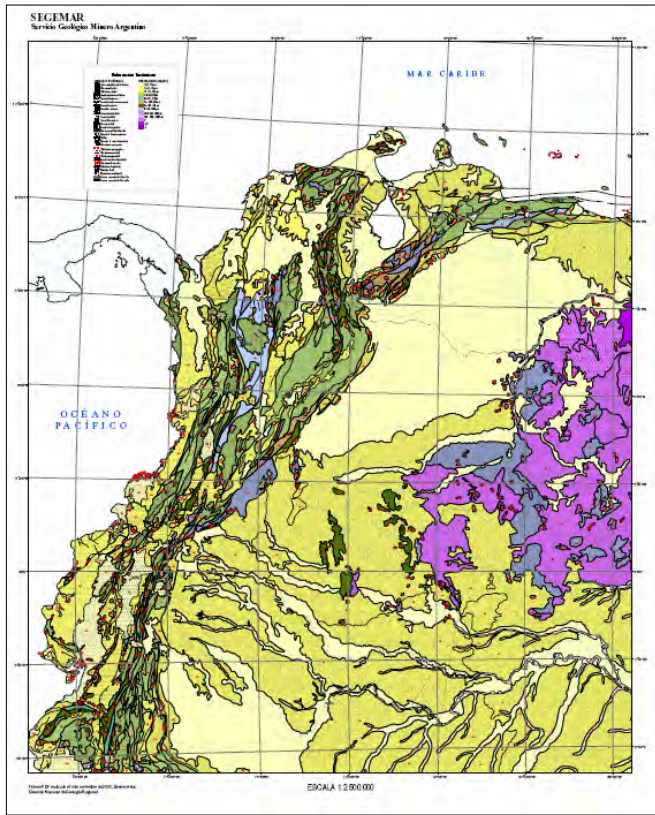


Diapositiva 13.



Diapositiva 14.

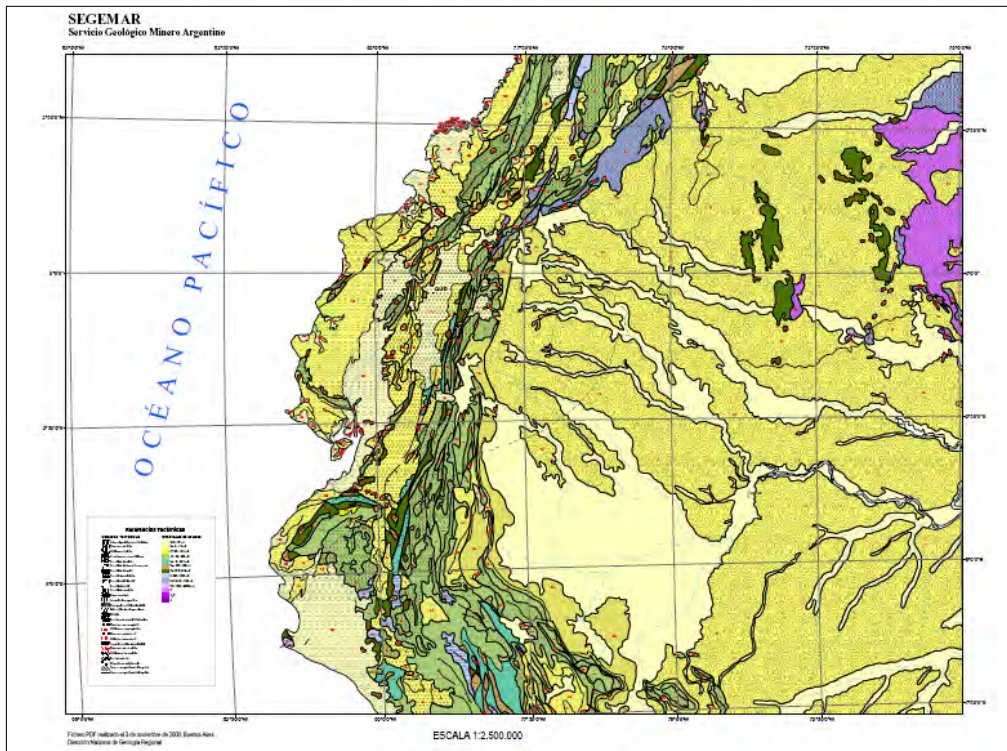
### Colombia



Álvaro Nivia  
Servicio Geológico Colombiano

Diapositiva 15.

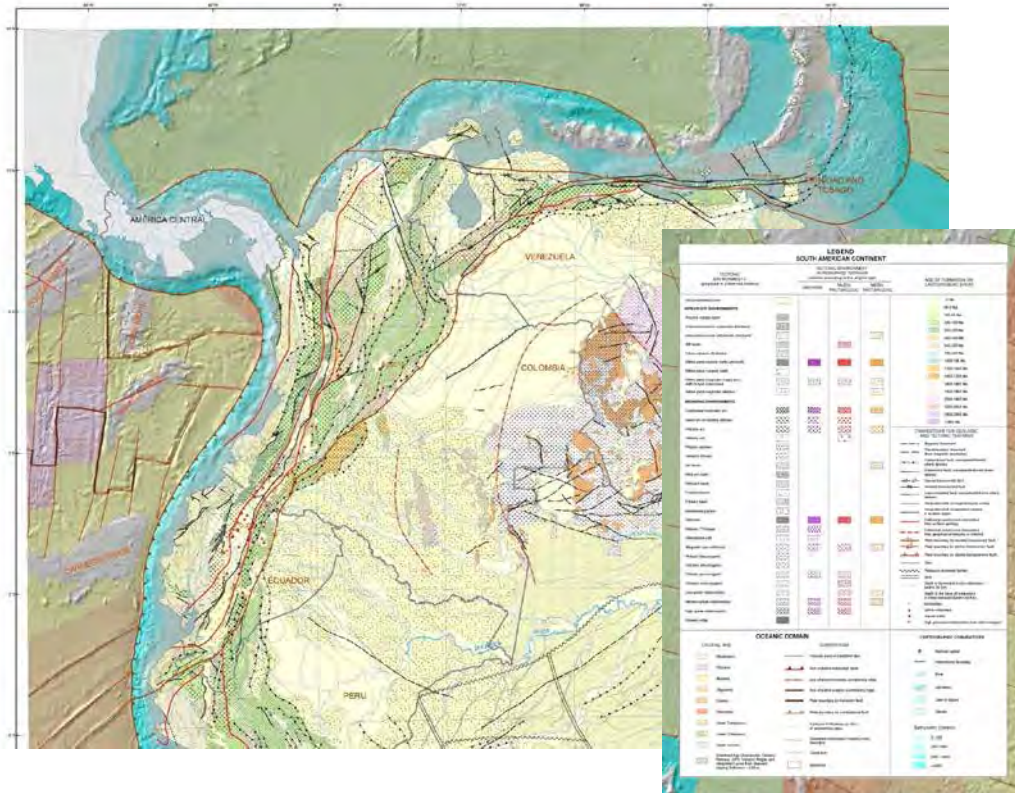
### Ecuador



Luis Pilatasig-  
Serv. Geol.

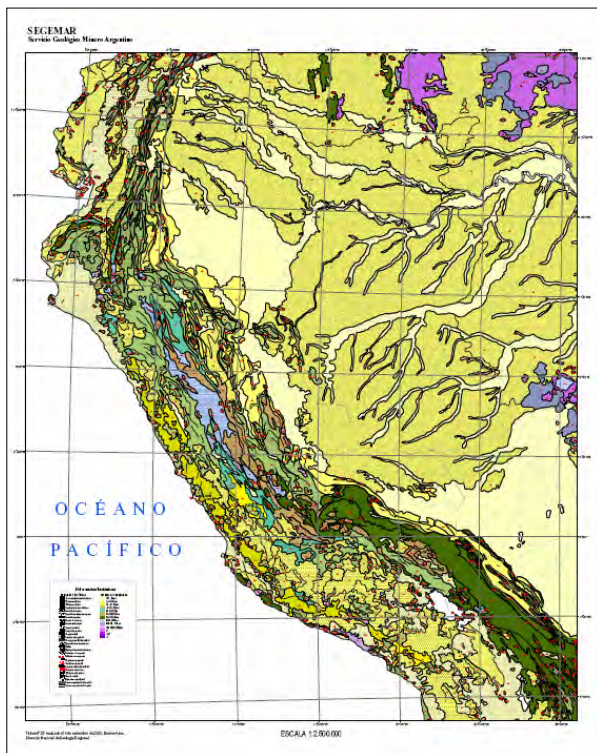
Diapositiva 16.

Mapa tectónico de sudamérica



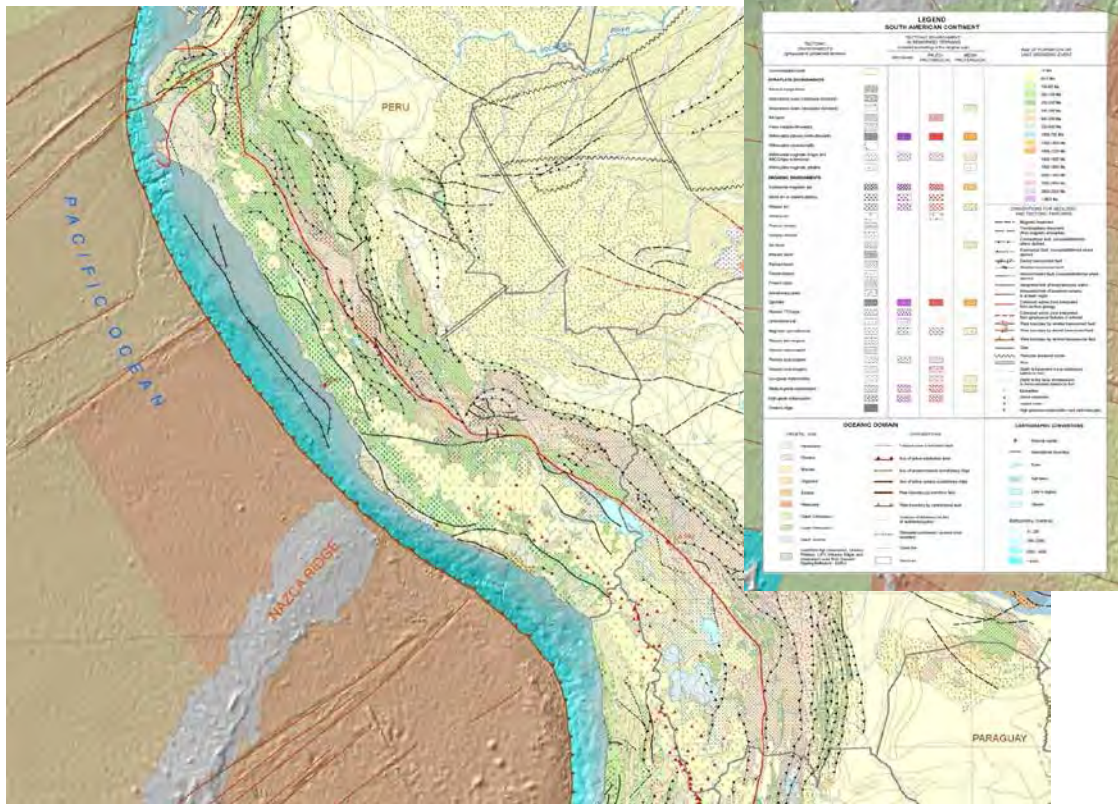
Diapositiva 17.

Perú

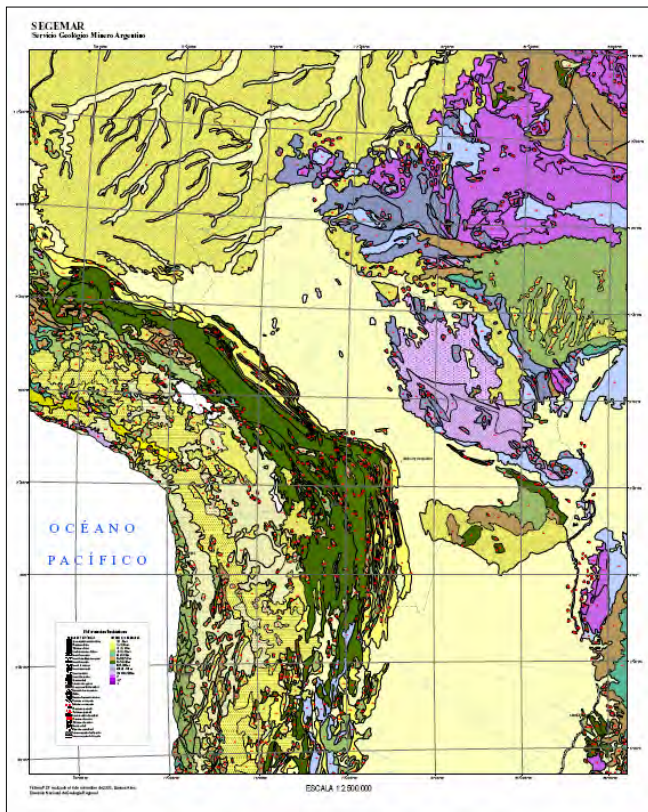


Victor Carlotto  
Ingemet

Diapositiva 18.



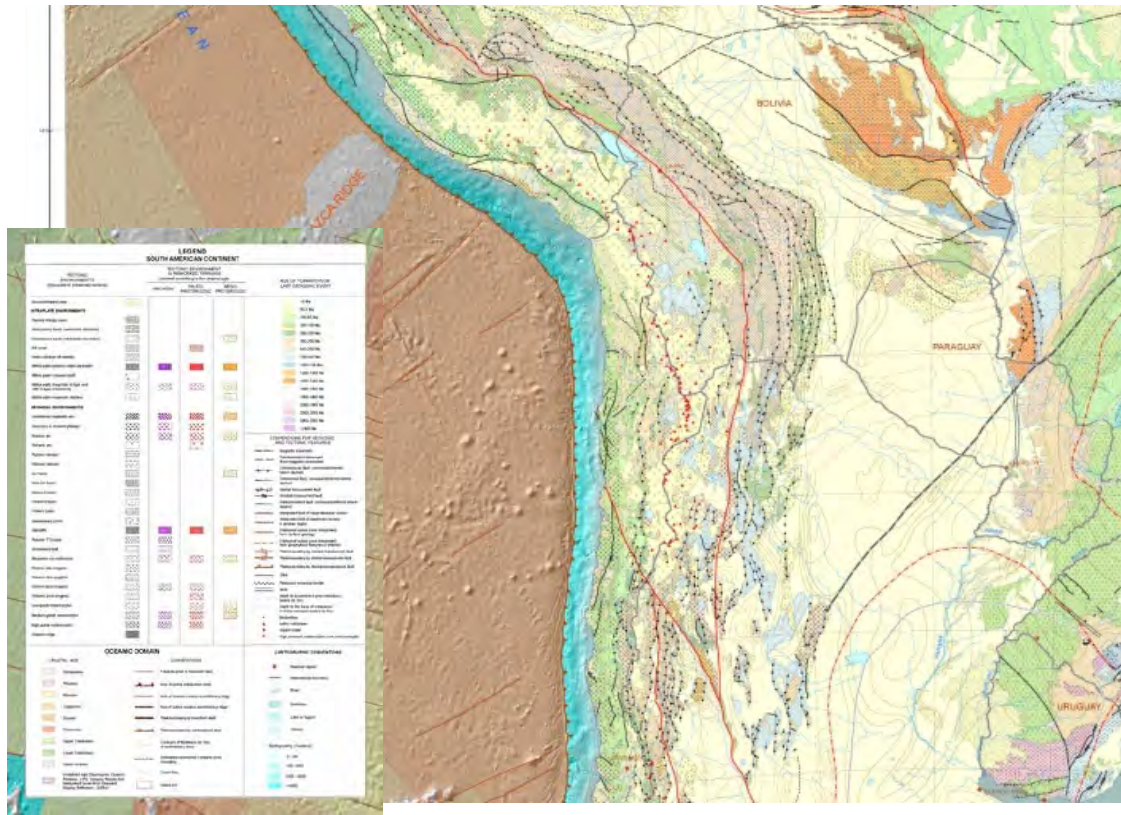
Diapositiva 19.



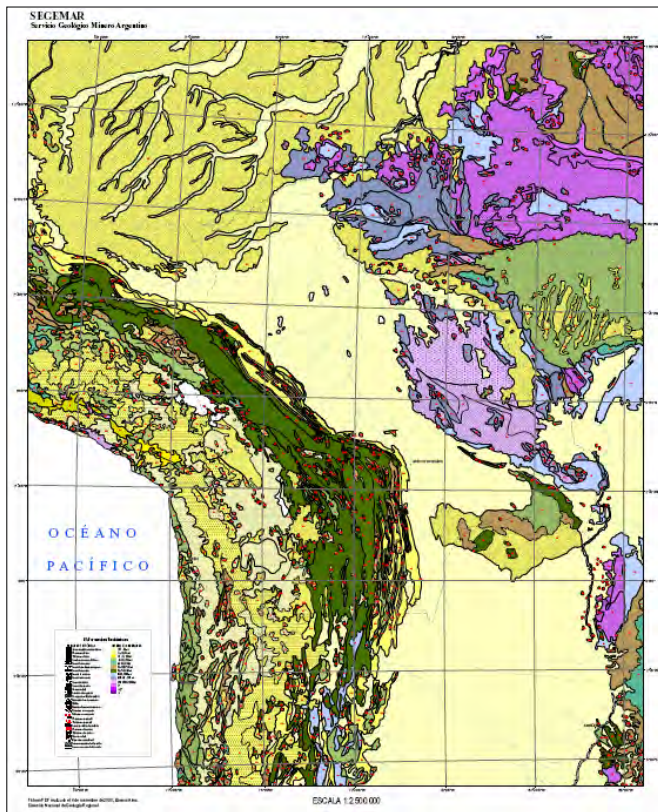
**Bolivia**

N. Jimenez  
Univ. San Andres

Diapositiva 20.



Diapositiva 21.



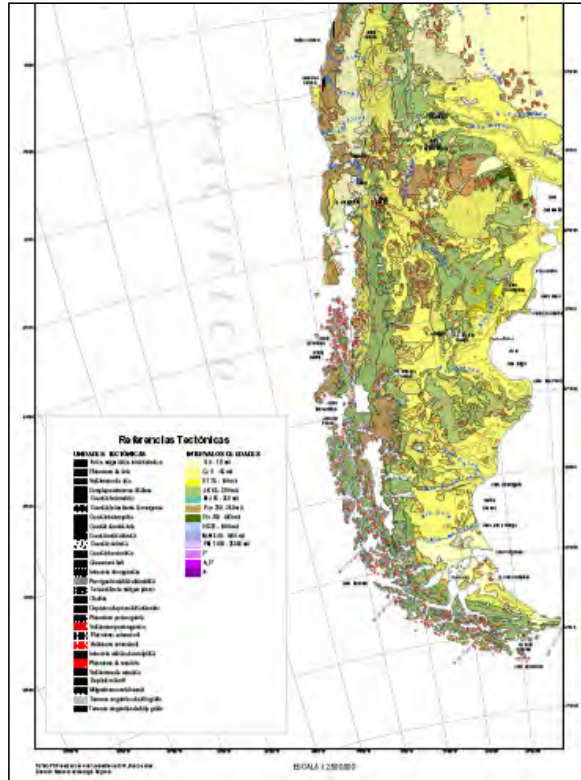
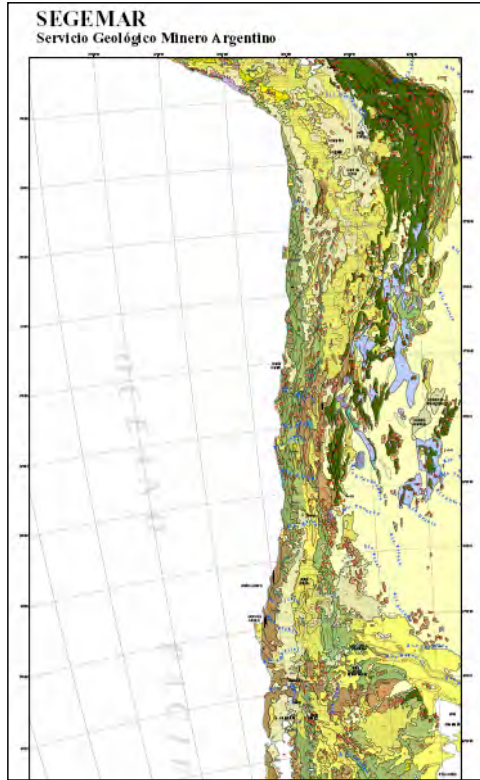
### Chile Norte

Paula Cornejo  
Sernageomin

Diapositiva 22.

Chile Central

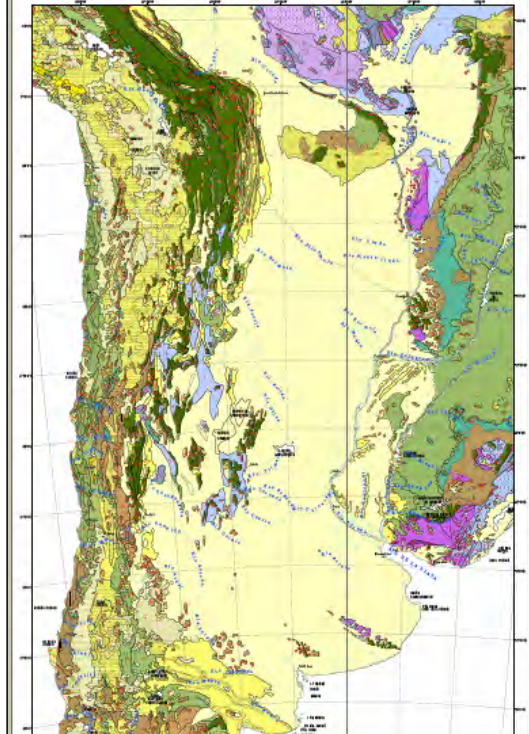
Chile Sur



Paula Cornejo  
Sernageomin

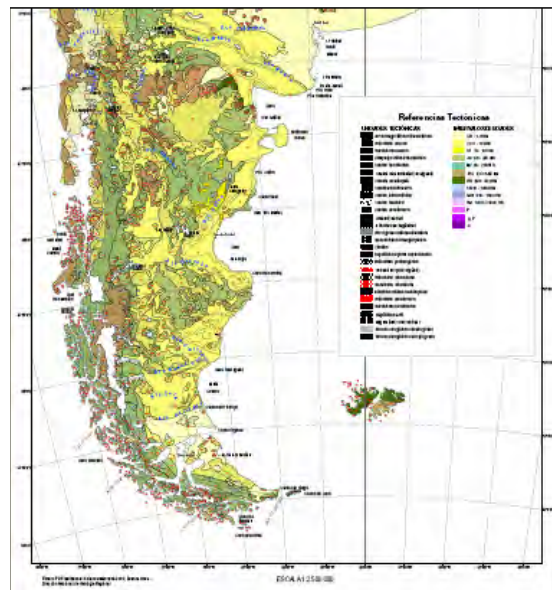
Diapositiva 23.

SEGEMAR  
Servicio Geológico Minero Argentino



Argentina

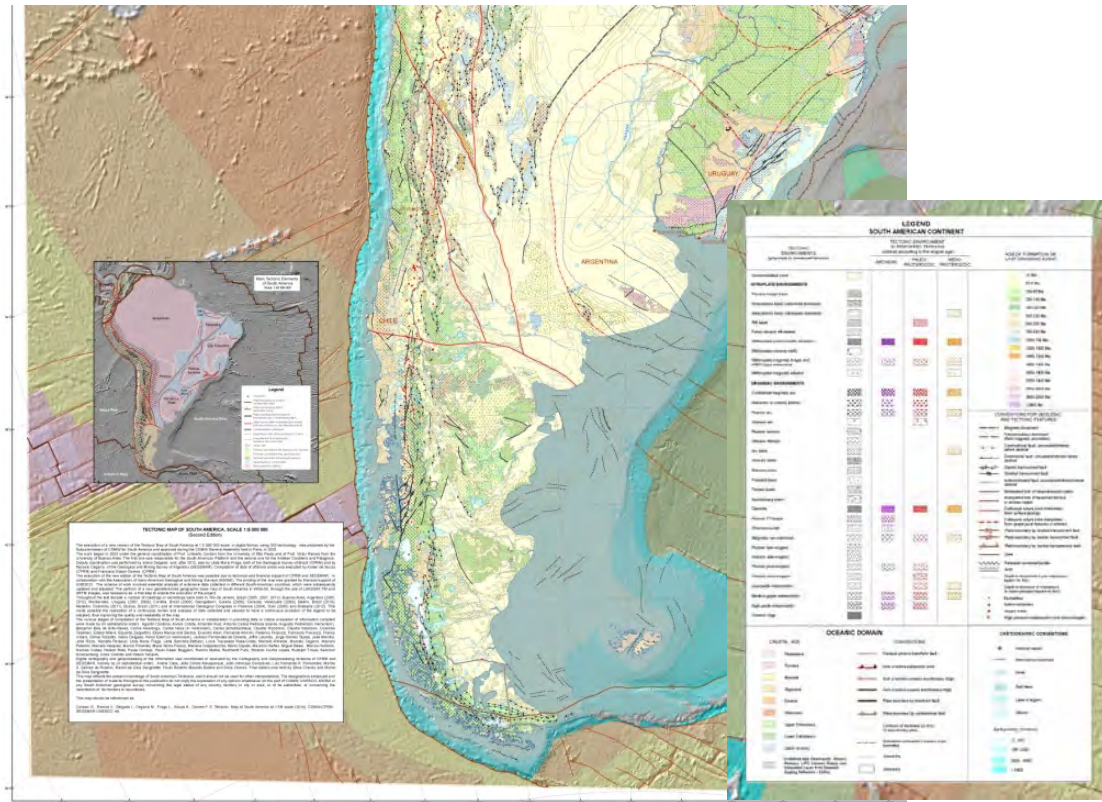
Marcelo Cegarra - SEGEMAR



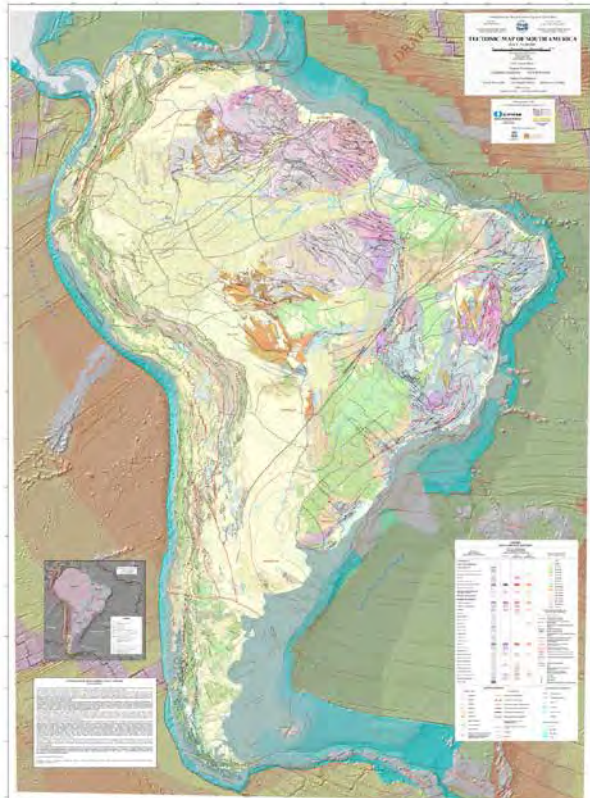
Diapositiva 24.



Mapa tectonico de sudamerica



Diapositiva 25.



Diapositiva 26.

### **Premisas necesarias: Unidades temporales**

- El mapa tuvo que ser simplificado con respecto al 1: 5.000.000 de Zappettini (2005): Mapa metalogénico de América del Sur.
- Principal problema que tuvimos que resolver: UNIDADES DE TIEMPO DRAMATICAMENTE SIMPLIFICADAS (13 intervalos contra 50)
- Ventajas anteriores: Diferentes esquemas temporales entre cratón y Andes
- Ej.: Plutonismo de arco triásico, jurásico, cretácico, triásico-jurásico, jurásico-cretácico inferior, cretácico superior-terciario inferior.

Conclusión parcial (de ellos): *“Creo que el intentar forzar la geología cratónica y andina en un esquema tectonoestratigráfico común parecía una fórmula destinada al fracaso”*

Solución: Más comunicación y mucha discusión...

Diapositiva 27.

### **Primeros problemas: Unidades tectónicas**

- El mapa “parece una mejora” con respecto al 1: 5.000.000 de Zappettini (2005)
- Principal problema enfrentado: el mapa es deficiente en la presentación de la geología estructural (Imposible hacer un mapa de fallas del continente que represente adecuadamente las fajas plegadas y corridas de los Andes)
- Limitar los bloques cratónicos acrecionados con límites generales en el mapa buscando un consenso y uno más detallado en un inset
- Problema menor enfrentado: volcanismo extensional y plutonismo extensional son UNIDADES DE REGIMEN DE DEFORMACION: se debería hablar de intra-arco extensional, o trasarco extensional, etc.
- *Los límites de las cuencas de antepaís están cubiertas por Cuaternario...* Muy difícil delimitación.

Diapositiva 28.



CGMW Commission for the Geological Map of the World



### A number of meetings or workshops were held in:

- \* Rio de Janeiro, Brazil (2005, 2007, 2013);
- \* Buenos Aires, Argentina (2005, 2012);
- \* Montevideo, Uruguay (2007, 2008);
- \* Curitiba, Brazil (2008);
- \* Georgetown, Guiana (2009);
- \* Caracas, Venezuela (2009);
- \* Belém, Brazil (2010);
- \* Medellín, Colombia (2011);
- \* Búzios, Brazil (2011);
- \* International Geological Congress in Florence (2004), Oslo (2008) and Brisbane (2012);

Continuous review and analysis of data collected allowed to have a continuous evolution of the legend to be adopted;

#### Diapositiva 29.

### Recomendación para el Mapa Geológico:

- Realizar reuniones entre los países andinos después de un cierto tiempo de maduración para que puedan utilizar las posibilidades que les dan las unidades de tiempo y las unidades geológicas a ser utilizadas.
- Tener presente que la región cratónica también sufrió de los embates de la tectónica fanerozoica en intervalos tectonoestratigráficos comunes...

#### Diapositiva 30.



Diapositiva 31.

# Geological evolution of the Amazonian Craton: forget geochronological provinces!

Salomon  
KROONENBERG\*

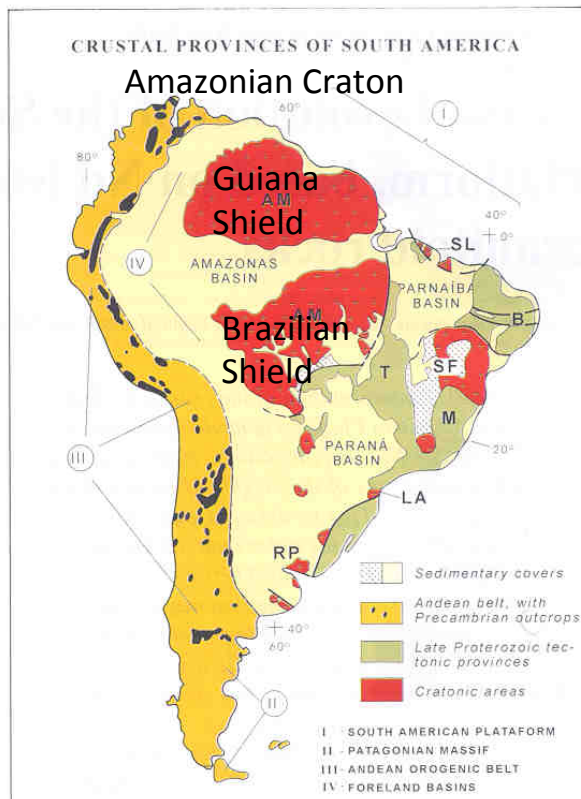


s.b.kroonenberg@tudelft.nl  
Delft University of Technology,  
Netherlands

## Geological evolution of the Amazonian Craton: forget geochronological provinces!

Salomon Kroonenberg  
Delft University of Technology,  
The Netherlands

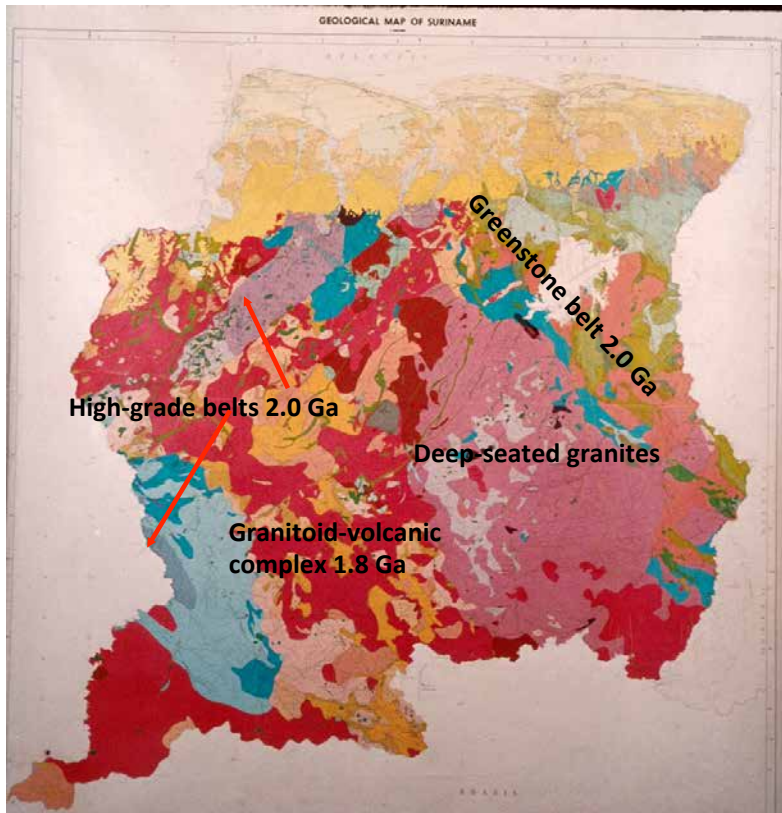
Diapositiva 1.



## Amazonian Craton

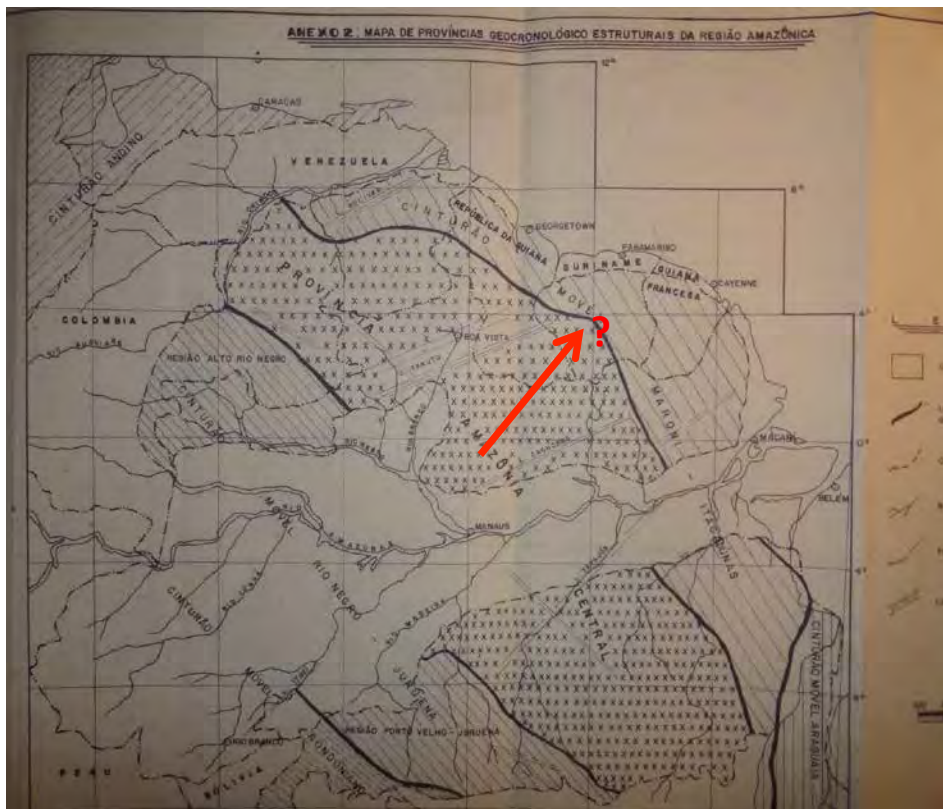
Cordani, 1999

Diapositiva 2.



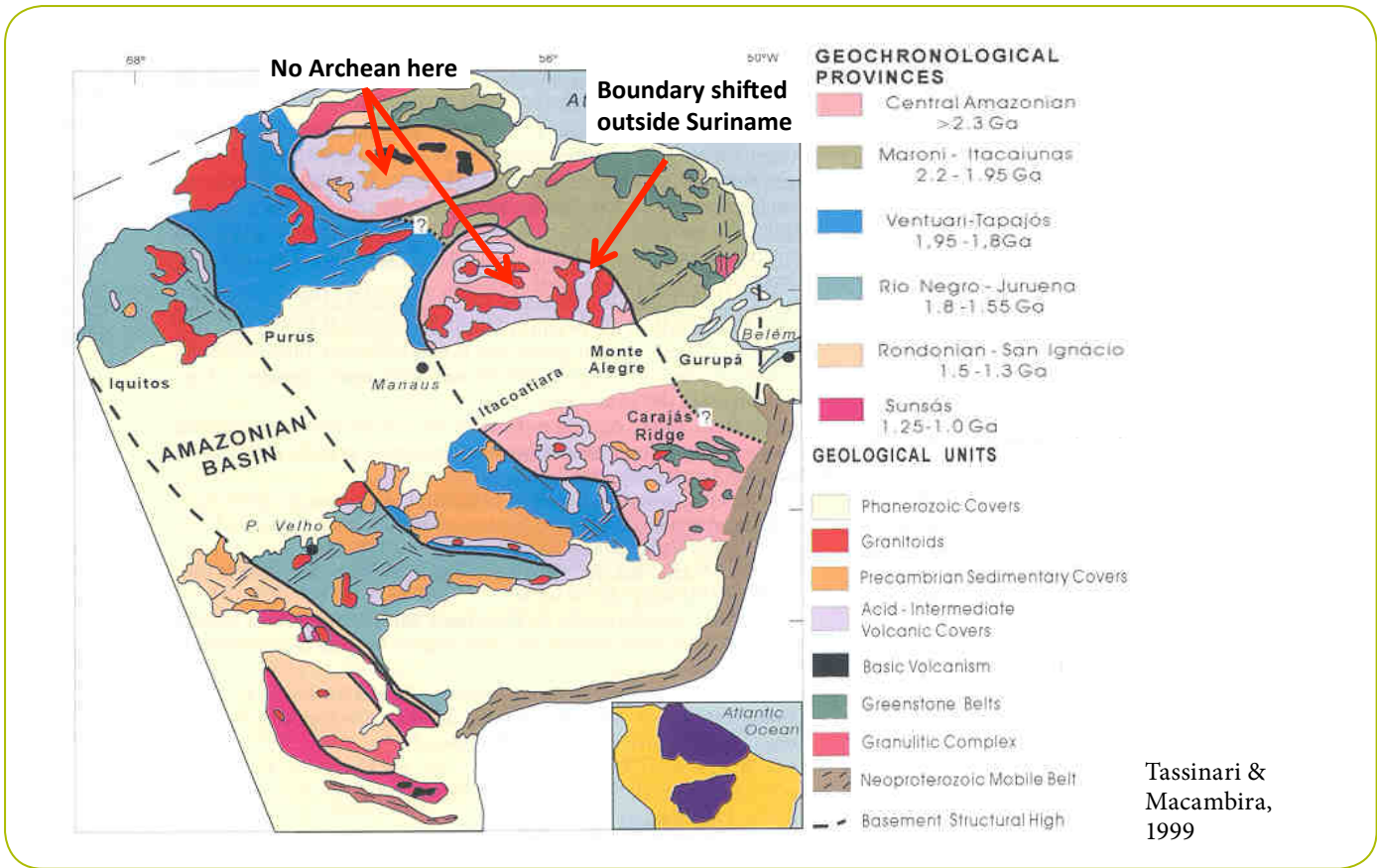
Geological map of Suriname,  
Geological and Mining Service,  
1977

Diapositiva 3.

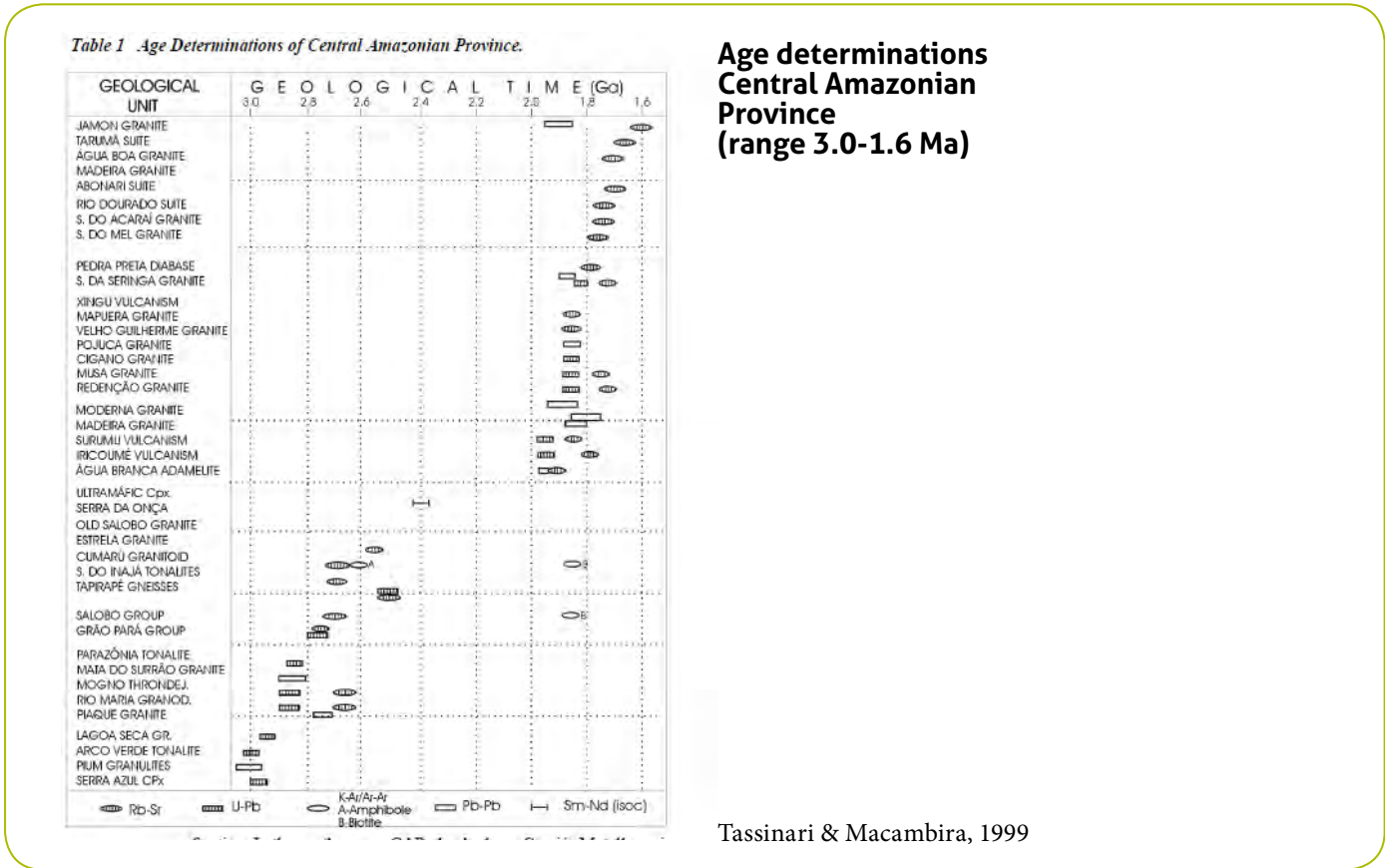


Mapa provincias  
geocronológico-  
estruturais,  
Tassinari, 1981

Diapositiva 4.



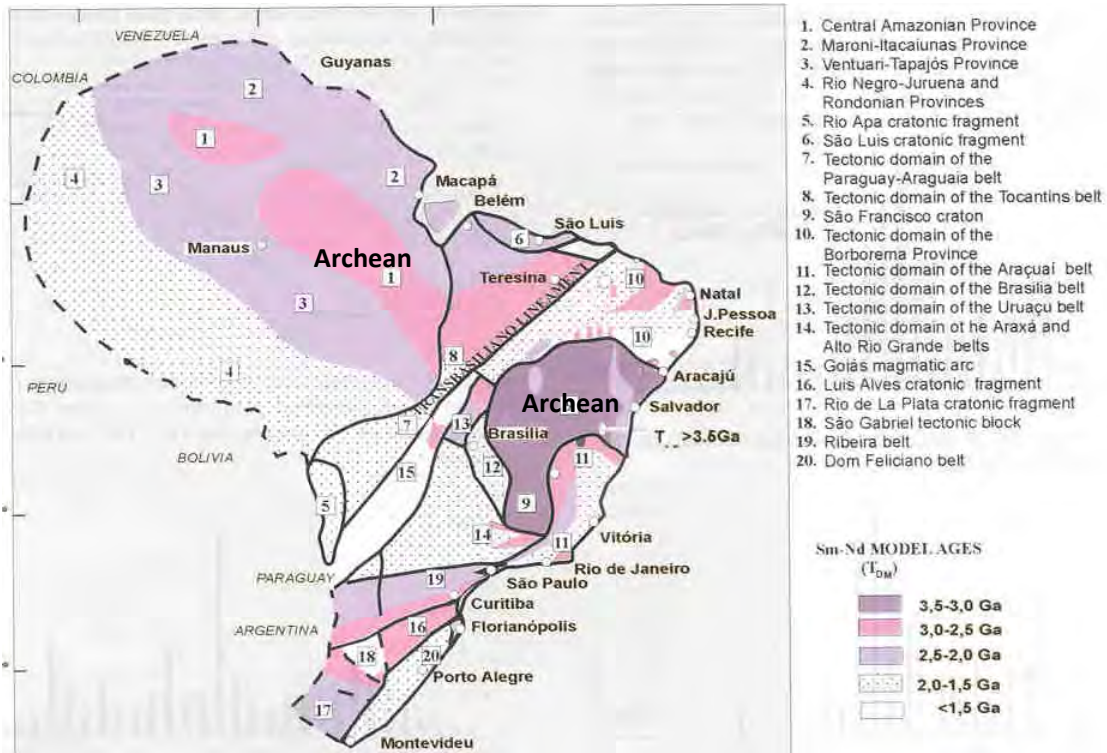
Diapositiva 5.



Diapositiva 6.

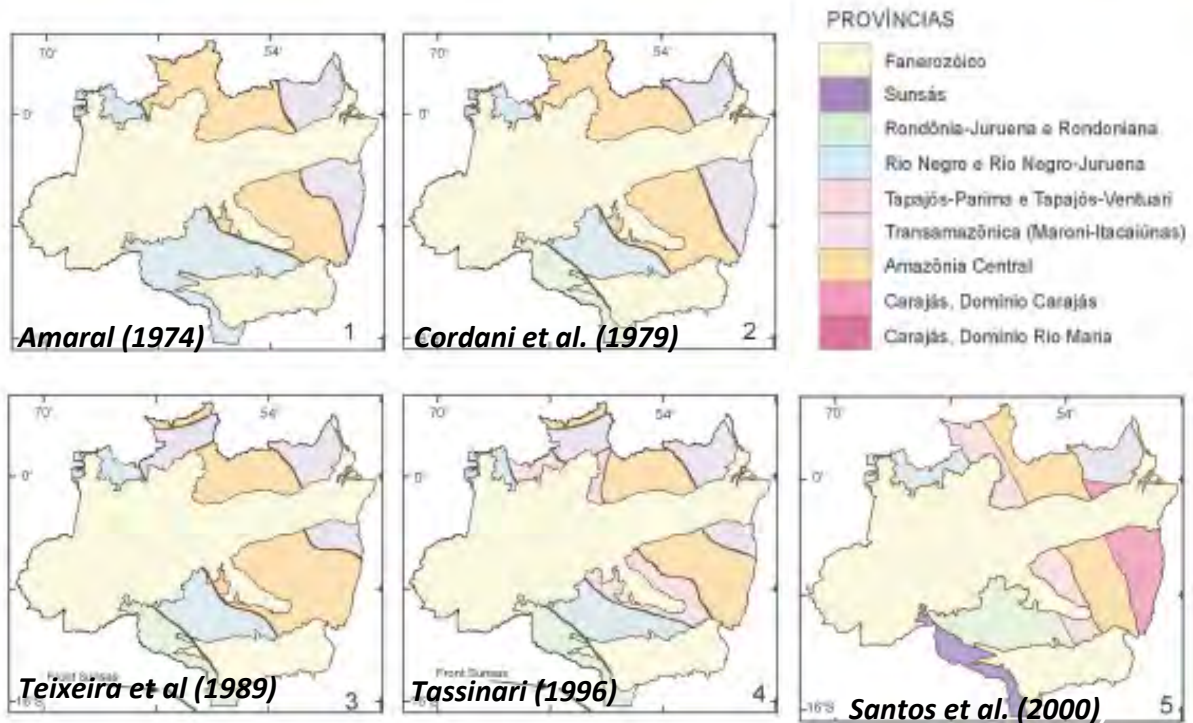


**Sm-Nd model ages, Cordani & Sato, 1999**



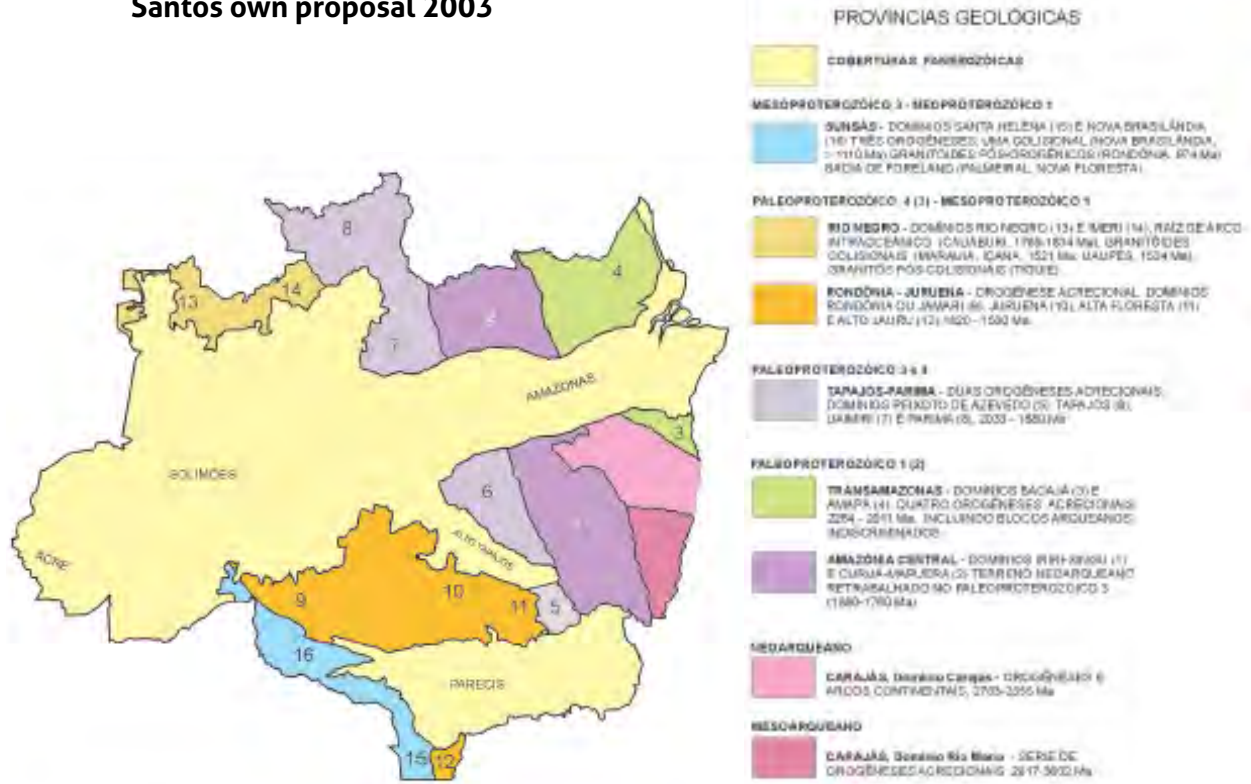
Diapositiva 7.

**Development of geochronological provinces in Brazil Santos, 2003**

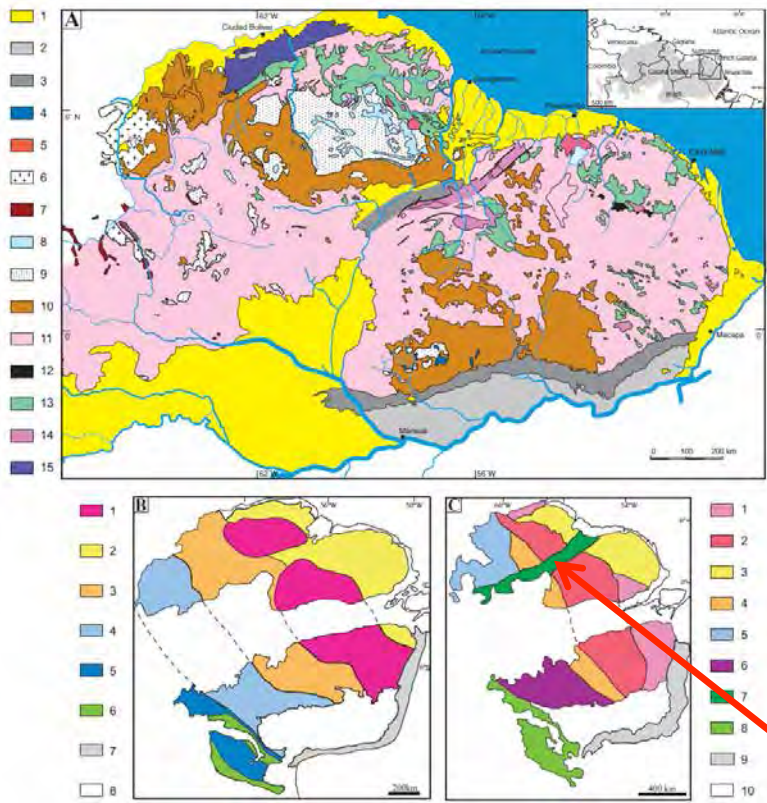


Diapositiva 8.

Santos own proposal 2003



Diapositiva 9.



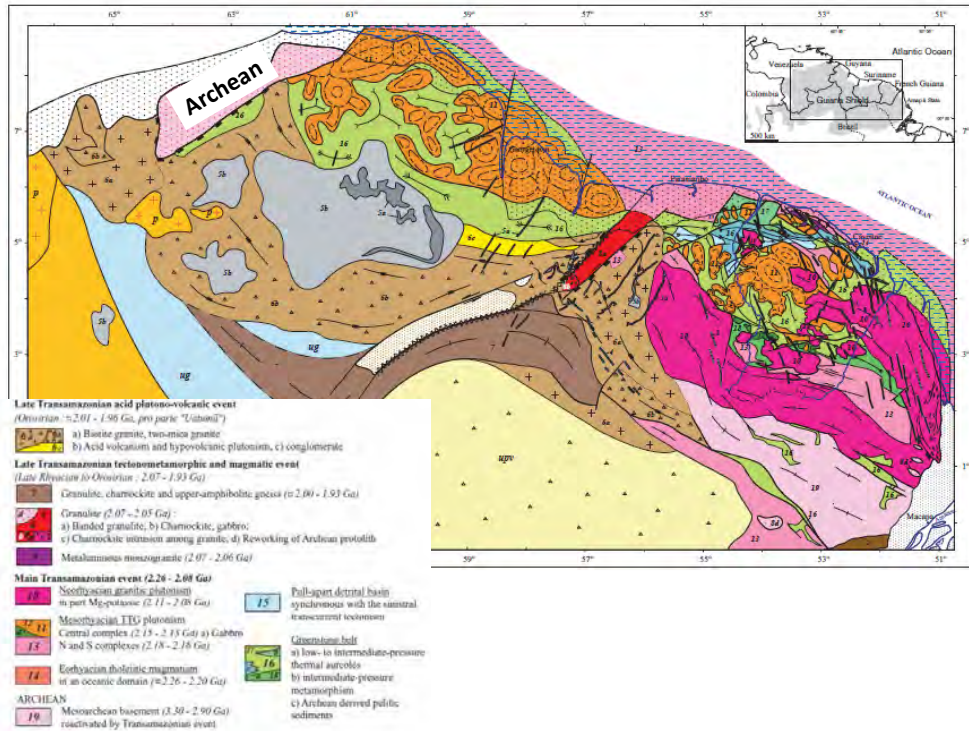
Gibbs & Barron, 1993

Delor et al 2003  
confront G&B with Brazilian schemes

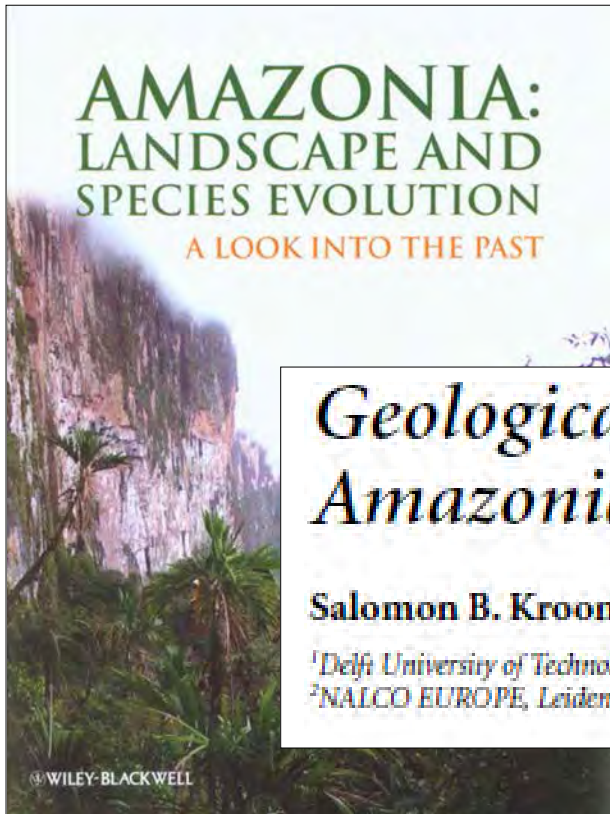
K'mudku: Grenvillian!

Diapositiva 10.

Revised structural sketch map Delor et al., 2003, good for Trans-Amazonian greenstone belt



Diapositiva 11.



*Geological evolution of the  
 Amazonian Craton*

Salomon B. Kroonenberg<sup>1</sup> and Emond W.F. de Roever<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Delft University of Technology, Delft, The Netherlands

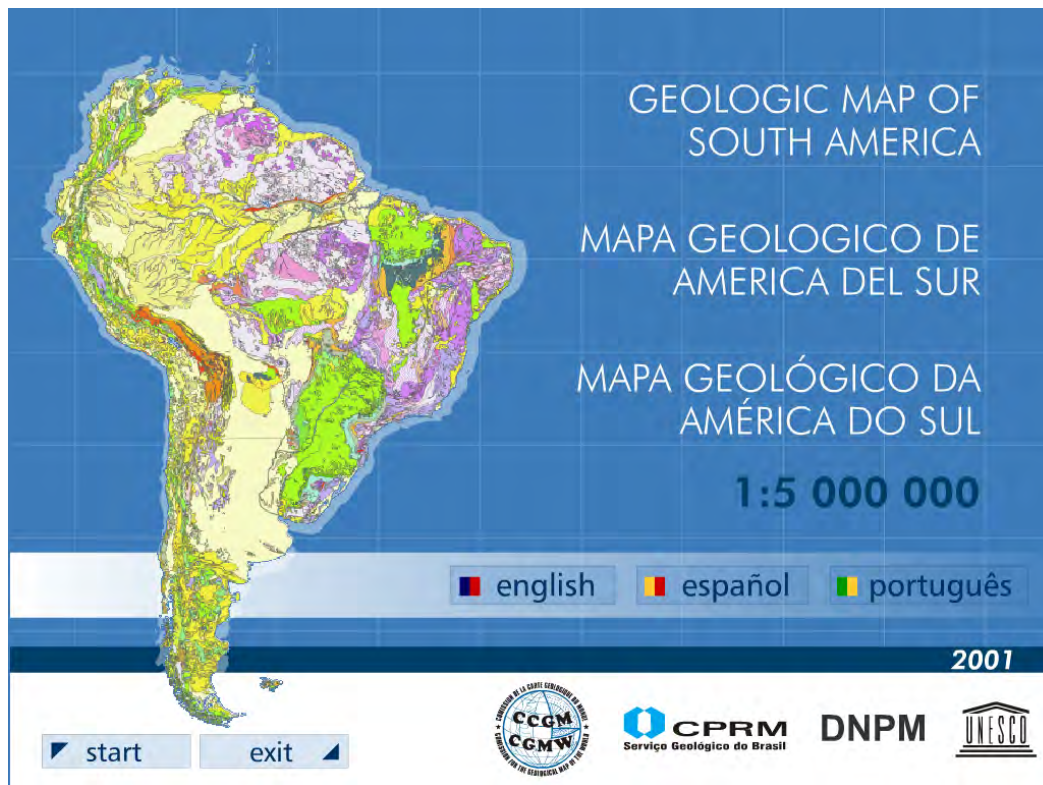
<sup>2</sup>NALCO EUROPE, Leiden, The Netherlands

Diapositiva 12.

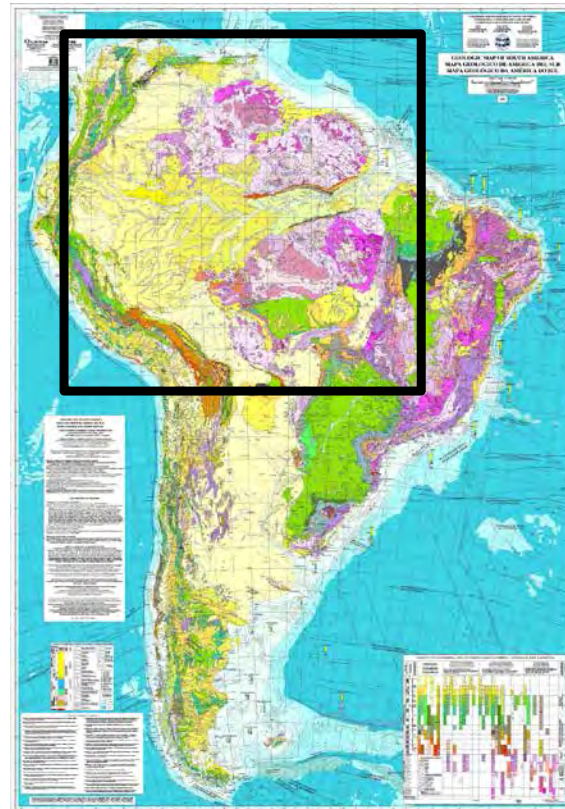
## Abolish geochronological provinces!

- Map and paper Kroonenberg & de Roever (2010) based on:
- Lithology and age from Schobbenhaus & Bellizzia 2001 Geological Map of South America
- Geochronology: mainly recently published data

Diapositiva 13.



Diapositiva 14.



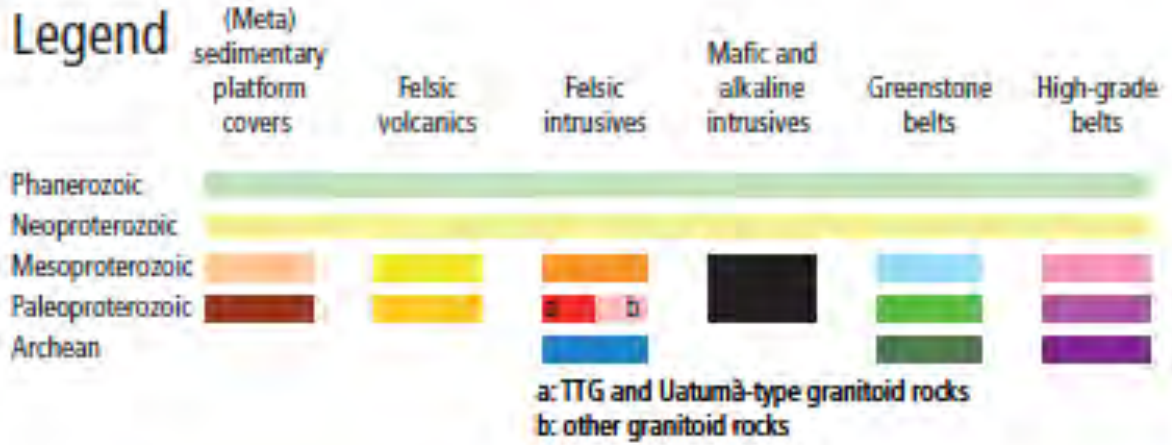
Diapositiva 15.

We made our own attribute table from Schobbenhaus' map

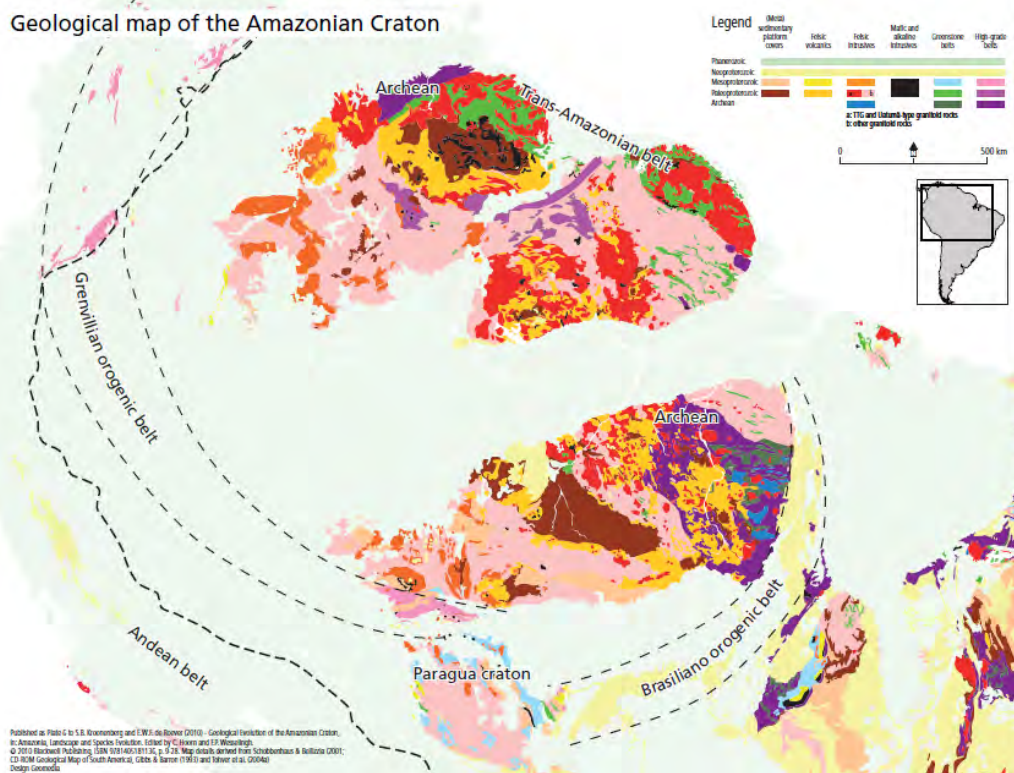
	A	B	C	D	E
16	o	N (Neoproterozoico)	540	1000	Neoproterozoico, rocha vulcanica/vulcanossedimentar nao-diferenciada
17	2a	MN2 (Meso a Neoproterozoico)	540	1600	Meso-Neoproterozoico, rocha metamorfica de grau muito baixo a baixo
18	b	M2 (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha metamorfica de grau muito baixo a baixo
19	3a	MN1 (Meso a Neoproterozoico)	540	1600	Meso-Neoproterozoico, rocha metamorfica de grau baixo a medio
20	b	M1 (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha metamorfica de grau baixo a medio
21	4a	M (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha metamorfica de grau medio a alto
22	b	MN (Meso a Neoproterozoico)	540	1600	Meso-Neoproterozoico, rocha metamorfica de grau medio a alto
23	5a	M (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha vulcanica/vulcanossedimentar acidaintermediaria
24	b	M (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha vulcanica/vulcanossedimentar nao-diferenciada
25		MN (Meso a Neoproterozoico)	540	1600	Meso-Neoproterozoico, rocha vulcanica/vulcanossedimentar basica/intermediaria
26		M (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha vulcanica/vulcanossedimentar basica/intermediaria
27	7a	M (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha plutonica acidaintermediaria
28		M (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha plutonica basica/ultrabasica
29		M (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, rocha plutonica hipabissal basica e ultrabasica
30		M (Mesoproterozoico)	1000	1600	Mesoproterozoico, complexo alcalino
31		P_ (Paleoproterozoico)	1600	2050	Paleoproterozoico (Drosiriano a Estateriano), complexo alcalino
32		P_ (Paleoproterozoico)	1600	2500	Paleoproterozoico, rocha plutonica basica/ultrabasica
33	8a	P_ M2 (Paleo a Mesoproterozoico)	1400	1800	Paleo a Mesoproterozoico (Estateriano-Calimniano), rocha metamorfica de grau muito baixo a baixo
34	b	P_ 2 (Paleoproterozoico)	1600	2050	Paleoproterozoico (Drosiriano-Estateriano), rocha metamorfica de grau muito baixo a baixo
35	c	P_ 2 (Paleoproterozoico)	1800	2300	Paleoproterozoico (Piaciano-Drosiriano), rocha metamorfica de grau muito baixo a baixo
36	10a	P_ M (Paleo a Mesoproterozoico)	1000	2050	Paleo a Mesoproterozoico (Drosiriano-Esteniano), rocha plutonica acidaintermediaria
37	b	P_ (Paleoproterozoico)	1600	2050	Paleoproterozoico (Drosiriano a Estateriano), rocha plutonica acidaintermediaria
38	c	P_ (Paleoproterozoico)	1600	2300	Paleoproterozoico, rocha plutonica acidaintermediaria
39	d	P_ (Paleoproterozoico)	1600	2500	Paleoproterozoico, rocha plutonica acidaintermediaria
40	11a	P_ M (Paleo a Mesoproterozoico)	1400	1800	Paleo a Mesoproterozoico (Estateriano-Calimniano), rocha metamorfica de grau medio a alto
41	b	P_ (Paleoproterozoico)	1600	2050	Paleoproterozoico (Drosiriano a Estateriano), rocha metamorfica de grau medio a alto
42	c	P_ (Paleoproterozoico)	1800	2300	Paleoproterozoico (Sideriano-Drosiriano), rocha metamorfica de grau medio a alto
43	d	P_ (Paleoproterozoico)	1800	2500	Paleoproterozoico (Sideriano-Drosiriano), rocha metamorfica de grau medio a alto
44	e	P_ (Paleoproterozoico)	1600	2500	Paleoproterozoico, rocha metamorfica de grau medio a alto
45	12a	P_ (Paleoproterozoico)	1600	2050	Paleoproterozoico (Drosiriano a Estateriano), rocha vulcanica/vulcanossedimentar acidaintermediaria
46	b	P_ (Paleoproterozoico)	1800	2300	Paleoproterozoico (Piaciano-Drosiriano), rocha vulcanica/vulcanossedimentar acidaintermediaria
47	13a	P_ (Paleoproterozoico)	1800	2300	Paleoproterozoico (Piaciano a Drosiriano), cinturao de rochas verdes (greenstone belt) ou unidade similar
48	b	P_ 1 (Paleoproterozoico)	1800	2300	Paleoproterozoico (Piaciano-Drosiriano), rocha metamorfica de grau baixo a medio
49	c	P_ (Paleoproterozoico)	1600	2500	Paleoproterozoico, cinturao de rochas verdes (greenstone belt) ou unidade similar
50		A2 (Neoarqueano)	2500	2800	Arqueano (Neoarqueano), rocha metamorfica de grau muito baixo a baixo
51		A* (Mesoarqueano)	2500	3200	Arqueano (Mesoarqueano), cinturao de rochas verdes (greenstone belt) ou unidade similar
52		AP_ (Arqueano a Paleoproterozoico)	2300	3200	Arqueano a Paleoproterozoico, cinturao de rochas verdes (greenstone belt) ou unidade similar
53	14a	AP_ (Arqueano a Paleoproterozoico)	1800	3200	Arqueano a Paleoproterozoico (Mesoarqueano-Drosiriano), rocha metamorfica de grau medio a alto
54		A (Arqueano)	2500	3600	Arqueano (Paleoarqueano-Neoarqueano), rocha metamorfica de grau medio a alto
55		A (Arqueano)	2500	3600	Arqueano (Paleoarqueano-Neoarqueano), rocha plutonica acidaintermediaria
56		AP_ (Arqueano a Paleoproterozoico)	1600	3600	Arqueano a Paleoproterozoico (Paleoarqueano-Estateriano), rocha plutonica acidaintermediaria
57	17a	Pe (Pre-Cambriano)	540	4500	Pre-Cambriano nao diferenciado, rocha metamorfica de grau medio a alto
58					

Diapositiva 16.

Our legend on the basis of Schobbenhaus's map  
Kroonenberg & de Roever, 2010



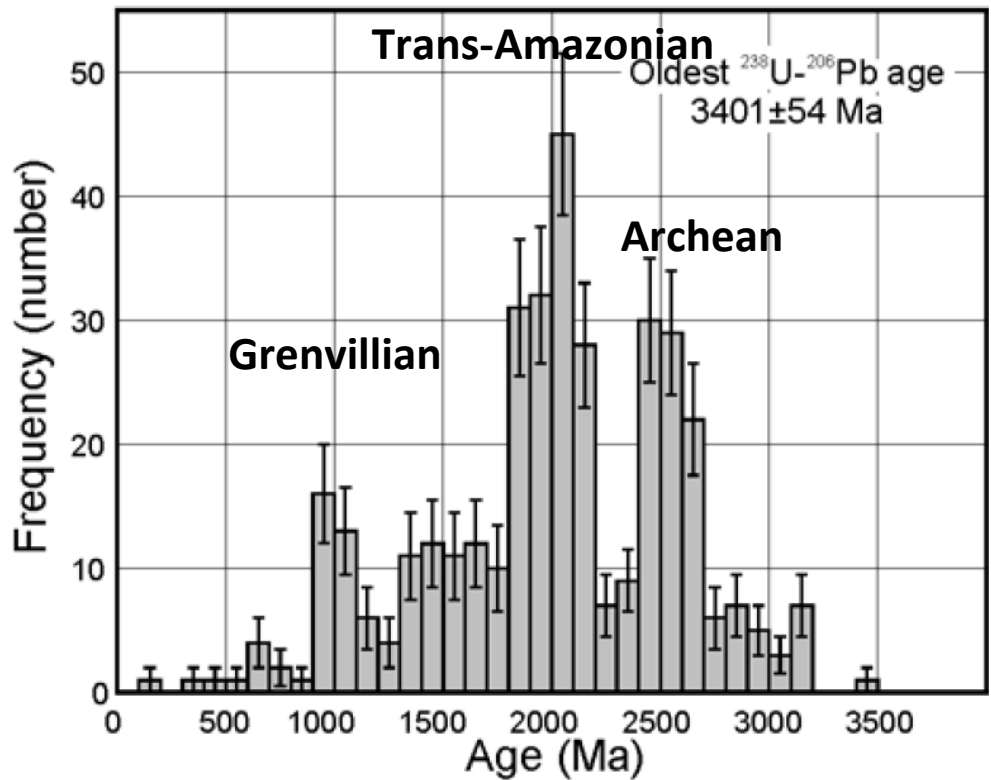
Diapositiva 17.



Kroonenberg & de Roever, 2010

Diapositiva 18.

**Detrital zircons  
modern Amazon:  
three orogenic  
episodes**



Rino et al., 2004

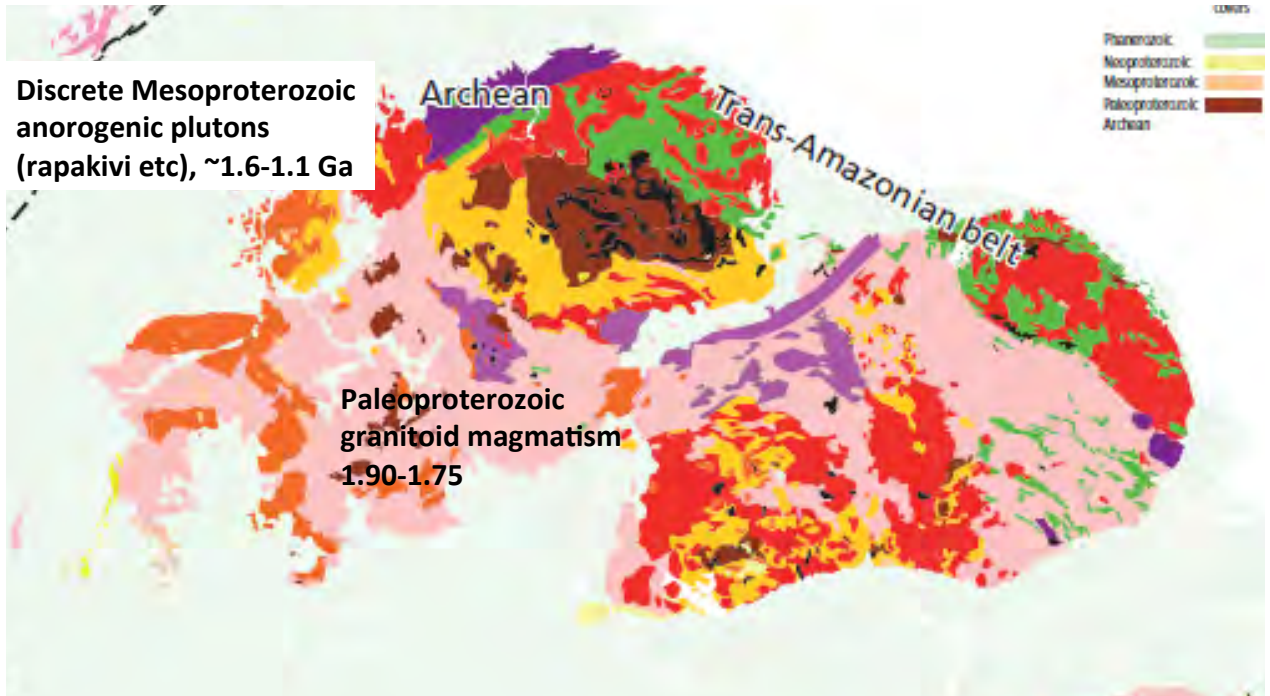
Diapositiva 19.

### **Our 2010 interpretation: 6 stages in Amazonian Craton**

- 3.0 Ga **Archean** orogeny (Carajas, Amapa, Imataca?)
- 2.2-2.1 Ga **Trans-Amazonian** orogeny (greenstone , TTG)
- 2.06-1.98 Ga Late Trans-Amazonian high-grade belts
- 1.98- 1.75 Ga continuing **anorogenic felsic to minor mafic magmatism** (LIP?), cratonization of the shield
- 1.6-1. 1 Ga discrete Mesoproterozoic plutons (Parguaza, Mucajai, Rondonia tin granites)
- 1-1-0.9 Ga **Grenvillian** orogeny, collision with Laurentia and Paragua cratons, indentation tectonics and thermal reactivation

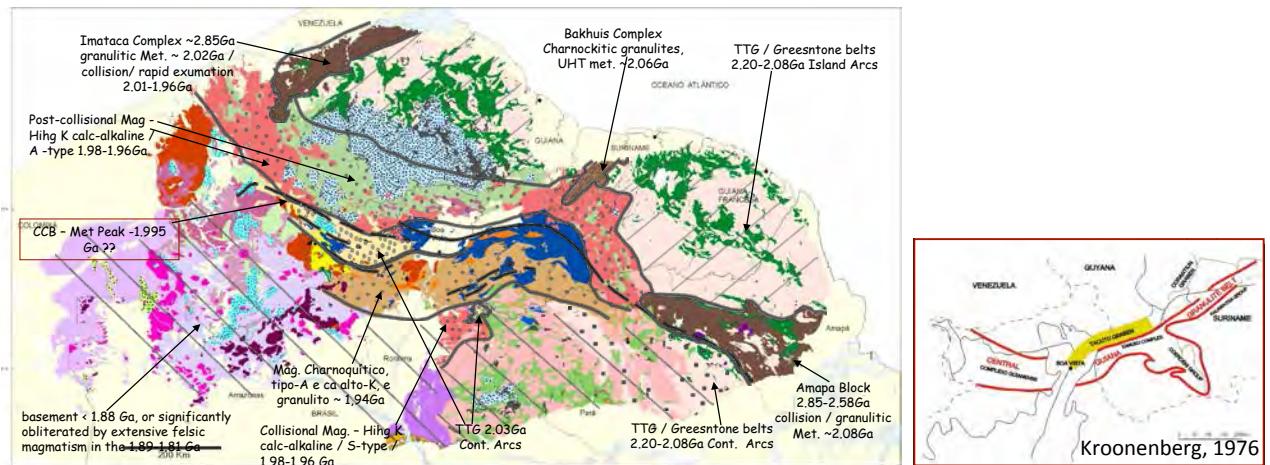
Diapositiva 20.

### Our 2010 interpretation of the Guiana Shield



Diapositiva 21.

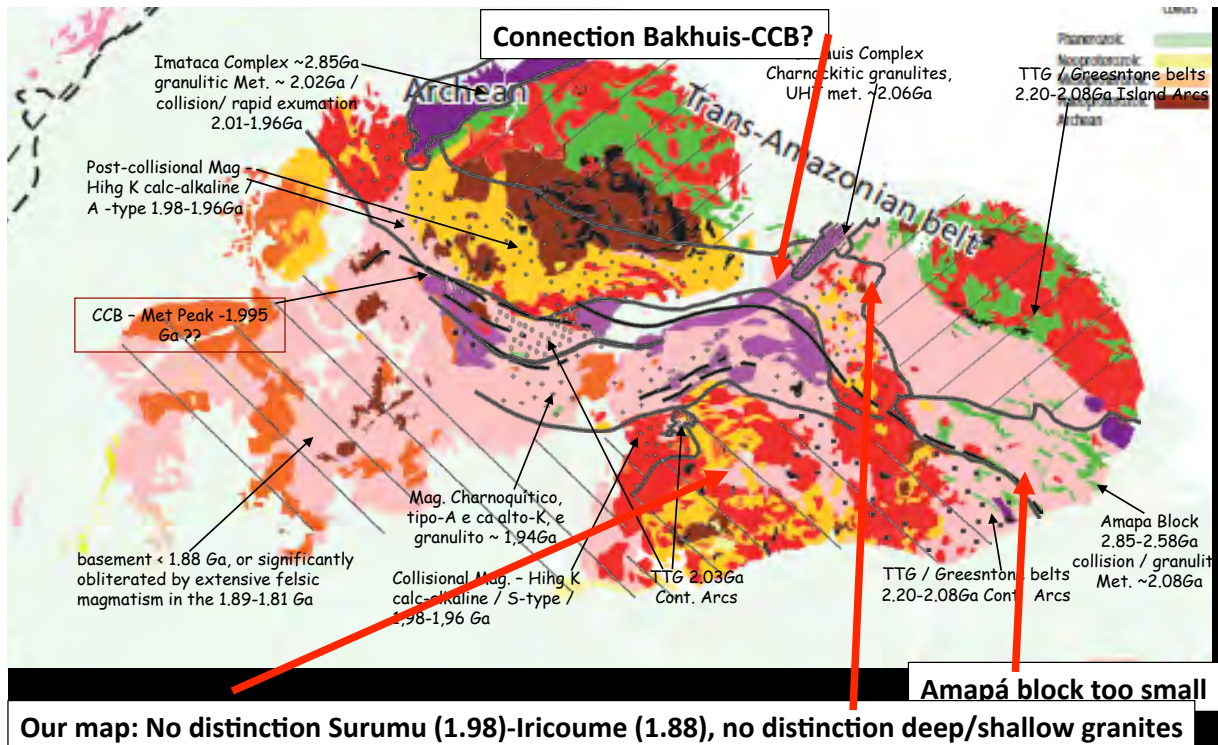
### Fraga 2008: Cauarane-Coeroeni Belt



Swap & Onstott 1989; Tassinari et al 2004; Santos et al 2006; Delor et al 2003; Rosa-Costa et al. 2007 ; Almeida & Macambira 2007) ; Fraga et al 2008

Diapositiva 22.

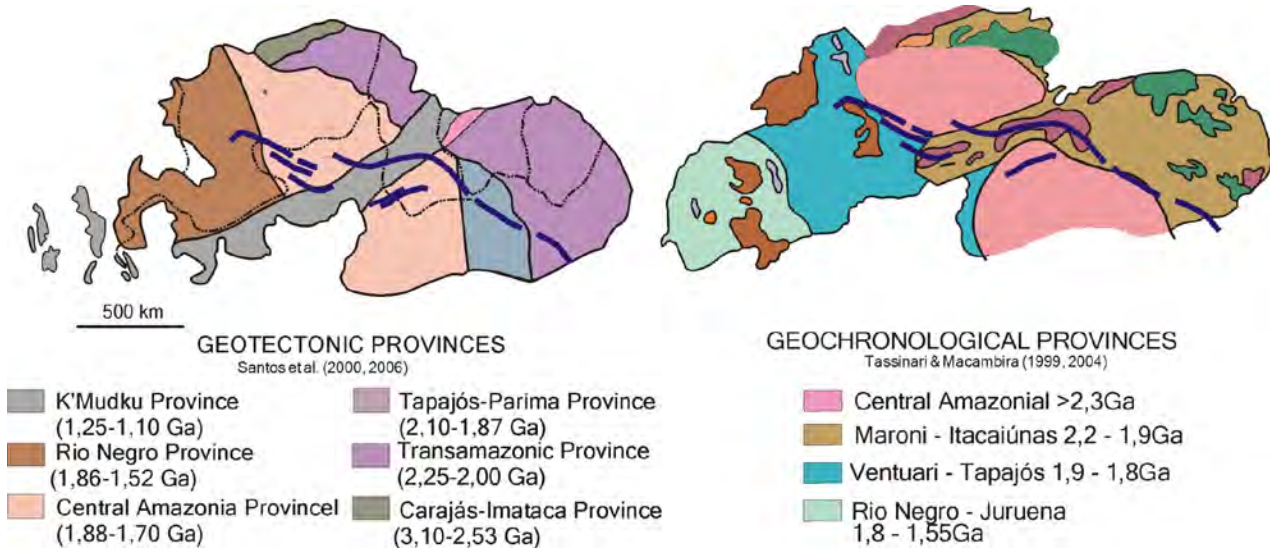




Leda Fragas interpretation overlain over our map: good correspondence north from Cauarane-Coeroeni Belt, insufficient detail south of it (especially Roraima State)

Diapositiva 23.

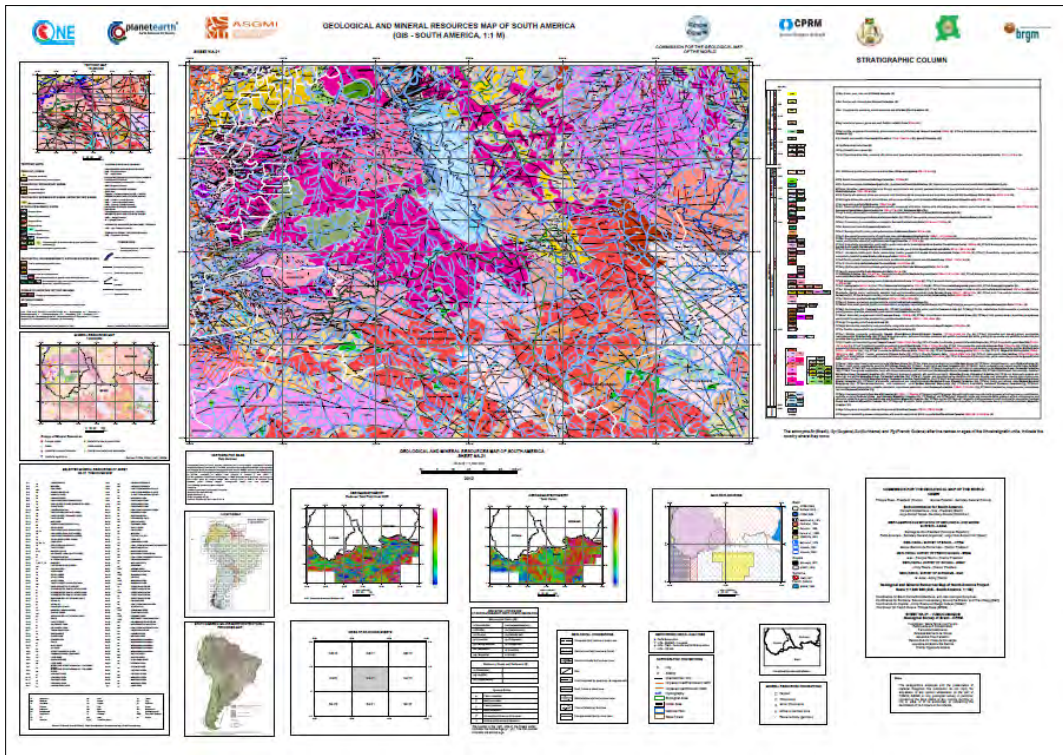
**Fraga 2011: C-C Belt intersects old Geochronological provinces**



No westwards continental accretion, but two domains separated by orogenic belt

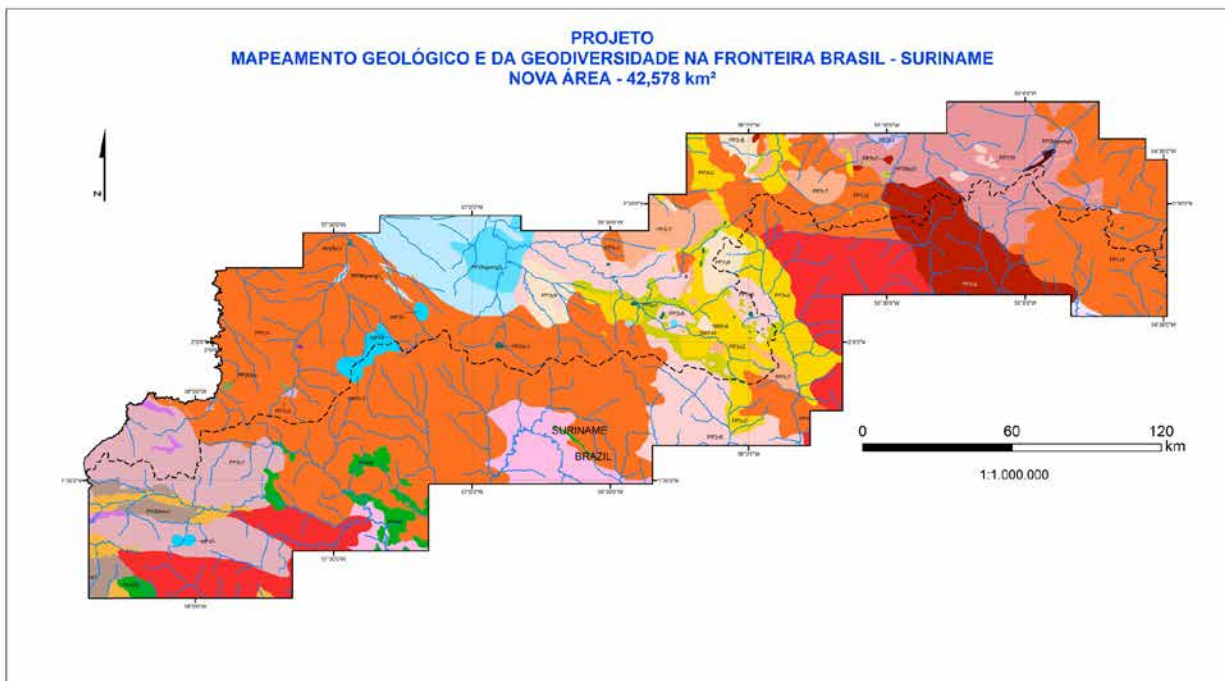
Diapositiva 24.

### Sheet NA.21 Tumucumaque, preliminary version, April 2013



Diapositiva 25.

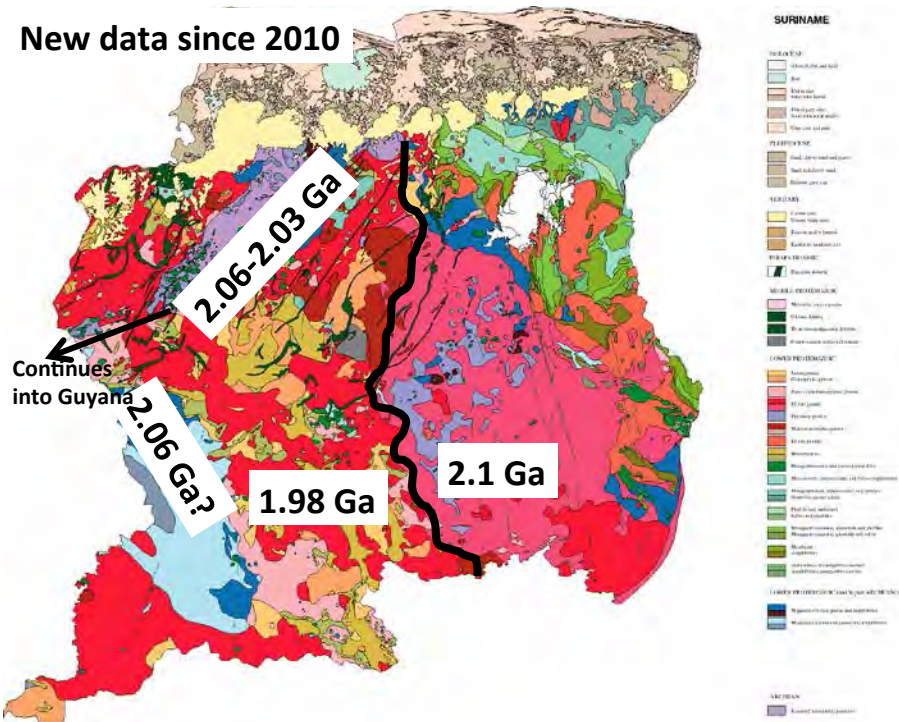
### ABC Suriname, preliminary map, no analyses available yet



Diapositiva 26.

**Preliminary results NA.21 and ABC and data De Roever, 2003, 2010**  
**Deep and shallow granites are 100 Ma apart**

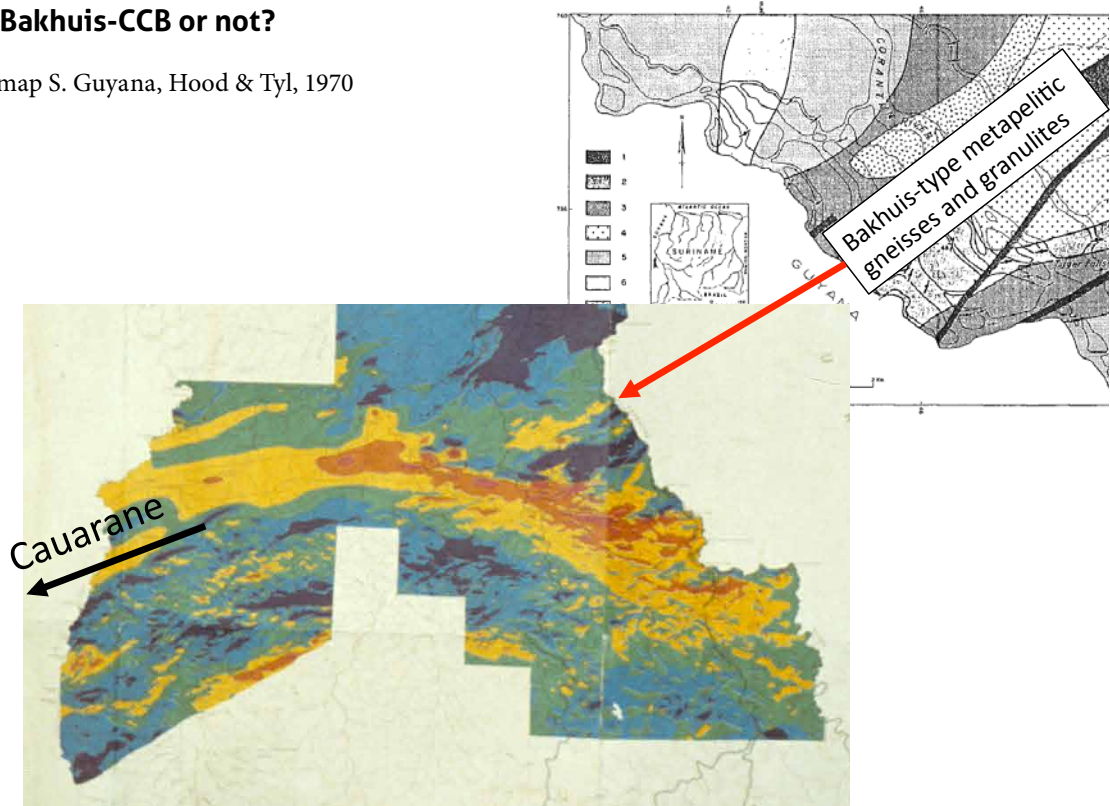
**New data since 2010**



Diapositiva 27.

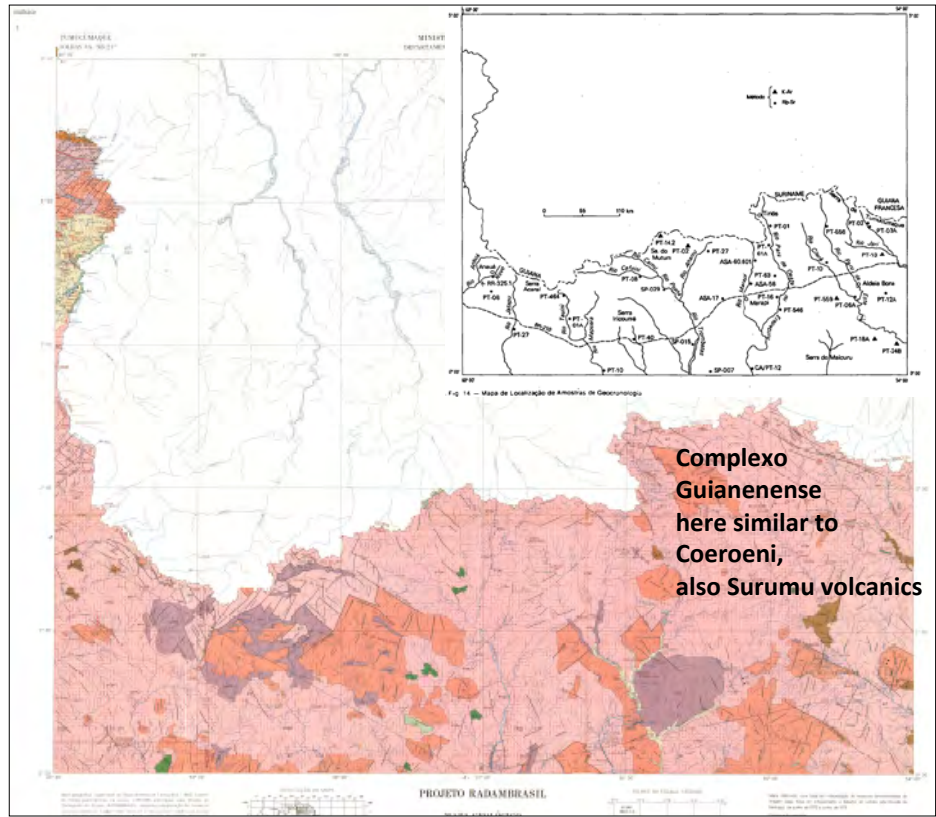
**Continuity Bakhuis-CCB or not?**

Geomagnetic map S. Guyana, Hood & Tyl, 1970



Diapositiva 28.

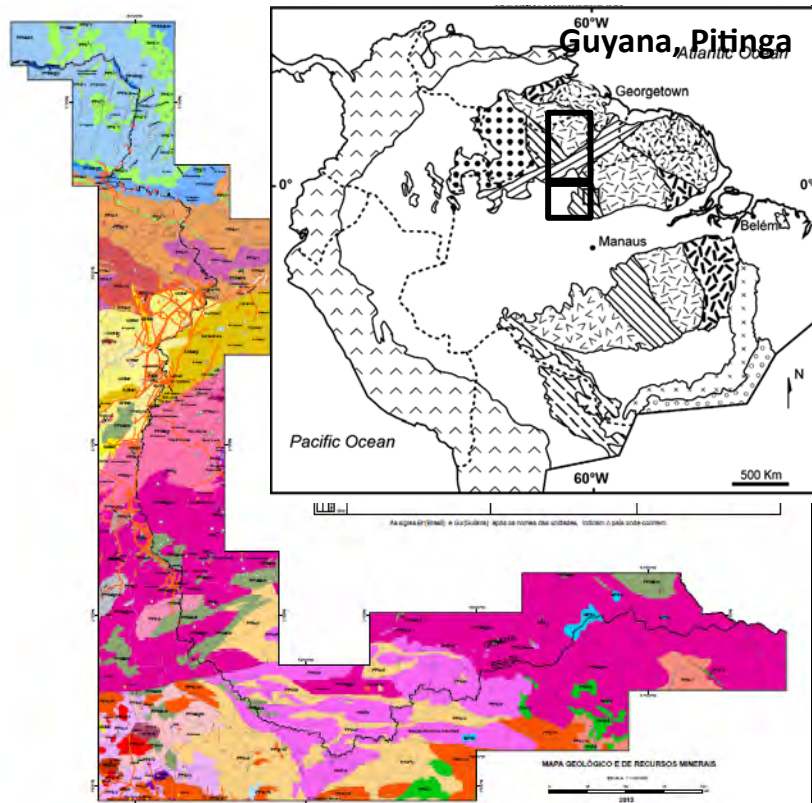
**Map and geochronology Tumucumaque, RadamBrasil 1977**



Diapositiva 29.

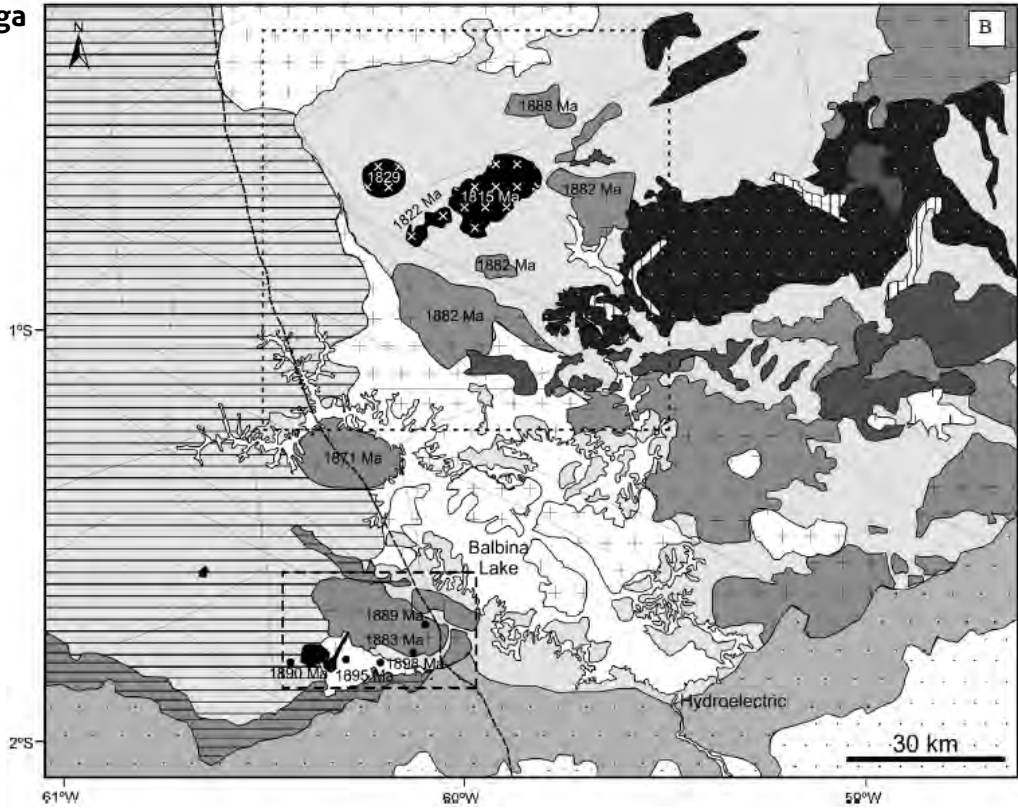
**Southern part Guyana. Brasil:**

- Mapuera, Igarape Azul
- Agua Branca
- Caroebe
- Granites:
- 1.87-1.89 Ga
- Iricoume acid
- Volcanics:
- 1.88-1.9 Ga

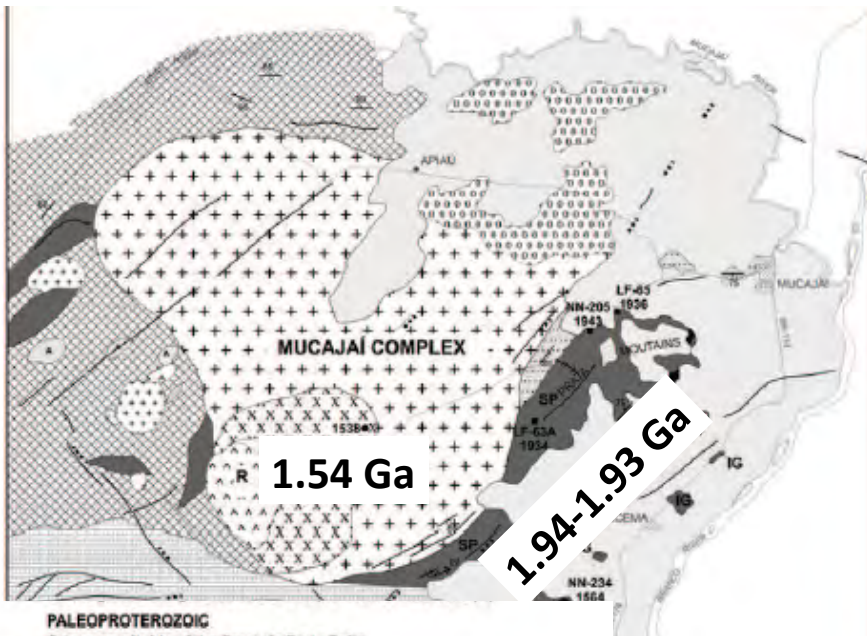


Diapositiva 30.

Valerio, 2012, Pitinga district: 1.895-1.82 plutons



Diapositiva 31.

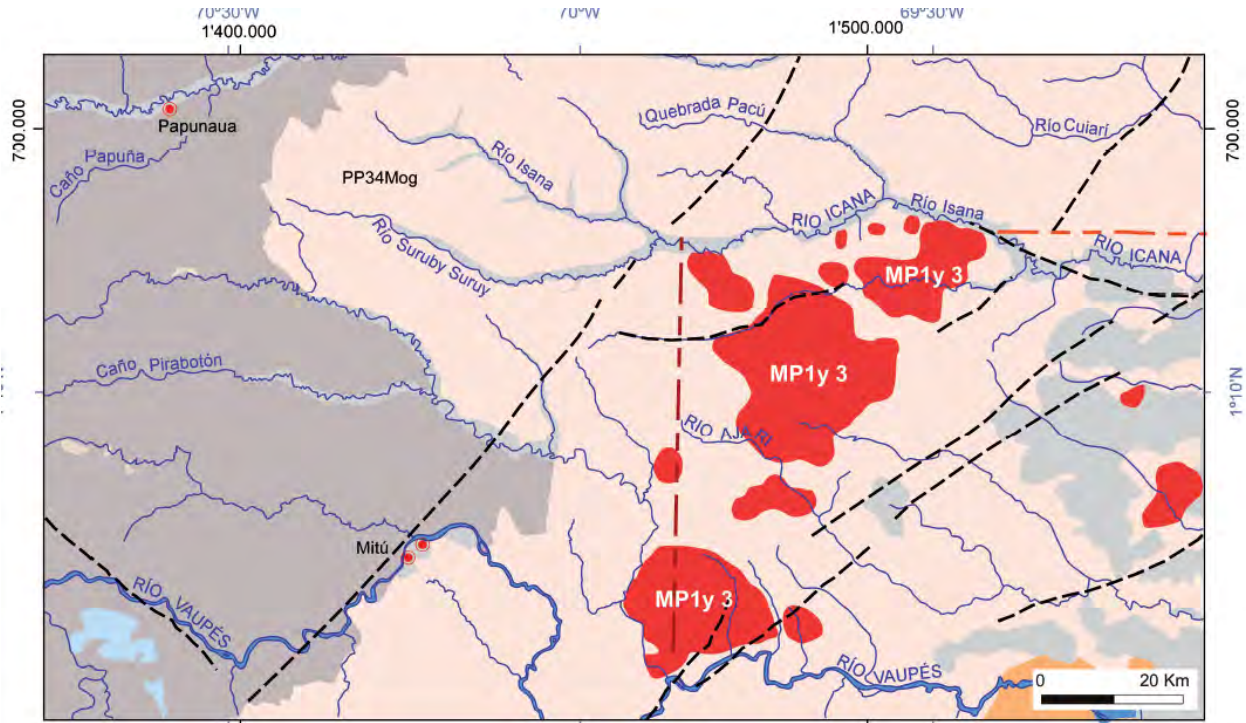


Fraga, 2009: Mesoprot. plutons in Paleoprot. basement

- |   |  |                        |  |
|---|--|------------------------|--|
| <b>PALEOPROTEROZOIC</b>                       |  | <b>MESOPROTEROZOIC</b> |  |
| C-type granitoids of the Serra da Prata Suite |  |                        |  |
|   | Charnockite, quartz mangerite and quartz jotunite (SP- Serra da Prata Intrusion; IG- Igarapé Grande Intrusion) |                        | Porphyritic biotite granite  |
|   | Clinopyroxene-hornblende-biotite granite (Igarapé Roxinho Intrusion)   |                        | Biotite-hornblende granite to quartz monzonite (pyterites)                                 |
| <b>A-type granites</b>                        |  |                        |  |
|   | Allanite-bearing biotite-hornblende granite - Igarapé Branco   |                        | Quartz mangerite to fayalite-pyroxene syenite  |
|   | Titanite-bearing hornblende-biotite granite - Igarapé Miracetha  |                        | Biotite-hornblende granite, fayalite-quartz mangerite and hornblende-clinopyroxene syenite |
|   | Undifferentiated orthogneisses and foliated granitoids   |                        | Olivine gabbro and gabbro-norite and Repartimento Anorthosite (R)                          |
|   | Foliated gabbro-norite   |                        |  |

Diapositiva 32.

**Detail of unpublished NA.19 map: plutons in older basement in Brazil, what about Colombian Amazonas?**



Diapositiva 33.

**Geological map Colombian Amazonas, Botero, 1999**

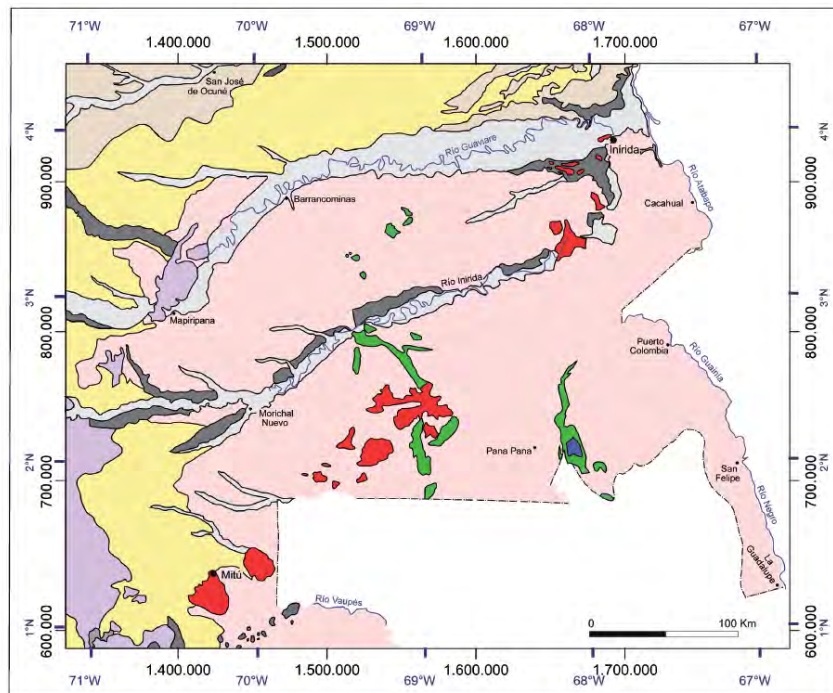
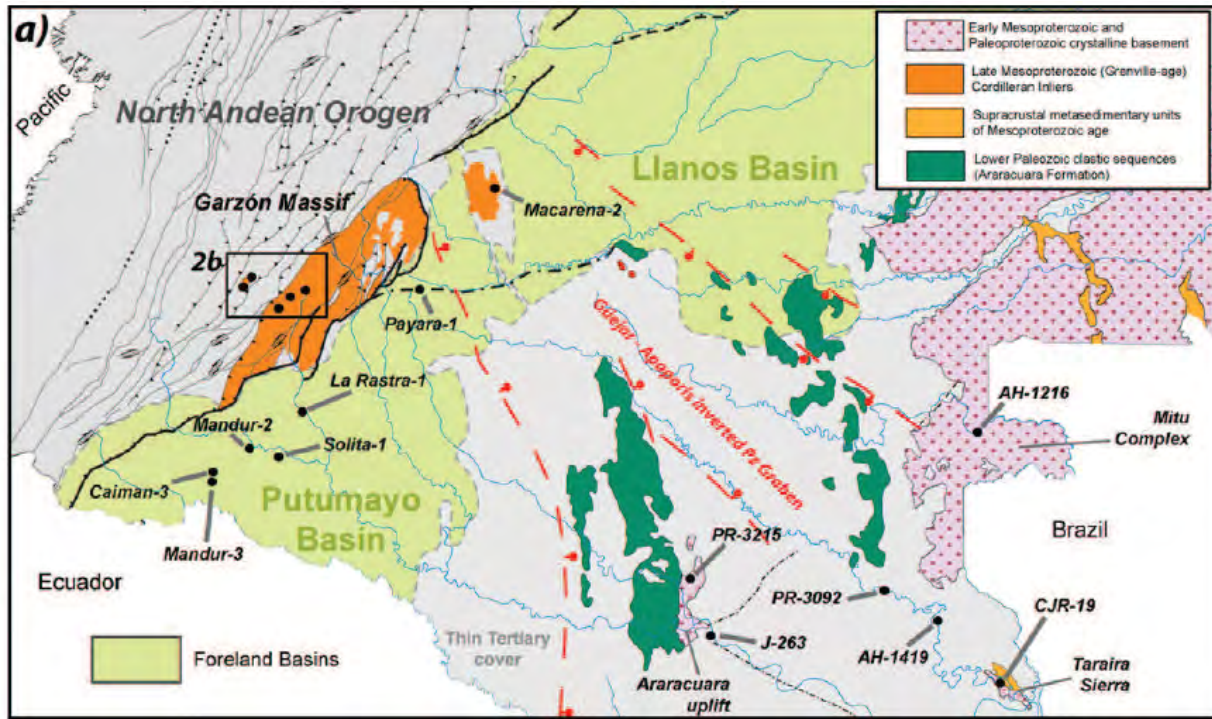


Figure 24. Detail of geological map by Botero, (1999), note red intrusive bodies within Complejo Mitú

Diapositiva 34.

**Colombian Amazonas: 1.75 Ga syenogranite and 1.59-1.53 Ga plutons (Ibáñez Mejía, 2011): confirms cratonization 1.75 Ga. Oldest U-Pb of Priem et al (1982) 1.85-1.78 Ga**

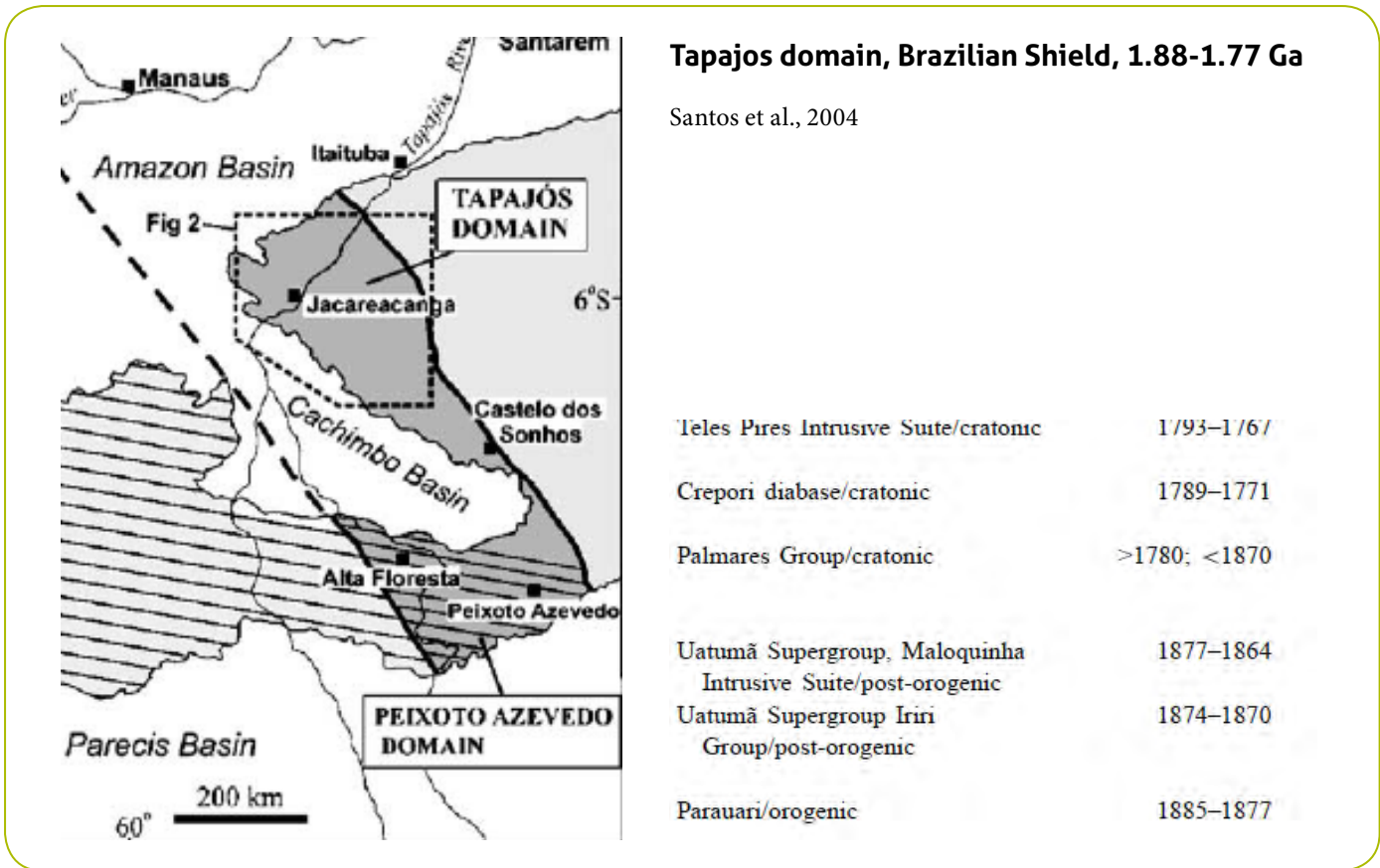


Diapositiva 35.

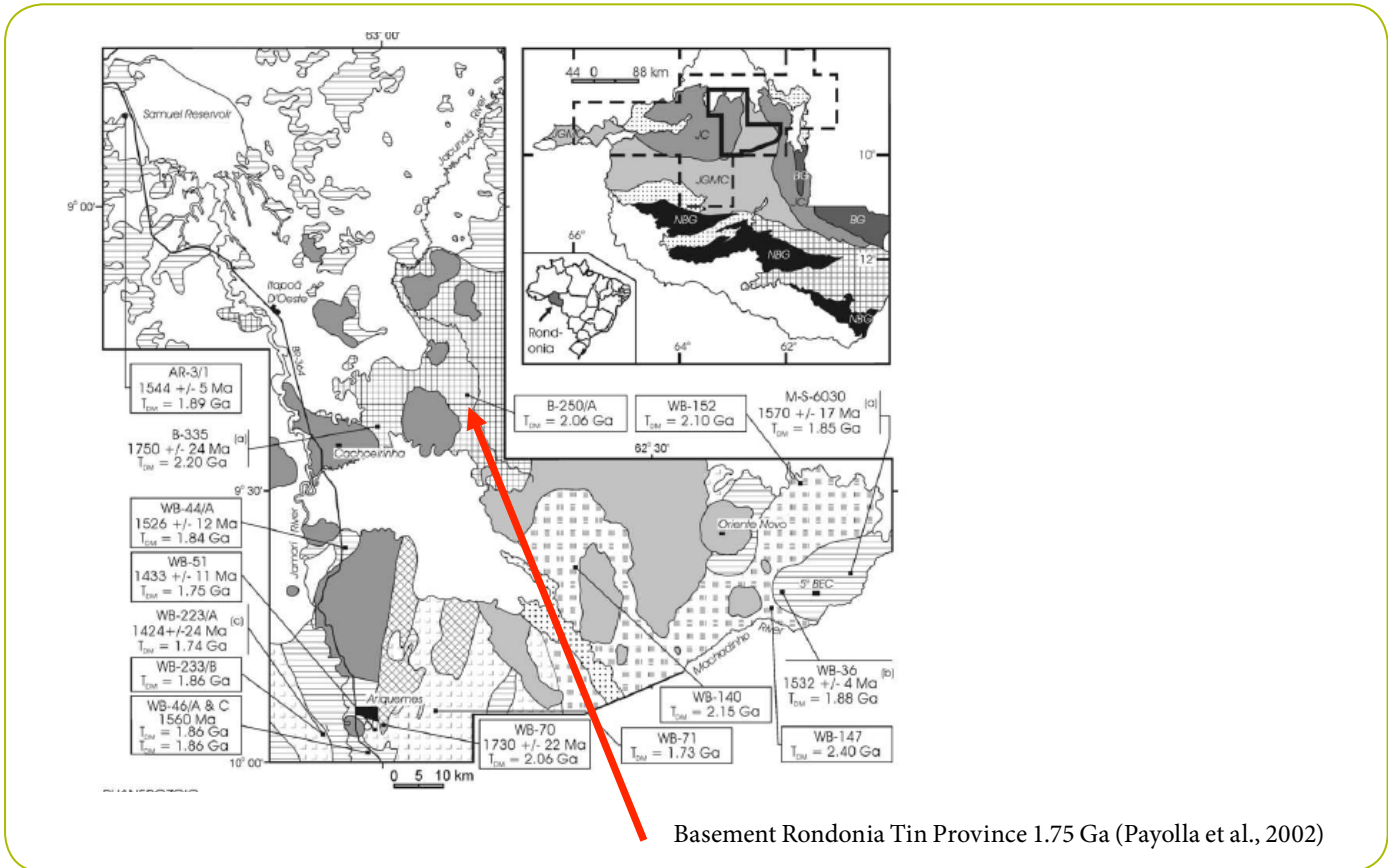


Paleoproterozoic plutons (~1.88 Ga) in Carajas Archean terrain

Diapositiva 36.



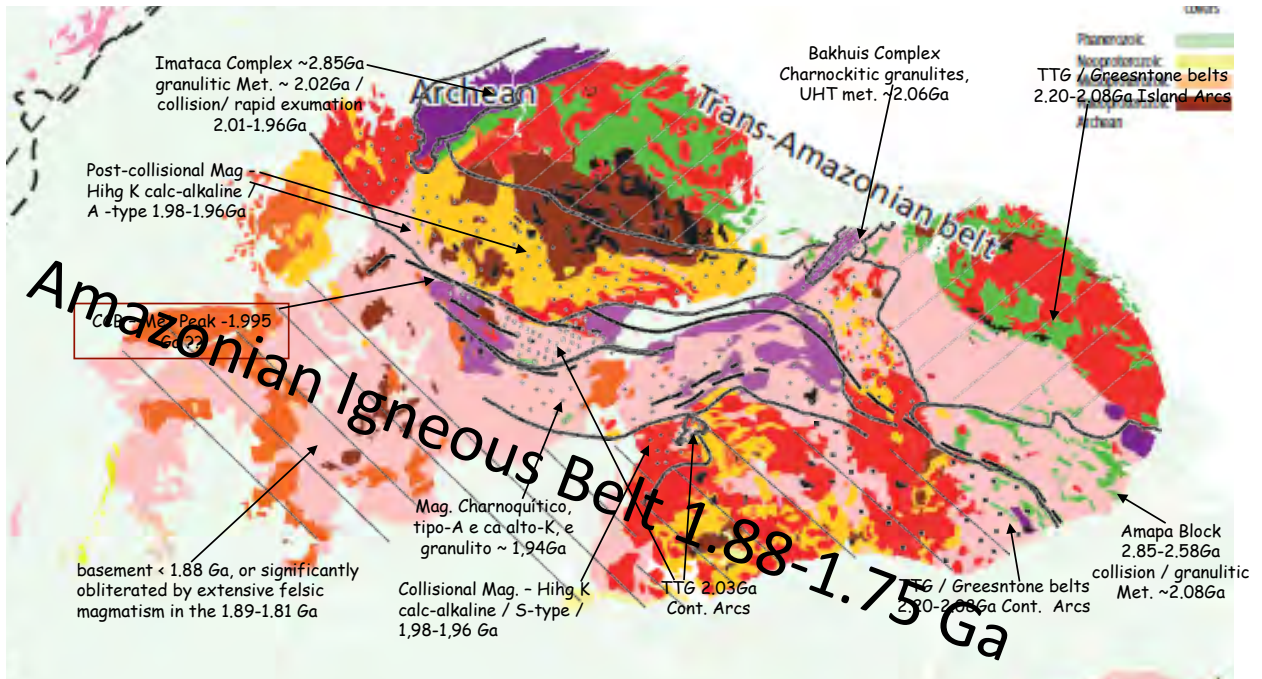
Diapositiva 37.



Diapositiva 38.

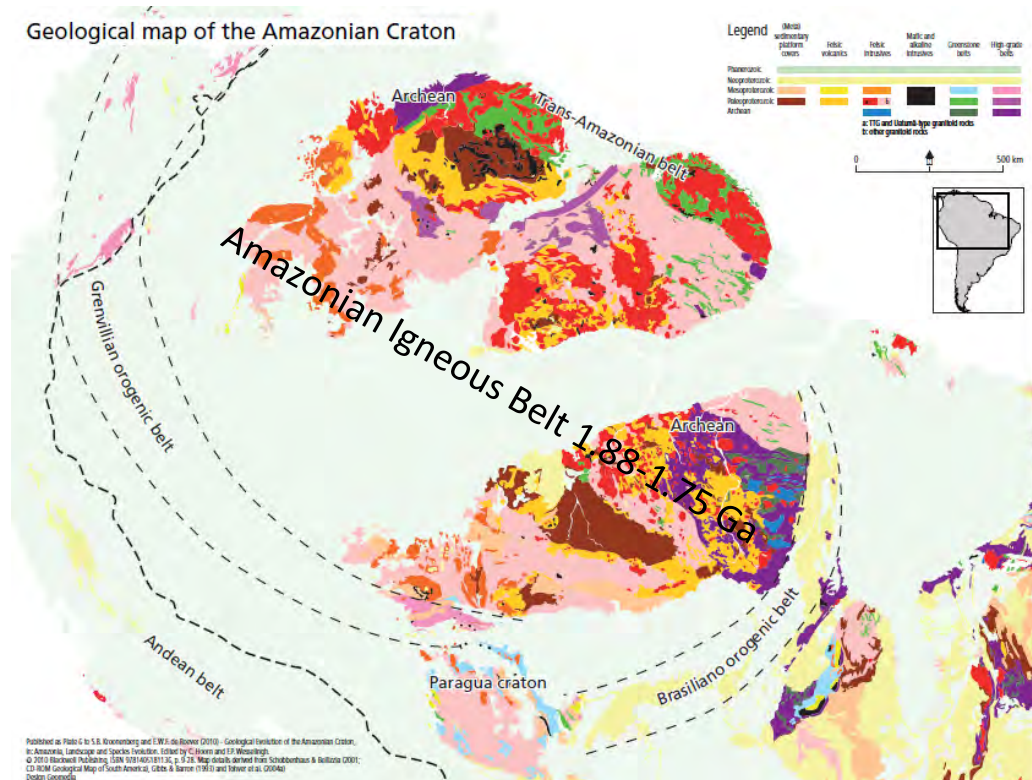


### The 1.88-1.75 Ga anorogenic (?) Amazonian Igneous Belt



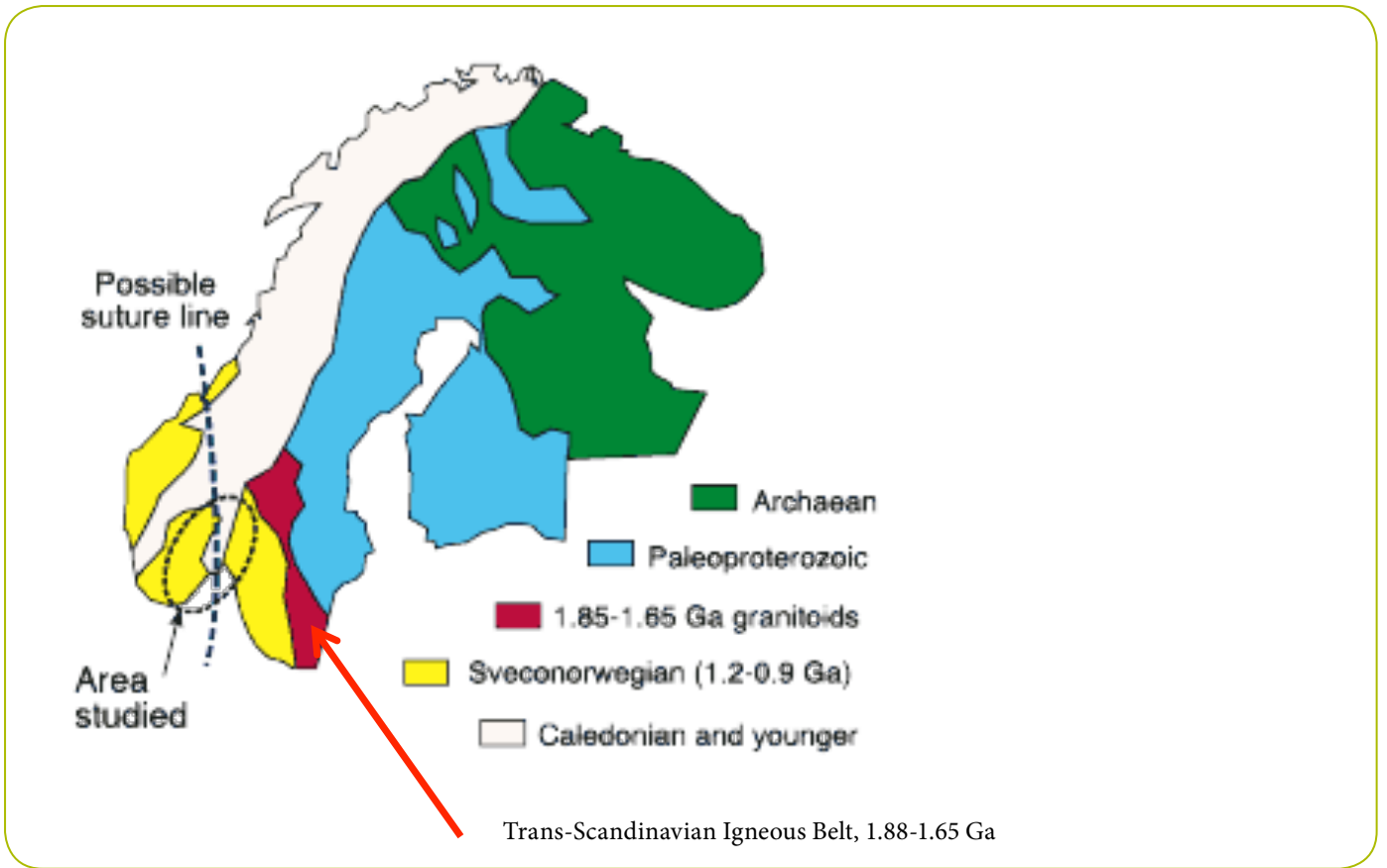
Diapositiva 39.

### Geological map of the Amazonian Craton

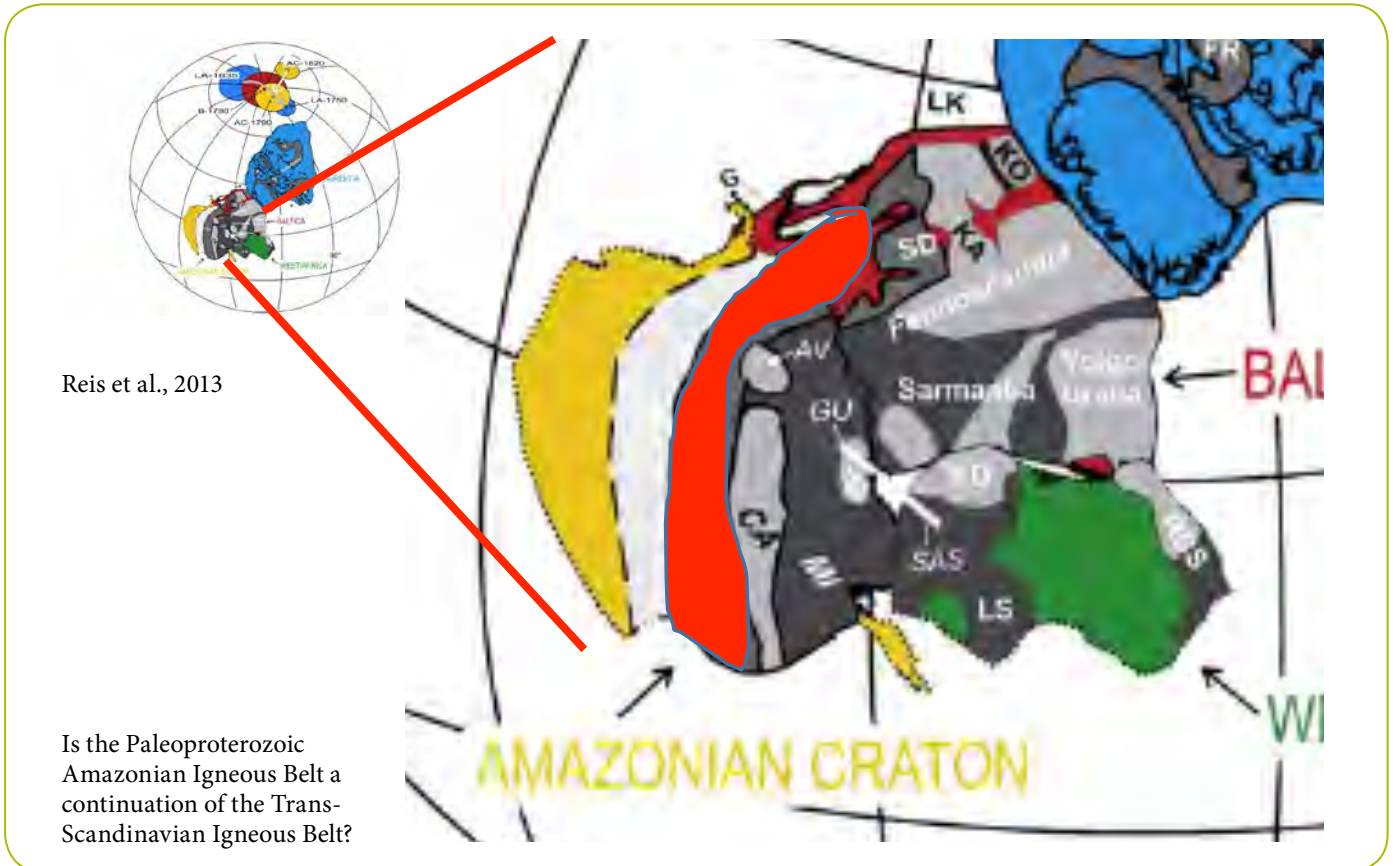


Kroonenberg & de Roever, 2010

Diapositiva 40.



Diapositiva 41.



Diapositiva 42.

## Conclusions

- Discontinue use of geochronological provinces; useful in reconnaissance, now obsolete
- Orogenic belts to be defined by metamorphosed supracrustals, granites are not enough
- Amazonian Igneous Belt (~1.88-1.75 Ga) marks cratonization Amazonian Craton
- No westwards continental accretion between 1.75 (AIB) and 1.1 Ga (Grenvillian)
- Amazonian Igneous belt might continue into Trans-Scandinavian Igneous Belt in SAMBA reconstruction Columbia Supercontinent.

Diapositiva 43.

# Historia e Interpretación del Relevamiento Geológico Sistemático de la República Argentina

Roberto F. N.  
PAGE'



mapageo@sgc.gov.co  
IGRM-SEGEMAR, Argentina



## Historia e Interpretación del Relevamiento Geológico Sistemático de la República Argentina

Roberto F. N. Page  
IGRM-SEGEMAR, ARGENTINA

GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA WORKSHOP  
VILLA DE LEYVA-COLOMBIA, 22 de Julio, 2014



### Diapositiva 1.

En 1904 se constituyó la División de Minas, Geología e Hidrología. Su función primordial, confeccionar el mapa geológico de la República

Para resolver en primer termino el problema del agua y de las formaciones petrolíferas del norte y de Neuquen.

El Ingeniero de Minas Enrique Hermitte fue el primer Director, función en la que permaneció hasta 1922,



### Diapositiva 2.

## 1908

“A la primitiva idea de aplicar las investigaciones geológicas a los casos de interés práctico, minería, hidrología, obras de ingeniería, etcétera, y teniendo en cuenta la necesidad de relacionar entre si las investigaciones parciales para poder sacar de ellas todo el provecho posible de ellas, se ha agregado la de estudiar sistemáticamente las regiones”.

Memoria 1908 de la Dirección General de Minas Geología e Hidrología,  
Anales M.A. Tomo V N° 2 , p21/25 publicada en 1910

### Diapositiva 3.

## 1909

Para aumentar la eficacia, el Ing. Hermitte propuso realizar la topografía al mismo tiempo que la geología. Por comparación con la experiencia de Canadá donde un mapa semejante requirió 15 años y de otros países, concluyó que para realizar el mapa integral de Argentina se requerirían 15 comisiones con sus respectivos topógrafos, en vez de las dos del momento.

La estrategia propuesta involucra  
**Estudios regionales a escalas 1:1.000.000 o 1:500.000**  
**Estudios temáticos**  
**Relevamientos de mayor detalle relativo como el 1:200.000**

*“En esas condiciones la Sección Geología podrá justificar su existencia”*

### Diapositiva 4.

## 1909 Criterios temáticos y geográficos para la priorización

- Las Sierras Pampeanas de Córdoba, San Juan, La Rioja y Catamarca, para establecer las rocas mas antiguas del país y los numerosos yacimientos en ellas conocidos.
- La Precordillera de San Juan y Mendoza, además de los numerosos yacimientos minerales porque ofrece la continuidad de sedimentos desde el silúrico hasta el presente.
- La zona entre el río Diamante y el río Neuquén por sus abundantes depósitos de petróleo y asfaltos y yacimientos auríferos.
- La alta cordillera para entender la estructura y composición de los Andes y por presentar interés por la presencia de yacimientos poco conocidos.
- Las cuencas petrolíferas.

### Diapositiva 5.

## 1912

En 1912 se adoptó definitivamente el proyecto de mapa geológico económico de la República a escala 1:200.000.

Se adoptó una grilla propia con cartas de 30 ó 45 minutos de amplitud longitudinal y 30' latitudinales, pasando de 30 a 45 a partir del paralelo 42° hacia el sur.

Si bien todas tienen superficies distintas, en promedio cada una cubren 3.500 km<sup>2</sup>.



Carta 38c Cerro Lotena (1922)

### Diapositiva 6.

## 1913

En ocasión del XII Congreso Geológico Internacional en Toronto, el Dr. Juan Keidel, Director de Geología, propuso formalmente a la Argentina como sede del congreso correspondiente a 1920, propuesta aceptada en forma unánime, condicionada a que en el siguiente Congreso, que sería en Bruselas en 1916 Argentina ratifique su propuesta. Esa reunión sería la primera en el hemisferio austral.

Tópicos de las conferencias de Keidel en el Congreso de Toronto:

*“Edad, distribución y relaciones mutuas de las distintas estructuras tectónicas en las montañas argentinas”.*

*“Participación de las fluctuaciones climáticas del cuaternario en la formación de la superficie del terreno seco de los Andes Argentinos”.*

### Diapositiva 7.

## 1914

Personal técnico de la Sección Geología

01)	Geólogo Jefe de la Sección	Dr. J. Keidel
02)	Jefe trabajos hidrogeológicos	Dr. R. Stappenbeck
03)	Geólogo Director del museo	Dr. A. Windhausen
04)	Geólogo petrografo	Dr. R. Beder
05)	Geólogo	Dr. G. Bonarelli
06)		Dr. P. Groeber
07)		Dr. H. Hausen
08)		Dr. W. Penck
09)		Dr. J. Rassmuss
10)		Dr. R. Wichmann
11)	Geólogo de segunda	Dr. F. Pastore
12)		Sr. J. J. Nagera
13)	Geólogo ayudante	Sr. A. Flossdorf
14)		Sr. G. Senillosa
15)	Observador de la Estación Sismológica de Mendoza	Sr. R. Faikosh

En julio de 1914 W. Penck vuelve a Alemania; como reemplazante fue nombrado el Dr. F. Pastore después de haber presentado su doctorado sobre la petrografía de la sierra del Morro. A fin de 1914 se nombra al Dr. J. M. Sobral.

### Diapositiva 8.



**1914**

### **Trabajos del programa**

#### **Levantamientos en las Sierras Pampeanas de Catamarca y Tucumán**

1) Trabajos del Dr. Penck en el Bolsón de Fiambalá. Corresponden al levantamiento topográfico y geológico de las hojas 11c, 12 c y gran parte de las hojas 12 b, 13 b y 13 e.

2) Límite Catamarca–Tucumán. El Dr. J. Rassmus releva el macizo de Aconquija. Empalma con el del Dr. Penck mediante los del Dr. Beder en Capillitas y Belén abarcando grandes partes de las hojas 11 c 12 c y 13 c.

Estos estudios permitieron distinguir el precámbrico y en el secuencias que abarcan desde el arcaico hasta el Precámbrico superior.

Gneisses de inyección.

Gneiss granítico y mantos e gabro.

Sedimentos metamorfizados.

La inyección posterior de lacolitos graníticos paleozoicos.

#### **Levantamiento regional en la falda oriental de la cordillera Principal**

Pablo Groeber releva la parte meridional de hojas 29 a y fragmentos de 29 c 30 b 30 c y 30 d, establece la estratigrafía, arquitectura tectónica y estilo de deformación que hasta no hace mucho constituyó el paradigma de la geología regional

Diapositiva 9.

### **Mapa de Bahía Blanca**

Abarca la hoja 35 m. Wichmann efectúa el relevamiento durante los meses de enero y febrero. Analiza los niveles acuíferos, sus calidades y las temperaturas por encima del gradiente termal

#### **Precordillera de San Juan y Mendoza**

Keidel estudia las analogías entre la sierras de la provincia de Buenos Aires, Sudáfrica y Precordillera.

#### **Geomorfología de la falda oriental de la cordillera Principal al norte del Río Mendoza.**

Keidel analiza los sistemas de morenas y concluye que han existido tres períodos ciclos glaciarios principales.

#### **Estratigrafía y tectónica de la sierra de Olavarría. Nágera**

**Estudios geológicos en la zona subandina petrolífera de Salta y Jujuy. Bonarelli**

**Estudio geológico petrográfico en la Viña y el Pantanillo, sierra de Córdoba. Dr. Beder**

**Mapa hipsométrico de la República 1:5.000.000**

Diapositiva 10.



Diapositiva 11.

## Principales trabajos de los primeros años

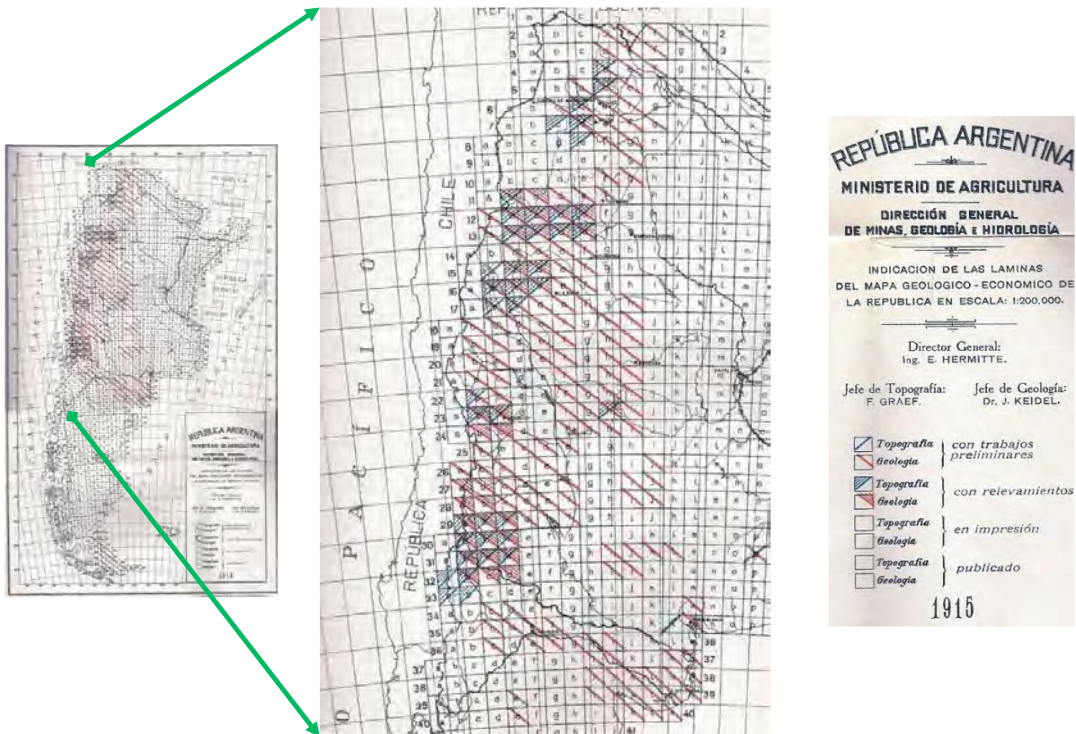
- 1905. Bodenbender, G. La sierra de Córdoba, constitución geológica y productos minerales de aplicación, An. T I, n°2
- 1910. Stappenbeck, R. La precordillera de San Juan y Mendoza. Mapa esc. 1:500.000. An Min. Agr. T IV n°3
- 1912. Bodenbender, G. Parte meridional de la provincia de La Rioja y regiones limítrofes, 1: 500.000,
- 1912. La alta cordillera de San Juan y Mendoza y parte de la provincia de San Juan. W. Schiller. T VII, n°5
- 1913. Delhaes, G. Sobre la presencia del Rético en la costa patagónica. Bol DGMGH, serie B, n° 1.
- 1913. Bonarelli, G. y Nagera, J. Informe preliminar sobre un viaje de investigación geológica a las provincias de Corrientes y Entre Ríos. Bol DGMGH, serie B, n° 5
- 1914. Windhausen, A., Contribución al conocimiento geológico de los territorios del Río Negro y Neuquen, con un estudio de la región petrolífera de la parte central del Neuquen (cerros Lotena y Covunco). T X, n°1
- 1915. Pastore, F. Estudio geológico y petrografico de la sierra del Morro (provincia de San Luis). T XI, n°2.
- 1916. Keidel, J., La geología de las sierras de la provincia de Buenos Aires y sus relaciones con las montañas de Sud Africa y los Andes. T XI, n°3
- 1917. Bonarelli, G. Tierra del Fuego y sus turberas. T XII, n°3

Diapositiva 12.

1917. Stappenbeck, R., Geología de la falda oriental de la cordillera del Plata (Mendoza). T XII, nº1
1917. Bonarelli, G. Tierra del Fuego y sus turberas. T XII, nº3
1918. Keidel, J. Sobre la nieve penitente de los andes argentinos, T XII, nº4
1918. Wichmann, R. Geología e Hidrología de Bahía Blanca y sus alrededores, T XIII, nº1.
1918. Sobral, J. Estudio petrográfico de algunas rocas argentinas., T XIII nº2
1918. Wichmann, R. Estudios geológicos e hidrogeológicos de la region comprendida entre la boca del río Negro y el arroyo Valcheta. Con un apendice petrografico de las rocas eruptivas y metamórficas por el Dr. F. Pastore. T XIII, nº4
1919. Nagera, J. La sierra Baya (provincia de Buenos Aires), estudio geológico y económico. T XIV, nº2.
1921. Stappenbeck, R. Estudios geológicos e hidrogeológicos en la zona subandina de las provincias de Salta y Tucuman. T XIV, nº5
- 1921 Bonarelli, G. Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (provincias de Salta y Jujuy). Mapa a esc. 1:1.000.000. Tomo XV, nº1
1921. Keidel, J. Observaciones Geológicas en la precordillera de San Juan y Mendoza, T XV, nº2
1922. Bodenbender, G. El Nevado de Famatina, Prov. de La Rioja. 1:200.000. T XVI, nº1.

Diapositiva 13.

### Avance del programa a 1915



Diapositiva 14.

## Primeras publicaciones de Hojas

- 1) 1918. 35 m. Bahía Blanca, Buenos Aires. Wichmann, R.
- 2) 1932. 20 i. Córdoba (Córdoba). Pastore, F.
- 3) 1933. 31 c. Confluencia de los ríos Grande y Barrancas, Mendoza. Groeber, P.
- 4) 1937. 30 c. Puntilla de Huincán, Mendoza. Sin texto. Groeber, P.
- 5) 1944. 41 h. Río Foyel, Río Negro. Bonorino, F.
- 6) 1947. 33m y 34 m. Sierra de Curamalal y Ventana (B. A.). Harrington, H.
- 7) 1950. 12 d y 13 d. Capillitas y Andalgalá (Catamarca). Bonorino, F.
- 8) 1950. 35 c. Ramón Castro (Neuquén), Gentili, C.
- 9) 1950. 13 e. Villa Alberdi (Tucumán), Bonorino, F.
- 10) 1951. 12 e. Aconquija (Tucumán). Bonorino, F.

### Diapositiva 15.

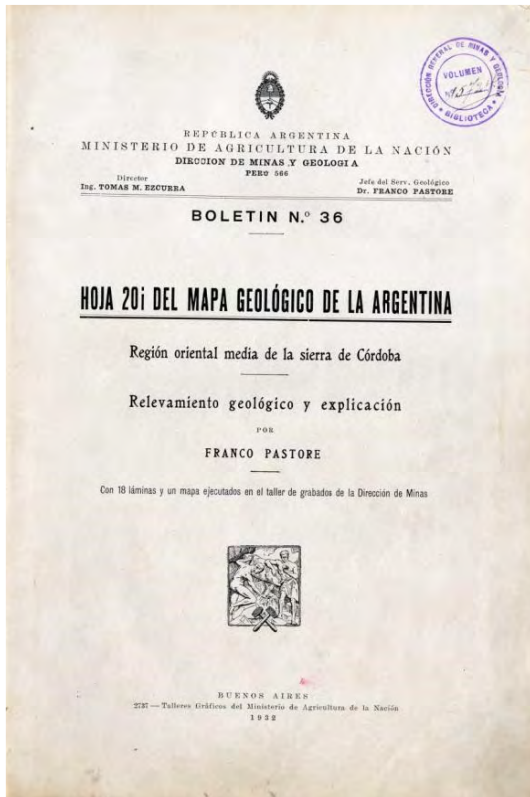


1918

Sección 35, Hoja M  
Bahía Blanca, Buenos Aires  
Por el Dr. Ricardo Wichmann

### Diapositiva 16.

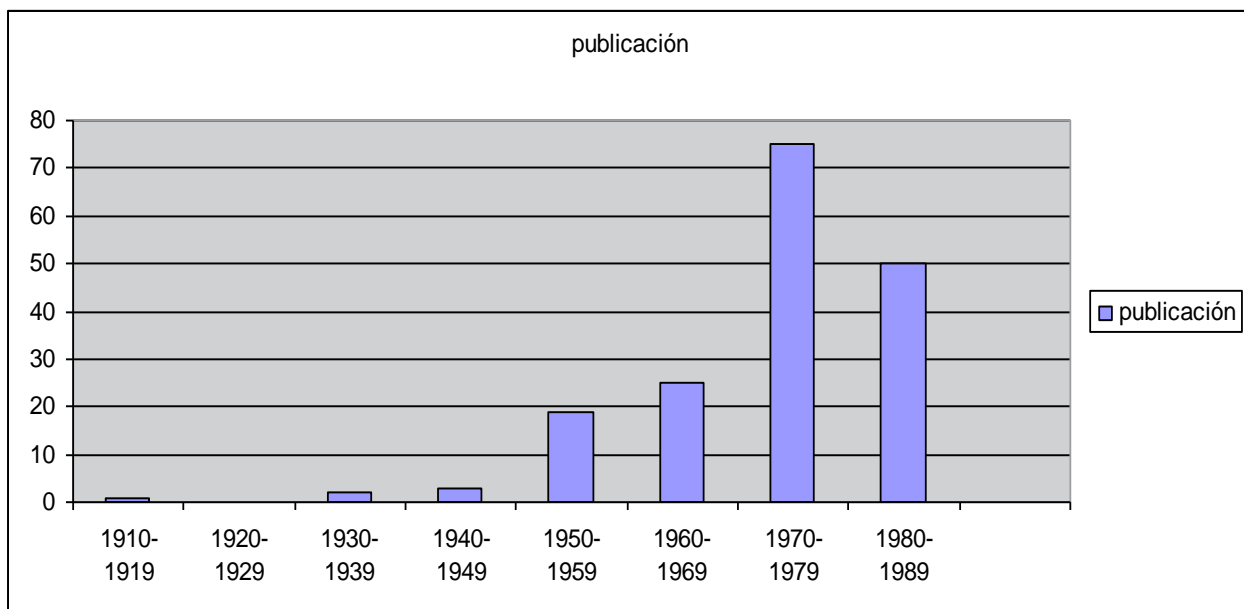
1932



Hoja 20i  
Córdoba, provincia de Córdoba  
Por el Dr. Franco Pastore.

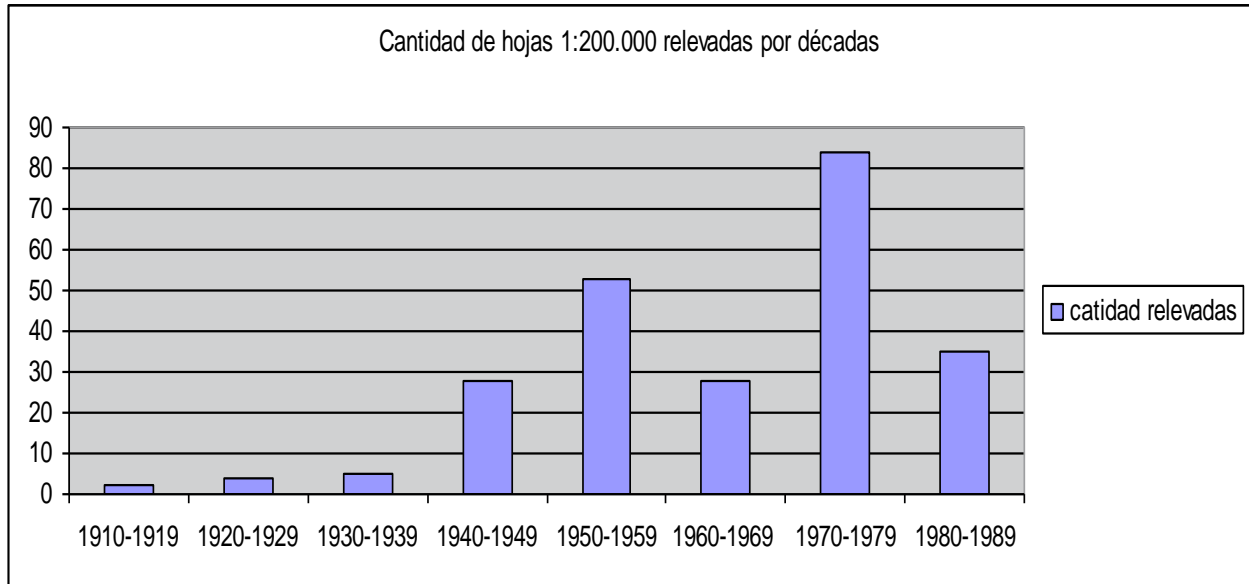
Diapositiva 17.

### Hojas Geológicas 1:200.000 según fecha de publicación



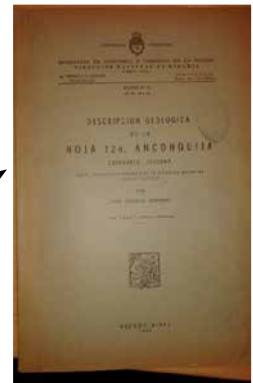
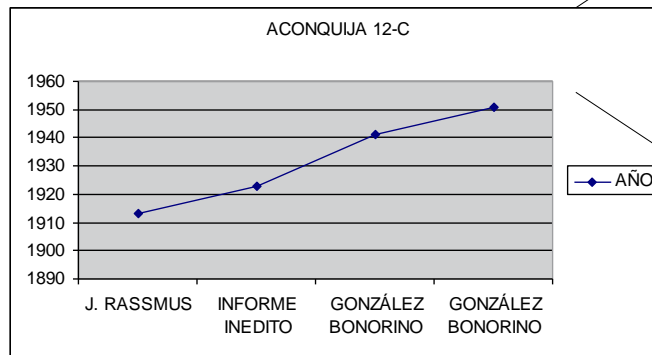
Diapositiva 18.

### Hojas Geológicas 1:200.000 según fecha de relevamiento



Diapositiva 19.

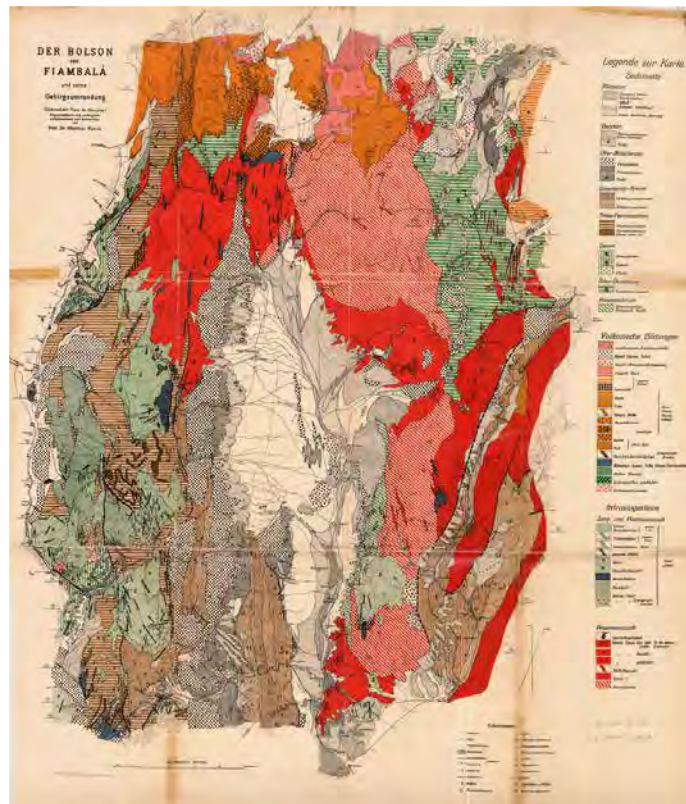
### Hoja Aconquija 12 E



Diapositiva 20.

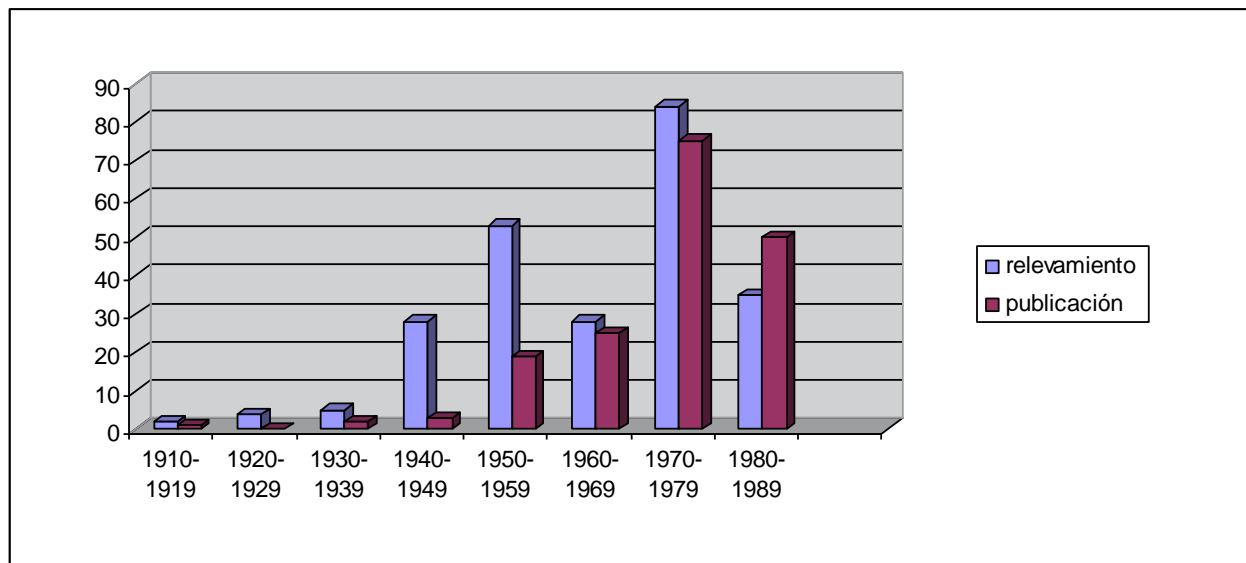
## Geología y Topografía del Bolson de Fiambala

Por W. Penck  
 Relevado 1912/1913  
 Publicado en 1920 en Leipzig, Alemania



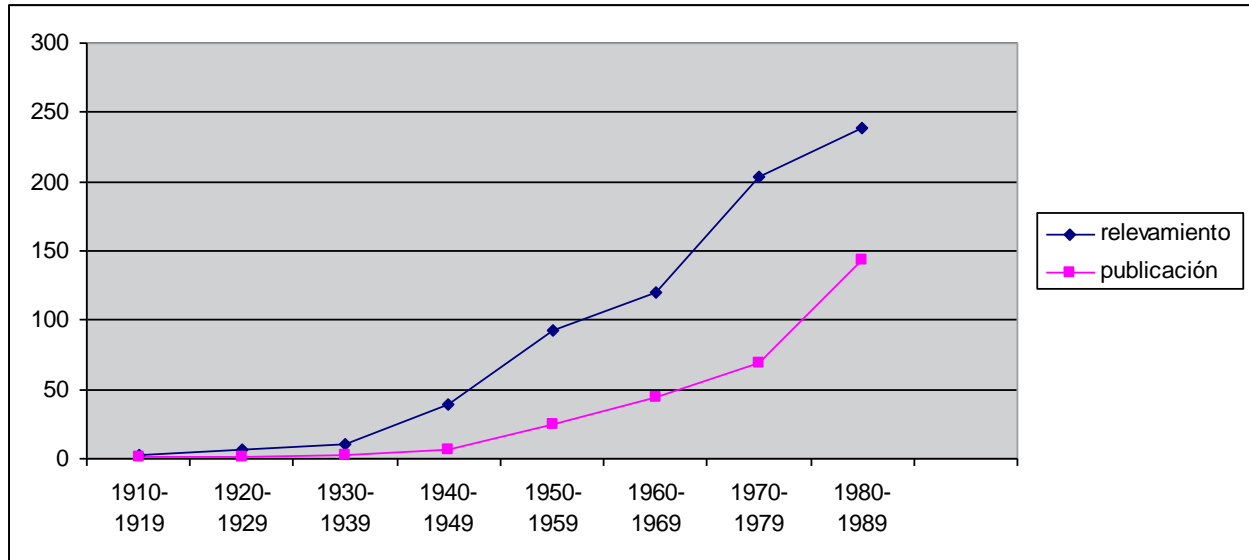
Diapositiva 21.

## Hojas Geológicas 1:200.000 según años de relevamiento y fecha de publicación

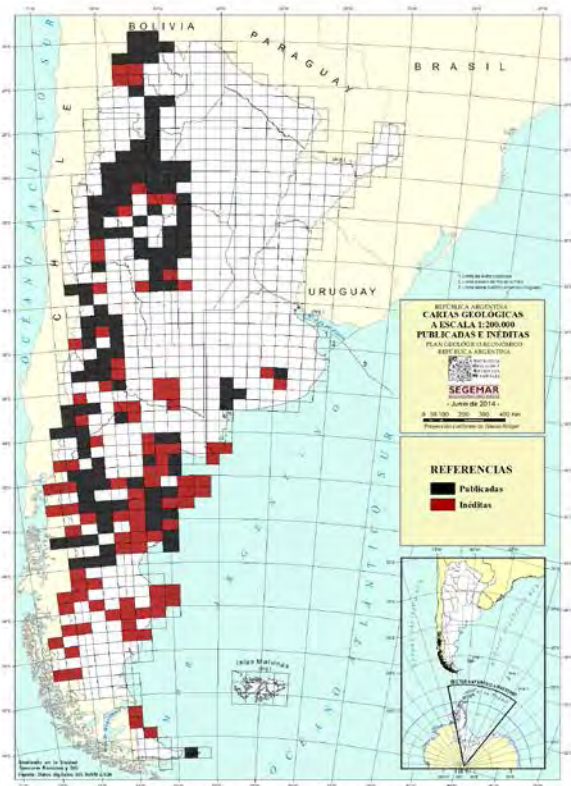


Diapositiva 22.

### Diferencia entre años de relevamiento y año de publicación Hojas Geológicas 1:200.000



Diapositiva 23.



### Hojas Publicados Mas inéditas

#### Topografía

170 hojas impresas,  
120 hojas originales, 1:100.000

#### Geología

120 hojas impresas  
6 hojas impresas sin texto  
40 mapas y textos inéditos

Total 850.000 km<sup>2</sup>

Diapositiva 24.



### Fin de Ciclo

- Hacia el final del siglo XX el programa de Cartas Geológicas era considerado “académico” por las industrias minera y petrolera y “superficial y general” para parte de la comunidad científica.
- Para 1992 se había publicado el 15% del total de cartas del programa 1:200.000
- De no modificarse el ritmo de producción, se requeriría **150 años** adicionales para finalizar la primer cobertura geológica sistemática del territorio continental de la República

Diapositiva 25.

### Liberalismo y Modernización del Estado

- Entre 1983 y 1991 el Programa de Cartas Geológicas fue prácticamente suspendido.
- Entre 1987 y 1990 se redujo la dotación de personal del área geológica y minera del Gobierno Nacional de aproximadamente 1000 agentes a 414 agentes.
- En 1990/91 se intentó reducir la dotación a 30 personas, en Buenos Aires; se propuso transferir el personal de las delegaciones a las provincias.
- Durante 1992-1994 se comenzó a tercerizar los relevamientos.

Diapositiva 26.

## Reformulaciones

- A partir de 1987, frente a la suspensión de hecho del programa 1:200.000, lentamente se inicia el segundo ciclo a escala 1:250.000.
- En 1994 se promulgo la Ley N° 24.224 de Reordenamiento Minero que incluye el Capitulo de las Cartas Geológicas. Se consolidó el programa 1: 250.000.
- En 1997 se crea el SEGEMAR y comienza el Proyecto PASMA.

Diapositiva 27.

## Reformulaciones

- En 1993 se restableció la Comisión de la Carta, comisión asesora formada por los referentes más notorios del sector científico e institucional.
- En 1997 se realizó la primera evaluación externa del SEGEMAR.
- Se cambiaron formatos, contenidos y se institucionalizó el 250.000 como escala prioritaria.
- Se realizaron acuerdos con los Servicios Geológicos de España, Gran Bretaña, Suecia, Francia, Canadá, Estados Unidos, Australia, China, Japón, Chile.

Diapositiva 28.

### Ley N° 24.224, de Reordenamiento Minero

- El Capítulo 1 de la Ley, llamado de las Cartas Geológicas de la República Argentina,
- Dispone la ejecución del cartero geológico regular y sistemático del territorio continental, insular, plataforma submarina y territorio antártico.
- Según la Ley, las cartas geológicas constituirán el fundamento necesario para realizar el inventario de los recursos naturales no renovables, estimular las inversiones y asentamientos poblacionales en las áreas de frontera e identificar zonas de riesgo geológico.
- **Instituyó la Comisión de la Carta Geológica**

Diapositiva 29.

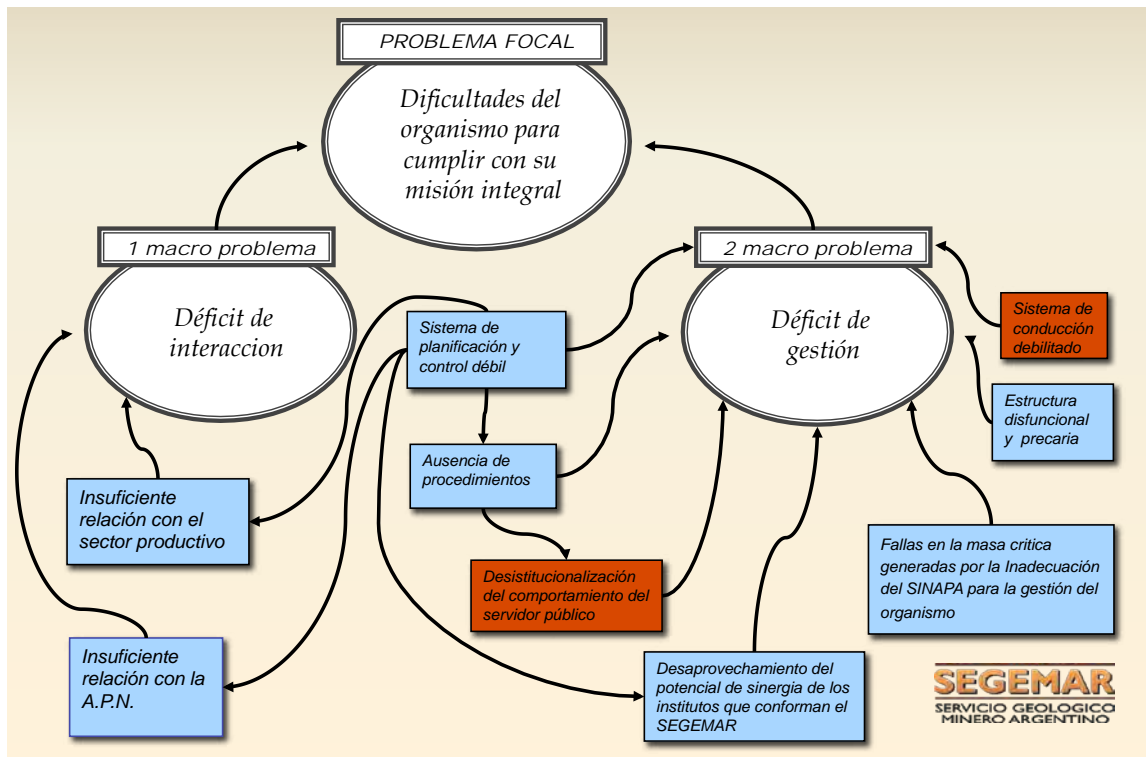


El primer compromiso que nos hemos propuesto es **cumplir con nuestra misión institucional:**

*“Generar y procesar información geológica, minera y tecnológica relacionada con los recursos naturales, para estimular el desarrollo y uso racional de los recursos del país”*

Diapositiva 30.

### Planemiento estratégico situacional, 2002/2003



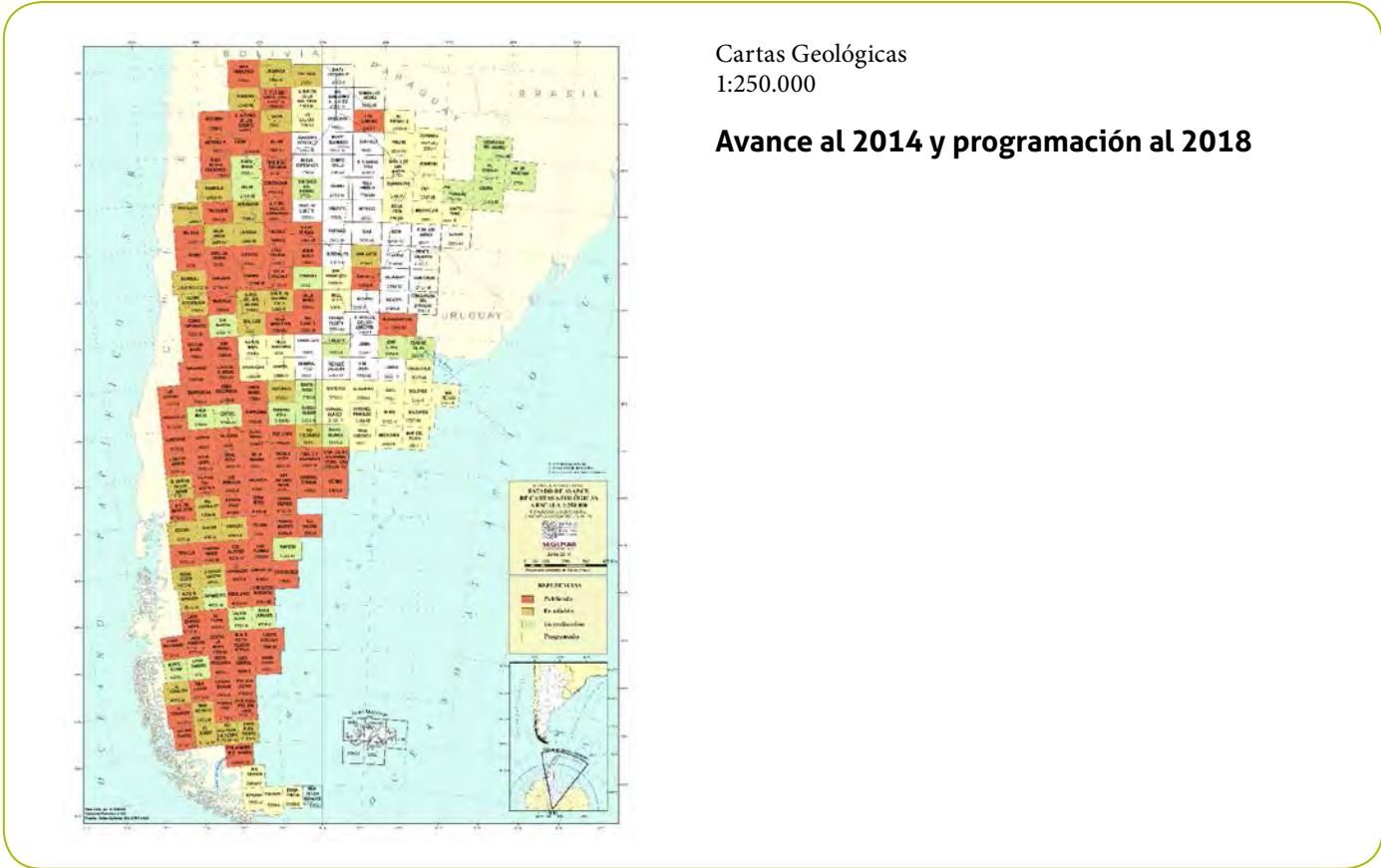
Diapositiva 31.

### Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas a escala 1:250.000 (1994-2014)



- Geológicas
- Minero-Metalogénicas
- Minerales Industriales, Rocas y Gemas
- Geofísicas, (magnetometría, radiometría, gravimetría)
- Geoquímicas
- Peligrosidad Geológica
- Línea de Base Ambiental

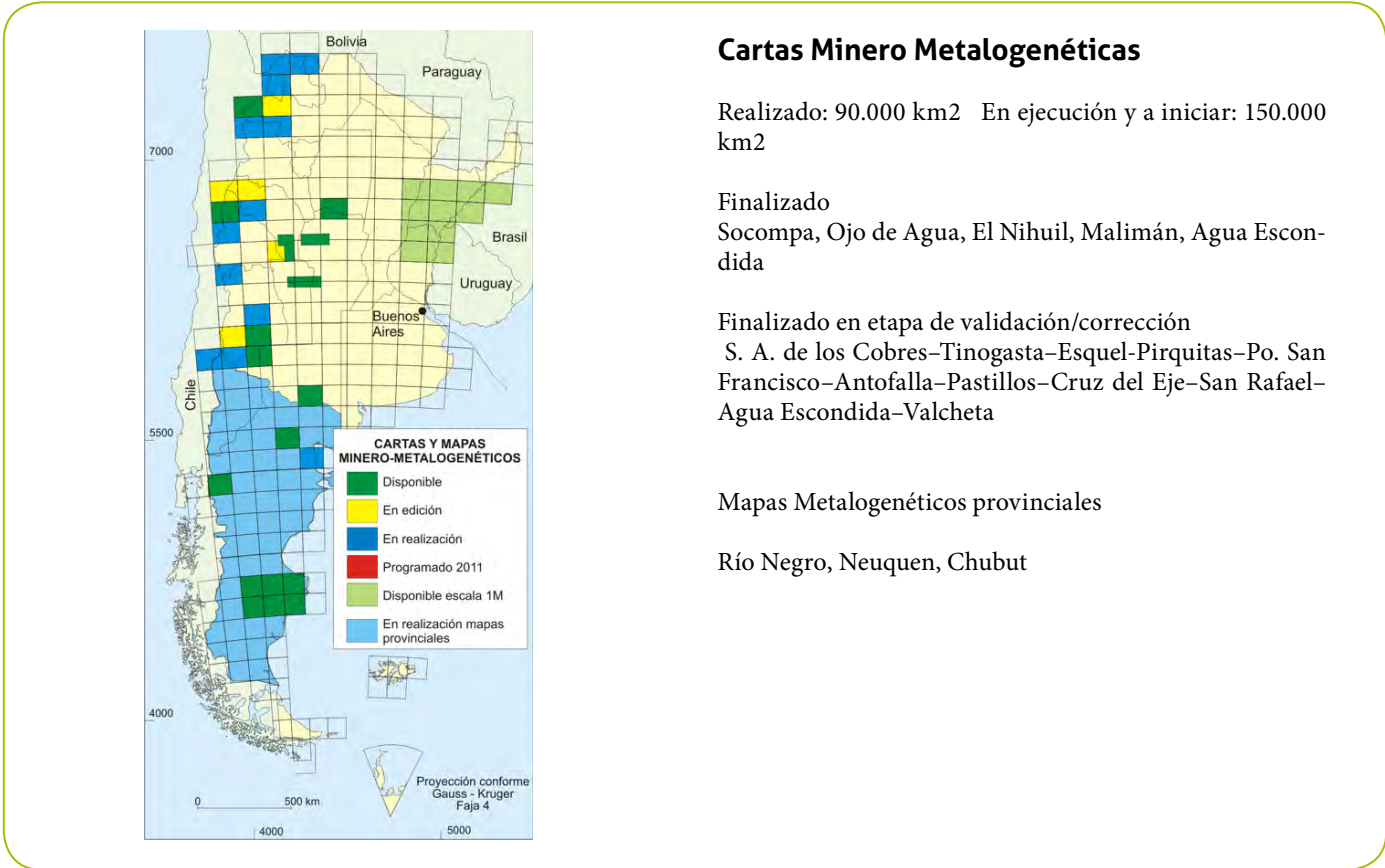
Diapositiva 32.



Cartas Geológicas  
1:250.000

**Avance al 2014 y programación al 2018**

Diapositiva 33.



**Cartas Minero Metalogénicas**

Realizado: 90.000 km<sup>2</sup> En ejecución y a iniciar: 150.000 km<sup>2</sup>

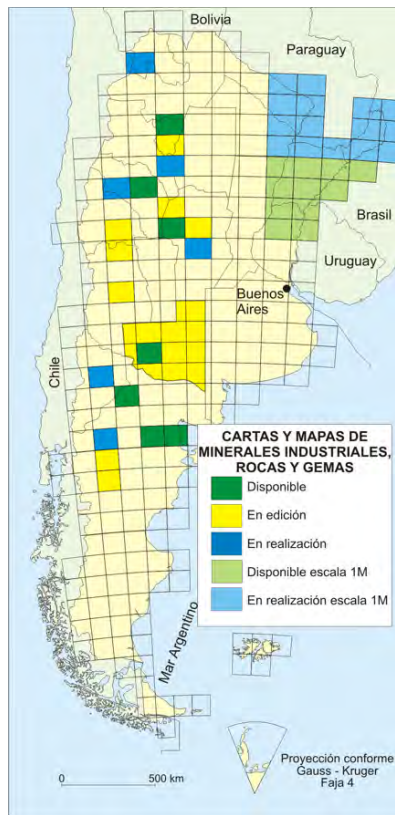
Finalizado  
Socompa, Ojo de Agua, El Nihuil, Malimán, Agua Escondida

Finalizado en etapa de validación/corrección  
S. A. de los Cobres–Tinogasta–Esquel–Pirquitas–Po. San Francisco–Antofalla–Pastillos–Cruz del Eje–San Rafael–Agua Escondida–Valcheta

Mapas Metalogénicos provinciales

Río Negro, Neuquen, Chubut

Diapositiva 34.



## Cartas de Minerales Industriales, Rocas y Gemas

Finalizado

Tucumán, Cona Niyeu, La Rioja, Villa Dolores–Gral. Roca - Córdoba

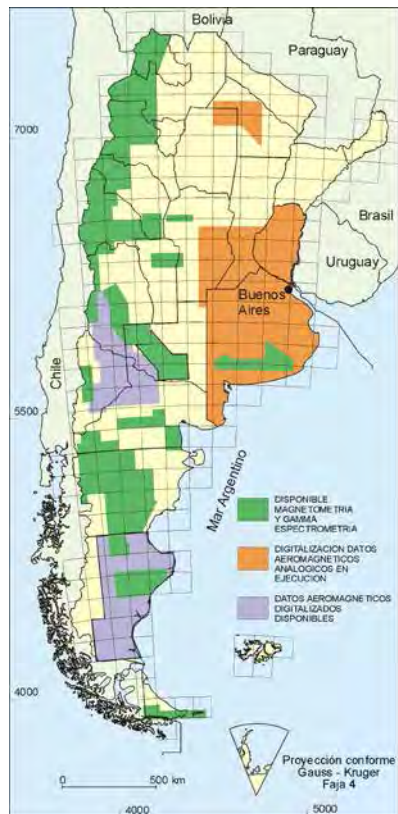
Finalizado en etapa de validación

San Rafael, San Juan, San Rafael - Neuquén - Sierra Grande, Ing. Jacobacci, Cruz del Eje

Proyectos de Síntesis en ejecución

Recursos minerales Industriales en Mesopotamia (carta 1:1.000.000) y La Pampa

Diapositiva 35.



## Relevamientos Geofísicos

MAGNETOMETRÍA y RADIMETRÍA

Completado: 700.000 km<sup>2</sup>

Mapas Provinciales

Buenos Aires, Entre Ríos

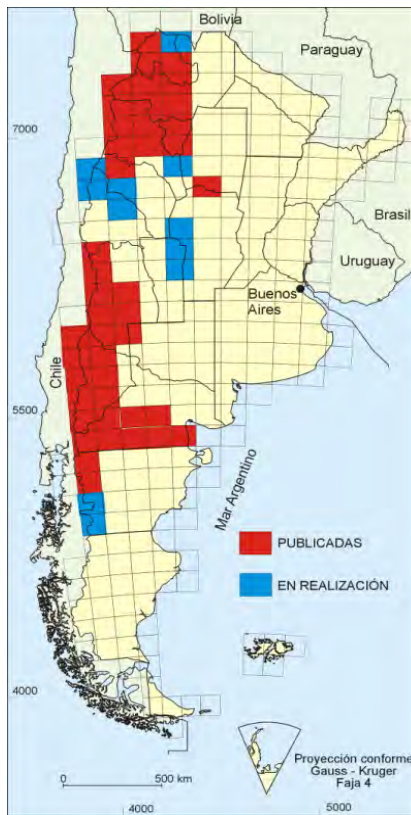
GRAVIMETRÍA

Mapas Gravimétricos

Carta 3160 Entre Ríos, 1:500.000



Diapositiva 36.



## Cartas Geoquímicas

Realizado: 120 Cartas 1:250.000

Densidad: 1 muestra / 9-12 km<sup>2</sup>

Elementos analizados: 48

Métodos: ICP - Activación neutrónica

Finalizado

Chepes, Trevelín-La Quiaca-Pastillos-Santa Rosa de Conlara-Villa Mercedes - Geoquímica del Corredor Bioceánico-Atlas Geoquímico del Neuquén

En etapa de finalización

Malargue, Jachal, San Francisco del Monte de Oro

En ejecución

Rodeo, San Luis, La Rioja, Chamental Villa Unión - Gobernador Costa, Pie de Palo

Convenio con **SERVICIO GEOLOGICO DE CHINA**

A iniciar:

Jáchal - Evaluación geoquímico-ambiental de la Puna-Quebrada de Humahuaca (parte del Proyecto PMA:GCA)

Diapositiva 37.

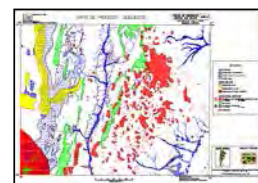


## Cartas de Peligrosidad Geológica

- 2766-IV Concepción, provincia de Tucumán
- 3369-IV Gualaguaychú, provincia de Entre Ríos
- 4366-II Puerto Madryn, provincia de Chubut
- Esquel, provincia de Chubut
- San Carlos de Bariloche, provincia de Río Negro
- 4769-II Caleta Olivia, provincia de Santa Cruz
- Libertador Gral. San Martín
- Tucumán
- Mendoza
- General Roca
- Comodoro Rivadavia
- Escalante
- San Martín de los Andes
- Junín de los Andes
- Tartagal
- Salta

Realizado: 98.000 km<sup>2</sup>

En ejecución: 112.000 km<sup>2</sup>



Diapositiva 38.



### Cartas de Línea de Base Ambiental

Córdoba; Coronel Suarez; Olavarría; Tandil; Concepción; Tucumán; Caleta Olivia; Posadas; Ing. Jacobacci; Malargüe; Gualeguaychu.



Diapositiva 39.

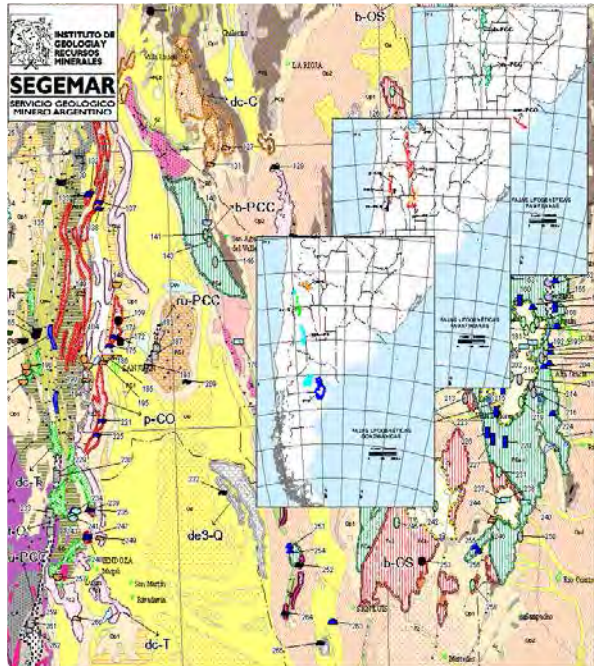


### Mapa Metalogénético del Oro

Actualización de los conocimientos relacionados con el origen de los depósitos de oro de nuestro país. Se describen 273 depósitos auríferos hipogénicos y 63 aluvionales, acumulados según 12 diferentes modelos metalogénicos y que en conjunto totalizan 1900 tm. de reservas para este metal en nuestro país.

Diapositiva 40.





## Minerales Industriales de la República Argentina

### MAPA

427 depósitos

Ubicación, nombre, síntesis descriptiva, mineral industrial, modelo de depósito, faja litogenética, leyes, reservas, morfología del cuerpo mineralizado, edad de la mineralización y unidad y edad de la roca de caja.

### TEXTO

Información sobre génesis y potenciales áreas de ocurrencia de diferentes minerales industriales. Explica los modelos de depósitos, describe las fajas litogenéticas y más de 600 yacimientos.

Diapositiva 41.



## Proyecto PMA: CONOZCAMOS LOS PELIGROS GEOLÓGICOS, DE LA REGIÓN ANDINA

BASE: MAPA GEOLOGICO ACTUALIZADO DE AMERICA DEL SUR ESCALA 1:5.000.000

### MAPA LITOLOGICO

- Unidades sedimentarias
- Unidades volcánicas
- Unidades plutónicas
- Unidades metamórficas

### MAPA DE EDADES

Cenozoico–Basamento pre-Cenozoico y destacando Cenozoico volcánico, sedimentario y sedimentos actuales.

*MODELO DE ELEVACION DIGITAL DEL TERRENO*

Diapositiva 42.



### Mapas Geocientíficos aplicados al Ordenamiento Territorial

- Mitigar peligros geológicos y sus posibles efectos sobre la seguridad salud o bienes de personas o comunidades
- Asegurar el uso y manejo sustentable de los recursos naturales geológicos, como los suelos, la minería y los recursos hídricos subterráneos.
- Brindar información a la comunidad, sobre temas tan cruciales, como el emplazamiento ambientalmente compatible de rellenos sanitarios y la protección de recursos hídricos subterráneos.

Diapositiva 43.



### Mapas Geológicos de Síntesis

- Mapa geológico 1:5 M
- Mapa geológico 1:2.5 M
- Mapa geotectónico 1:2.5 M
- Mapa de minerales industriales 1:2.5 M
- Metalogenia del oro 1:2.5 M
- Mapas geológico, de recursos minerales e hidrogeológico del MERCOSUR 1:2.5 m
- Mapa de recursos minerales de la frontera Argentino-Chilena 1:1 M
- Mapa metalogénico del área fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Perú 1:1 M
- Mapa metalogenético de América del Sur 1:5 M
- Mapa de Amenazas Geológicas de los Andes
- Carta geológica Monte Caseros 1:1 M



Diapositiva 44.

## Las Montañas de Argentina

Fernando Pereyra y Graciela Marín

- Division Regional
- Génesis
- Fisiografía
- Sistemas Montañosos
- Ecosistemas
- El Hombre
- Peligros Naturales
- Recursos Naturales
- El Agua
- Los fósiles
- Areas protegidas
- Montañismo
- Fichas de las principales montañas

Diapositiva 45.

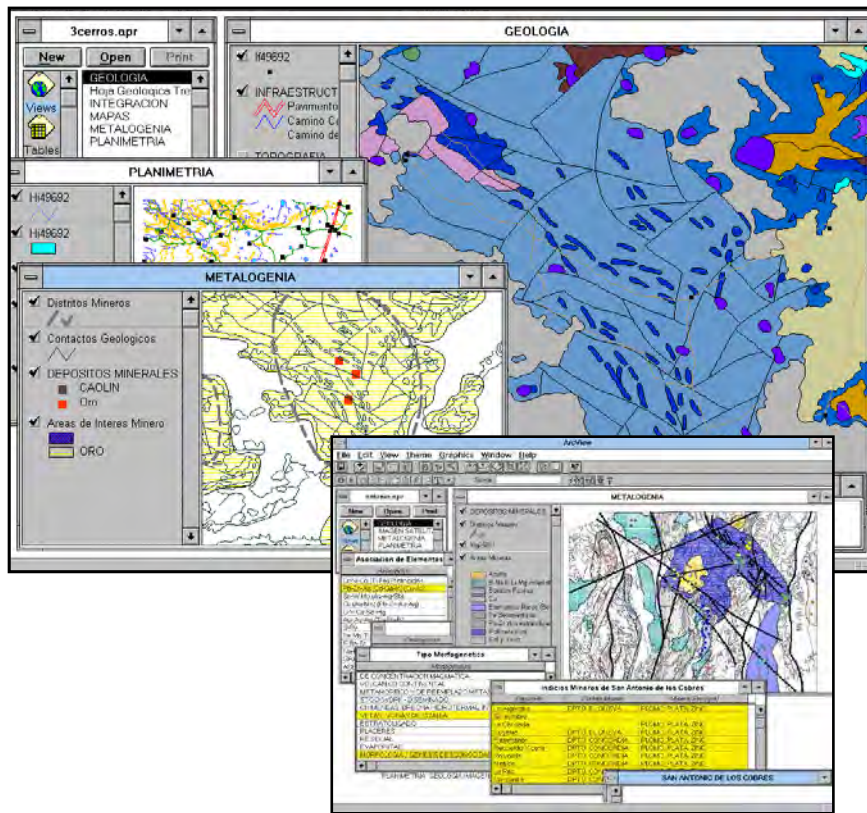


## SITIOS DE INTERES GEOLOGICO

2009 Obtención del Premio Internacional “Fundación Andrés Bello” (Colombia)

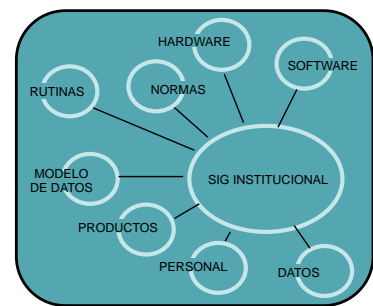
2010 Premio Especial “Bicentenario de Mayo” otorgado por GAEA

Diapositiva 46.



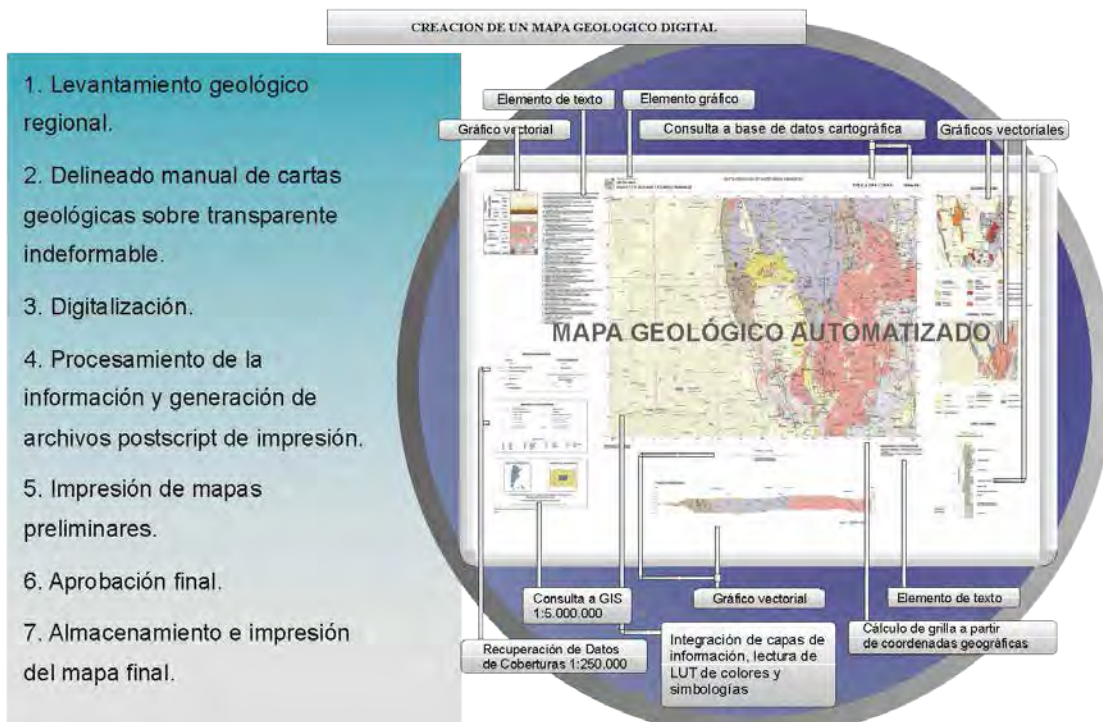
### Sistemas de información geográfica

Sistema que almacena, despliega y analiza información geológica referenciada preparada de acuerdo a la Normativa de Cartas Geológicas del IGRM y sus bases de datos asociadas.



Diapositiva 47.

## CARTOGRAFÍA DIGITAL



Diapositiva 48.

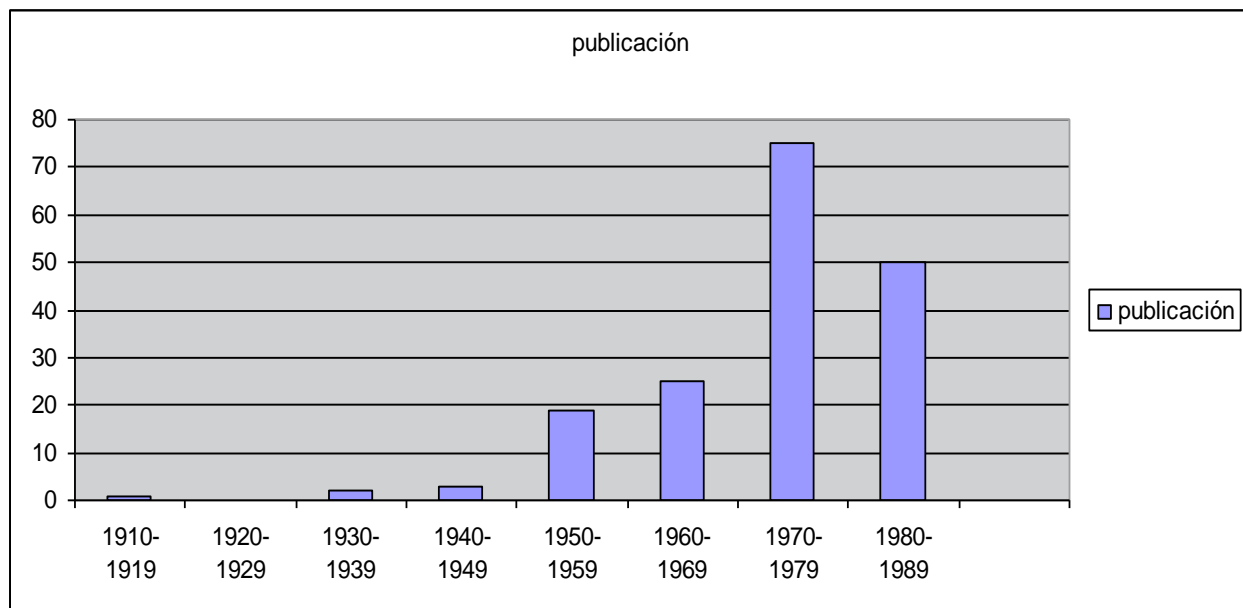
## 100 reuniones ininterrumpidas de la COMISION DE LA CARTA GEOLOGICA

Creada por la Ley 24 224, colabora con el IGRM- SEGEMAR desde 1993.

- Capitulo de las Cartas Geológicas en la ley de Reordenamiento Minero
- Ley del Banco de Datos Geológicos
- Privatización de los relevamientos
- Mapas provinciales y nuevos mapas 5:000.000 y 2.500.000
- Control de calidad de los productos
- Convenio con la Asociación Geológica Argentina para editar Guías de campo y el Léxico Estratigráfica
- Geología Argentina
- Recursos Minerales de Argentina
- Convenio con SHN
- Historia de la Minería en la Argentina
- Plan de Relevamientos Magnéticos
- Proyecto PASMA
- Mapa Metalogenético de América del Sur
- Creación del SEGEMAR

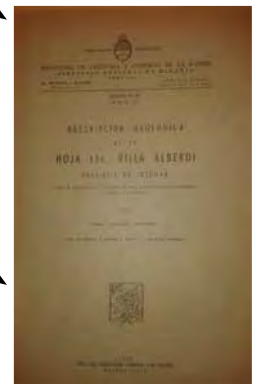
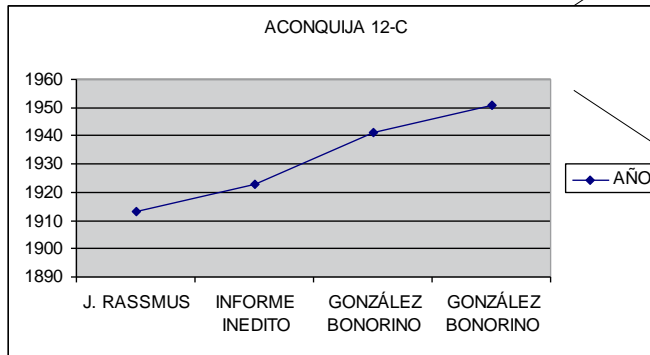
Diapositiva 49.

## Hojas Geológicas 1:200.000 según fecha de publicación



Diapositiva 50.

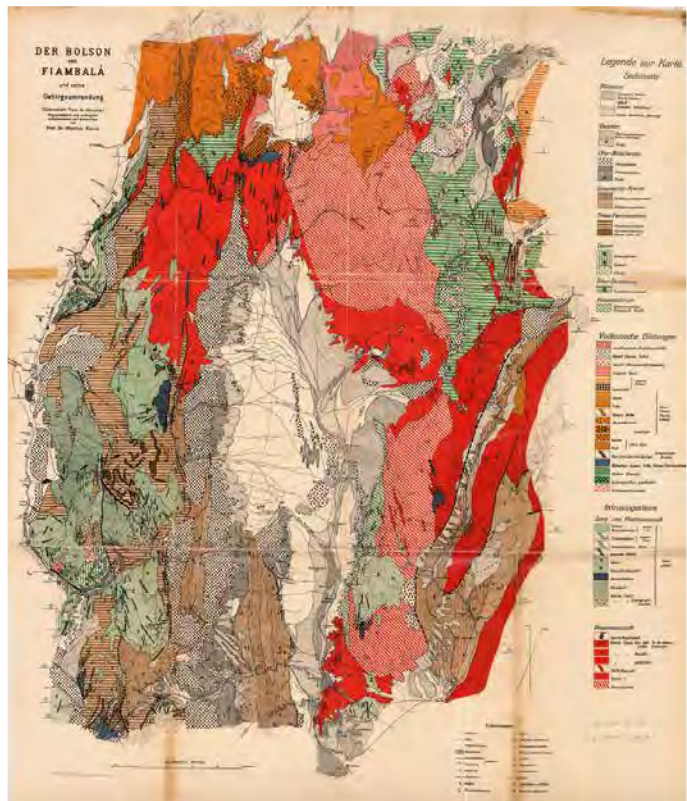
### Hoja Aconquija 12 E



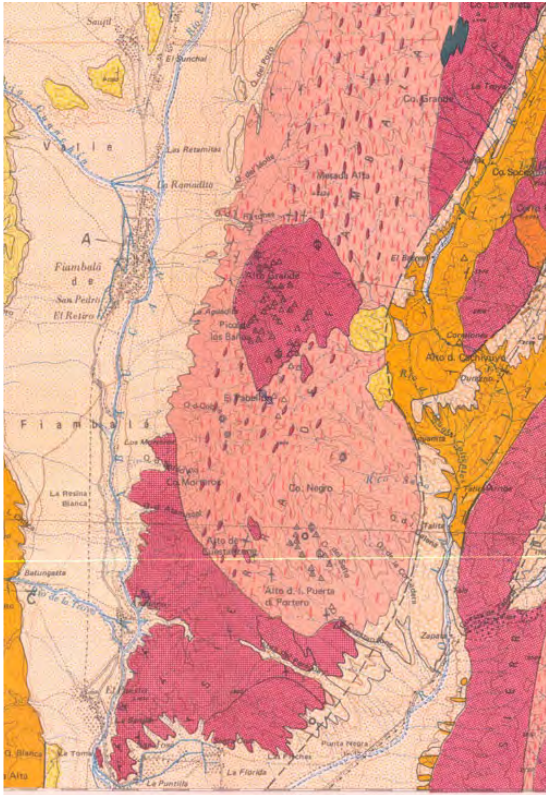
Diapositiva 51.

### Geología y Topografía del Bolson de Fiambalá

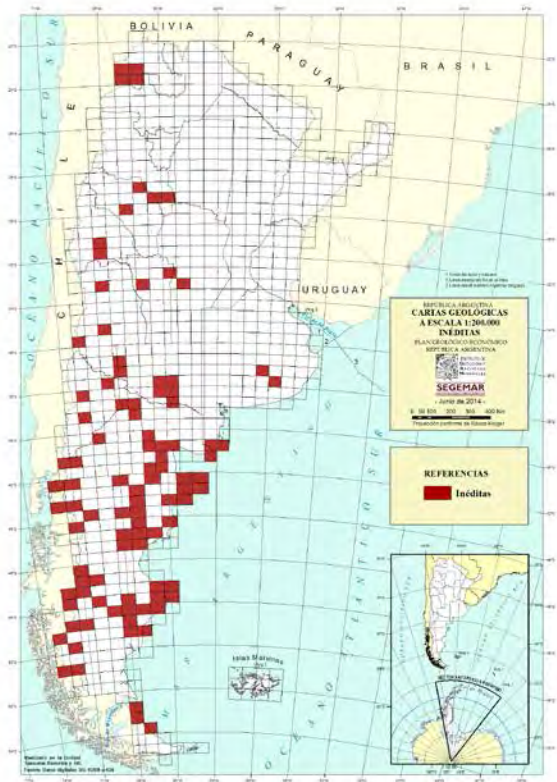
Por W. Penck  
 Relevado 1912/1913  
 Publicado en 1920 en Leipzig, Alemania



Diapositiva 52.



Diapositiva 53.



Hojas Inéditas

Diapositiva 54.



### Cartas Geológicas 1:100.000

Finalizado: 70.000 km<sup>2</sup>  
En ejecución: 10.000 km<sup>2</sup>

1994-1996  
ITGE (Proyecto piloto)

1995-1997  
Licitacion internacional (9)

1995-1998  
AGSO (20)

1998-2002  
PASMA (6)  
UBA (3)  
Convenio provincia de Chubut (3)

2001-2003  
Proyecto GEOSAT (8)

Diapositiva 55.



### Cartas Geológicas 1:250.000

Avance al 2014 y programación hasta el 2018

Diapositiva 56.



### Primeras conclusiones

- El programa de la Carta Geológico Económico de la República Argentina es uno de los proyectos de investigación científica y territorial más ambiciosos, exitosos y de mayor envergadura implementado por la República Argentina en toda su historia .
- El primer ciclo de relevamientos, a escala 1 200.000, se constituyó en una de las dos grandes escuelas de mapeo geológico de la Argentina, la de Minería y la de YPF. La suma de logros individuales e institucionales es inmensa y ha generado un gran respeto y consideración respecto de la importancia de la labor realizada.
- La etapa inicial fue extremadamente difícil de sostener y el programa casi colapso casi antes de comenzar. El comienzo de la Gran Guerra, la crisis económica, pero sobre todo la “nacionalización” del Programa fue traumático.
- La verdadera consolidación del programa se alcanzo en la década del 50 y de allí en adelante hasta el final de la década del 70 y comienzos de los 80 se desarrollo sin grandes variaciones estructurales.

Diapositiva 57.

### Conclusiones

- Hacia el final del primer ciclo, en la década del 80 y al comienzo del proceso de desmantelamiento del Estado y desaparición de organismos científicos estatales, se observó que el grado de compenetración con los objetivos y metas del programa por parte de absolutamente todo el personal del servicio geológico, evitó la desaparición. Fue esa una de las principales causas que permitió preservar el único cuerpo de investigadores geológicos en el estado fuera del ámbito académico.
- Más que una institución que preservó un programa científico, a la inversa, los valores aceptados en la cultura organizacional del área minera nacional y compartida por todos los actores institucionales, el Programa de Cartas Geológicas preservó al organismo de su desaparición.
- En ese sentido, la experiencia del fin de ciclo del 200.000 frente al plan de cartografía al 1:250.000 respecto al valor de la cultura institucional genera un horizonte de sustentabilidad al programa que permite visualizar su finalización sin novedades estructurales pero sujeto a las rigideces que estas situaciones crean.

Diapositiva 58.

## Conclusiones

- Cada una de las transiciones fue compleja y traumática; con matices, cada serie fue más importante que la que le sucedió :
  1. El proceso de nacionalización y argentinización a partir del comienzo de la primera guerra.
  2. El gran cúmulo de información no publicada en el fin del ciclo 200.000.
  3. Los intentos de tercerización y ampliación de la capacidad operativa mediante asociaciones domésticas e internacionales, excelente en el benchmarking y la formación de recursos humanos, resultaron poco útiles a la hora de la producción científica sustentable.
- La experiencia de 100 años, con sus éxitos y fracasos, parecería indicar que la clave principal del éxito es la consolidación institucional, el cuidado extremo de los recursos humanos y el gerenciamiento a partir de niveles científicos y profesionales consistentes.
- **De esta manera es posible entender cómo Argentina relevó y está a punto de completar la cobertura del total de sus casi 2 800.000 km<sup>2</sup> a escala 1:250.000 en 20/25 años, una generación, sin grandes presupuestos y con recursos humanos diezmos.**

Diapositiva 59.



Diapositiva 60.

# The coastal Plain of Suriname

Theo E.  
WONG\*



t.wong@uvs.edu  
Anton de Kom University of  
Surinam



Geologisch Mijnbouwkundige Dienst  
Suriname



## The coastal Plain of Suriname

Th.E.Wong

### Diapositiva 1.

#### Content

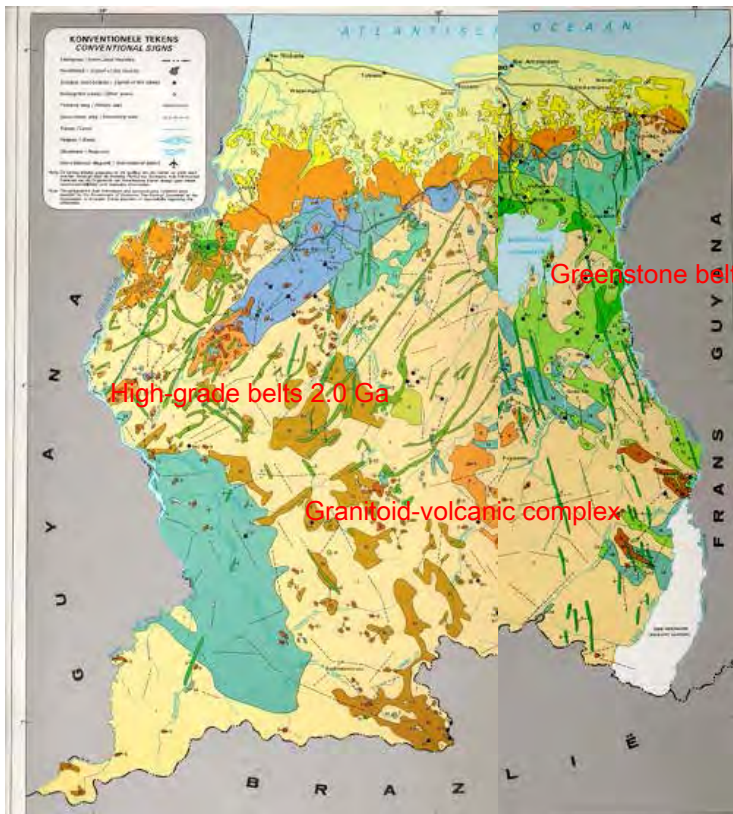
- Introduction
- Outline and origin coastal Plain and Guiana Basin
- Stratigraphy
- Role of faulting

### Diapositiva 2.

### Introduction

- Coastal plain economically very important because it hosts industrial minerals, bauxite deposits, oil and groundwater
- Sea level movements have influenced sedimentation in a shallow marine to continental realm
- Role of tectonics seems to be more important than previously assumed

Diapositiva 3.



Greenstone belt 2.0 Ga

High grade belts 2.0 Ga

Granitoid-volcanic complex

Trans-Amazonian Orogeny, Suriname

Planatlas van Suriname 1988

Diapositiva 4.

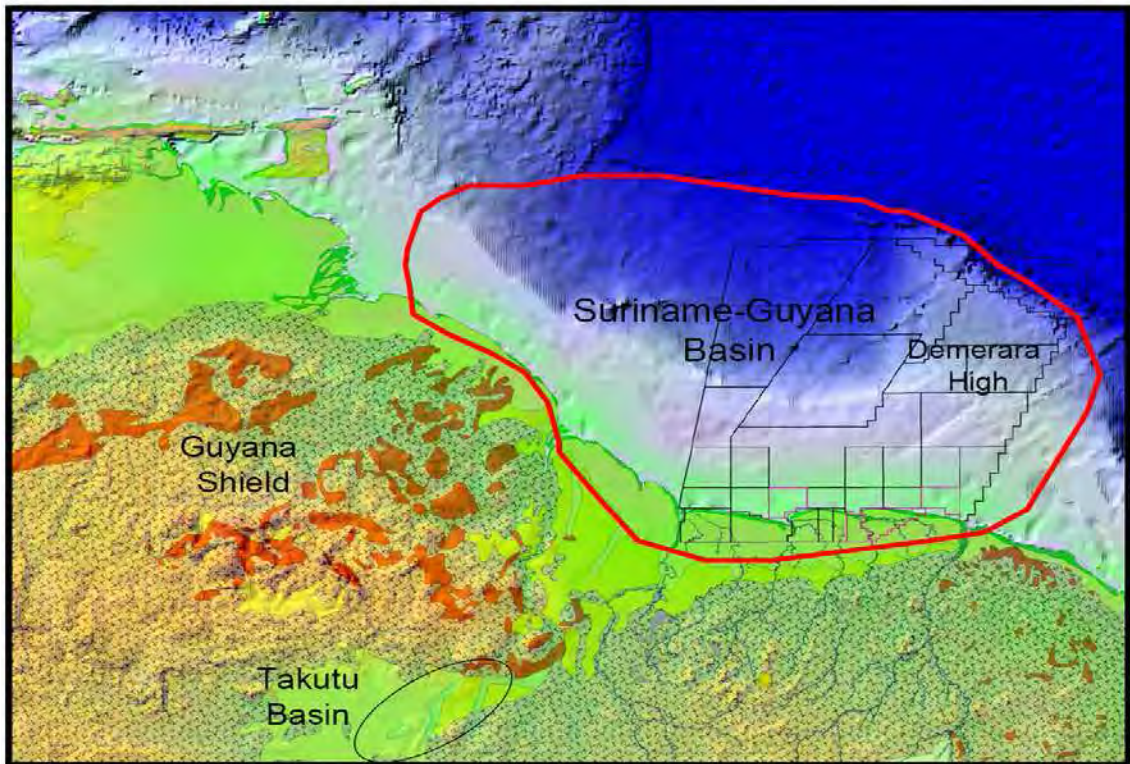
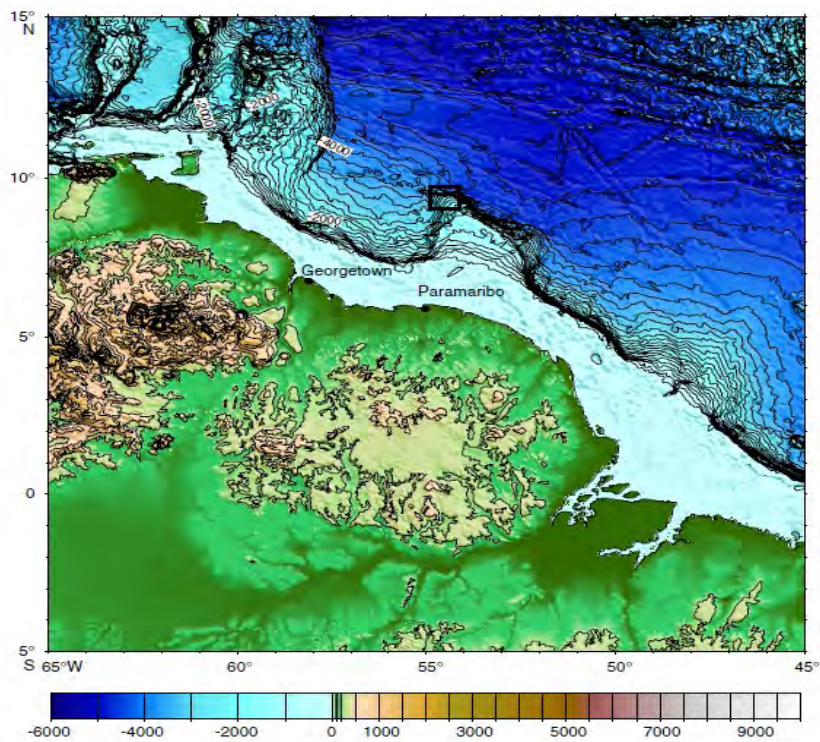


Figure 2. Location Map of the Suriname-Guyana Basin.

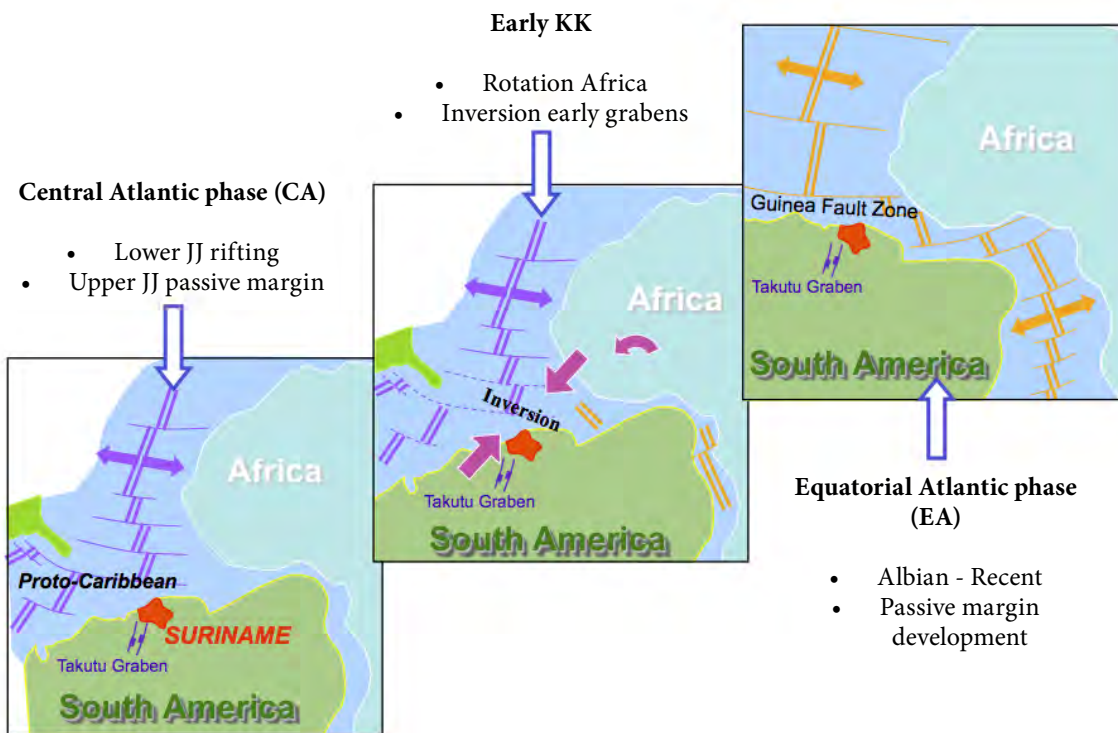
Diapositiva 5.

### Depth Map Guiana Basin



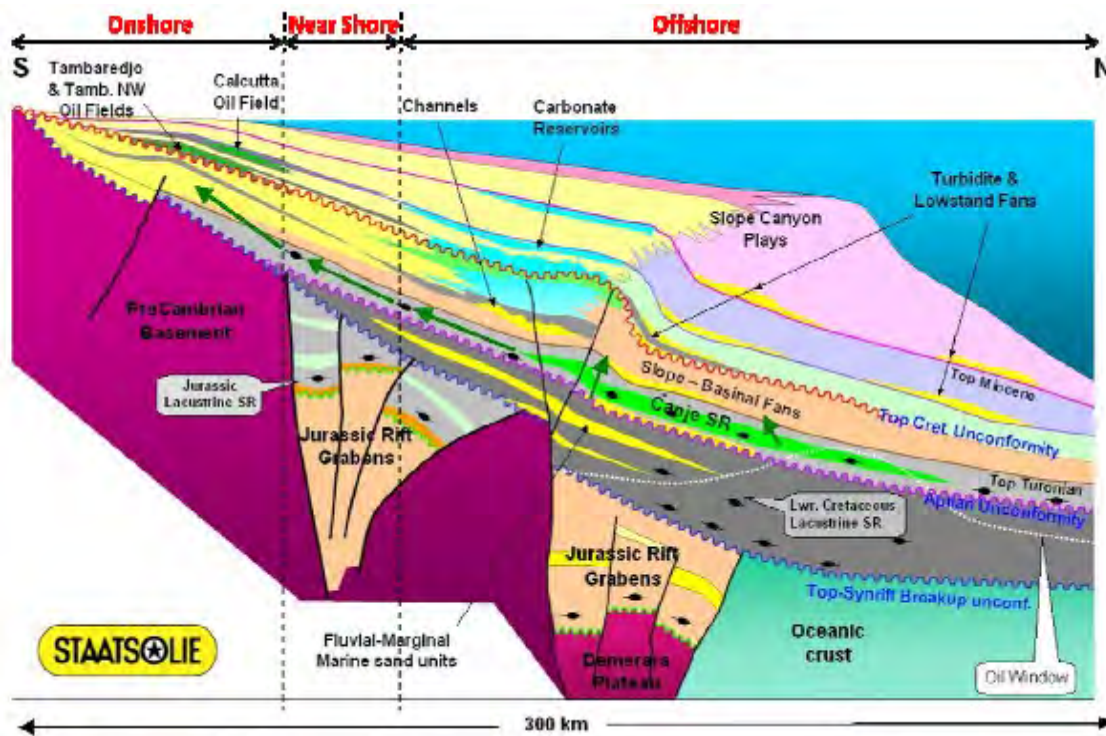
Diapositiva 6.

### Basin forming: Opening of the Atlantic ocean



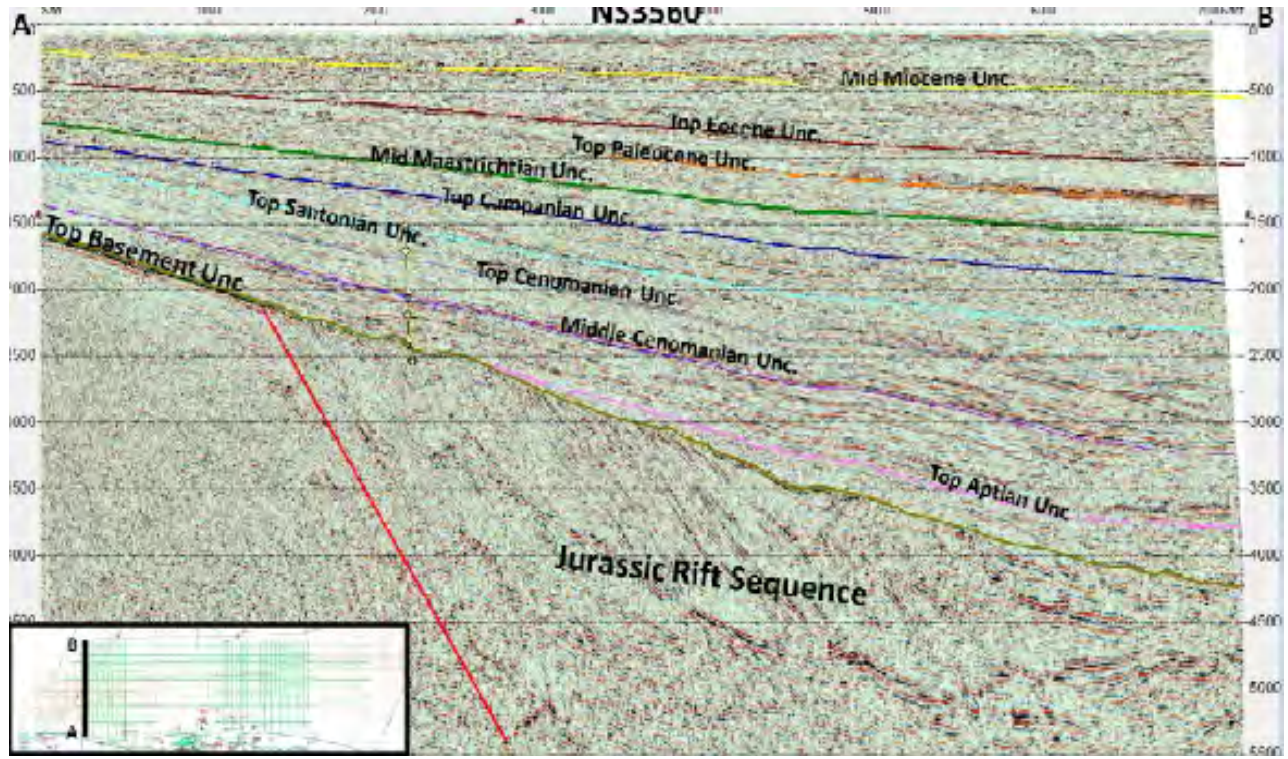
Diapositiva 7.

### N-S Section Guiana Basin



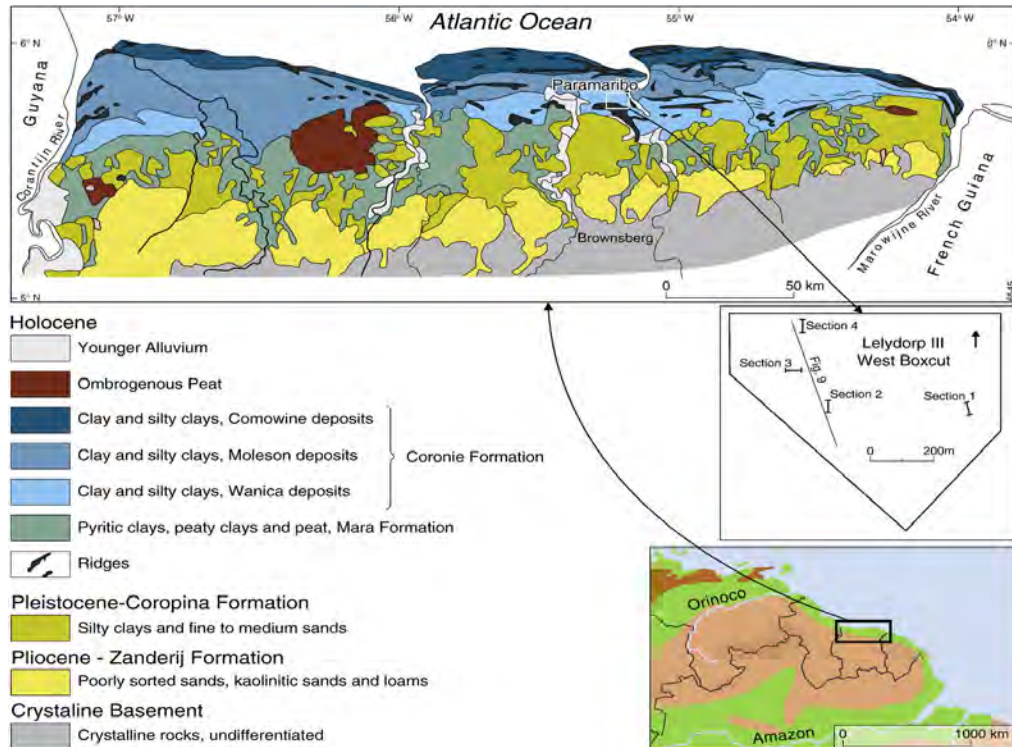
Diapositiva 8.

### North-South seismic section



Diapositiva 9.

### Map of coastal plain



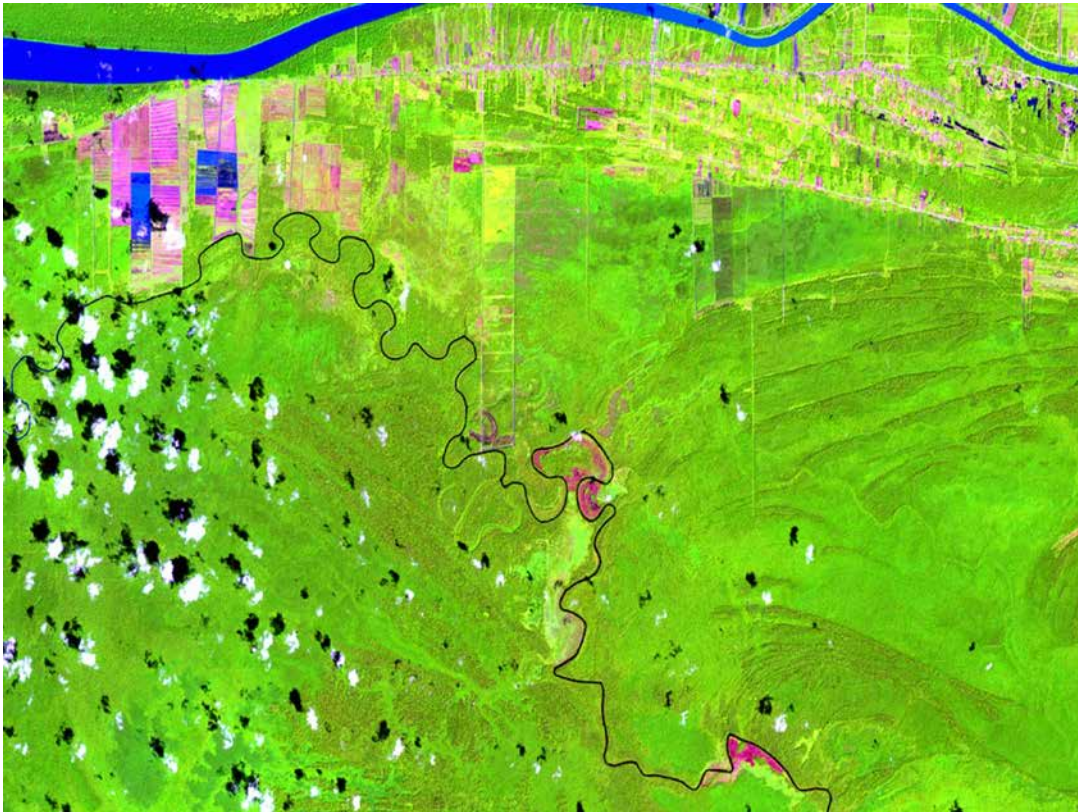
Diapositiva 10.



### Holocene; Young Coastal Plain



Diapositiva 11.



Diapositiva 12.

### Schollen landschap Oude Kustvlakte



Diapositiva 13.

### Zanderij Fm, Joden Savanna

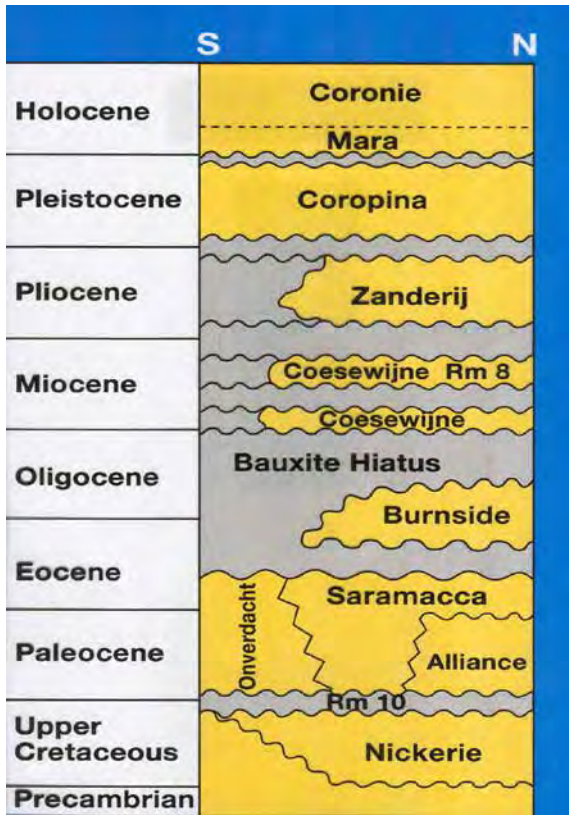


Joden Savanna anno 1865.  
*Joden Savanna in the year 1865.*

Th.E.Wong/2012

Diapositiva 14.

**Stratigraphic framework of the Coastal Plain**



Diapositiva 15.

**Coropina Formation, Lelydorp III mine**



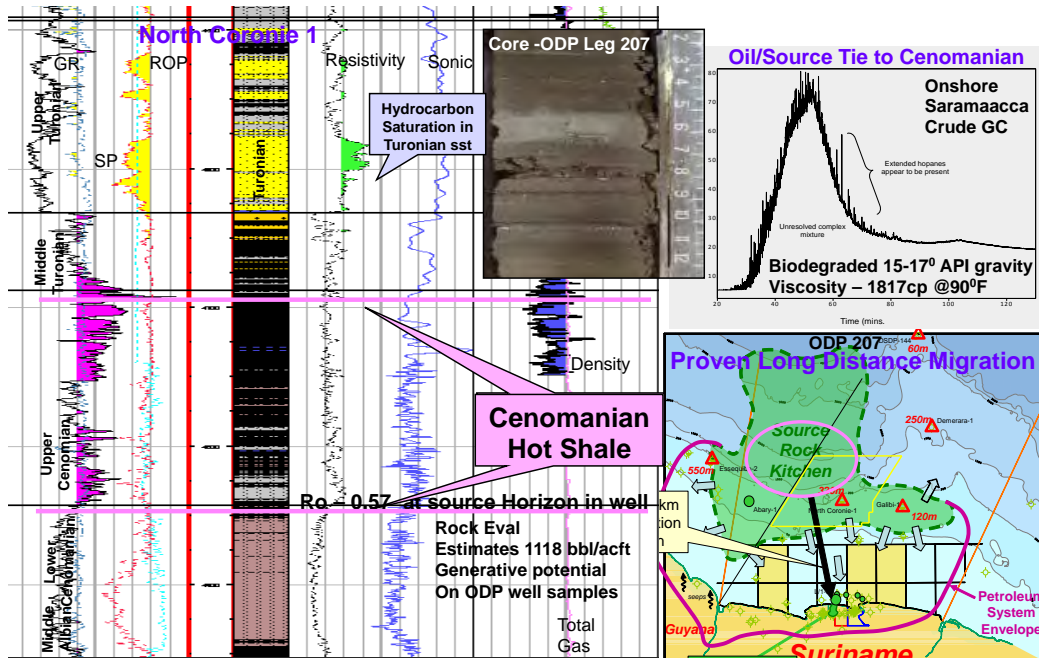
Diapositiva 16.

### Coropina Fm, Lelydorp mine



Diapositiva 17.

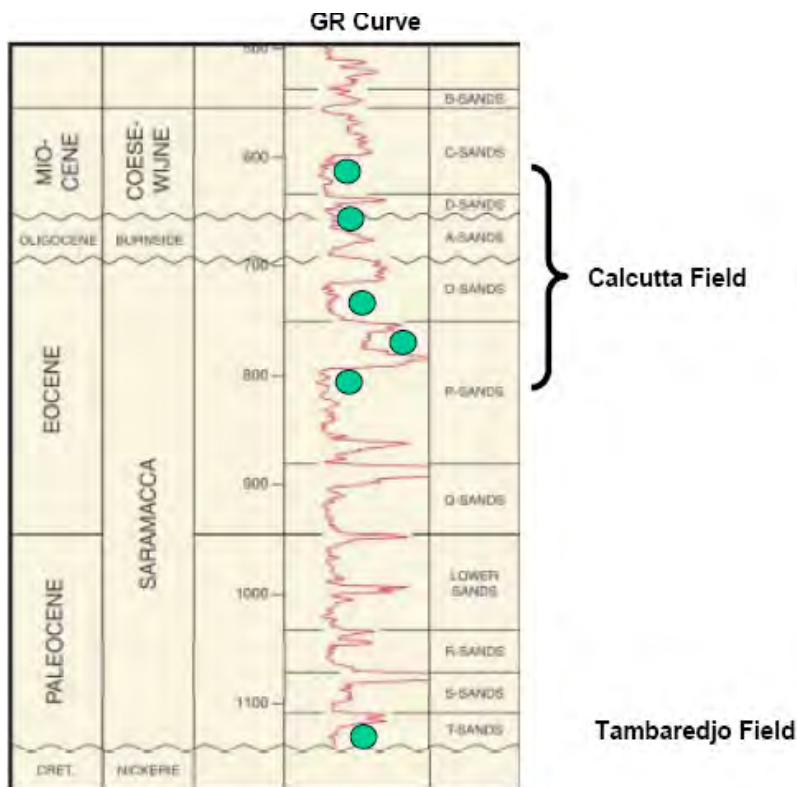
### Cenomanian Source Interval



Cenomanian Shale interval is a classic shelf edge black shale interpreted to be an upwelling facies with laminations of organic rich lenses and paper thin carbonate streaks. TOC normally is 3-5% ranging up to 30%, high GR is characteristic

Diapositiva 18.

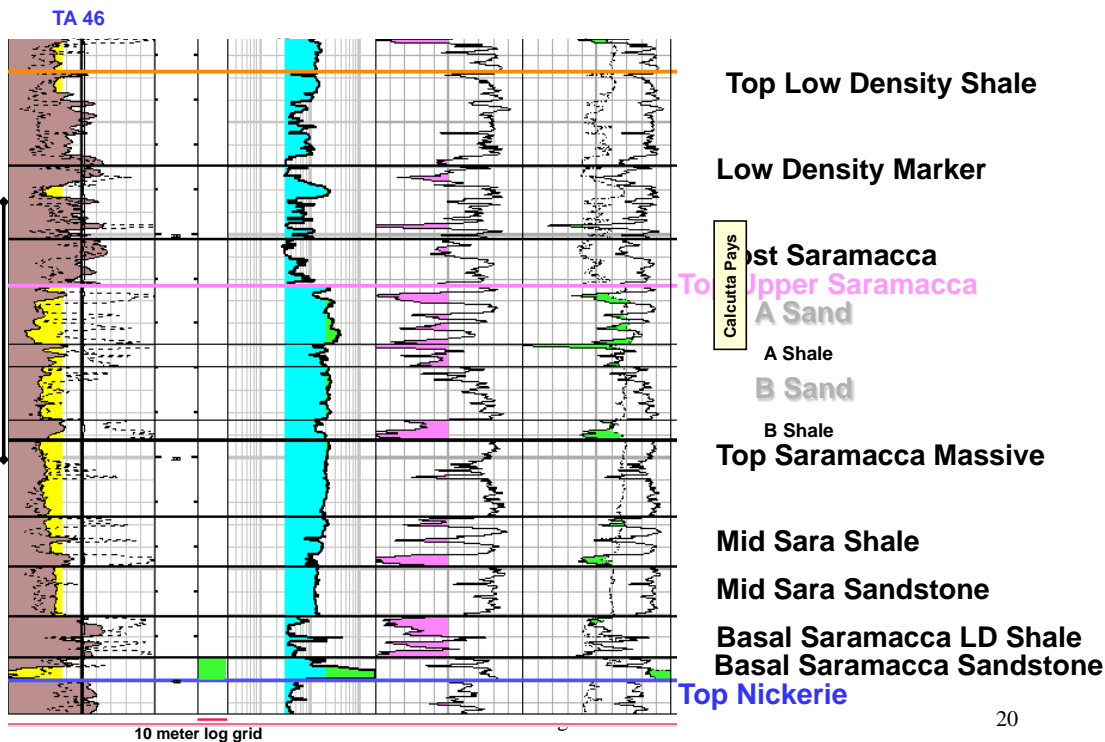
Saramacca Fm. Oil shows



Th.E.Wong/2009

Diapositiva 19.

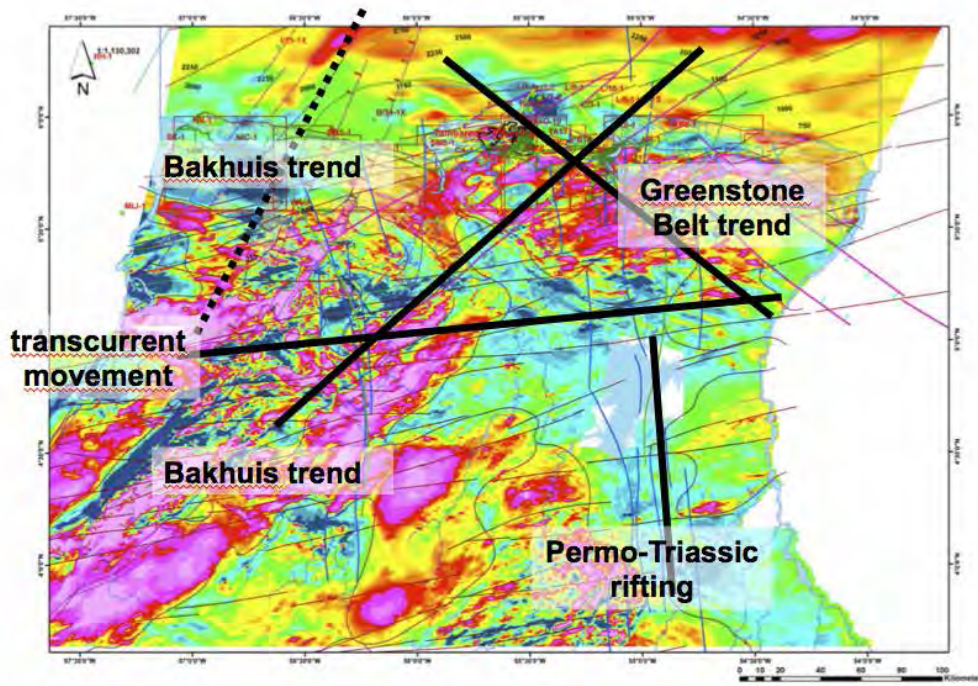
Tambaredjo Stratigraphic Section



20

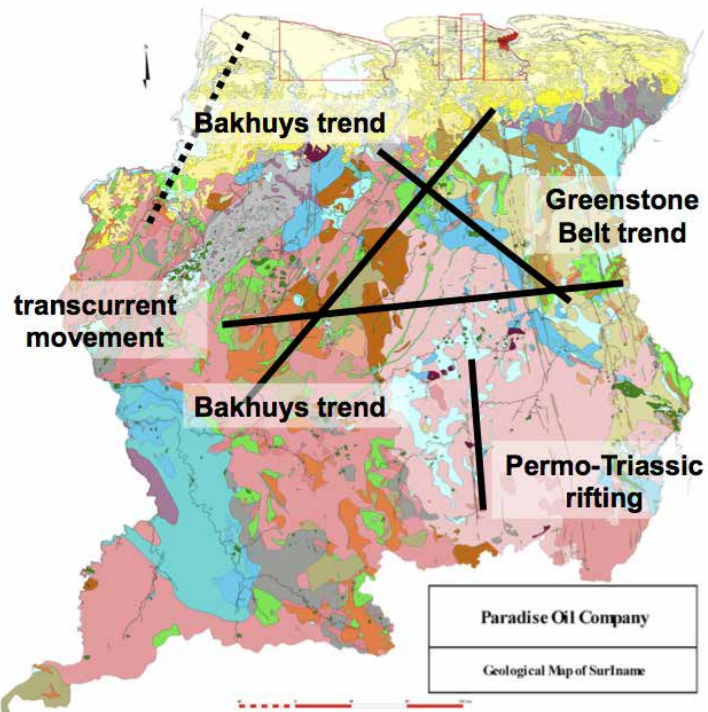
Diapositiva 20.

### Aero-Mag interpretation (Patterson, Grant & Watson)



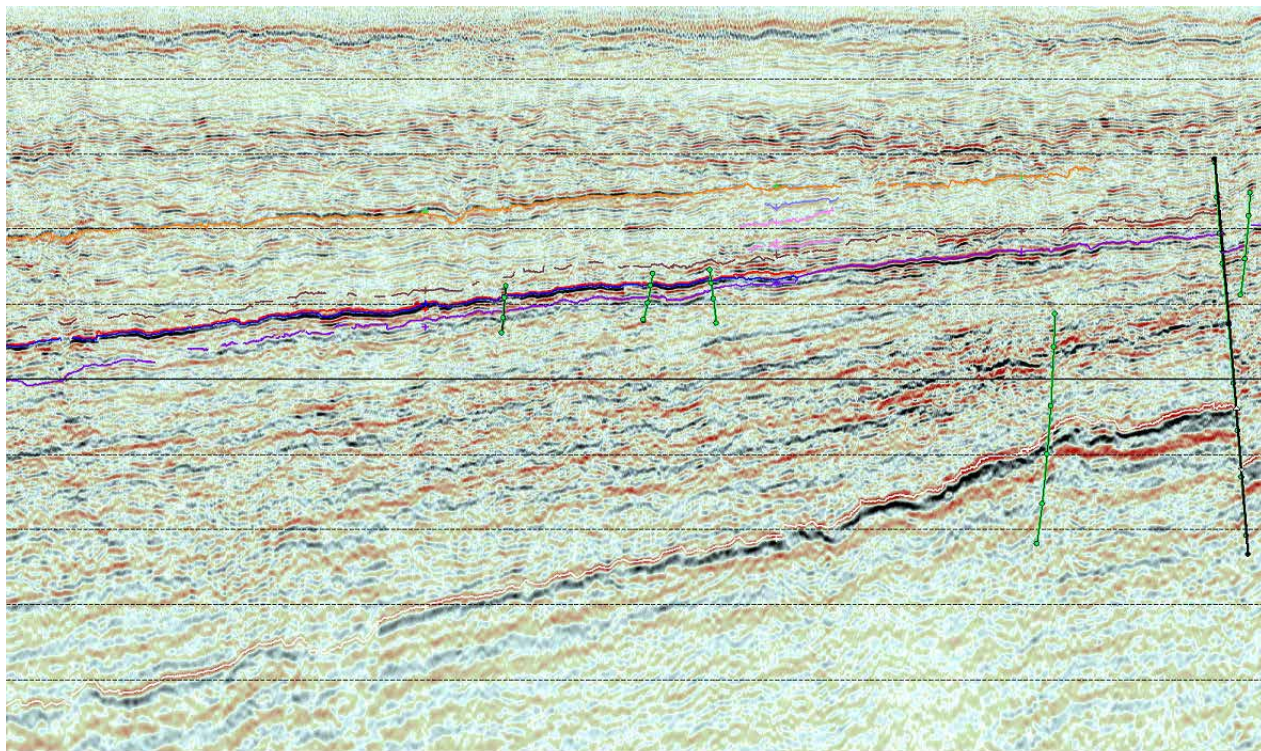
Diapositiva 21.

### Geological Map



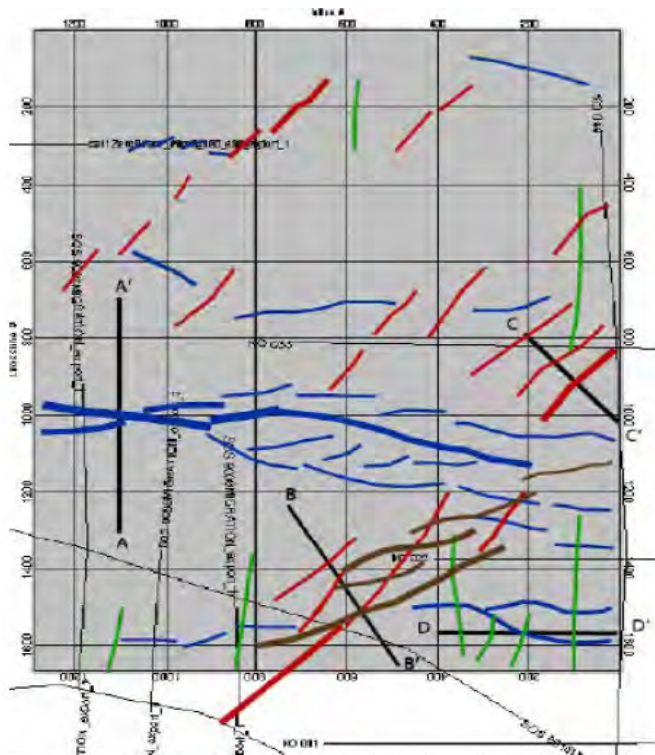
Diapositiva 22.

### Large faults system in South



Diapositiva 23.

### Faults mapped based on 3D seismic, Tambaredjo area



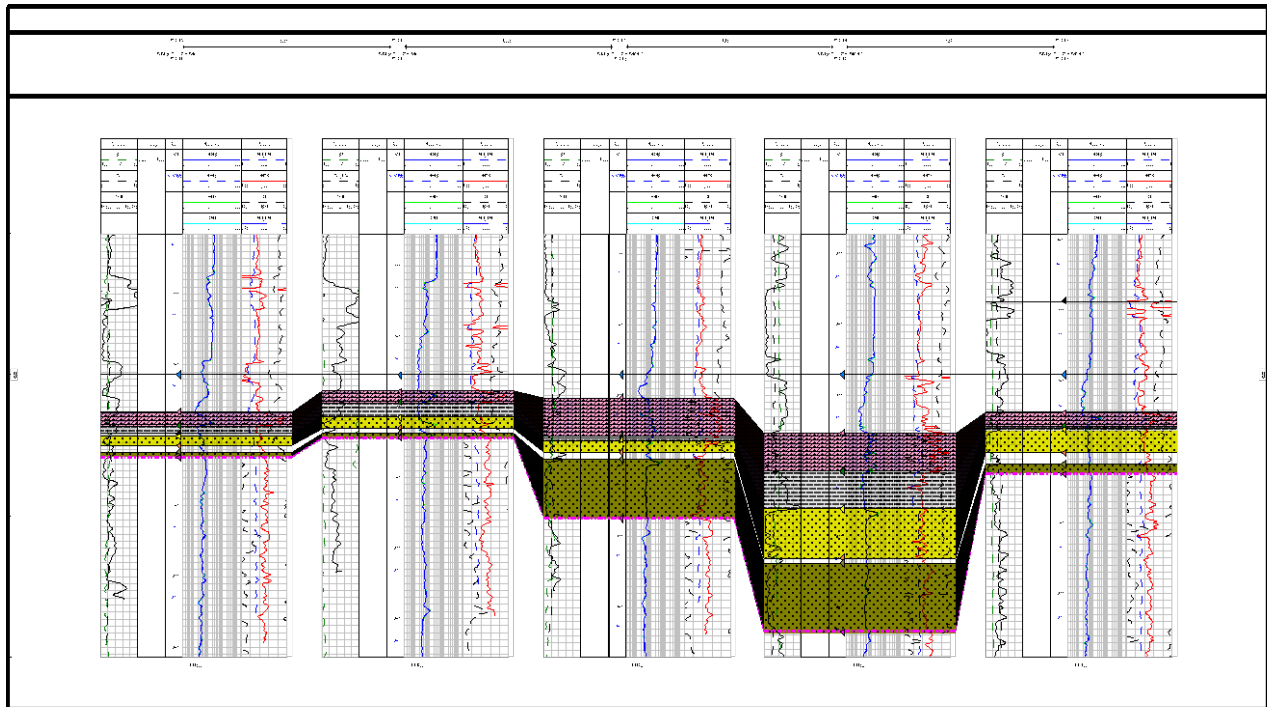
Diapositiva 24.

### Tectonische events, East Venezuela, also in Suriname

- A Paleozoic pre rift phase.
- A rift en drift phase in the Jurassic and earliest Cretaceous
- A passive margin period during Late Jurassic and earliest Cretaceous till the Eocene.
- An oblique collision phase resulting in strike slip compression/transpression. This diachronous phase was from earliest-Middle Eocene (in the west) to Late Oligocene-Middle Miocene (in the East and is still active).

Diapositiva 25.

### Section through coastal plain showing syn-sedimentary faulting during the Paleogene



Diapositiva 26.



**Thank you**  
**Muchas gracias**

**Diapositiva 27.**

# Estado de avance en el conocimiento metalogénico de Chile

Rodrigo Patricio  
CARRASCO OLGUÍN\*



\* mapageo@sgc.gov.co  
Departamento de Geología  
Aplicada  
SERNAGEOMIN

# ESTADO DE AVANCE EN EL CONOCIMIENTO METALOGENICO DE CHILE

Departamento Geología Aplicada



Gobierno de Chile



SERNAGEOMIN  
2014

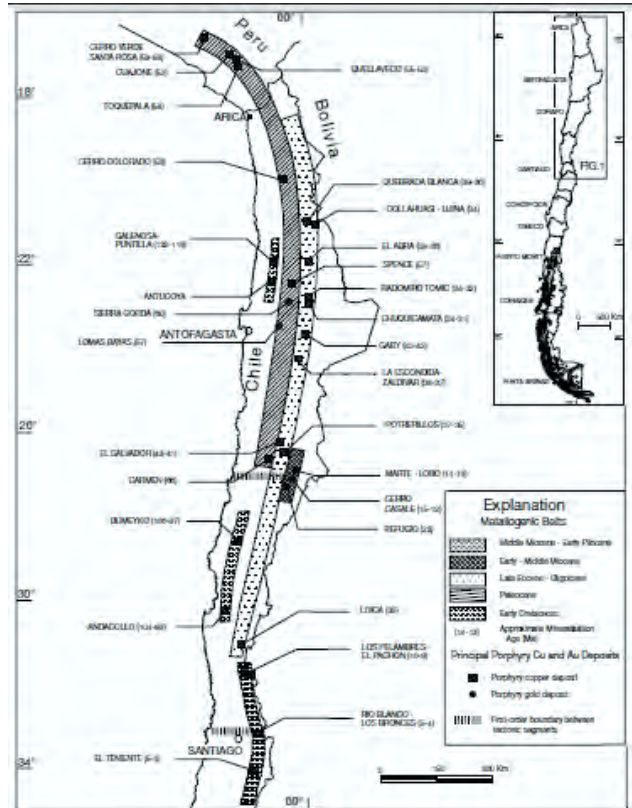
Diapositiva 1.

## CHILE Y SU GEOLOGÍA

El contexto geológico explica por que Chile es reconocido a nivel mundial por su minería, principalmente cobre, pero también por su exposición a los peligros geológicos.



CAMUS AND DILLES, 2001



Diapositiva 2.

El Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, a través de su Unidad de Recursos Minerales (URM), está desarrollando actualmente varios proyectos, entre ellos el Proyecto Carta Metalogénicos y Mineralógicas de Chile, SIA-yacimientos y proyecto integración (PNG-DGA).

El objetivo principal es la identificación y caracterización de las unidades metalogénicos regionales y sus correspondientes bases de datos geológica-minera (SIA-Yacimientos), y el proyecto integración de la información de la geología básica (PNG) y la información geofísica, geoquímica y de yacimientos minerales (DGA).

**Diapositiva 3.**

### **Unidad Recursos Minerales, URM**

- La URM tiene como objetivos principales generar la cartografía metalogénica y mineralogénica del país, y efectuar la compilación, procesamiento, mantención y actualización de datos geológico- mineros así como recopilar; organizar y disponer —para su consulta gratuita— la información geológica básica, generada por los Proyectos de Exploración de empresas mineras que operan en Chile, según lo dispuesto en el Art. 21 del Condigo de Minería.
- La información sobre recursos minerales, proporcionada por la URM, es de carácter estratégico para el desarrollo económico del país, dado que, junto con la información geofísica y geoquímica, contribuye a:
  - evaluar el potencial minero y las perspectivas de desarrollo de la minería
  - desarrollar nuevas guías de prospección y exploración
  - incrementar la información geológico-minera de la industria minera e,
  - incentivar el fomento a la inversiones en exploración minera.
- Dotación de profesionales: 13.

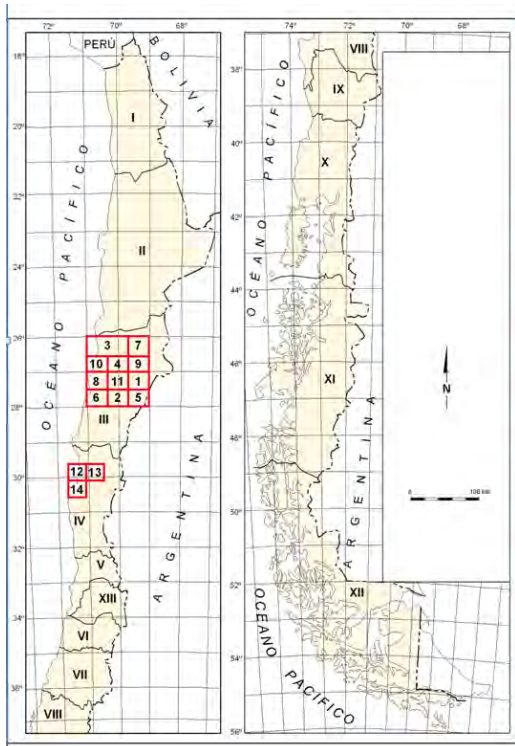
**Diapositiva 4.**

## COBERTURAS CON MAPAS METALOGÉNICOS EN LA SERIE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS DE CHILE

escalas  
 1:100.000  
 1:500.000  
 1:1.000.000

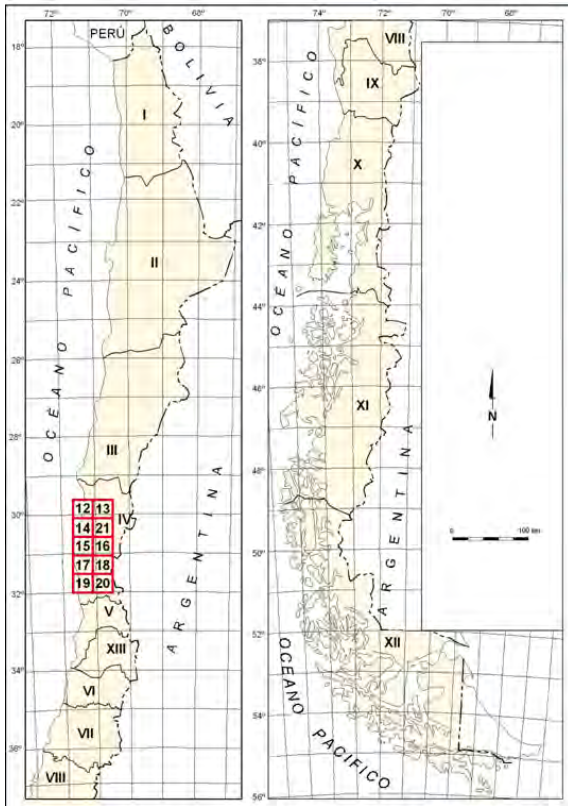
Diapositiva 5.

### Mapas escalas 1:100.000



- 1** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Carrera Pinto, (1998).
- 2** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Los Loros, (1998).
- 3** Yacimientos Metalíferos de las Chañaral y Diego de Almagro; (1998)
- 4** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Quebrada Salitrosa; (1999).
- 5** Yacimientos Metalíferos de la Hoja La Guardia; (2000)
- 6** Yacimientos Metalíferos de las Cartas Totoral Bajo y Castilla; 1:100.000 (en prep).
- 7** Yacimientos Metalíferos de la Hoja El Salvador; (en prep.).
- 8** Yacimientos Metalíferos de la Carta Caldera;(en prep.).
- 9** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Inca de Oro; (en prep).
- 10** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Puerto Flamenco; (en prep).
- 11** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Copiapó, (2000).
- 12** Yacimientos Metalíferos de la Hoja La Serena - La Higuera; (2004)
- 13** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Condoriaco - Rivadavia; (2004).
- 14** Atlas de Yacimientos Minerales Puerto Aldea - Andacollo (2006) (en prep).

Diapositiva 6.

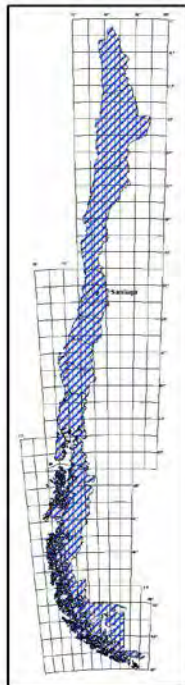


- 15** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Cerro Tololo - Hurtado. (programado para el 2007)
- 16** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Peña Blanca - Ovalle; (2006) (en prep).
- 17** Atlas de Yacimientos Minerales Monte Patria - El Maqui. (programado para el 2008).
- 18** Atlas de Yacimientos Minerales Mantos Hornillo - Canela Bajo; (programado para el 2008).
- 19** Yacimientos Metalíferos de la Hoja Combarbalá - Valle Hermoso; (programado para el 2009)
- 20** Yacimientos Metalíferos de Los Vilos - Illapel - Salamanca, (programado para el 2008).

Diapositiva 7.

### Mapas escalas 1:100.000

#### PUBLICACIONES ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

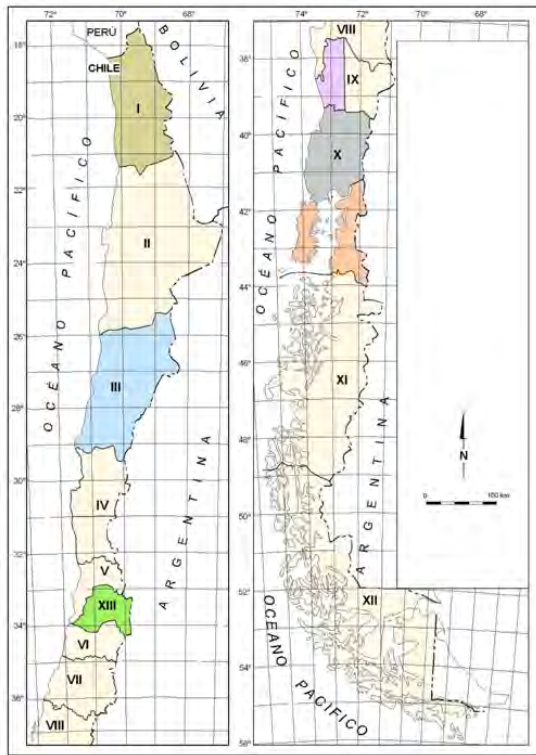


- Mapa de Yacimiento de Rocas y Minerales Industriales de Chile. Escala 1:1.000.000. En 6 Carta disponible.**
- Yacimiento de Rocas y Minerales Industriales de I a XIII Región. Escala 1:500.000. 13 Cartas disponibles.**
- Rocas y Minerales Industriales de Chile Boletín N°58, disponible.**



Diapositiva 8.

### Mapas escalas 1:500.000



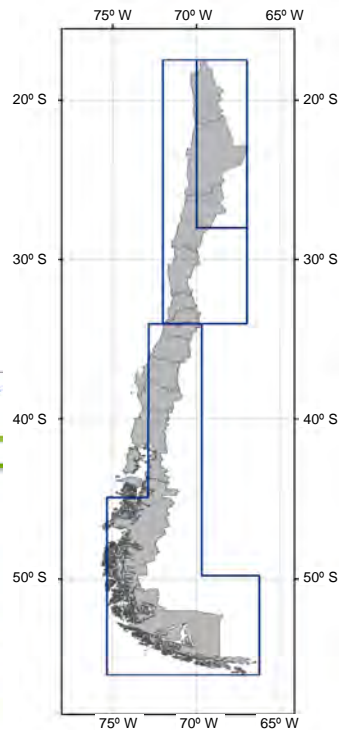
DEPOSITOS METALIFEROS,  
ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS Y RECURSOS ENERGÉTICOS  
ESCALA 1: 500.000

Diapositiva 9.

### Mapas Metalogénicos Escala 1:1.000.000 Porcentaje del País: 85%

The screenshot shows the SERNAGEOMIN website interface with two map entries:

- 2001. Mapa metalogénico de la región fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Peru [14°S-28°S]. Multinacional**  
Codigo: 6-13-PROD-1947  
Mapa metalogénico de la región fronteriza entre Argentina, Bolivia, Chile y Peru [14°S-28°S] - Autor: Zapellini, Eduardo; Godeus, María; Scuggaro, Raúl; Karzeniewski, Lidia I.; Ribolo, Daniel; Miranda A., Vitalino; Uribe Z., Hernán; Heuschmidt, B.
- 1999. Mapa de recursos minerales del área fronteriza Argentino-Chilena entre los 34 y 56°S, 1:1.000.000**  
Codigo: 6-13-PROD-1950  
Mapa de recursos minerales del área fronteriza Argentino-Chilena entre los 34 y 56°S, Escala 1:1.000.000. N° Mapa M89. - Autor: Vivallo S., Waldo; Gardeweg P., Moyra; Tassara O., Andres; Zanettini, J. C.; Marquez, Marcelo; Marcelo J.; Gonzalez, Rafael A.



Diapositiva 10.



Diapositiva 11.

## PROVINCIAS METALOGÉNICAS EN LA REGIÓN DE ATACAMA, CHILE (Vivallo et al., 2009)

Diapositiva 12.



## **Objetivo**

- El presente estudio resume los trabajos metalogénicos realizados por Sernageomin entre los años 1997-2003
- Presentar los principales rasgos metalogénicos de la Región de Atacama
- Sugerir una interpretación

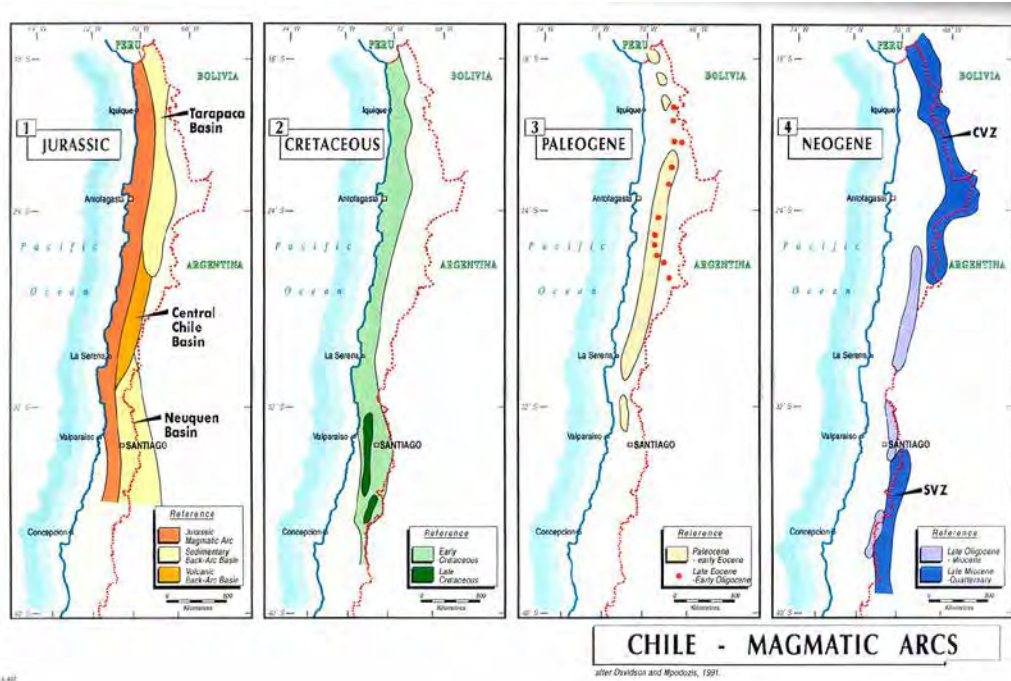
**Diapositiva 13.**

## **Ambiente Geológico**

**Diapositiva 14.**

## Evolución Geológica

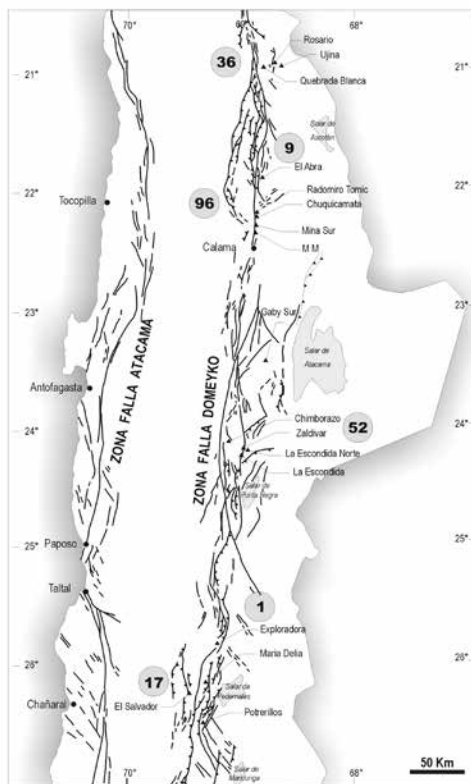
Controlada por el sistema de subducción implantado durante el Jurásico



Arcos magmáticos que migran desde oeste a este

(Tomada de Cabello, 2002)

Diapositiva 15.



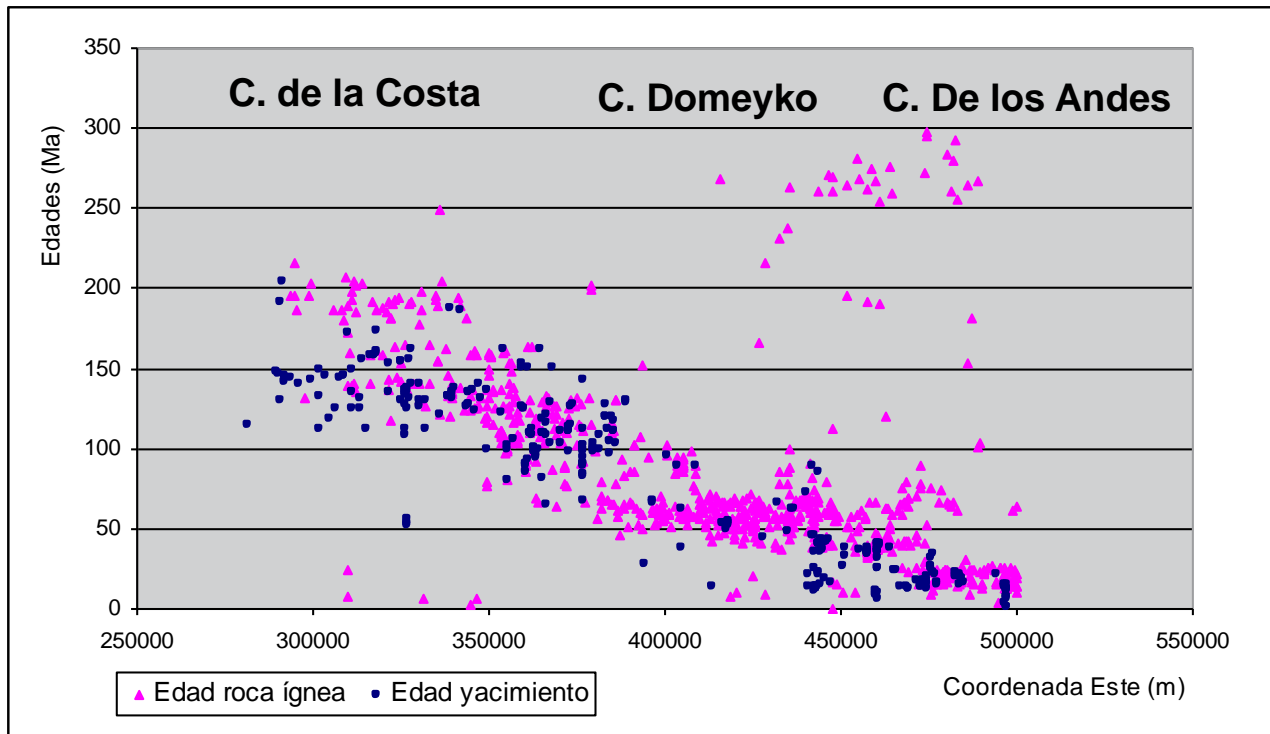
## Sistemas de fallas regionales

Dos sistemas de Fallas Ejercen un importante control en la distribución de los yacimientos

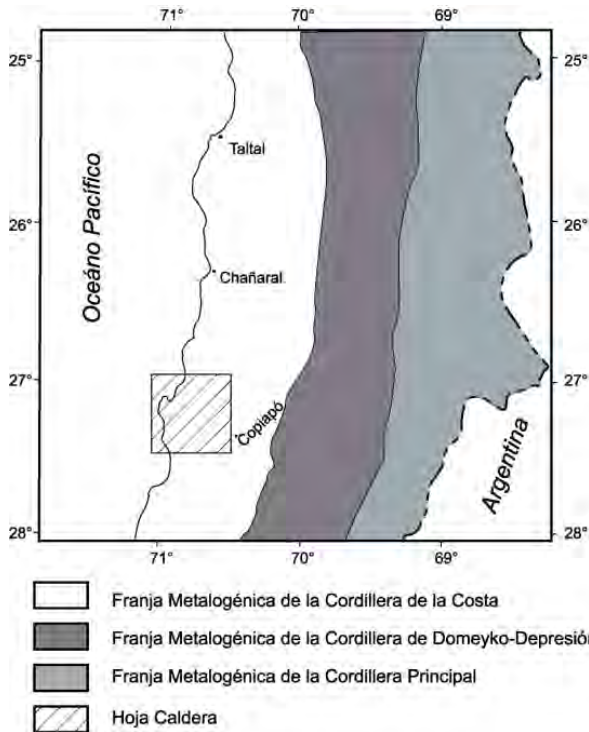
Camus (2003)

Diapositiva 16.

### ESTRECHO VÍNCULO ENTRE MAGMATISMO Y MINERALIZACIÓN



Diapositiva 17.



### PROVINCIAS METALOGÉNICAS

Los yacimientos de la Región Pueden ser agrupados en tres Provincias metalogénicas.

Cada una caracterizada por una Asociación de yacimientos Características

Edad de las rocas y yacimientos Decrece al hacia el este

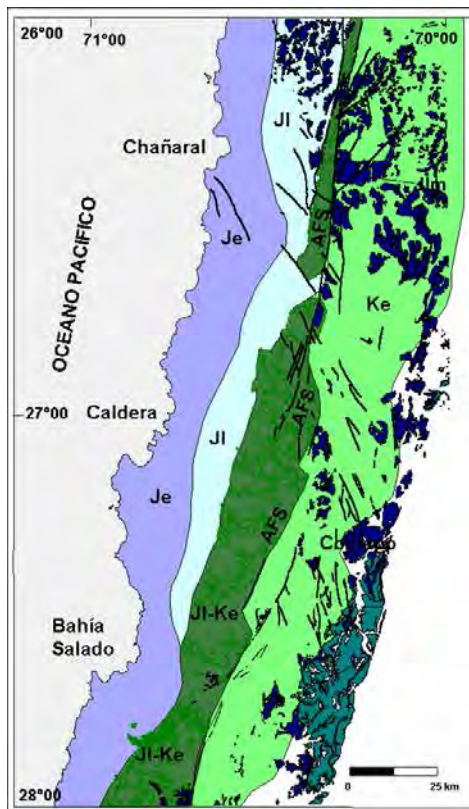
- Franja Metalogénica de la Cordillera de la Costa
- Franja Metalogénica de la Cordillera de Domeyko-Depresión Central
- Franja Metalogénica de la Cordillera Principal
- Hoja Caldera

Figura 1. Franjas Metalogénicas de la III Región. El área destacada indica la ubicación de la Hoja Caldera (modificado de Zentilli, 1974 y Boric *et al.*, 1990 )

Diapositiva 18.

## CORDILLERA DE LA COSTA

Diapositiva 19.



## CORDILLERA DE LA COSTA

Rocas ígneas: intrusivas > extrusivas  
(Fm. La negra y Punta del Cobre)

Edad: Jurásico-Cretácico Inferior  
con edades decrecientes de W a E

Magmas: calcoalcalinos, primitivos

Plutones: serie magnetita, granito a gabro

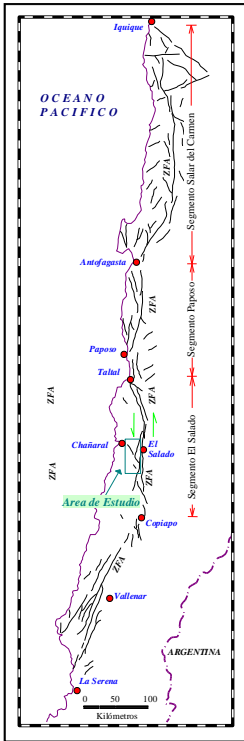
Rocas volcánicas: basaltos-andesitas  
(dacitas)

Arco magmático Jurásico-Cretácico  
Cuenca de trasarco asociada

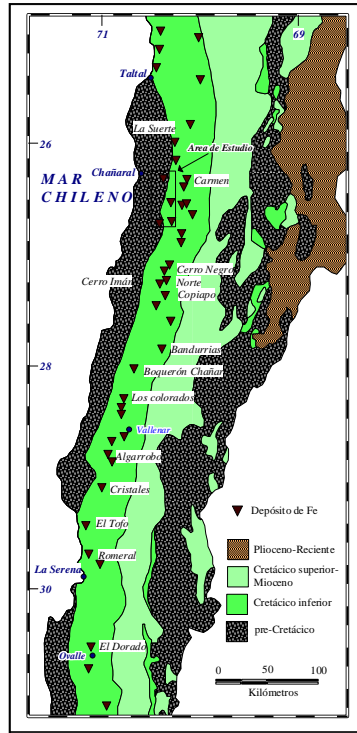
Diapositiva 20.

### TIPOS DE YACIMIENTOS

- Fe Tipo Kiruna
- Cu-Au mesotermiales
- Fe ox-Cu-Au
- Fe y Mn volcanogénico
- Cu-(Ag) Tipo Manto
- Cu Tipo Pórfido
- Ag Epimesotermiales



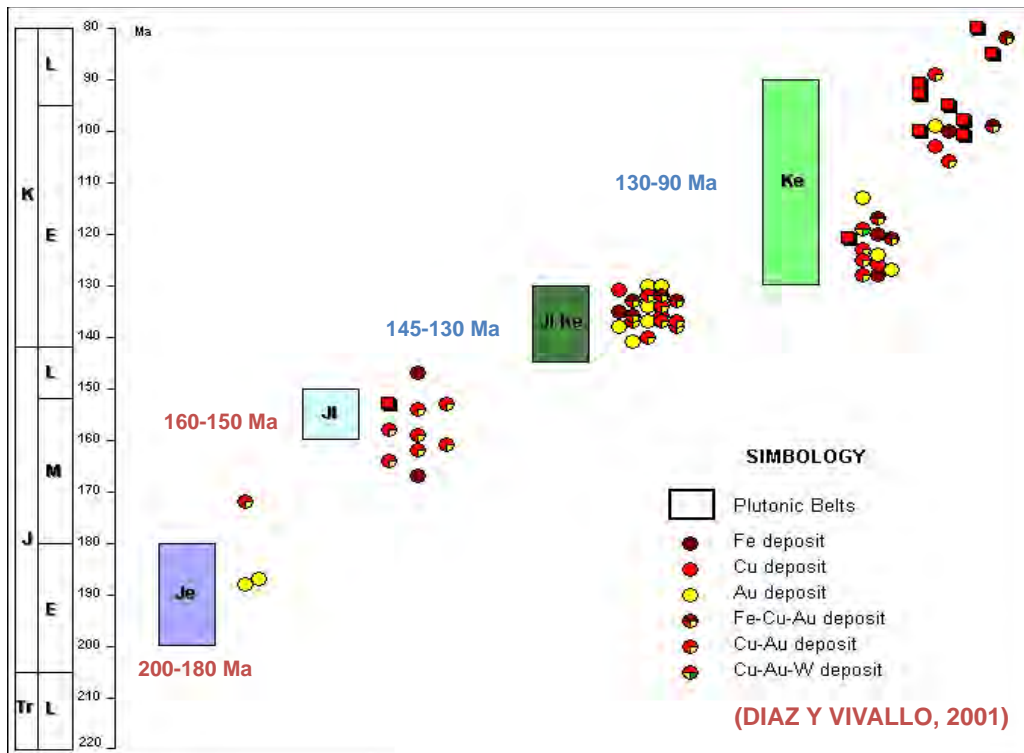
ZONA FALLA DE ATACAMA



FRANJA FERRIFERA

Diapositiva 21.

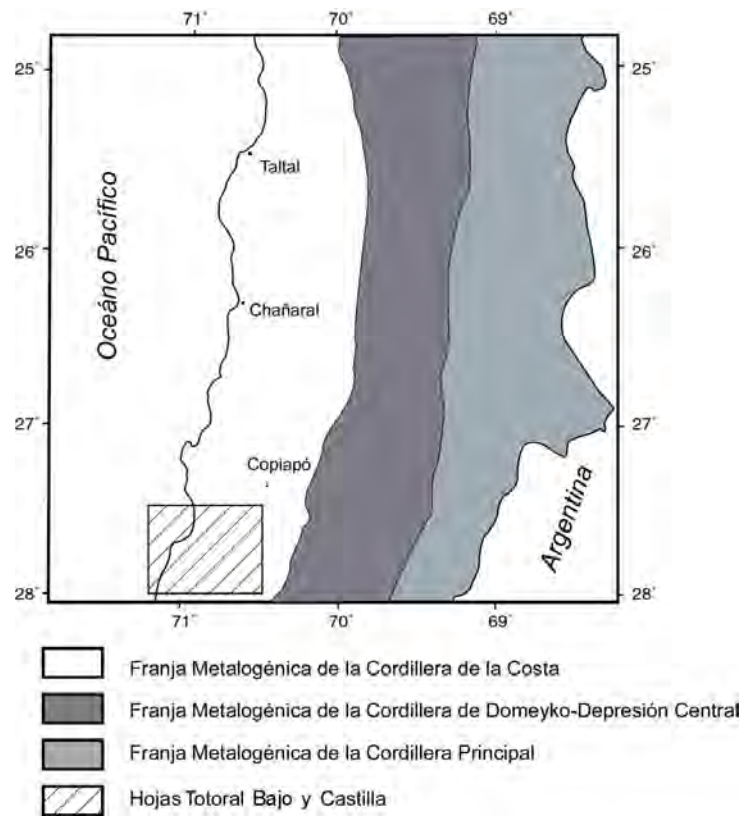
### MAGMATISMO Y MINERALIZACIÓN



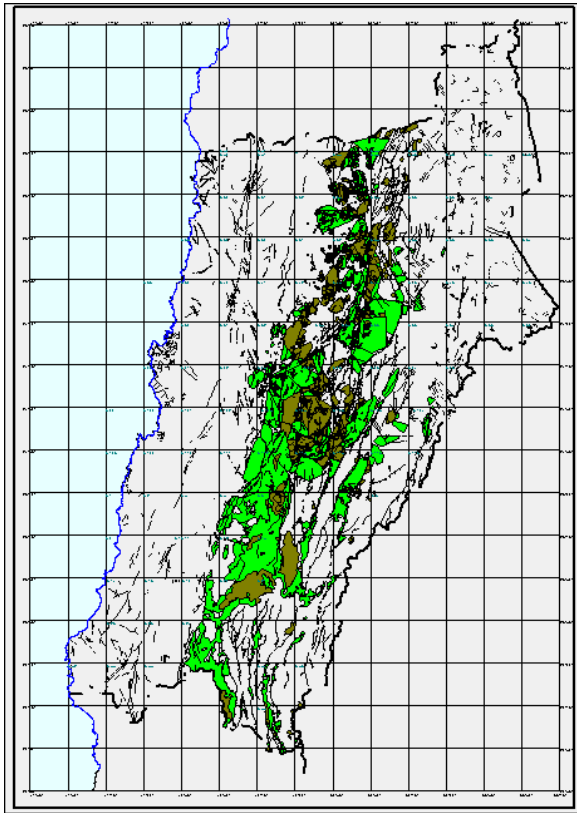
Diapositiva 22.

### Precordillera / Cordillera de Domeyko

Diapositiva 23.



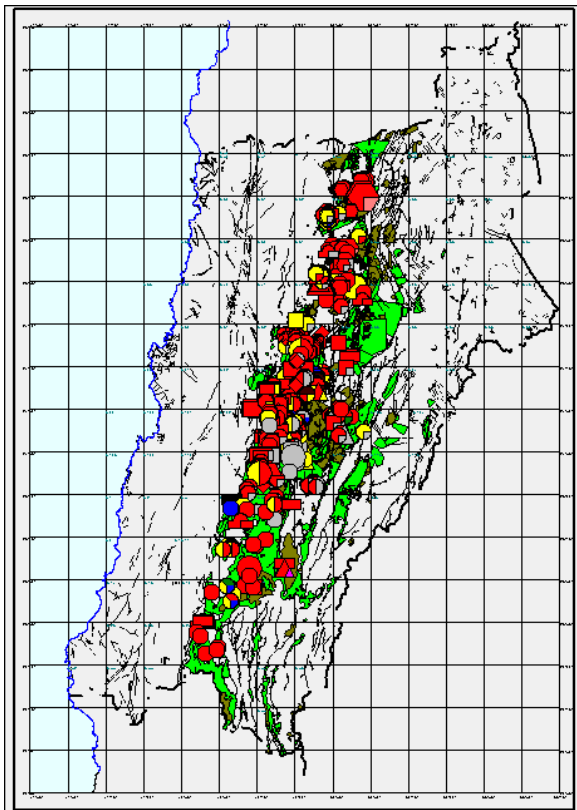
Diapositiva 24.



### Precordillera / Cordillera de Domeyko

- Arcos magmáticos sobrepuestos a rocas de la cuenca de trasarco del Jurásico-cretácico inferior y rocas de la Formación Cerrillos
- Desarrollo de cuencas de intra-arco, en el cretácico superior
- Arco Paleoceno-Eoceno sobre puesto al del Cretácico Superior, generación de calderas y campos de domos.

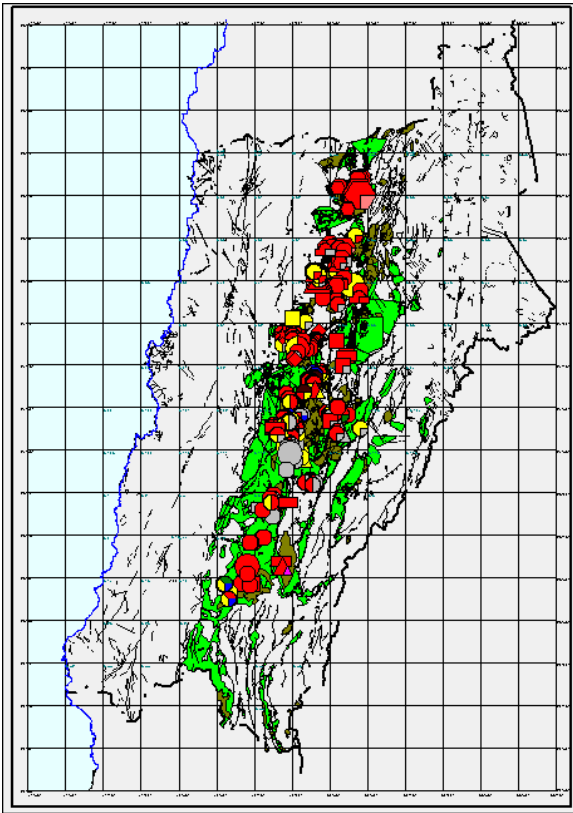
Diapositiva 25.



### Yacimientos asociados:

- Pórfidos cupríferos
- Chimeneas de brecha
- Epitermales Au-Ag
- Mesotermales de Cu-Au
- Mesotermales Au
- Yacimientos polimetálicos
- estratoligados y vetiformes de Cu, Cu-Ag
- Yacimientos de Fe-Cu-Au

Diapositiva 26.



## Arco magmático del Paleoceno-Eoceno

### Yacimientos asociados:

- Pórfidos cupríferos
- Vetas mesotermales de Cu-Au y polimetálicas
- Chimeneas de brechas
- Yacimientos epitermales Au y Ag
- Yacimientos estratoligados de cobre

Diapositiva 27.

## Codillera de los Andes o Cordillera Principal

Diapositiva 28.



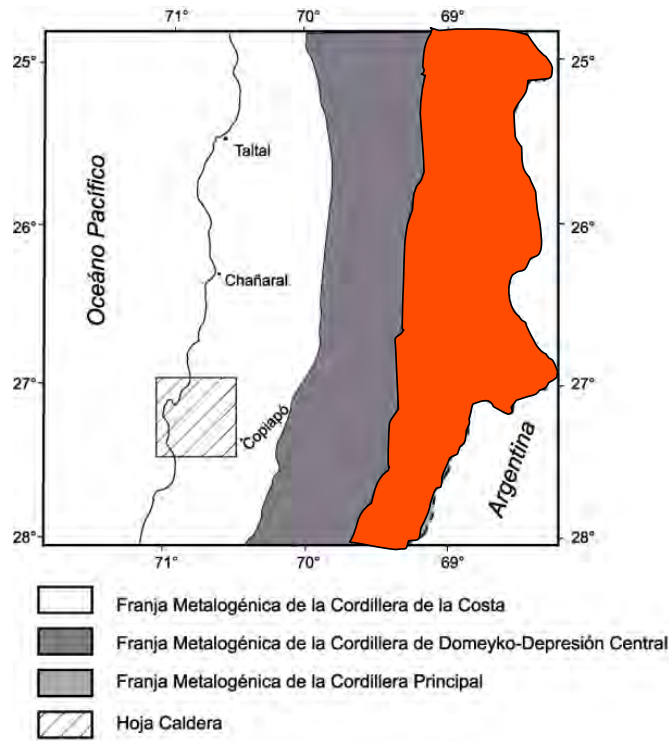
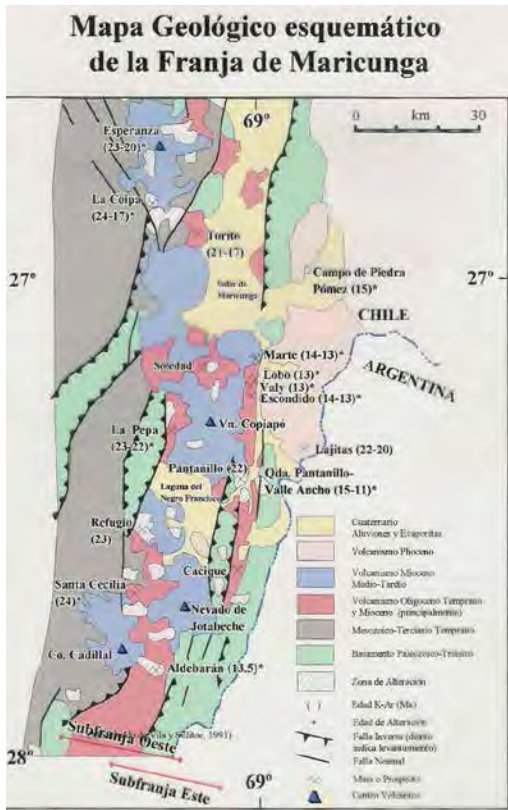


Figura 1. Franjas Metalogénicas de la III Región. El área destacada indica la ubicación de la Hoja Caldera (modificado de Zentilli, 1974 y Boric *et al.*, 1990)

Diapositiva 29.



Arco Magmático del Oligoceno- Mioceno

Calderas, estrato volcanes y campos de Domos

Rocas volcánicas afectadas por intensa Alteración hidrotermal

Yacimientos epitermales de Au-Ag

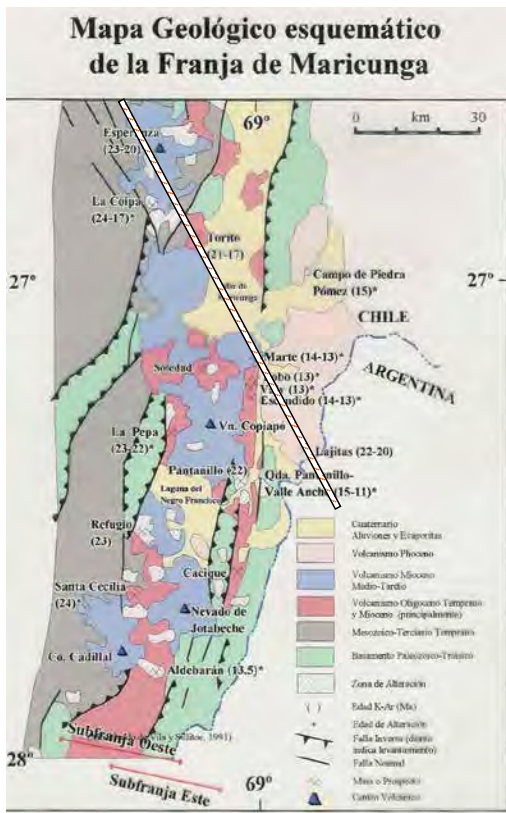
Pórfidos auríferos Au- (Cu)

Dos eventos mineralización:

20-24 Ma

12-14 Ma

Diapositiva 30.



Zonación Metalogénica de la Franja de Maricunga

**En su parte norte:**  
predominio de yacimientos epitermales de Au-Ag

**En su mitad sur:**  
Predominio de pórfidos auríferos con o sin cobre

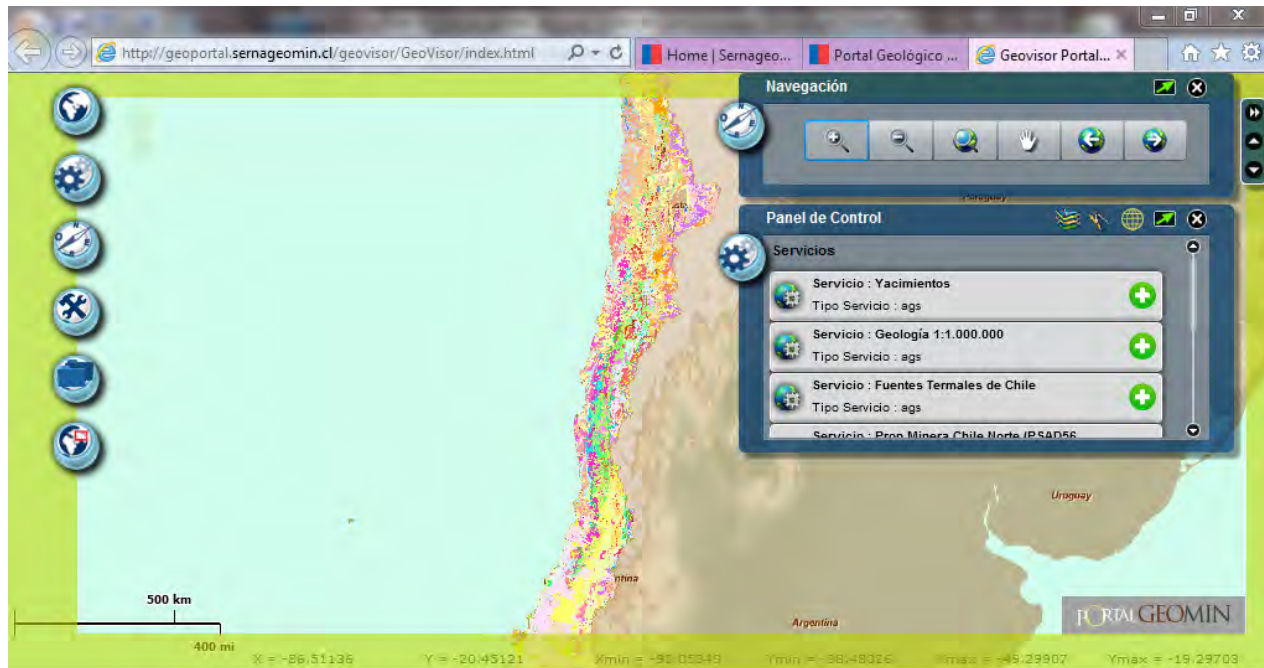
Diapositiva 31.

## Conclusiones

- Los principales factores que controlan la distribución espacial de los yacimientos a una escala regional son:
- El sistema de subducción
- Los sistemas de fallas regionales
- El nivel de erosión alcanzado en cada provincia metalogénica

Diapositiva 32.

## Unidad Recursos Minerales, URMSIA-yacimientos (>8.000 yacimientos ENTRE RMM y RMI)



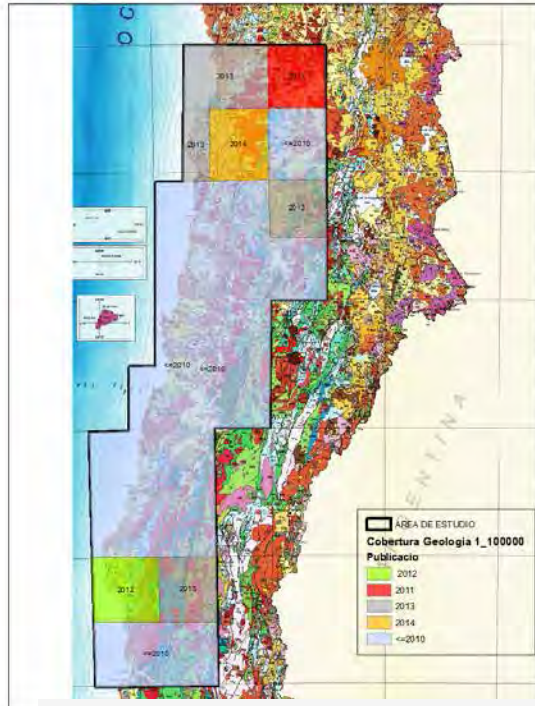
Diapositiva 33.

## Unidad Recursos Minerales, URM

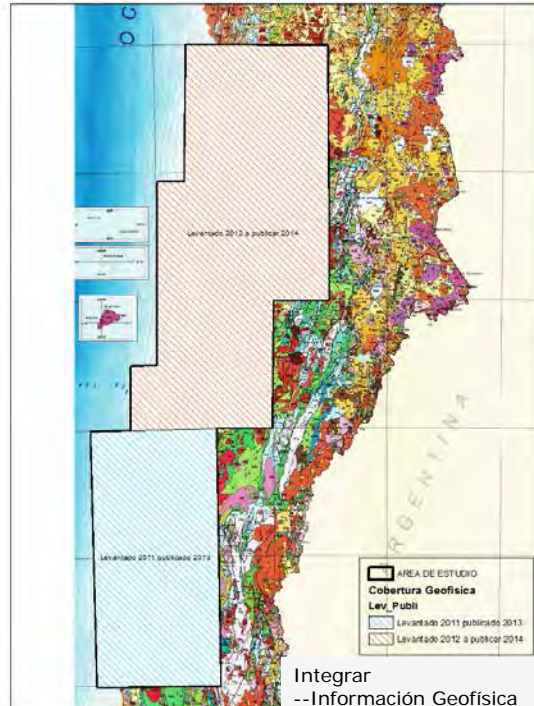
PROYECTO INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA GENERADA ENTRE LOS 25° Y 30° S (TALTAL A LA SERENA), ENTRE LA LINEA DE COSTA Y EL FLANCO OCCIDENTAL DE LA CORDILLERA DE DOMEYKO/PRECORDILLERA

El objetivo general de este proyecto es integrar los resultados de la cartografía geológica, geoquímica, geofísica y metalogénica, con el fin de generar nuevos conceptos que nos ayuden a explicar la ocurrencia y distribución de los yacimientos minerales presentes en el área de estudio y al mismo tiempo generar criterios que nos permitan estimar el potencial geológico para contener nuevos yacimientos o distritos con yacimientos minerales.

Diapositiva 34.

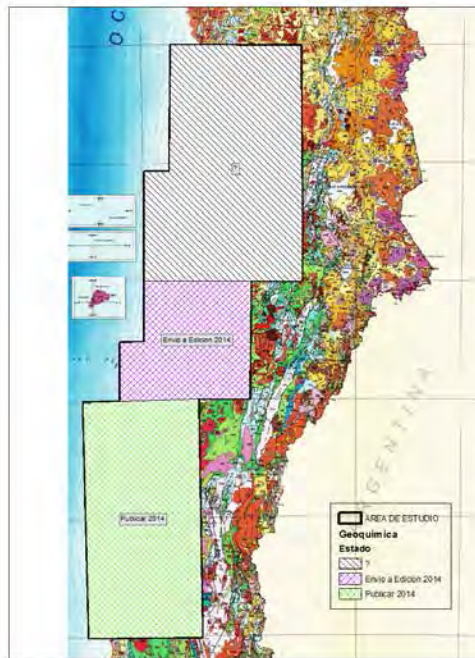


Integrar  
-Información de geología básica 1: 100.000

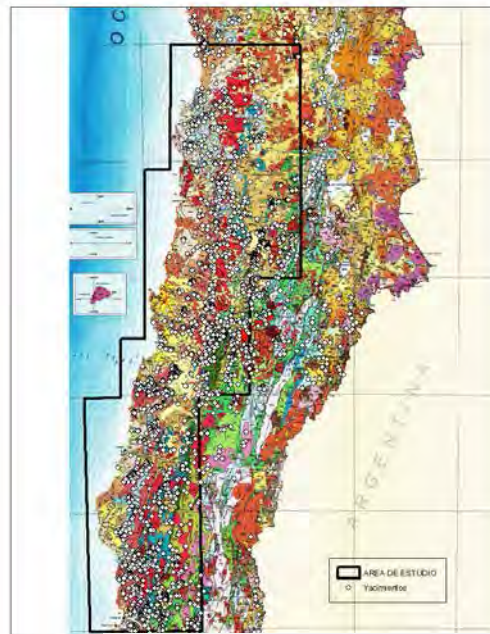


Integrar  
--Información Geofísica (magt.)

Diapositiva 35.



Integrar  
-Información Geoquímica de drenaje 1: 250,000 y otros disponibles



Integrar  
-Información metalogénica (2008 Yac. Metalíferos de la región Atacama 1: 500,000; Mapa metalogénico, entre los 18° y 34°, Geología y yac. metalíferos de la reg. de Antofagasta., Mapa Metalífero de la Región de Coquimbo, SIA-yacimientos, entre otros.

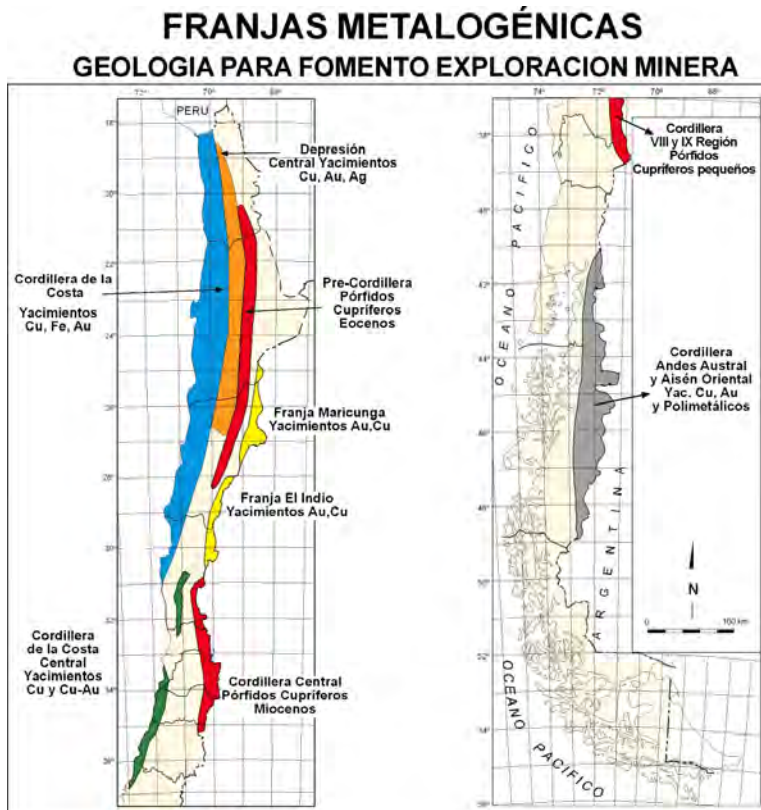
Diapositiva 36.

## Etapa Interpretativa

Estudiando las descripciones y los datos obtenidos de recopilaciones, así como los nuevos datos y observaciones se intentará establecer una relación entre los procesos geológicos y los eventos mineralizadores, así como su distribución espacio-temporal y genética, explicando cómo estos eventos imprimen las características geofísicas y geoquímicas que se les reconocen.

En forma más específica se propondrán **modelos conceptuales** para los de tipos de yacimiento más preponderantes en el área, (IOCG, pórfidos, entre otros).

Diapositiva 37.



Diapositiva 38.

# Gracias.



Diapositiva 39.

# Mapas de recursos minerales de Colombia: Avances y perspectivas

Gloria  
PRIETO RINCÓN\*



gprieto@sgc.gov.co  
Servicio Geológico Colombiano  
(SGC), Dirección de Recursos  
Minerales

# TALLER MAPA GEOLÓGICO DE SURAMÉRICA

## MAPAS DE RECURSOS MINERALES DE COLOMBIA: Avances y perspectivas

Dirección de Recursos Minerales

Villa de Leyva, Julio 2014



MinMinas

PROSPERIDAD  
PARA TODOS

Diapositiva 1.

### AGENDA

1. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO: INFORMACIÓN GEOLÓGICA PARA EL DESARROLLO
2. POTENCIAL DEL TERRITORIO PARA MINERALES
  - ANTECEDENTES
  - INFORMACIÓN GEOLÓGICA, GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA
3. MAPAS DE RECURSOS MINERALES

Diapositiva 2.



## AGENDA

### 1. SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO: INFORMACIÓN GEOLÓGICA PARA EL DESARROLLO

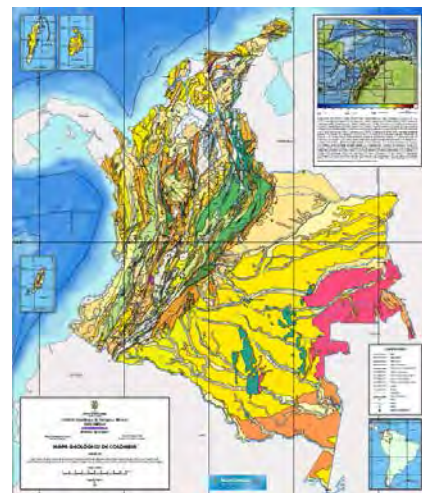


Diapositiva 3.

## SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO

El Servicio Geológico, como una institución colombiana de Ciencia y Tecnología, esta comprometida con el desarrollo social y económico del país a través de:

- Investigación básica en geociencias.
- **Investigación del potencial de recursos del subsuelo: minerales, hidrocarburos, aguas subterráneas, geotérmicos.**
- Investigación, evaluación y monitoreo de amenazas geológicas.
- Investigación y aplicación de tecnología nuclear.
- La gestión integral del conocimiento geocientífico del subsuelo.



Diapositiva 4.

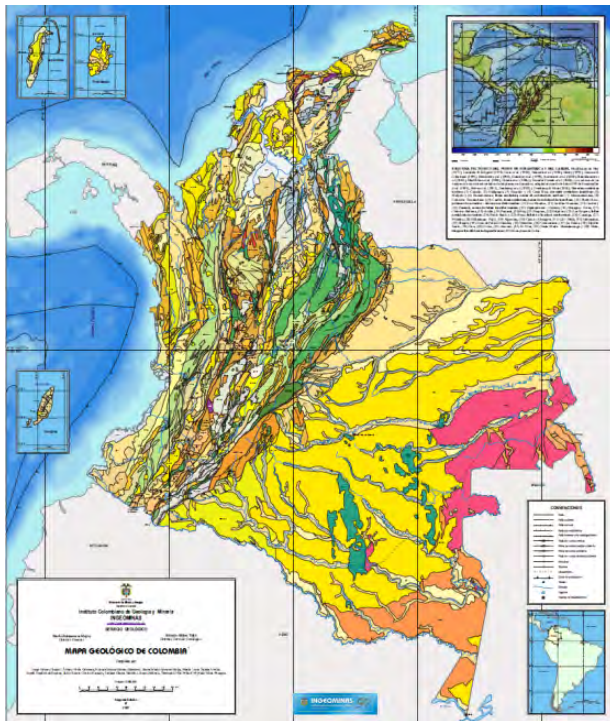
## AGENDA

### 2. POTENCIAL DEL TERRITORIO PARA MINERALES

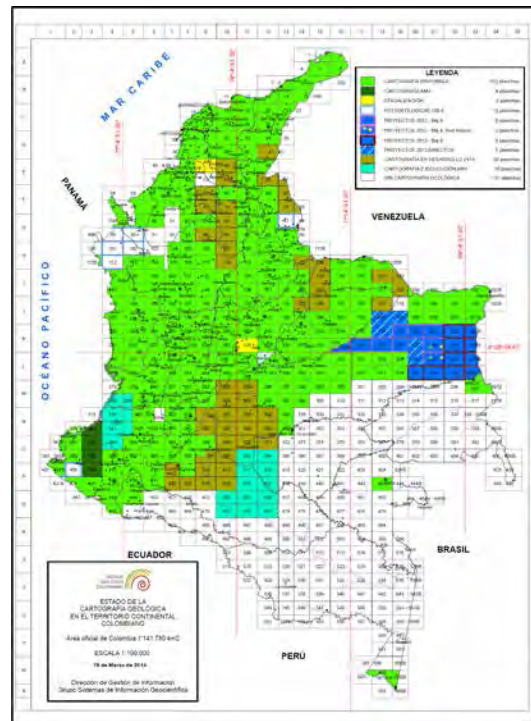
- ANTECEDENTES

Diapositiva 5.

## CUBRIMIENTO GEOLÓGICO DE COLOMBIA



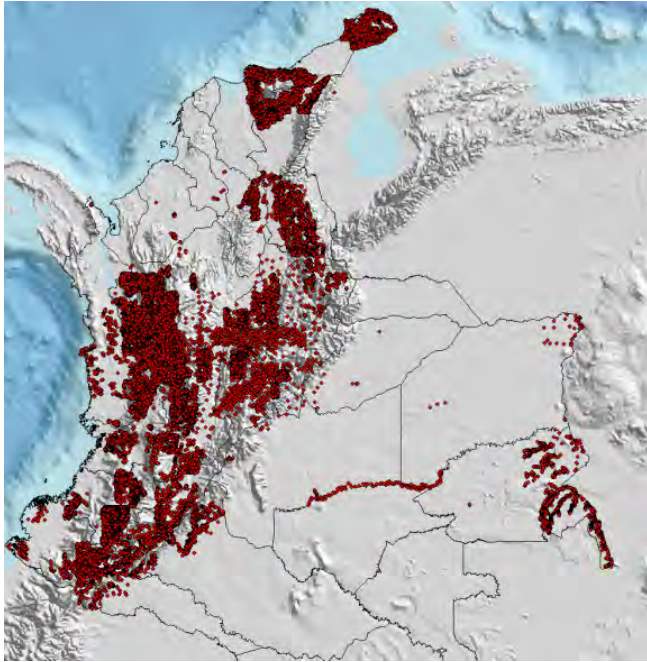
Escala 1:2.800.000



Escala 1:100.000

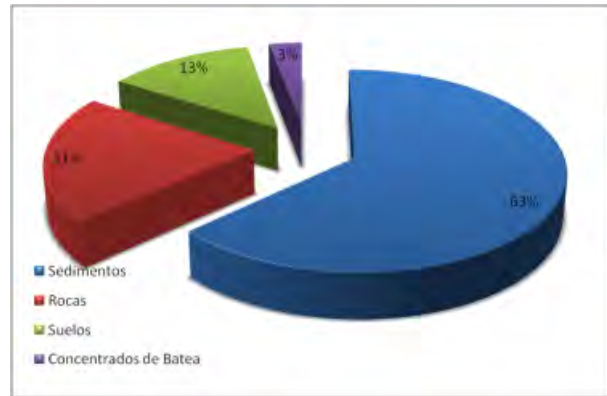
Diapositiva 6.

## CUBRIMIENTO GEOLOGICO DE COLOMBIA



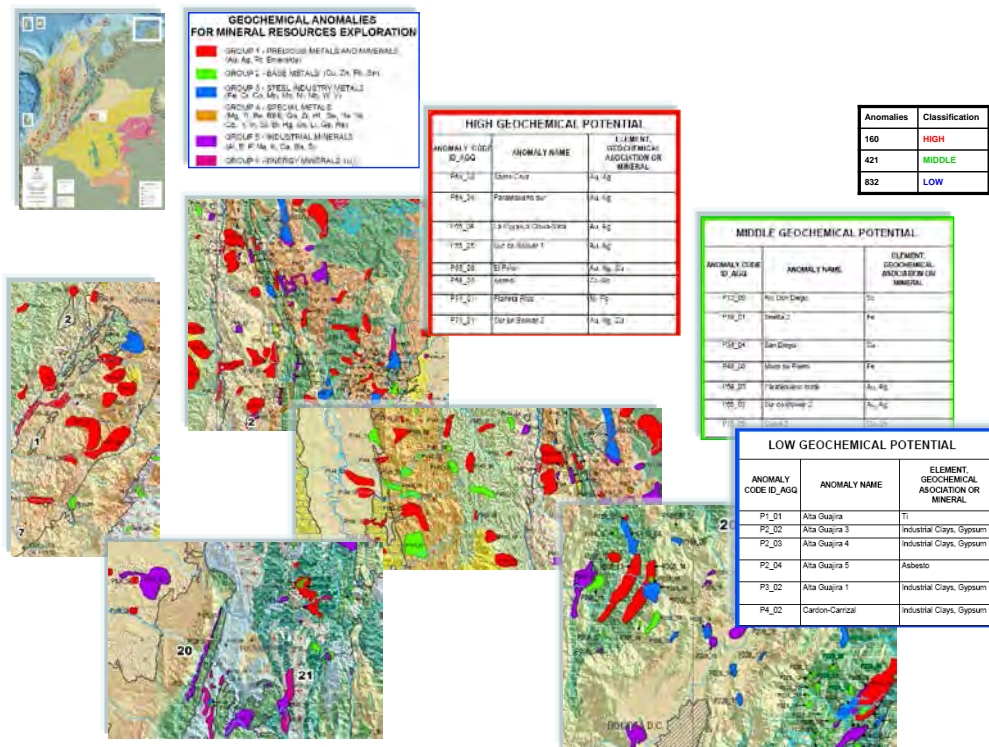
### Base de Datos Geoquímicos

Tipo de muestra	Datos
Sedimentos	98.435
Rocas	64.995
Suelos	23.227
Concentrados de batea	4.212

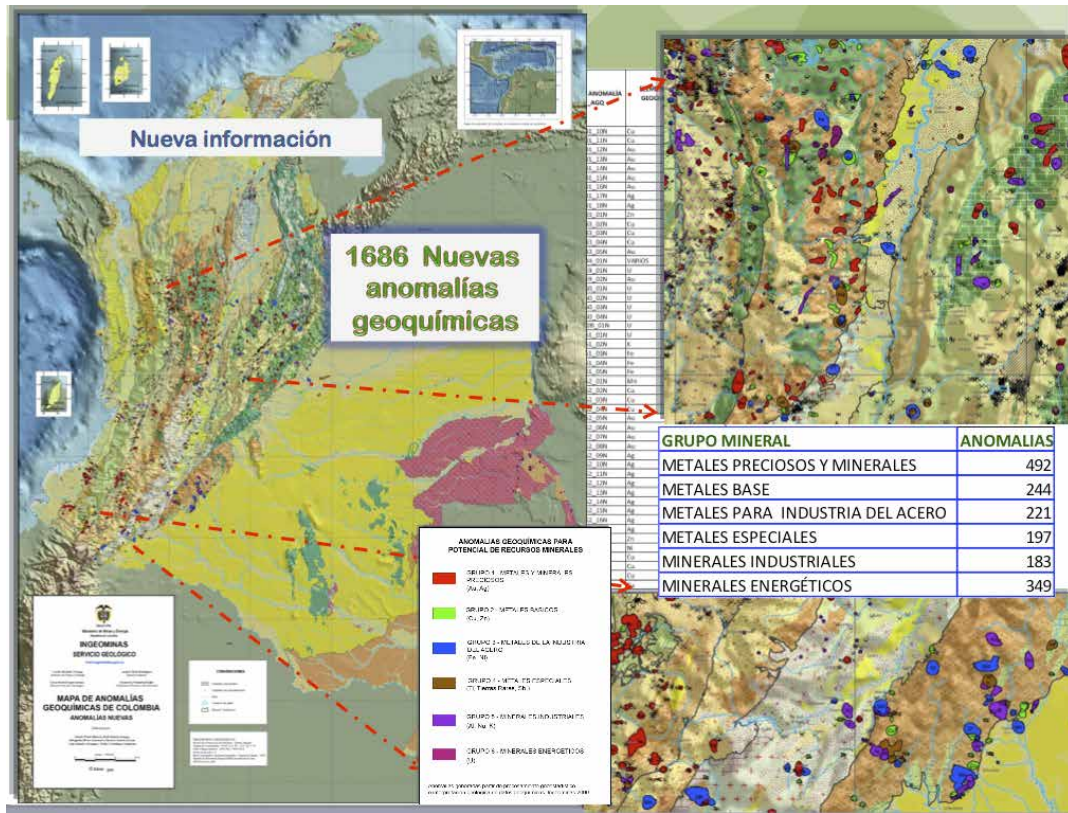


Diapositiva 7.

## 1413 ANOMALIAS GEOQUÍMICAS



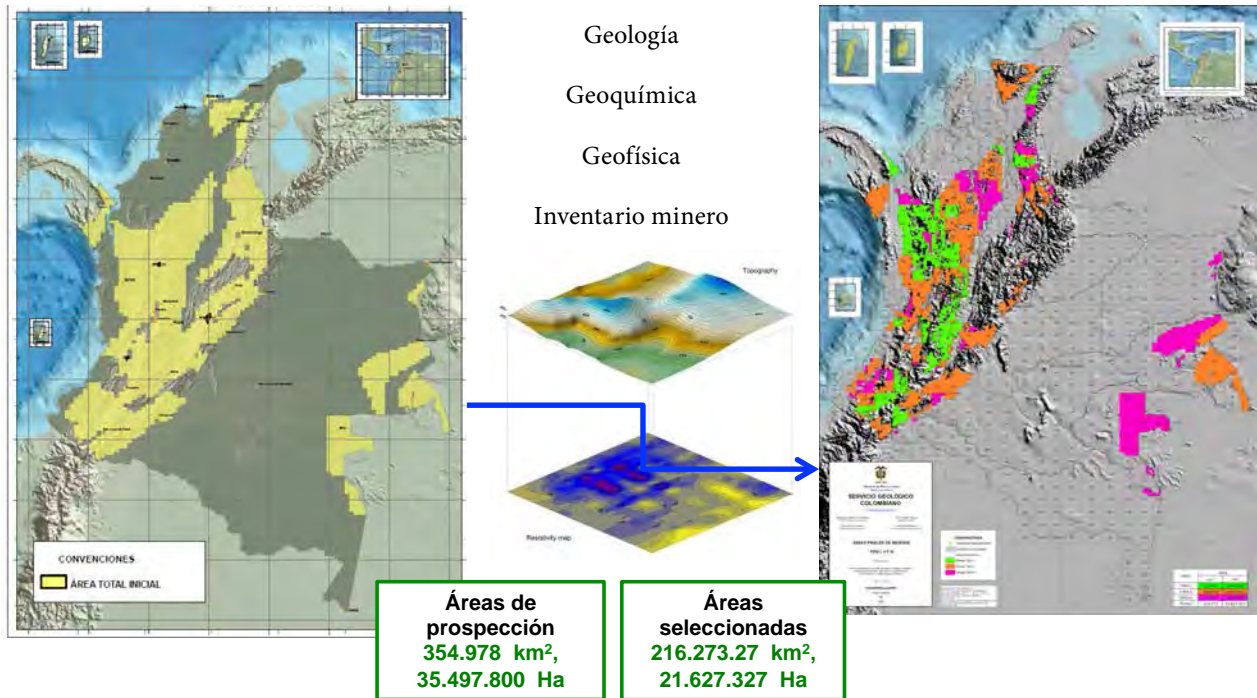
Diapositiva 8.



Diapositiva 9.

### IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS ESTRATÉGICAS MINERAS

Minerales estratégicos (Au, Pt, Cu, Fe, Coltan, K, fosfato (P<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), Mg, Carbón metalúrgico, U)

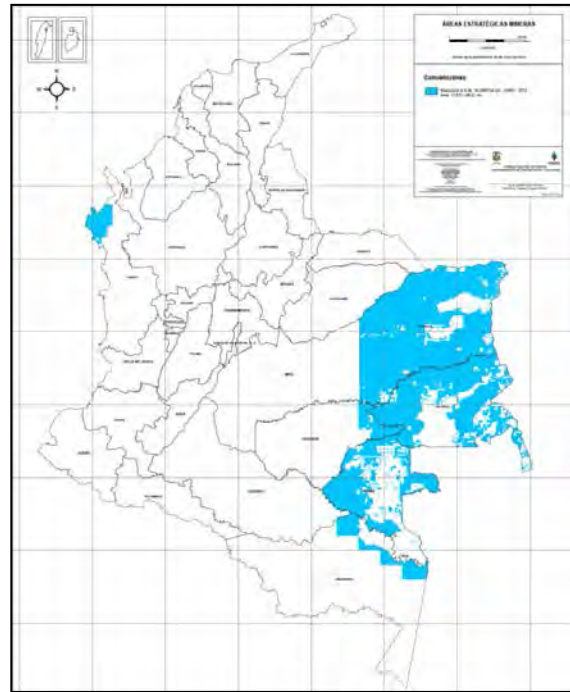


Diapositiva 10.

## DECLARACIÓN DE ÁREAS ESTRATÉGICAS MINERAS (AEM)



Resolución 18-0241 MME febrero 24 - 2012  
2.900.000 ha



Resolución 0045 ANM junio 21- 2012  
17.050.198 ha

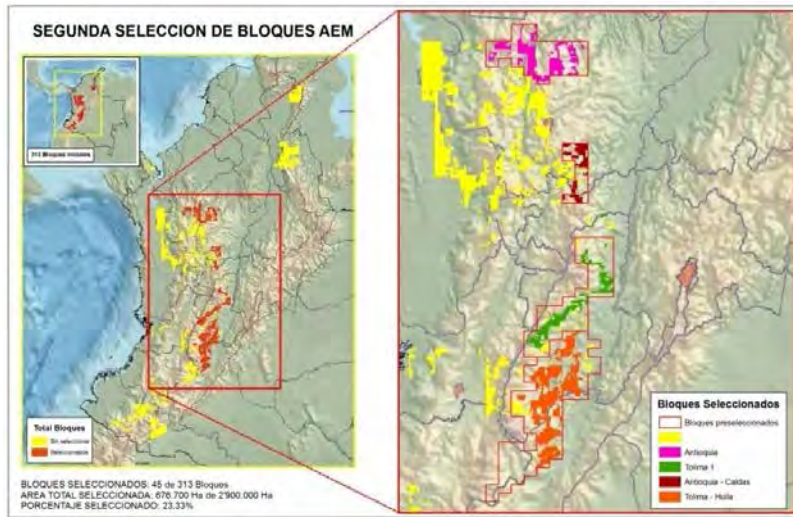
Diapositiva 11.

### AGENDA

2. POTENCIAL DEL TERRITORIO PARA MINERALES
  - INFORMACIÓN GEOLÓGICA, GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA

Diapositiva 12.

## INFORMACIÓN GEOLÓGICA, MINERA Y GEOQUÍMICA

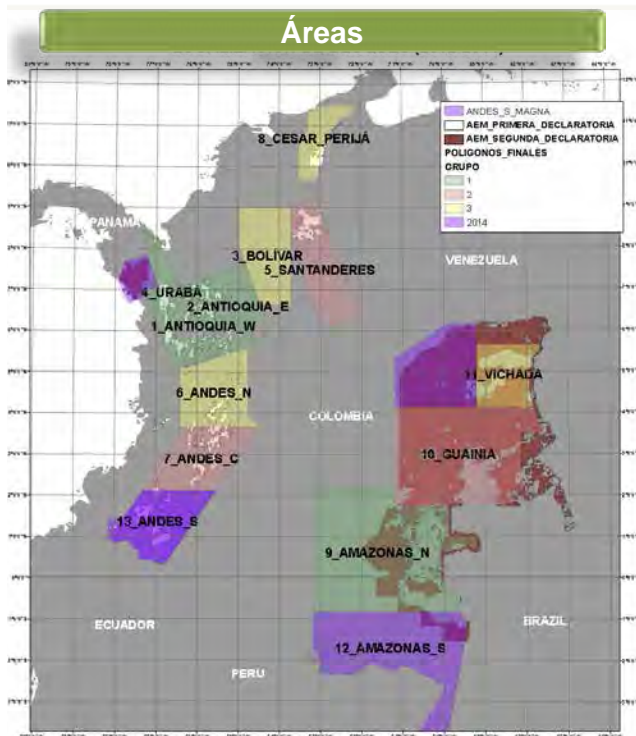


- Sedimentos
- Rocas
- Concentrados de batea
- Información minera

- Diagnóstico de información
- Definición de estándares
- Adquisición de información en campo (geología, geoquímica, mineralógica-metalogénica)
- Análisis laboratorio (60 elementos)
- Procesamiento de datos e información
- Identificación de zonas con mayor potencial
- Manejo seguro de información

Diapositiva 13.

## INFORMACIÓN GEOFÍSICA



### MAGNETOMETRÍA

### GAMMAESPECTROMETRÍA



Magnetic and Radiometric System – PR-PEC

Líneas 500m / 5km (N20W)  
Líneas 1000m / 10km (N-S)

G1	G2	G3
AMAZONAS_N	GUAINIA	BOLIVAR
ANTIOQUIA_W	SANTANDERES	VICHADA
ANTIOQUIA_E	ANDES_C	CESAR PERIJA
URABA		ANDES_N
256.926	252.625	233.526

### SGC y asistencia internacional

Diapositiva 14.

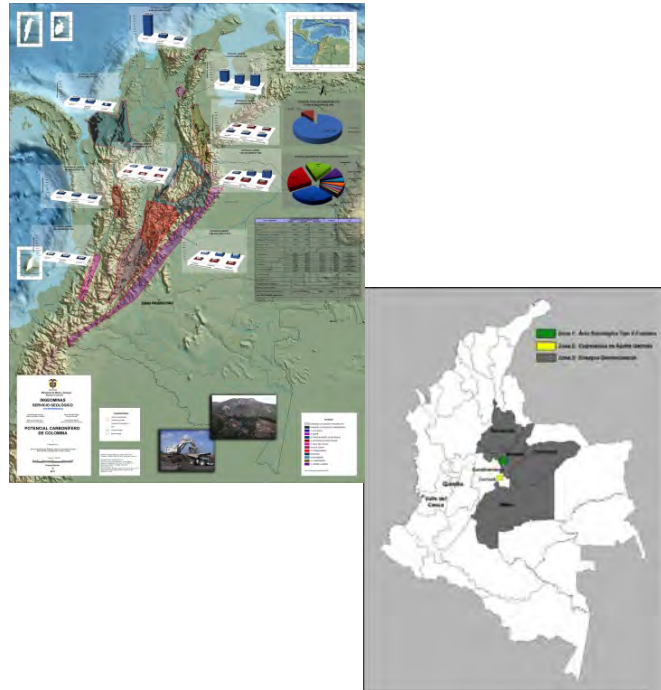
## MINERALES ENERGETICOS E INDUSTRIALES

### Carbón y GAC Uranio

- Exploración en la zona central de Colombia.
- Publicación de segunda edición de “El Carbón Colombiano Recursos, reservas y calidad”

### FOSFATOS, AZUFRE

- FOSFATOS: centro colombiano
- AZUFRE: centro colombiano



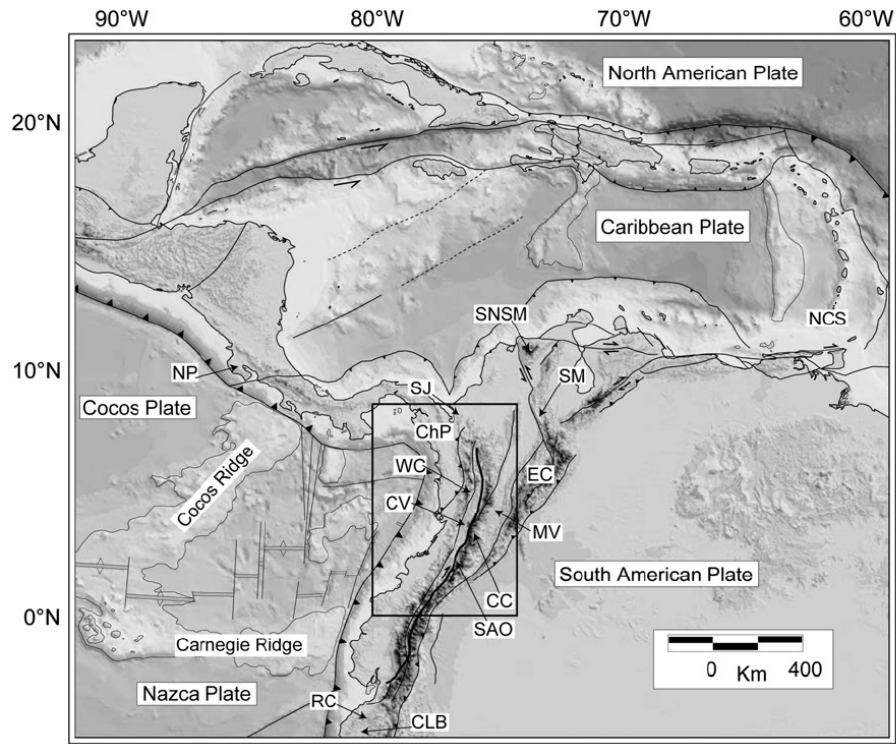
Diapositiva 15.

### AGENDA

3. MAPAS DE RECURSOS MINERALES

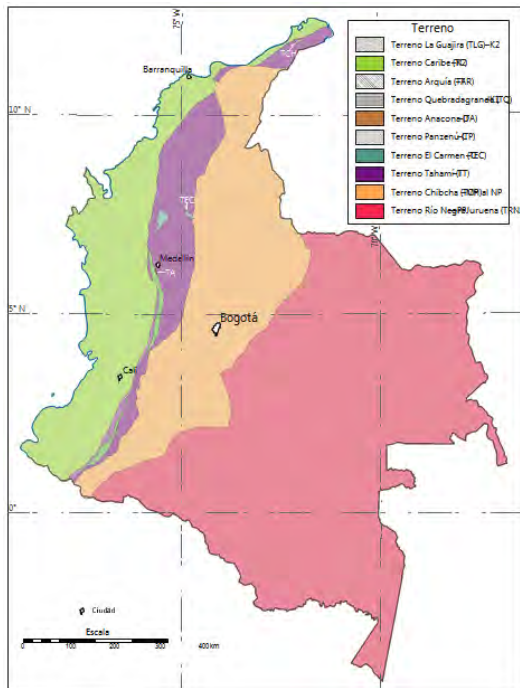
Diapositiva 16.

### MARCO TECTÓNICO REGIONAL



Diapositiva 17.

### MARCO GEOLÓGICO Y METALOGENÉTICO



Terrenos geológicos de Colombia  
Fuente: Mapa geológico de Colombia

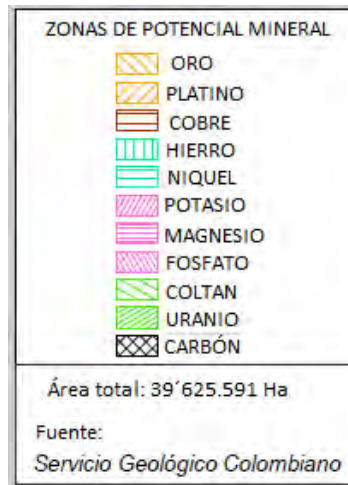
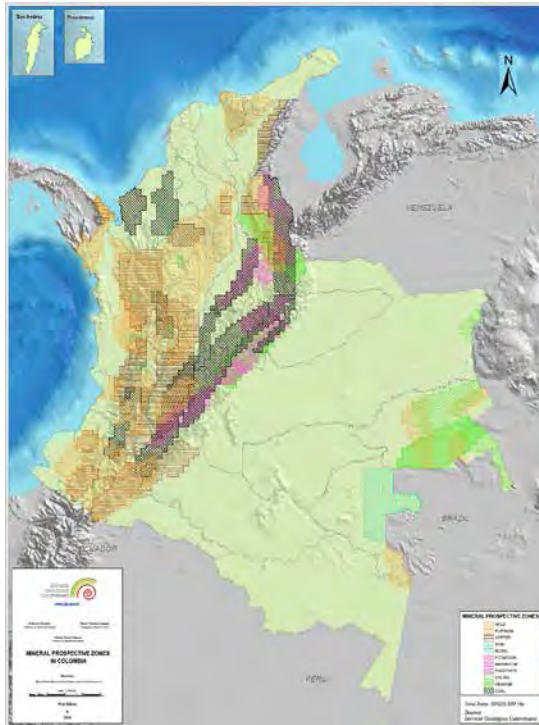


Provincias metalogénicas de Colombia, 2010

Diapositiva 18.

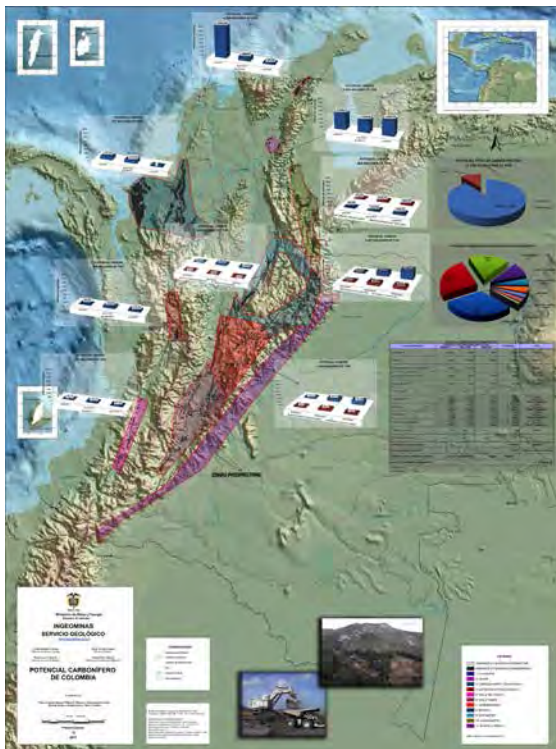


### ZONAS CON POTENCIAL MINERAL



Diapositiva 19.

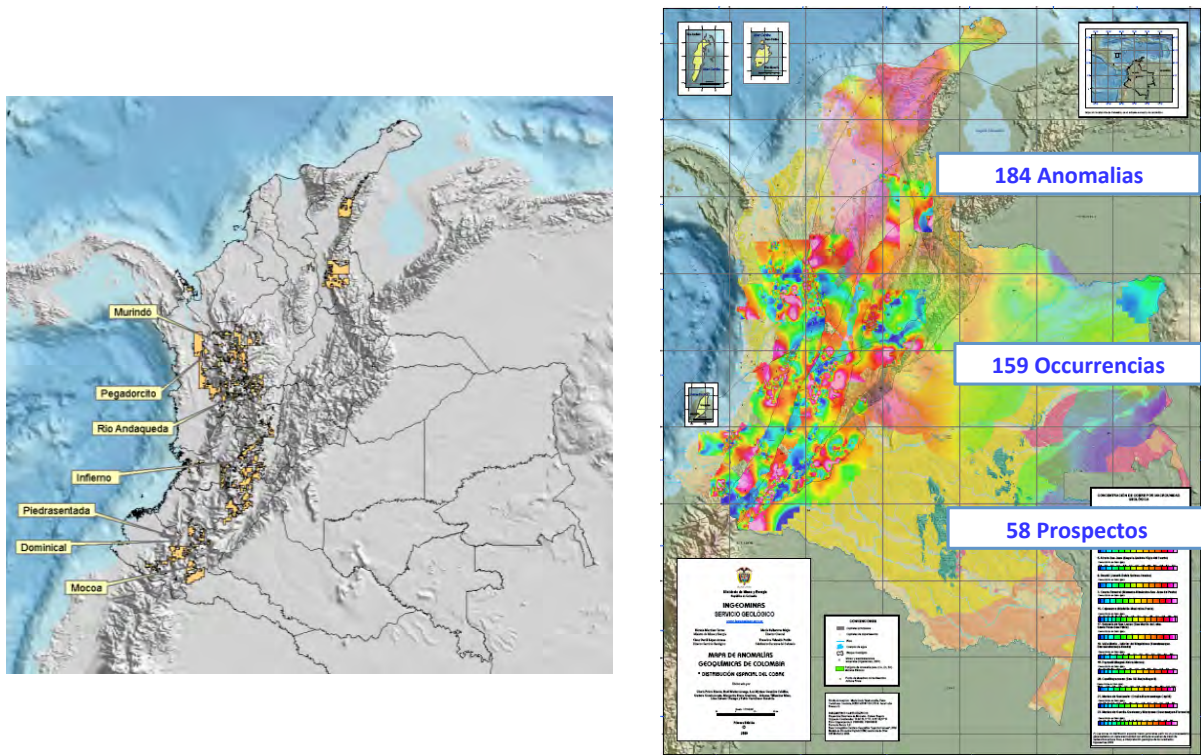
### MAPA DE POTENCIAL CARBÓNÍFERO DE COLOMBIA



ZONA CARBONIFERA	RESERVAS - RECURSOS (MILLONES DE Tm)			POTENCIAL	USO
	MEDIAS	INDICADAS	RESERVAS		
1. LA GUAJIRA	1.041,32	873,92	820,37	2.720,41	Térmico
2. CESAR	2.282,74	2.751,81	138,43	3.170,99	Térmico
3. CORDOBA NORTE DE ANTIOQUIA	281	341	0	722	Térmico
4. ANTIOQUIA ANTIOQUICALE	83,98	225,88	132,43	448,37	Térmico
5. VALLE DEL CAUCA	41,52	82,18	97,81	251,59	Térmico
6. ISLA TOLIMA	NE	NE	NE	-	D
7. CUNDIABARRIA	191,81	489,47	687,09	1.314,20	Térmico
	279,38	708,81	831,81	1.689,11	Térmico + Metalúrgico
	133,23	690,26	139,23	2.278,86	Térmico
8. BOYACA	83,17	109,38	100,29	854,22	Metalúrgico
	248,88	1.089,98	1770,63	1.697,61	Térmico + Metalúrgico
	48,72	211,62	124,78	402,42	Térmico
9. SANTANDER	11,53	25,13	31,73	84,57	Térmico
	86,28	287,46	174,63	464,98	Térmico + Metalúrgico
10. NORTE DE SANTANDER	28,79	120,81	184,62	356,83	Térmico
	21,02	180,36	182,29	447,06	Metalúrgico
	119,72	317,39	266,81	803,88	Térmico + Metalúrgico
11. BORDE LLANERO	0,74	0	4,33	5,28	Térmico
12. LLANURA AMAZONICA	NE	NE	NE	-	D
TOTAL POTENCIAL COSTA ATLANTICA				7.906,59	TÉRMICO
TOTAL POTENCIAL EN EL INTERIOR				7.457,27	TÉRMICO + METALÚRGICO
POTENCIAL EN EL INTERIOR POR USO				3.718,28	TÉRMICO
TOTAL POTENCIAL EN EL PAIS				1.447,72	METALÚRGICO
				10.483,87	TÉRMICO + METALÚRGICO

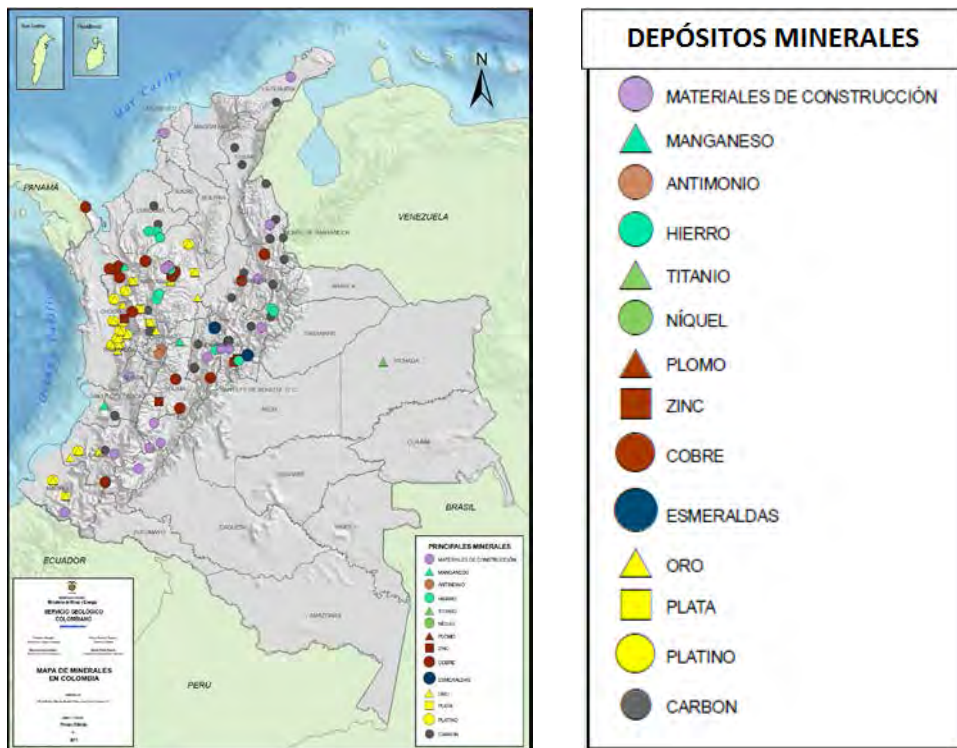
Diapositiva 20.

### MAPA DE DEPÓSITOS DE COBRE



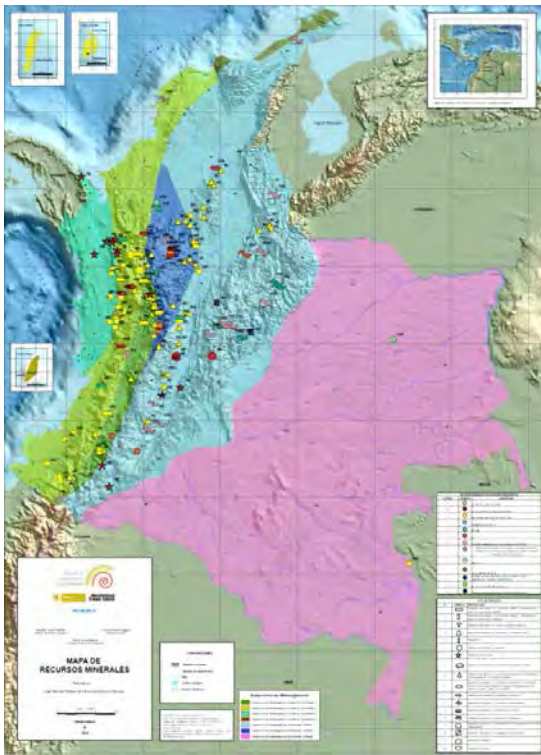
Diapositiva 21.

### MAPA DE DEPÓSITOS MINERALES



Diapositiva 22.

### MAPA DE RECURSOS MINERALES DE COLOMBIA



Simbolo	Descripción
1	Depositos de carbón
2	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
3	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
4	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
5	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
6	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
7	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
8	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
9	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
10	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
11	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
12	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
13	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
14	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
15	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
16	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
17	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
18	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales

Simbolo	Descripción
1	Depositos de carbón
2	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
3	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
4	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
5	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
6	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
7	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
8	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
9	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
10	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
11	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
12	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
13	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
14	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
15	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
16	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
17	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales
18	Depositos de carbón con reservas probadas y reservas potenciales

Diapositiva 23.



<http://www.sgc.gov.co>

Diapositiva 24.

# Geological Map of Colombia 2014

Nohora Emma  
MONTES RAMÍREZ\*  
Jorge  
GÓMEZ TAPIAS†



\* nmontes@sgc.gov.co  
Servicio Geológico Colombiano  
Área de Geología Básica  
Bogotá, D. C.,  
Diagonal 53 No. 34–53,  
Oficina 210,  
Teléfono + 57 1 2200232

† mapageo@sgc.gov.co  
Servicio Geológico Colombiano  
Área de Geología Básica  
Bogotá, D. C.,  
Diagonal 53 No. 34–53,  
Oficina 210,  
Teléfono + 57 1 2200204

## GEOLOGICAL MAP OF COLOMBIA 2014

By:

Nohora Emma MONTES RAMÍREZ  
nmontes@sgc.gov.co  
Geological Map of Colombia Project

Jorge GÓMEZ TAPIAS  
mapageo@sgc.gov.co  
Geological Map of Colombia Coordinator



Villa de Leyva – Colombia, 22<sup>nd</sup> July, 2014



Diapositiva 1.

## AUTHORSHIP



Gómez, J., Montes, N.E., Nivia, A. & Diederix, H., compilers. 2014. Geological Map of Colombia, English version. Scale 1:1,000,000. Colombian Geological Survey. Bogotá.

Diapositiva 2.

### CRITERIA FOR THE INTEGRATION OF CU

# T-Mmg3

1. Age + 2. Lithology + 3. Geological Terrane

Triassic

R= 129  
G= 43  
B= 146

*T*  
Notation

Metamorphic rocks of medium grade

Tahamí Terrane

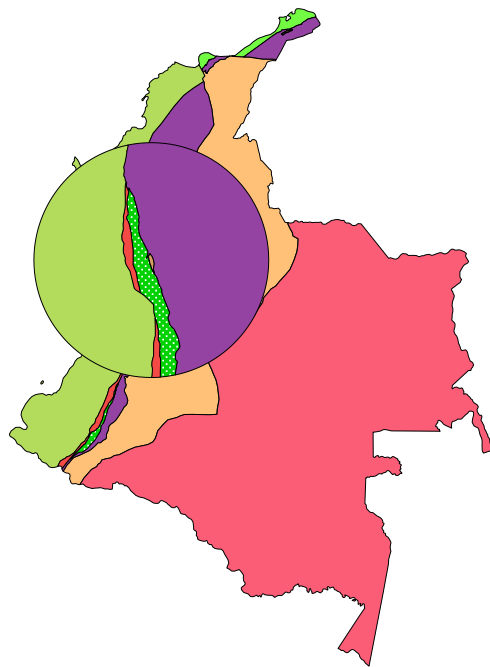
Diapositiva 3.

## LITHOLOGIC DATA MODEL AND PATTERN CHART

Rocks						Unconsolidate deposits			
Igneous			Volcanoclastic (VC)	Sedimentary (S)		Metamorphic (M)			
Volcanic (V)	Hypabyssal (H)	Plutonic (P)		Continental (c)	Transitional (t)	Very low grade (vlg)	Low grade (lg)		
<b>Ultramafic (u)</b>  sgc08		<b>Ultramafic (u)</b>  pat015	<b>Continental (c)</b>  usgs601	<b>Continental (c)</b>  sgc01	<b>Very low grade (vlg)</b>  iso710-4_01	<b>Low grade (lg)</b>  sgc10	<b>Alluvium (al)</b>  white square		
<b>Mafic (m)</b>  usgs731		<b>Mafic (m)</b>  usgs701	<b>Marine (m)</b>  sgc02	<b>Marine (m)</b>  sgc07	<b>Medium grade (mg)</b>  iso710-4_04	<b>High grade (hg)</b>  sgc12	<b>Terrace (t)</b>  white square	<b>Aluvial fan (af)</b>  sgc05	
<b>Intermediate (i)</b>  usgs724	<b>Intermediate (i)</b>  usgs725	<b>Intermediate (i)</b>  sgc09		<b>Continental-Transitional (ct)</b>  sgc04	<b>Continental-Transitional (ct)</b>  sgc07	<b>Medium grade (mg)</b>  iso710-4_04	<b>High grade (hg)</b>  sgc12	<b>Paludal (p)</b>  sgc06	<b>Glacial (gl)</b>  usgs02
<b>Felsic (f)</b>  usgs317	<b>Felsic (f)</b>  usgs723	<b>Felsic (f)</b>  usgs712	<b>Continental-Transitional (ct)</b>  sgc14	<b>Continental-Transitional - Marine (ctm)</b>  sgc13	<b>High pressure (hp)</b>  sgc15	<b>Marble (mb)</b>  iso710-4_02	<b>Pyroclastic (py)</b>  shd63	<b>Dune (d)</b>  pat034	
				<b>Continental-Transitional - Marine (ctm)</b>  sgc03	<b>High pressure (hp)</b>  sgc15	<b>Marble (mb)</b>  iso710-4_02	<b>Swamp (sw)</b>  usgs420	<b>Volcanoclastic (vc)</b>  usgs601	

Diapositiva 4.

## COLOMBIAN GEOLOGICAL TERRANES



### TERRANE

- 9 La Guajira Terrane – LGT (K2)
- 8 Caribe Terrane – CT, K2
- 7 Arquía Terrane – AT, K1
- 6 Quebradagrande Terrane – QT, K1
- 5 Anaconda Terrane – AT, D  
Restrepo et al. (2011)
- 4 Panzenú Terrane (?) – PT, C2 to P1  
Ordóñez Carmona et al. (2002)
- 3 Tahamí Terrane – TT, T  
Restrepo et al. (2010)
- 2 Chibcha Terrane – CHT, MP3 to NP1  
Restrepo et al. (2010)
- 1 Rio Negro – Jurueña Province – RNJP, PP  
Tassinari et al. (1999)

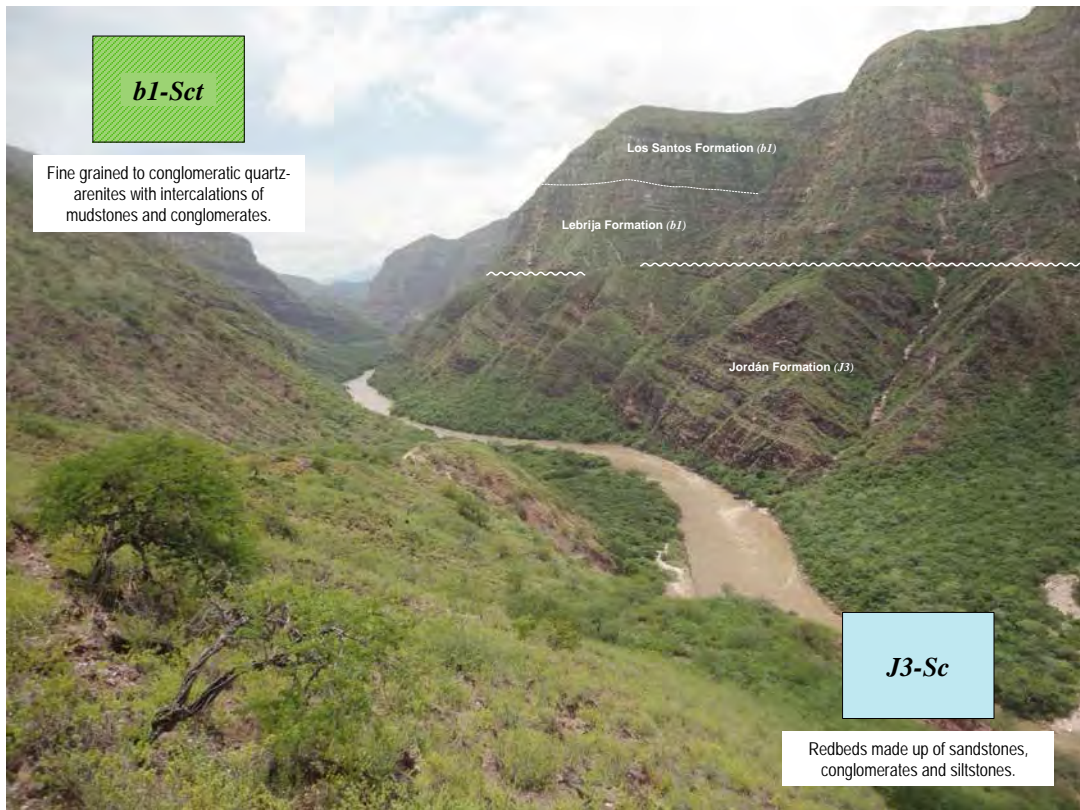
Diapositiva 5.



Diapositiva 6.

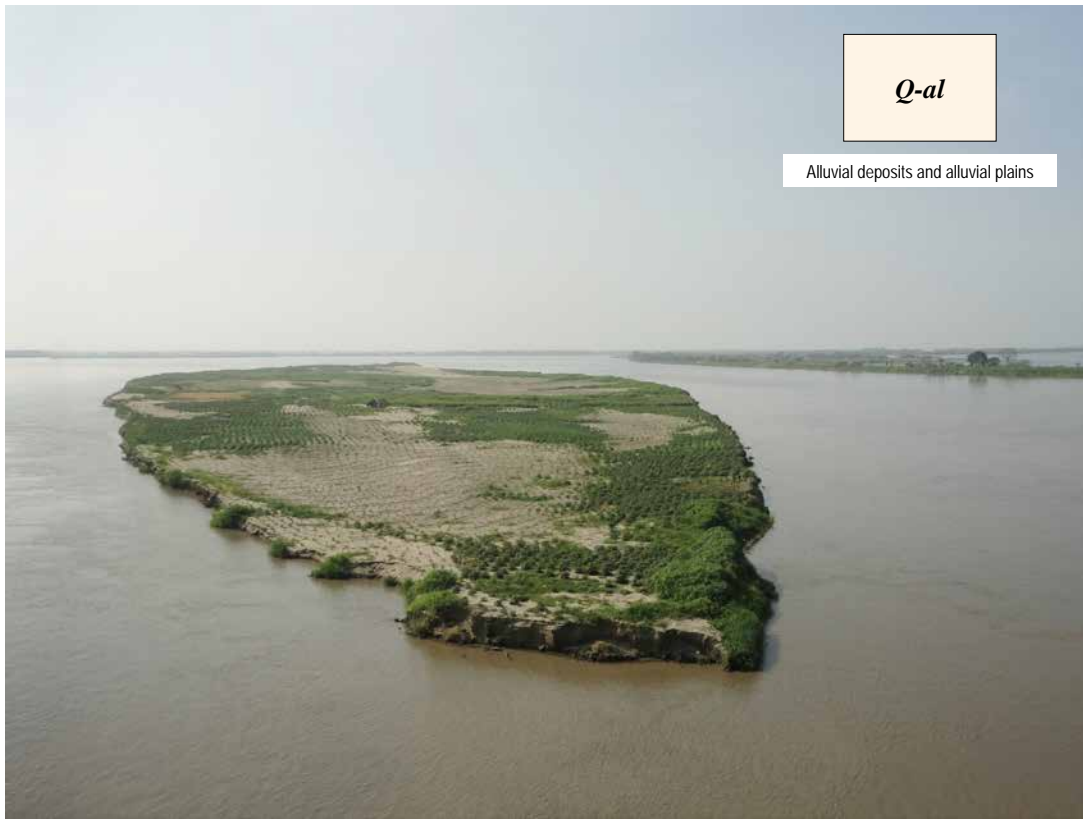


Diapositiva 7.



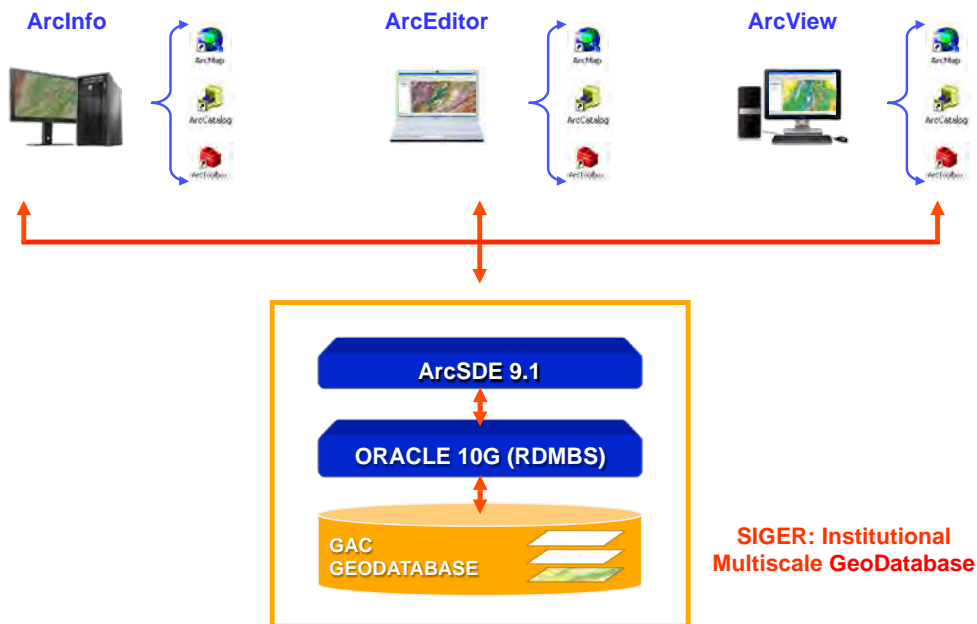
Diapositiva 8.





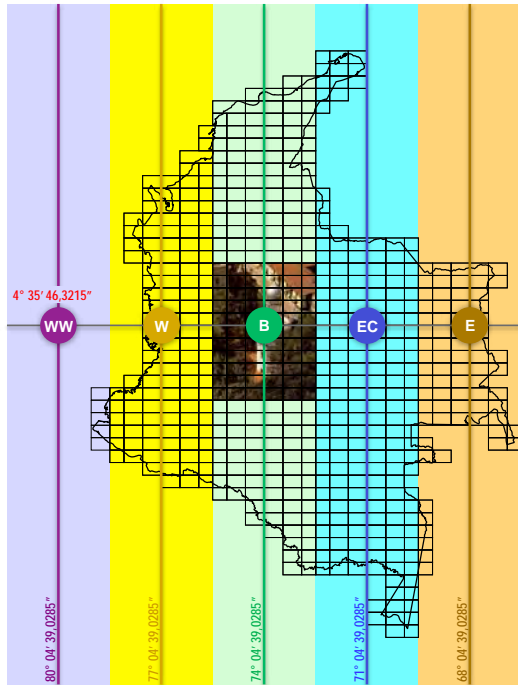
Diapositiva 9.

### TECHNOLOGICAL PLATFORM ArcGIS 9.3.1

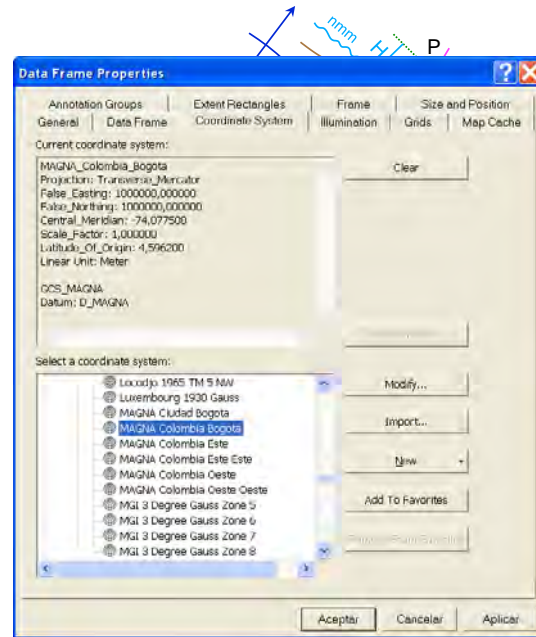


Diapositiva 10.

### 1. MAGNA COORDINATE SYSTEM



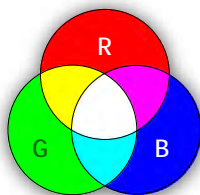
### MARCO GEOCÉNTRICO NACIONAL DE REFERENCIA



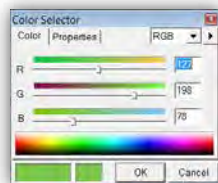
Diapositiva 11.

### 2. COLORES DE LA CARTA CRONOESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL

SISTEMA PERIODO	SERIES ÉPOCA	PISO EDAD	EDAD CCI 2012	EDAD	EDAD	EDAD	GSSP	NOTACIÓN PISO	NOTACIÓN SERIES	NOTACIÓN SISTEMA	Red	Green	Blue
				CEI 2008	CEI 2004	CEI 2000					Rojo	Verde	Azul
CRETÁCICO	SUPERIOR/TARDÍO	Maastrichtiano	66,0	65,5±0,3	65,5±0,3	65,0±0,1	↗	k6	K2	K	242	250	140
		Campaniano	72,1±0,2	70,6±0,6	70,6±0,6	71,3±0,5	↘	k5			230/244/127		
		Santoniano	83,6±0,2	83,5±0,7	83,5±0,7	83,5±0,5	↘	k4			217/239/116		
		Coniaciano	86,3±0,5	85,8±0,7	85,8±0,7	85,8±0,5	↘	k3			204 233 104		
		Turoniano	89,8±0,3	~ 88,6	89,3±1,0	89,0±0,5	↘	k2			191/227/93		
		Cenomaniano	93,9	93,6±0,8	93,5±0,8	93,5±0,2	↘	k1			179/222/83		
	INFERIOR/TEMPRANO	Albiano	100,5	99,6±0,9	99,6±0,9	98,9±0,6	↘	b6	K1	K	204/234/151		
		Apliano	~113,0	112,0±1,0	112,0±1,0	112,2±1,1	↘	b5			191/228/138		
		Barremiano	~125,0	125,0±1,0	125,0±1,0	121±1,4	↘	b4			179/223/127		
		Hauteriviano	~129,4	130,0±1,5	130,0±1,5	127,0±1,6	↘	b3			166 217 117		
		Valanginiano	~132,9	~133,9	136,4±2,0	132,0±1,9	↘	b2			153/211/106		
		Berriasiano	~139,8	140,2±3,0	140,2±3,0	136,5±2,2	↘	b1			140/205/96		
			145,0±0,8	145,0±4,0	145,0±4,0	144,2±2,6	↘				140/205/96		
											166/216/74	127/198/78	



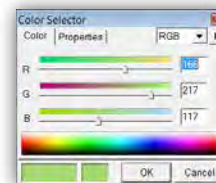
K



k3

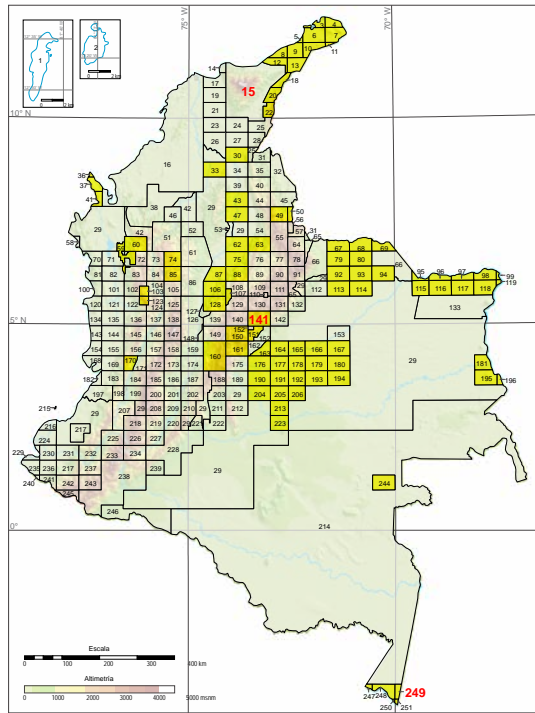


b3



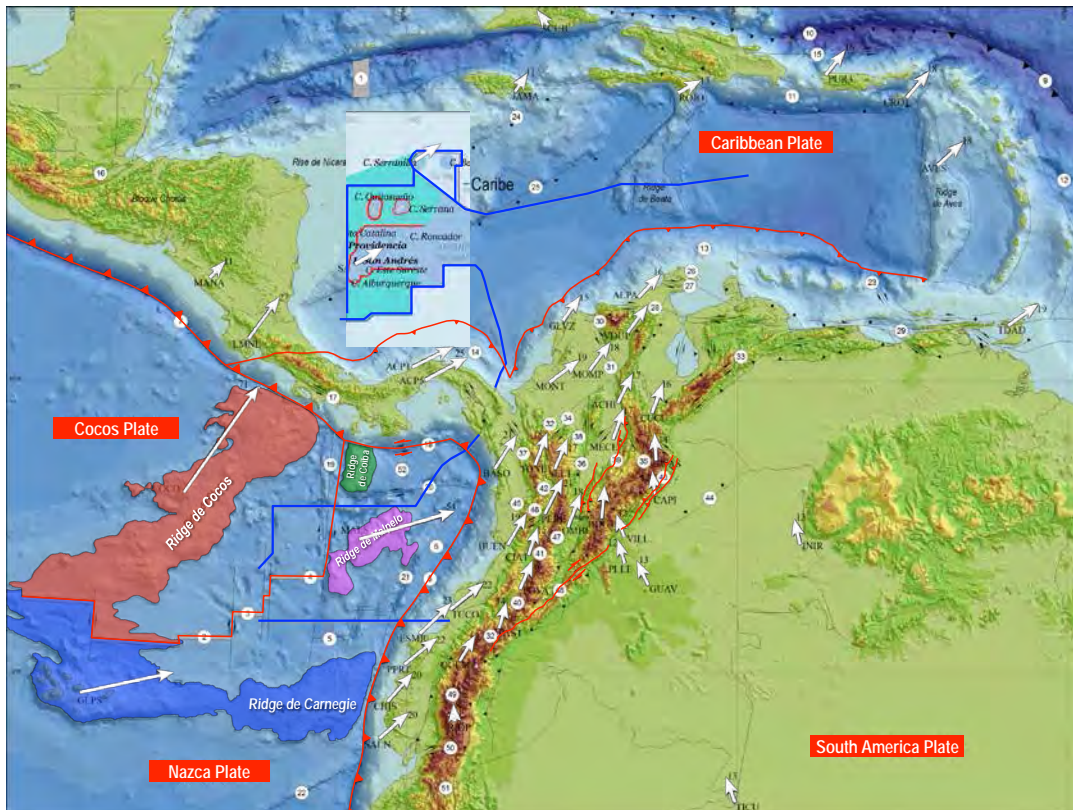
Diapositiva 12.

### 3. CARTOGRAPHICAL SOURCES



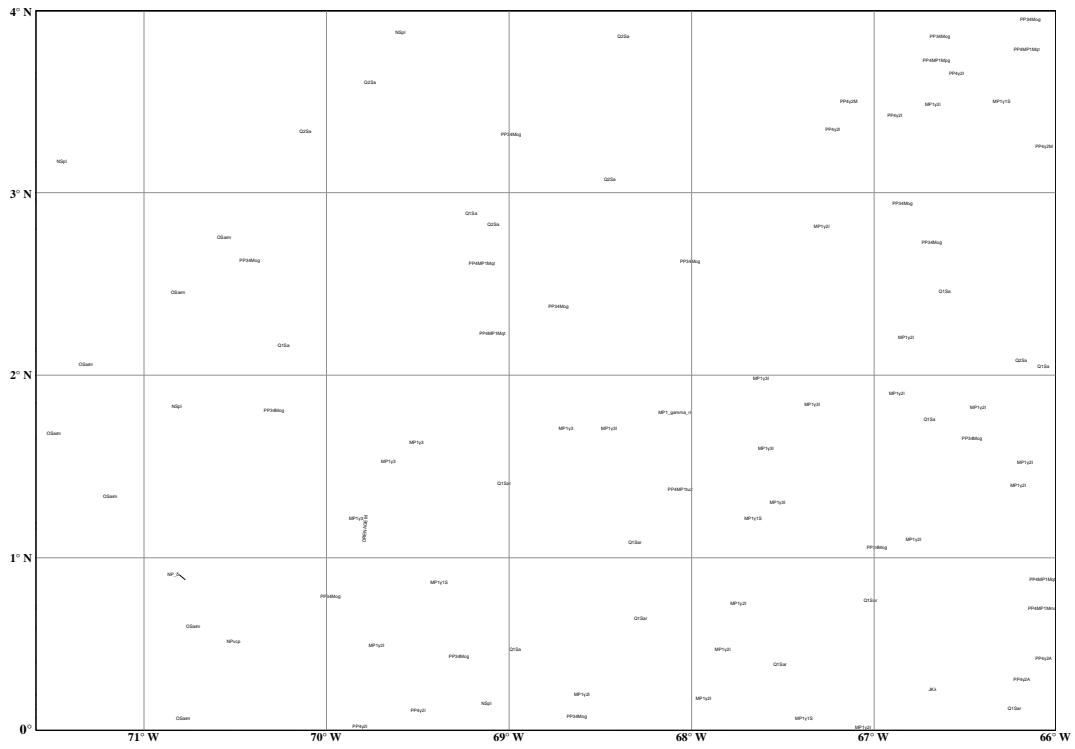
-  Geological maps at a scale of 1:100,000 compiled to the Geological Map of Colombia (2007)
-  **93** Geological maps at a scale of 1:100,000 compiled to the Geological Map of Colombia (2014)
- 15** Tschanz, C.M., Jimeno, A., Cruz, J. et al. 1969. Mapa geológico de reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta. Scale 1:200,000. INGEOMINAS. Bogotá.
- 141** Terraza, R., Moreno, G., Buitrago, J.A., Pérez, A. & Montoya, D. 2010. Geología de la plancha 210 Guateque. Scale 1:100,000. INGEOMINAS. Bogotá.
- 249** Montoya, D., Alonso, D. & Pinilla, A. 2011c. Geología de la plancha 568Bis Parque Nacional Natural Amacayacú. Scale 1:100,000. INGEOMINAS. Bogotá.

Diapositiva 13.



Diapositiva 14.

### 5. HARMONIZATION WITH BRAZIL, PERÚ AND VENEZUELA

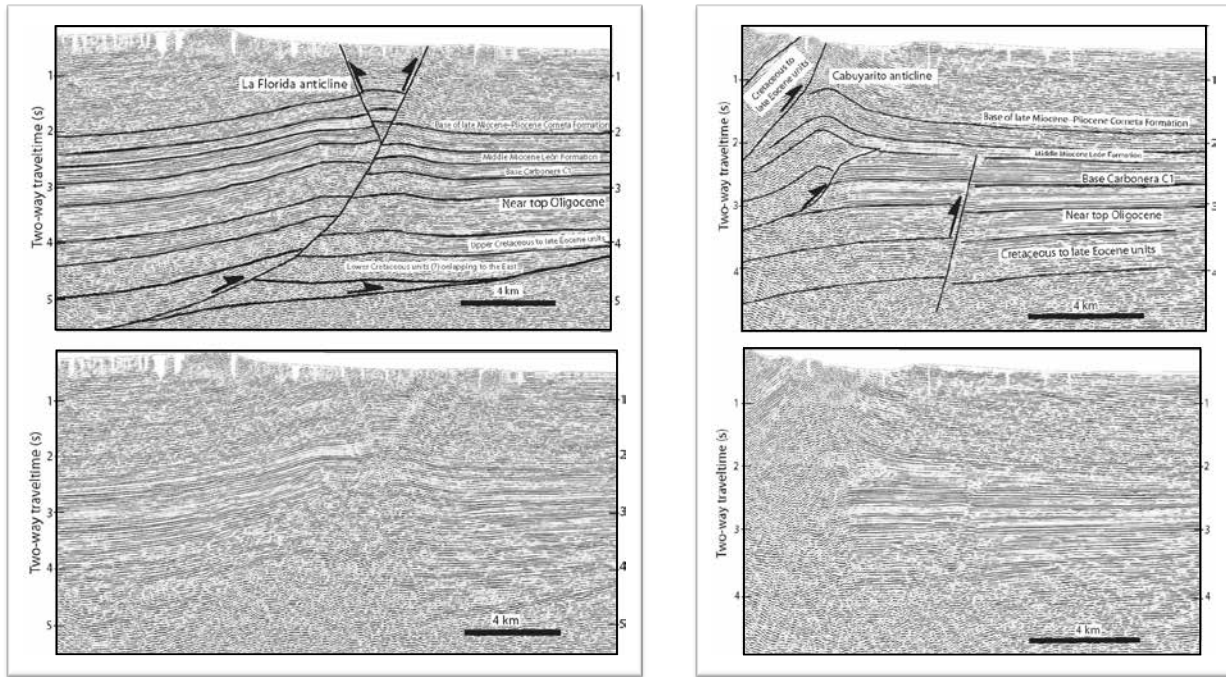


Diapositiva 15.



Diapositiva 16.

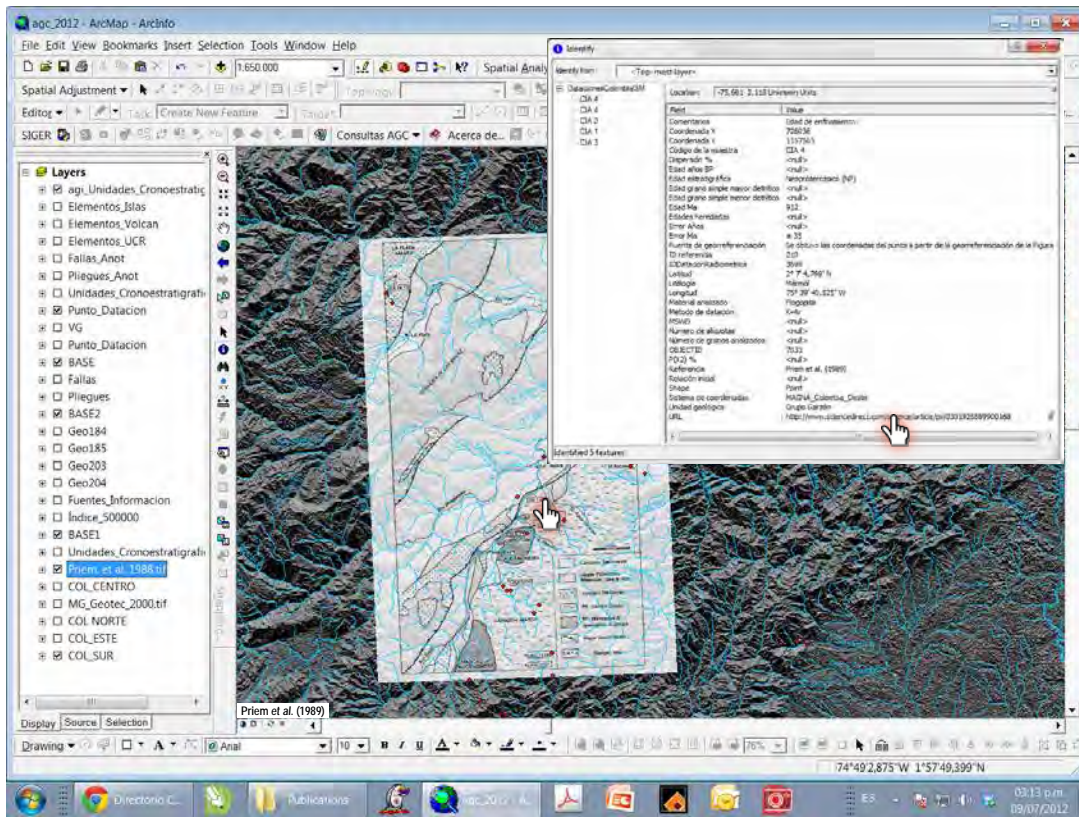
## 7. SEISMIC INFORMATION



Mora et al. (2010)

Diapositiva 17.

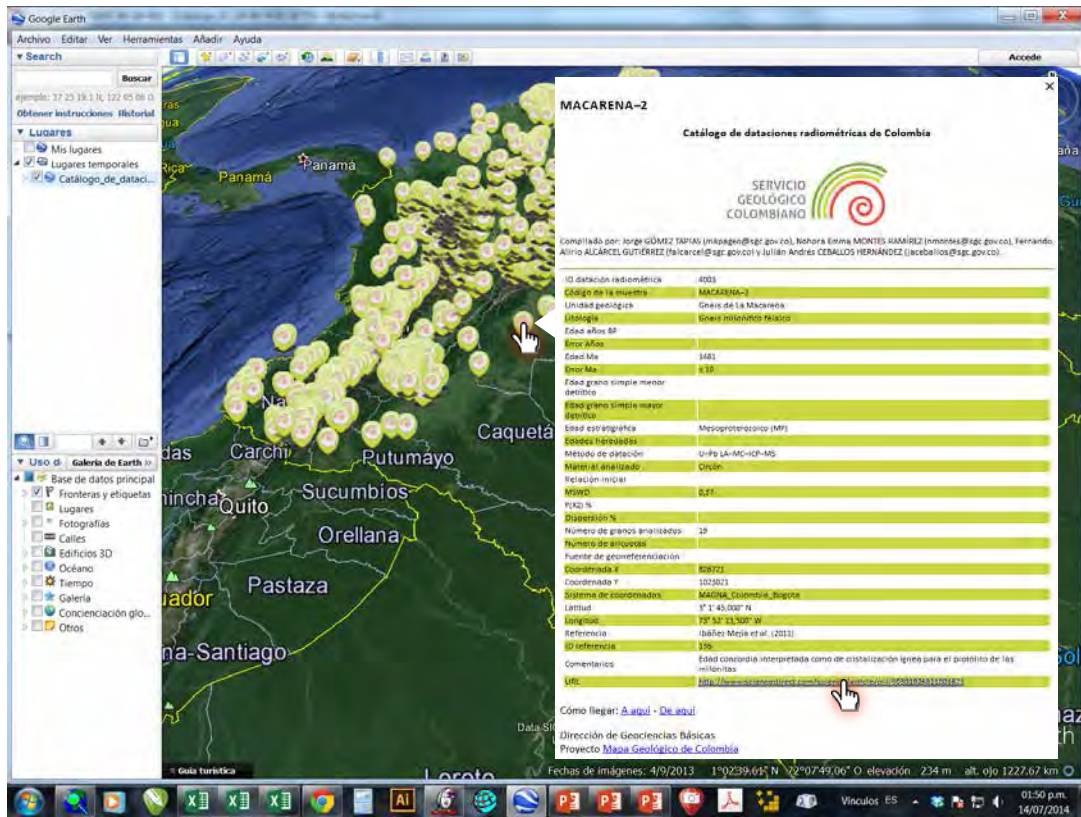
Diapositiva 18.



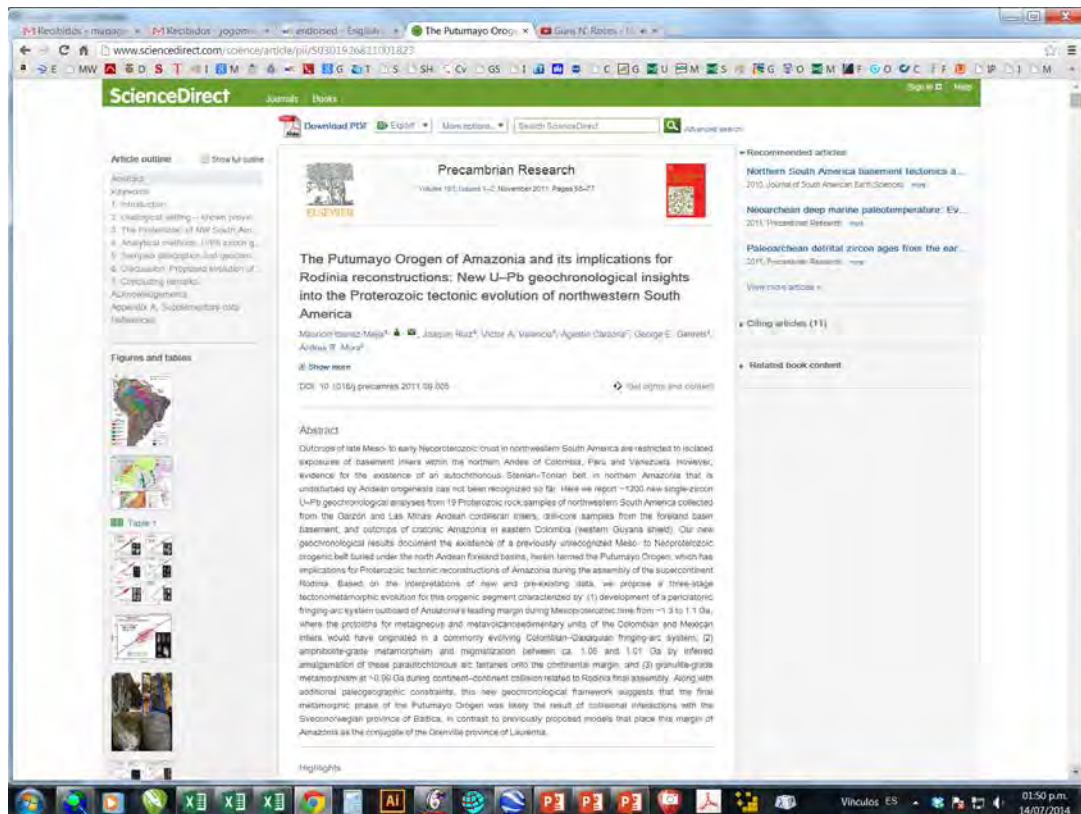
Diapositiva 19.



Diapositiva 20.

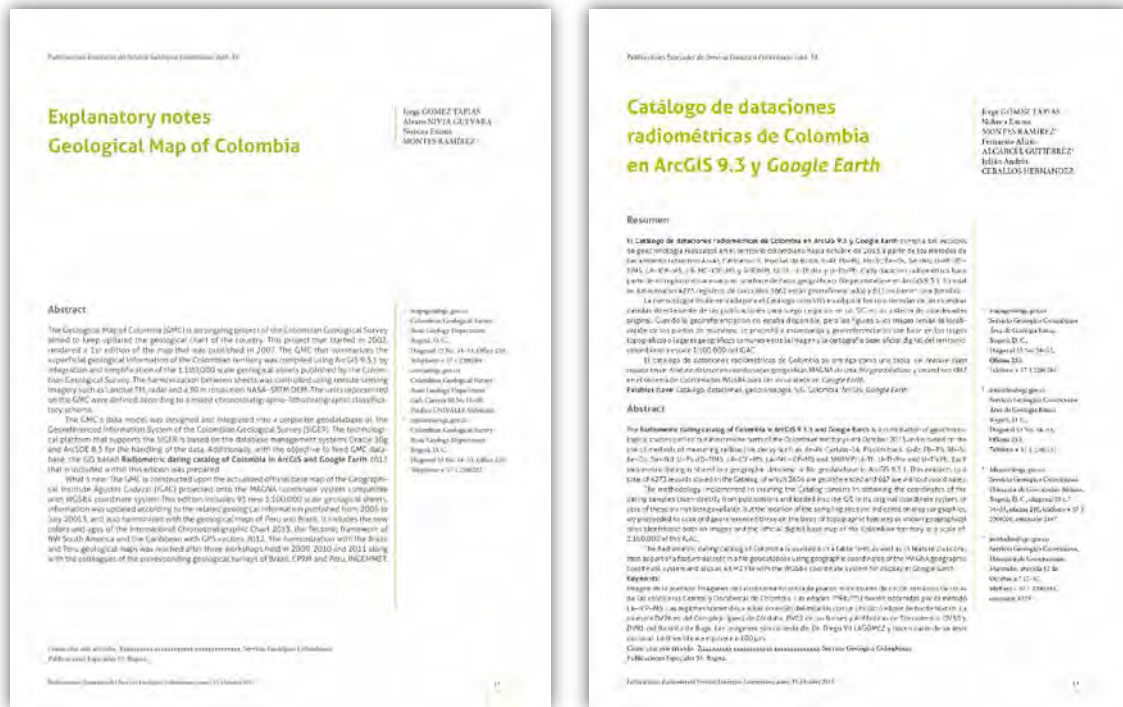


Diapositiva 21.

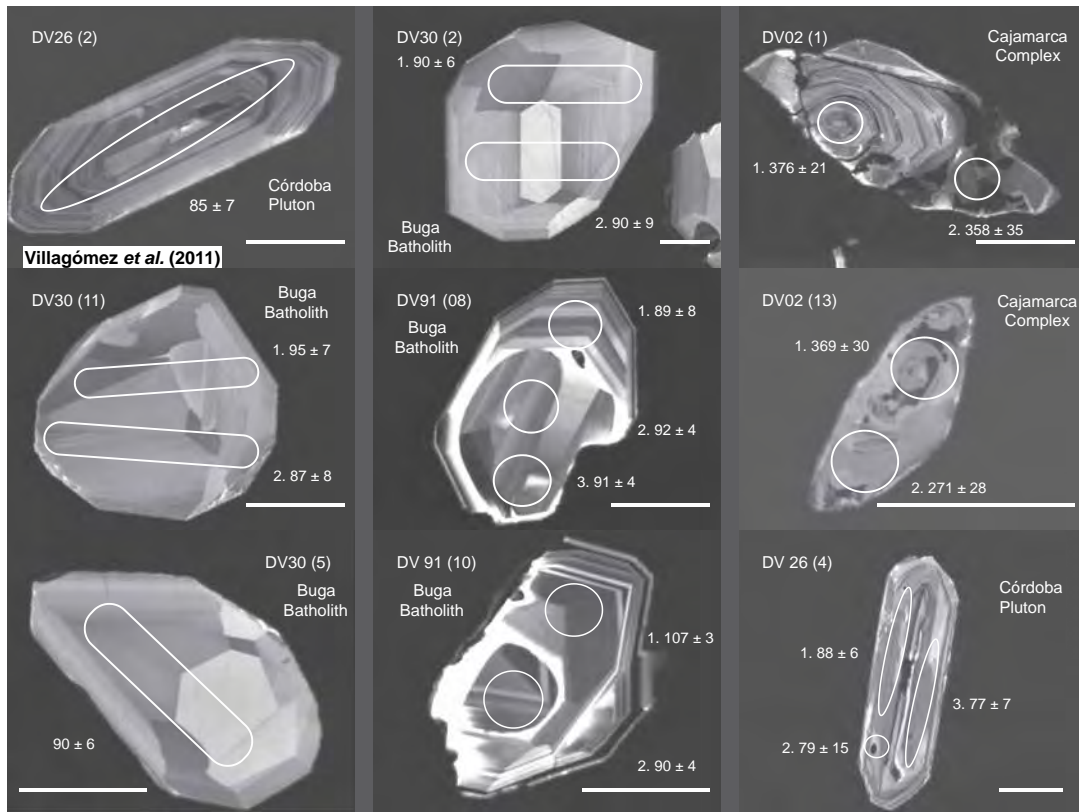


Diapositiva 22.

MEMOIR



Diapositiva 23.



Diapositiva 24.





Diapositiva 25.

# Geochronological Assessment for the GMC

Jorge  
GÓMEZ TAPIAS\*  
Fernando Alirio  
ALCÁRCEL GUTIÉRREZ†  
Nohora Emma  
MONTES RAMÍREZ‡



\* mapageo@sgc.gov.co  
Servicio Geológico Colombiano  
Geological Map of Colombia  
Coordinator  
Área de Geología Básica  
Bogotá, D. C.,  
Diagonal 53 No. 34-53,  
Oficina 210,  
Teléfono + 57 1 2200204

† falcarcel@sgc.gov.co  
Servicio Geológico Colombiano  
Área de Geología Básica  
Bogotá, D. C.,  
Diagonal 53 No. 34-53,  
Oficina 210,  
Teléfono + 57 1 2200232

‡ nmontes@sgc.gov.co  
Servicio Geológico Colombiano  
Área de Geología Básica  
Bogotá, D. C.,  
Diagonal 53 No. 34-53,  
Oficina 210,  
Teléfono + 57 1 2200232

## GEOCHRONOLOGICAL ASSESSMENT FOR THE GMC

By:

Jorge GÓMEZ TAPIAS

mapageo@sgc.gov.co  
Geological Map of Colombia Coordinator

Fernando Alirio ALCÁRCEL GUTIÉRREZ

falcarcel@sgc.gov.co

Nohora Emma MONTES RAMÍREZ

nmontes@sgc.gov.co



Villa de Leyva – Colombia, 22<sup>nd</sup> July, 2014



Diapositiva 1.

## TERRANE

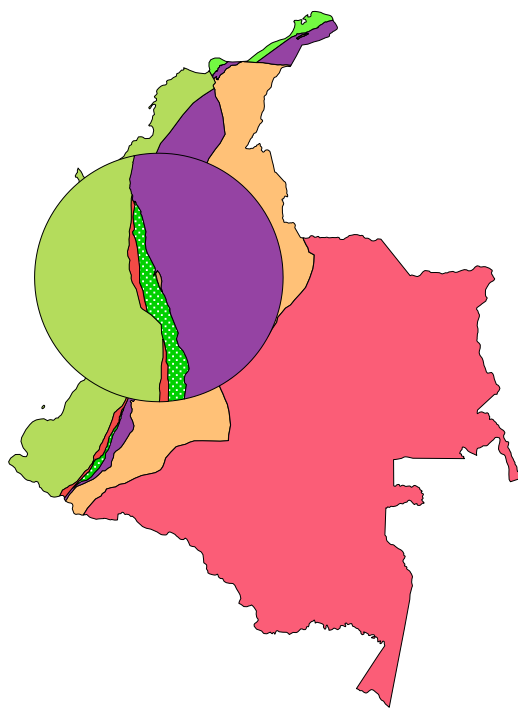
*"A faulted – bounded body rock of regional extent, characterized by a geologic history different from that of contiguous terranes or bounding continents. A terrane is generally considered to be a discrete allochthonous fragment of oceanic or continental material added to a craton at an active margin by accretion".*

*"Un cuerpo de roca limitado por fallas de extensión regional, caracterizado por tener una historia diferente de los terrenos contiguos o continentes limitantes. Un terreno es generalmente considerado un fragmento alóctono distinto de material de corteza continental o oceánica adicionado a un cratón a una margen activa por acreción".*

Neuendorf et al. (2005)  
Glossary of Geology – American Geological Institute

Diapositiva 2.

### COLOMBIAN GEOLOGICAL TERRANES

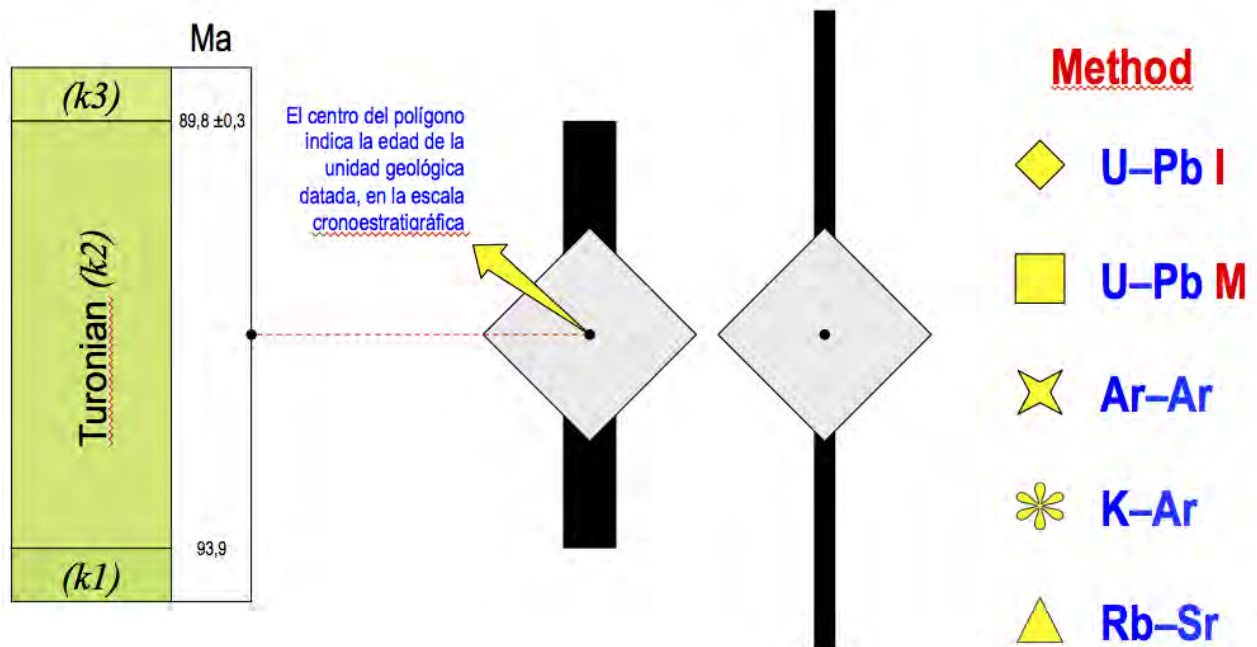


#### TERRANE

- 9 La Guajira Terrane – LGT (K2)
- 8 Caribe Terrane – CT, K2
- 7 Arquia Terrane – AT, K1
- 6 Quebradagrande Terrane – QT, K1
- 5 Anacona Terrane – AT, D  
Restrepo et al. (2011)
- 4 Panzenú Terrane (?) – PT, C2 to P1  
Ordóñez Carmona et al. (2002)
- 3 Tahamí Terrane – TT, T  
Restrepo et al. (2010)
- 2 Chibcha Terrane – CHT, MP3 to NP1  
Restrepo et al. (2010)
- 1 Río Negro – Juruena Province – RNJP, PP  
Tassinari et al. (1999)

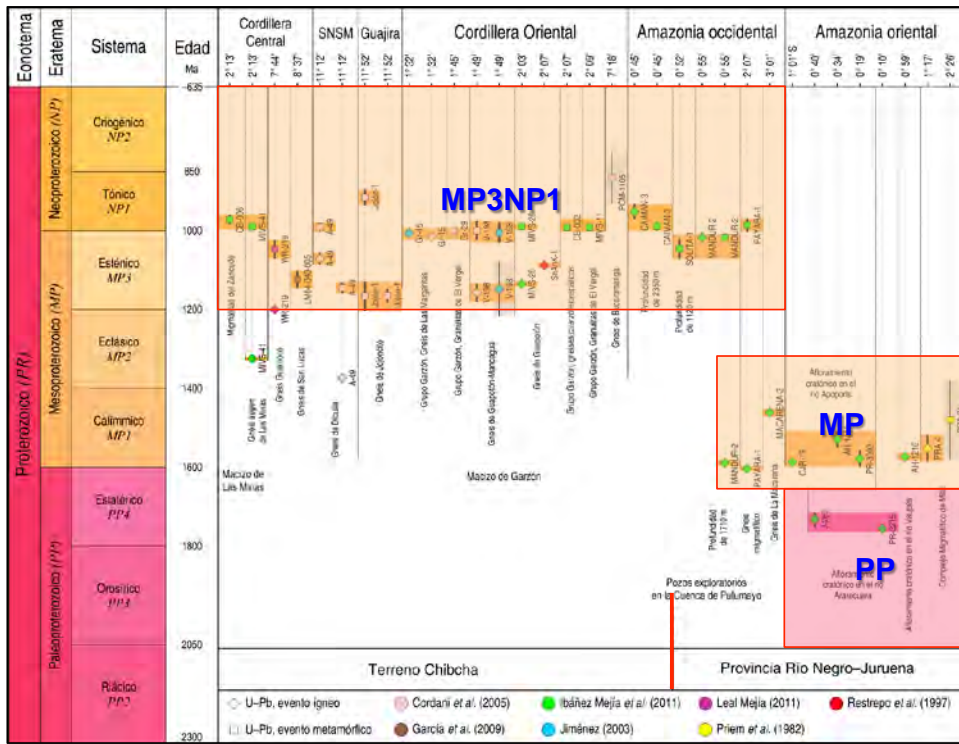
Diapositiva 3.

### TIPS ON GEOCHRONOLOGICAL FIGURES



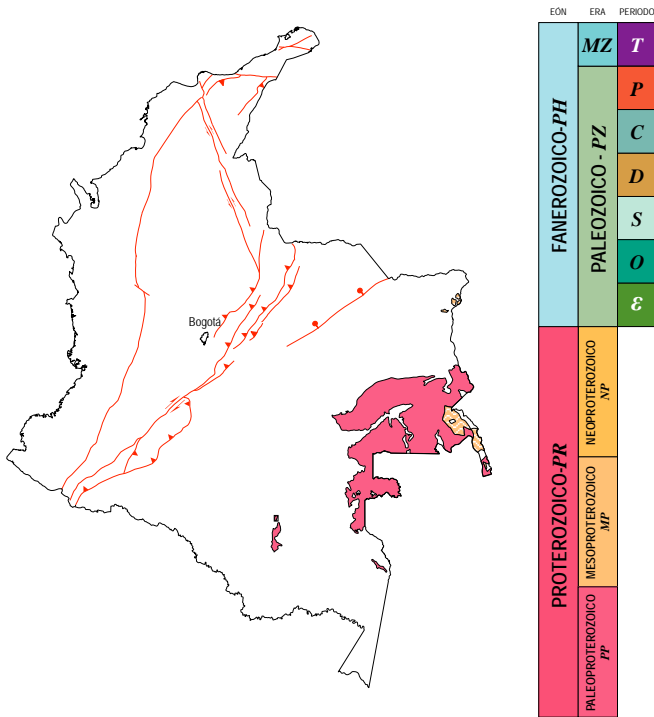
Diapositiva 4.

MESOPROTEROZOIC-NEOPROTEROZOIC, U-Pb



Diapositiva 5.

PROTEROZOIC



Diapositiva 6.

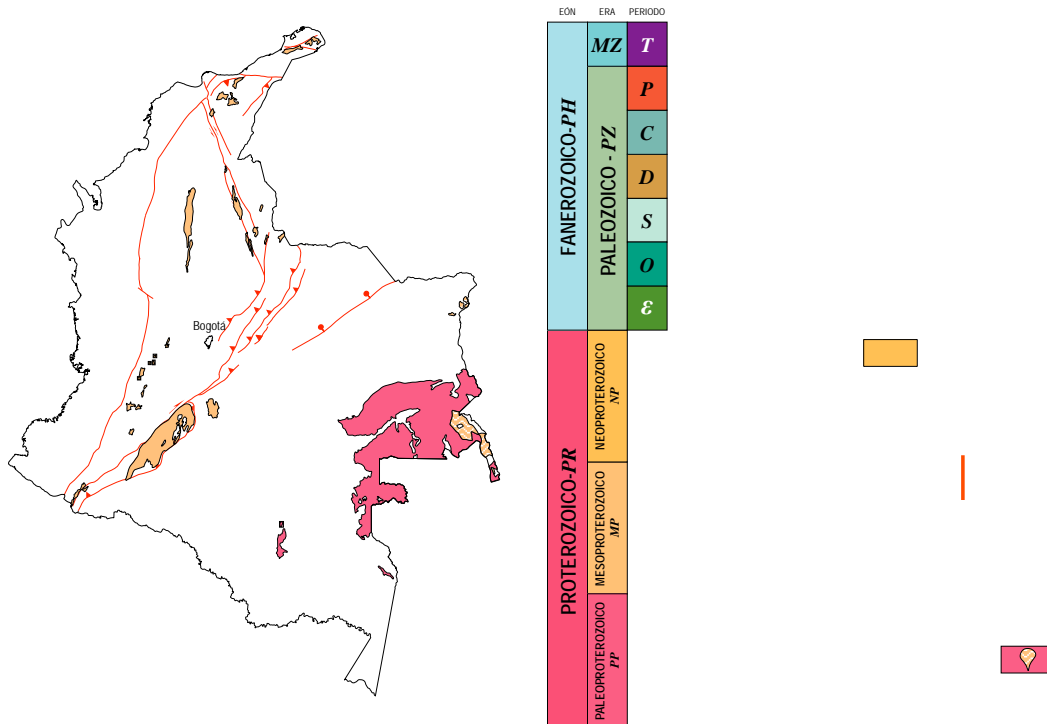
## COLOMBIAN GEOLOGICAL TERRANES

### 1. RIO NEGRO – JURUENA PROVINCE



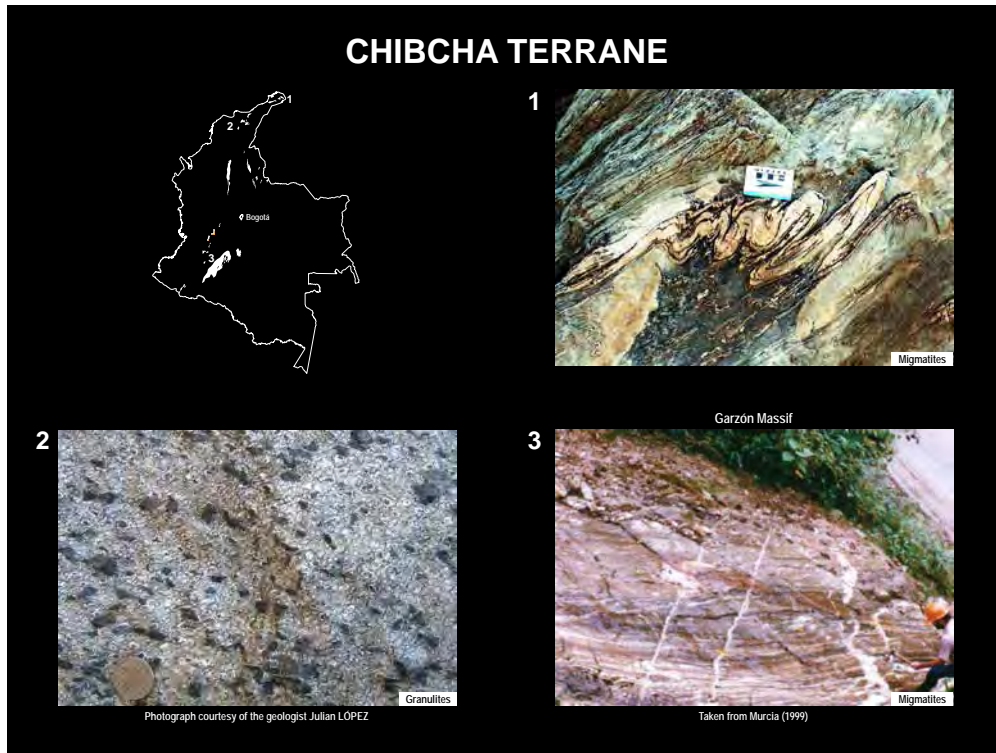
Diapositiva 7.

## PROTEROZOIC



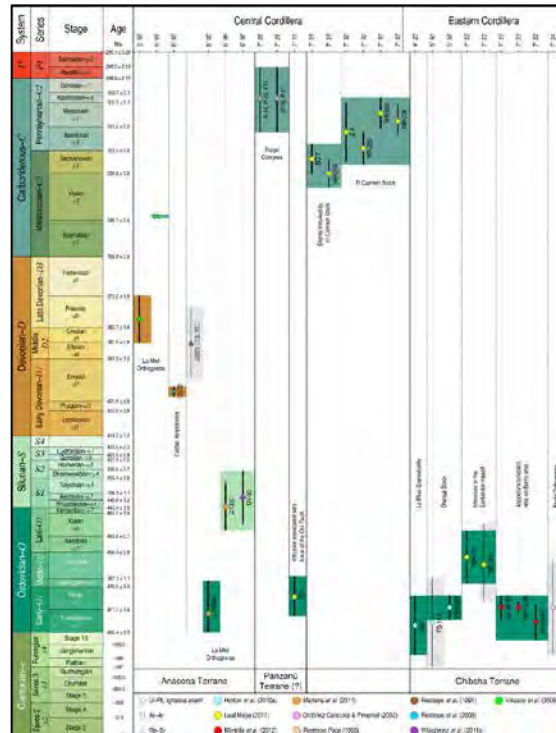
Diapositiva 8.

## CHIBCHA TERRANE



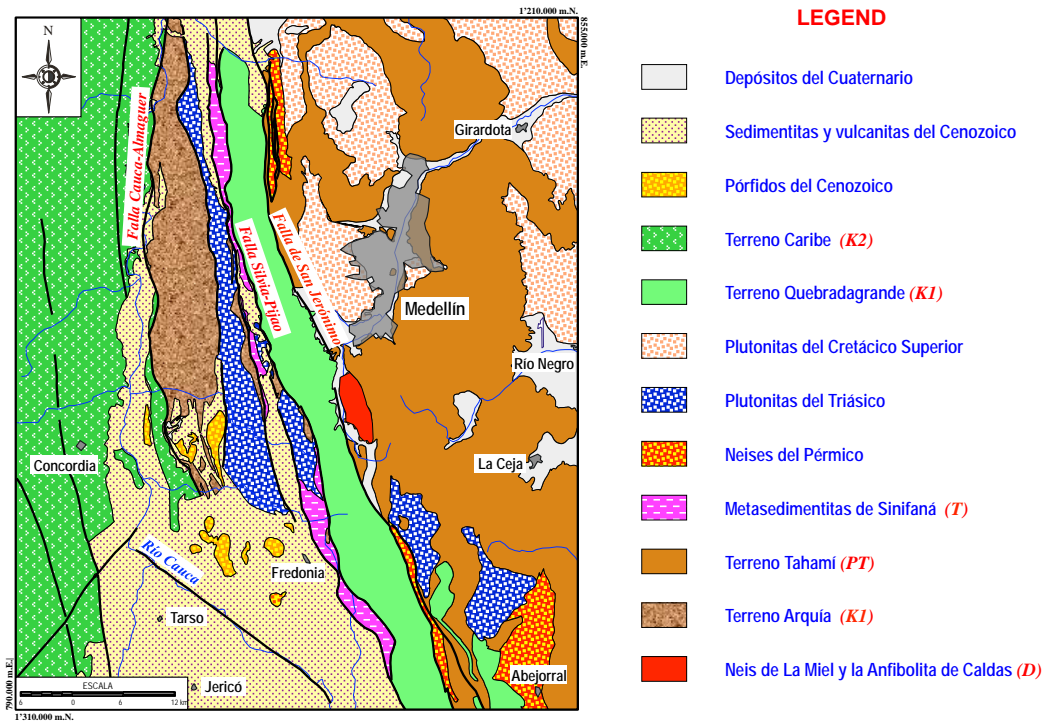
Diapositiva 9.

## ORDOVICIAN, U-Pb



Diapositiva 10.

## 5. ANOCONA TERRANE

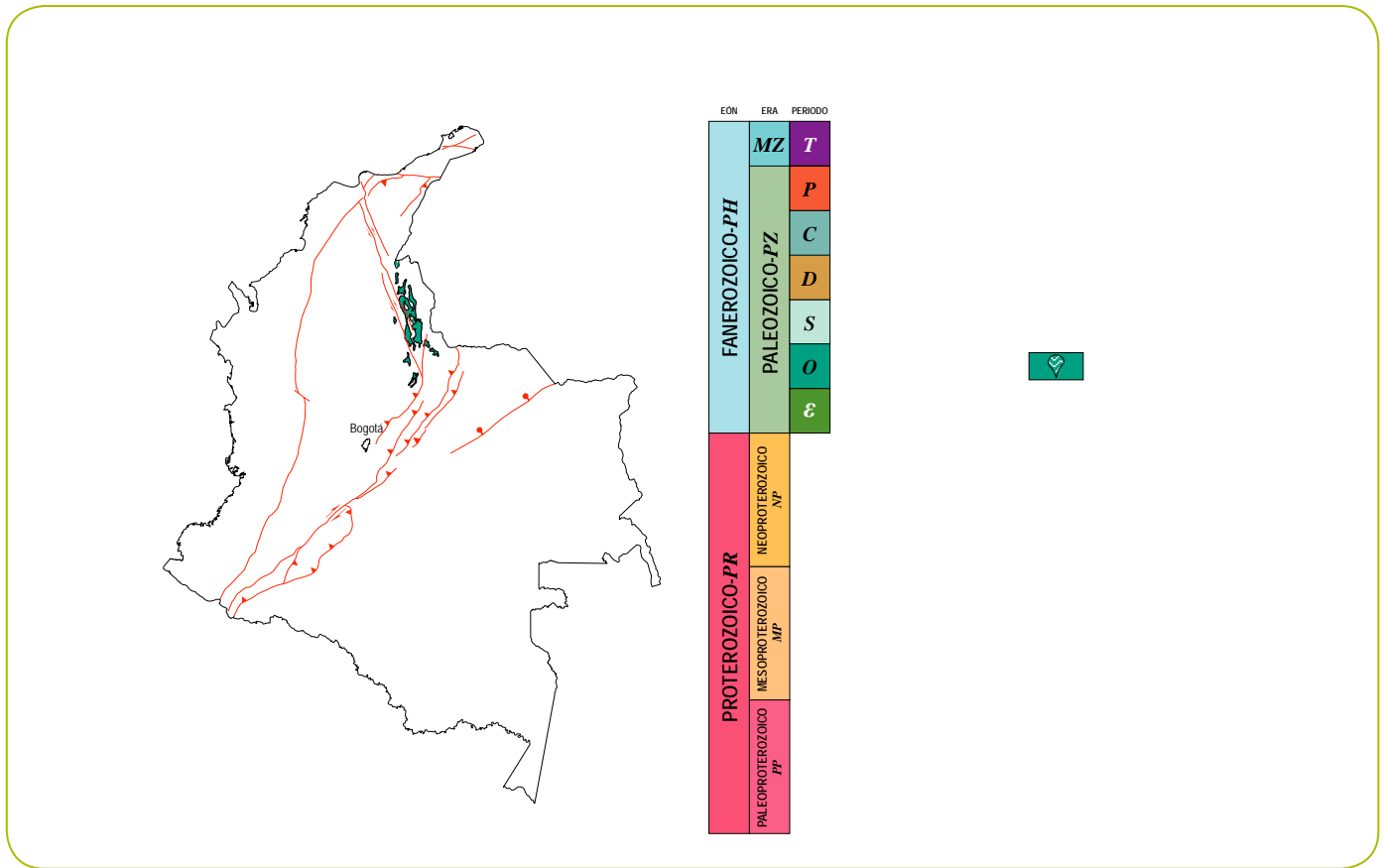


Diapositiva 11.

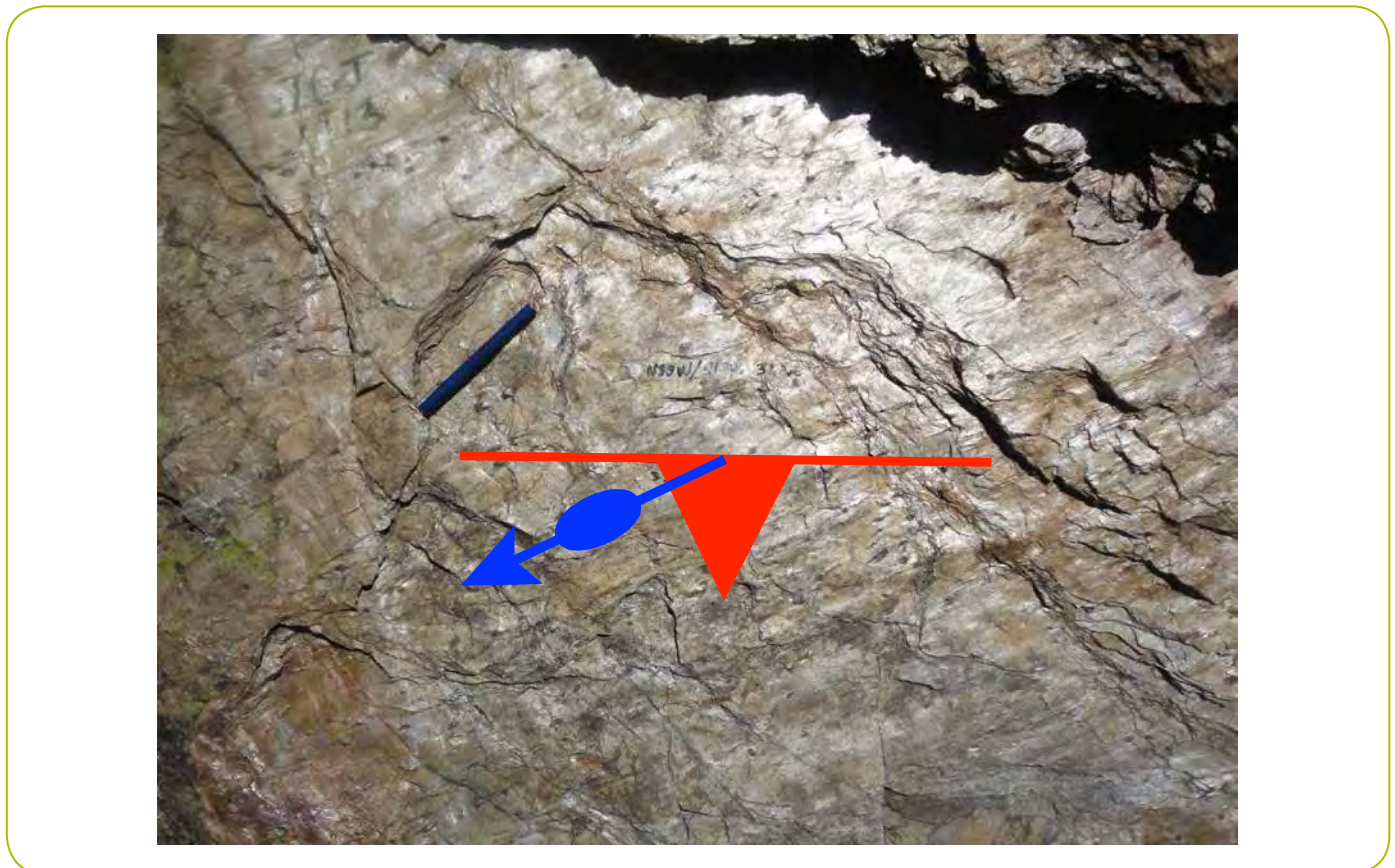


Diapositiva 12.



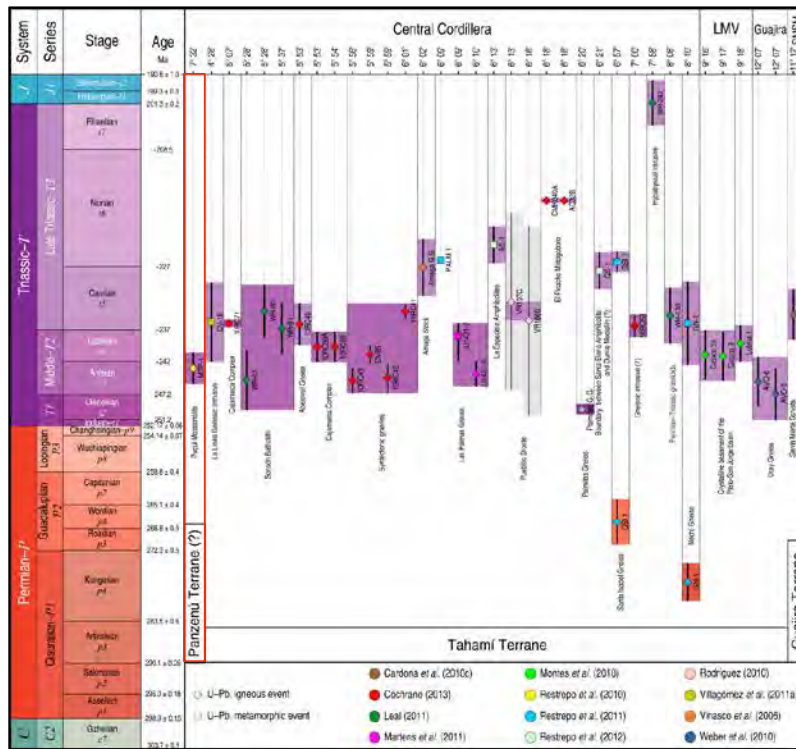


Diapositiva 13.



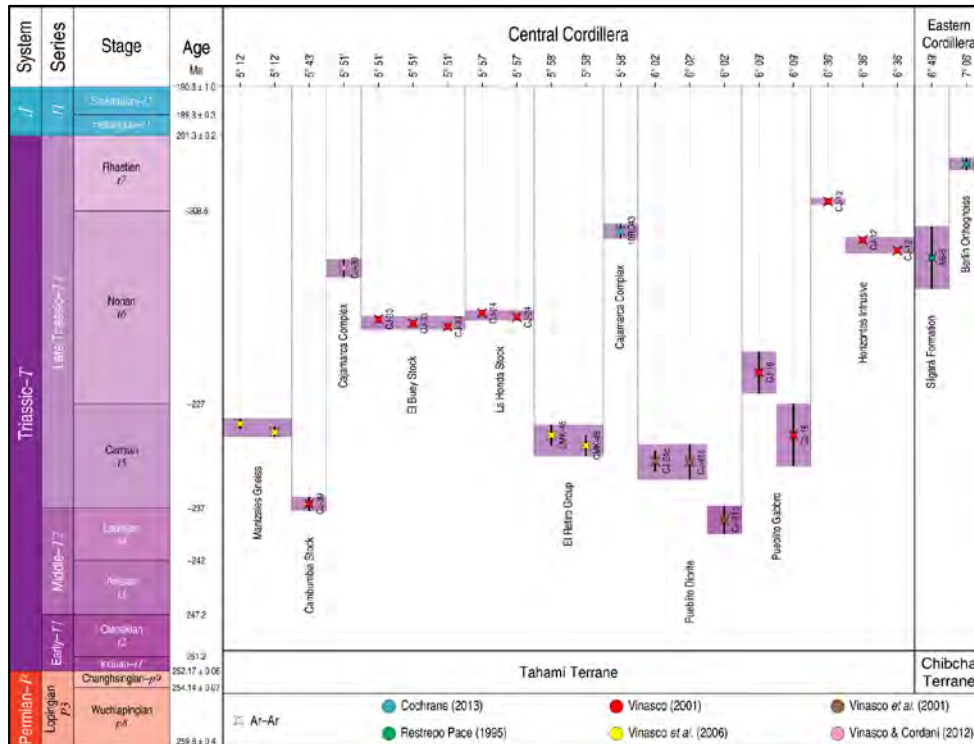
Diapositiva 14.

### PERMIAN–TRIASSIC, U–Pb



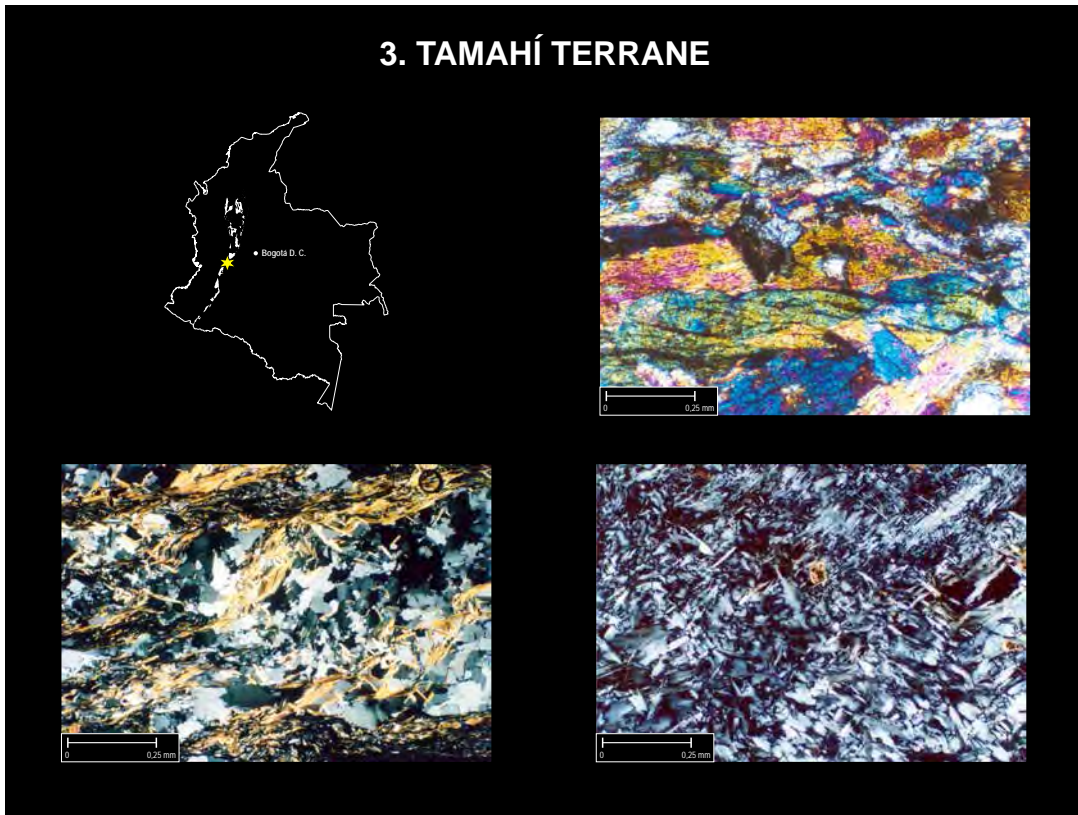
Diapositiva 15.

### TRIASSIC, Ar–Ar



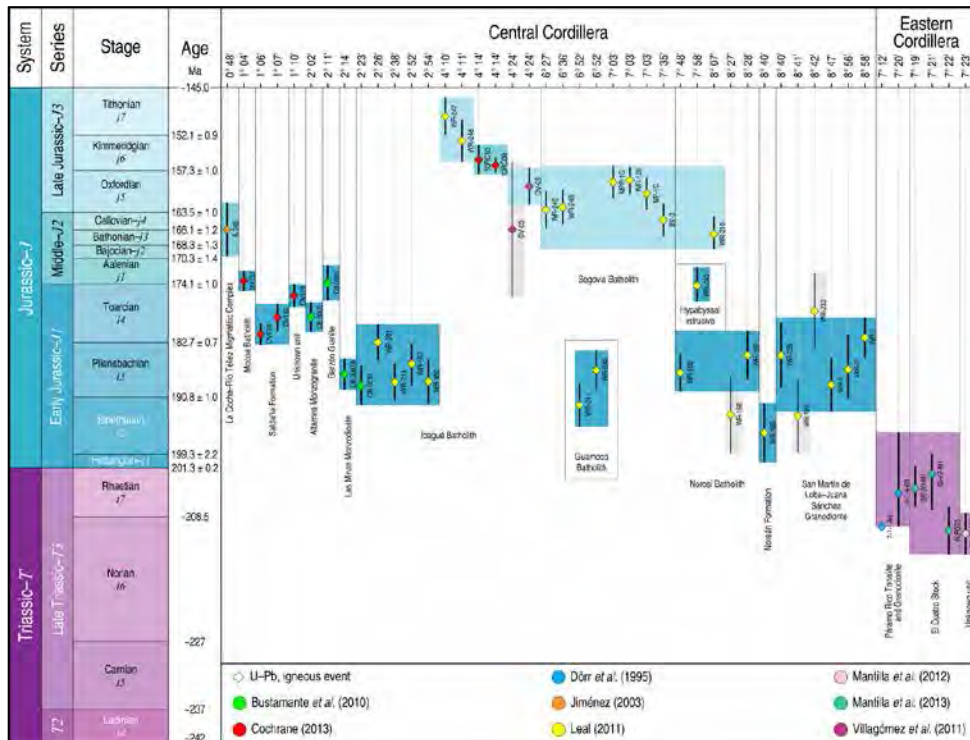
Diapositiva 16.

### 3. TAMAHÍ TERRANE



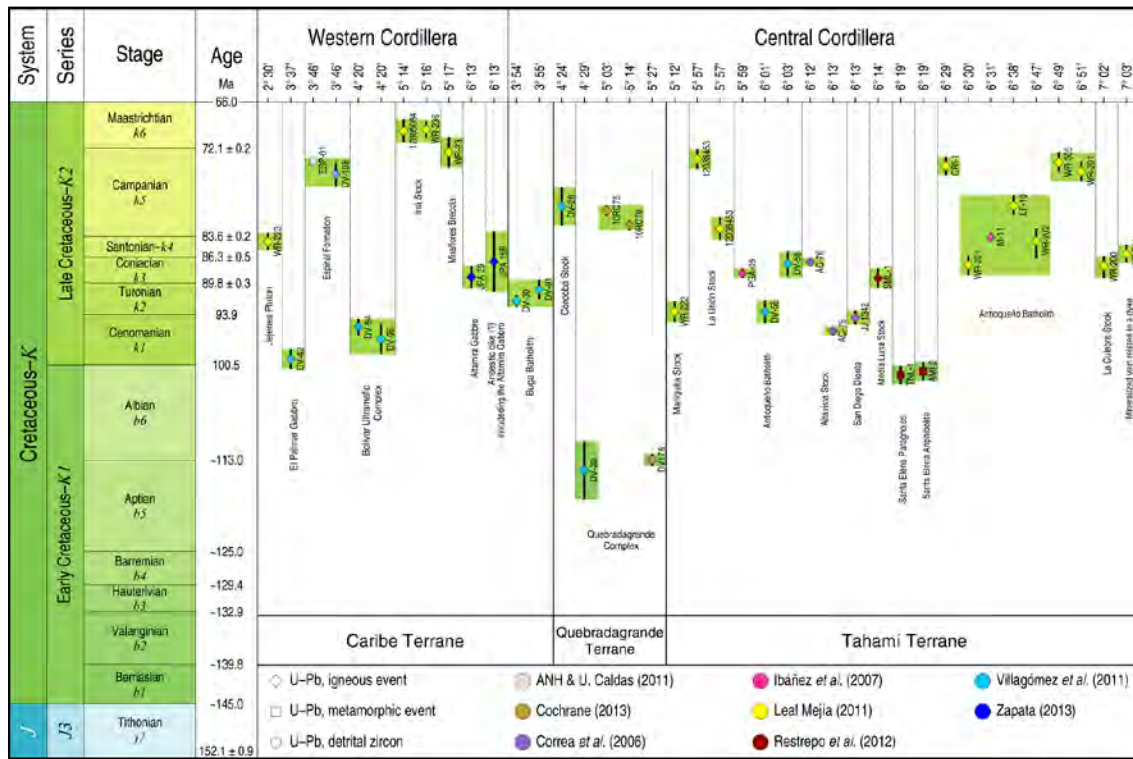
Diapositiva 17.

### JURASSIC, U-Pb



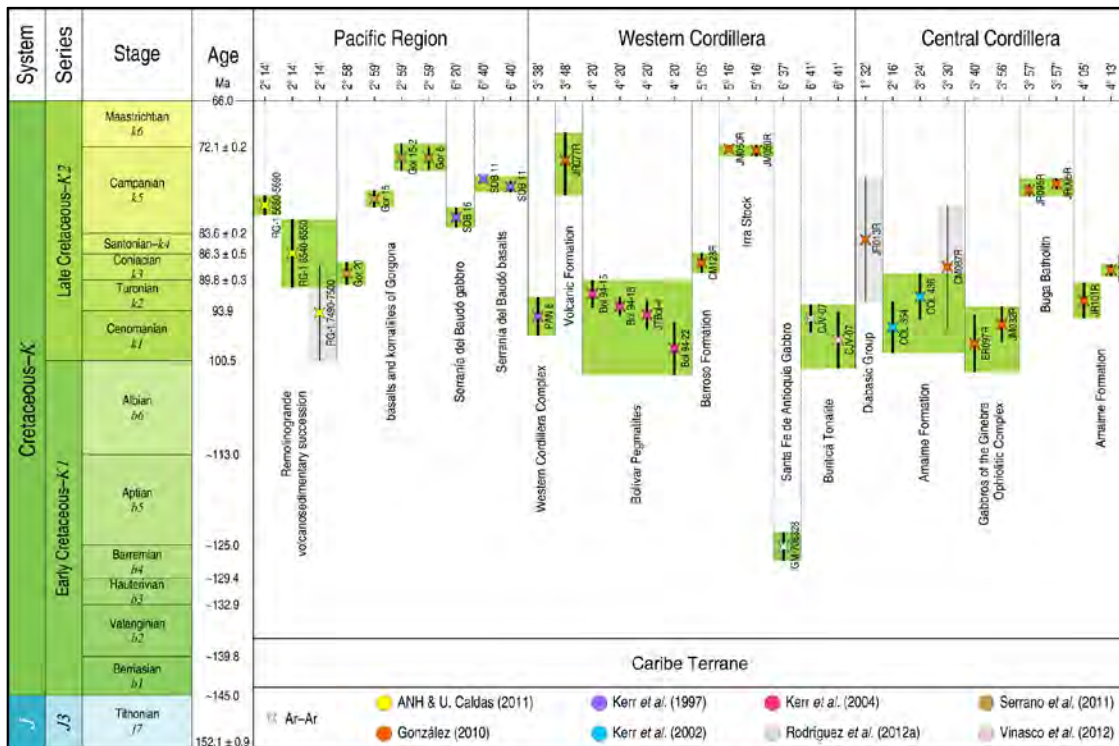
Diapositiva 18.

### CRETACEOUS, U-Pb



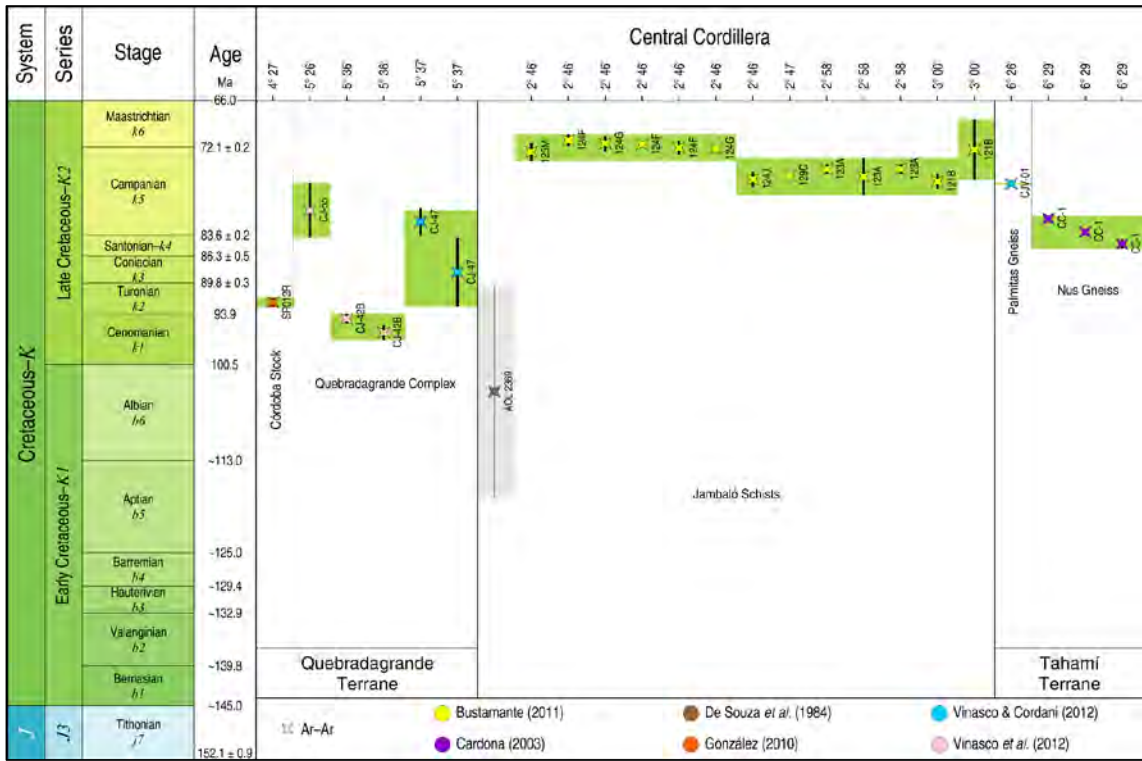
Diapositiva 19.

### A. CRETACEOUS, Ar-Ar



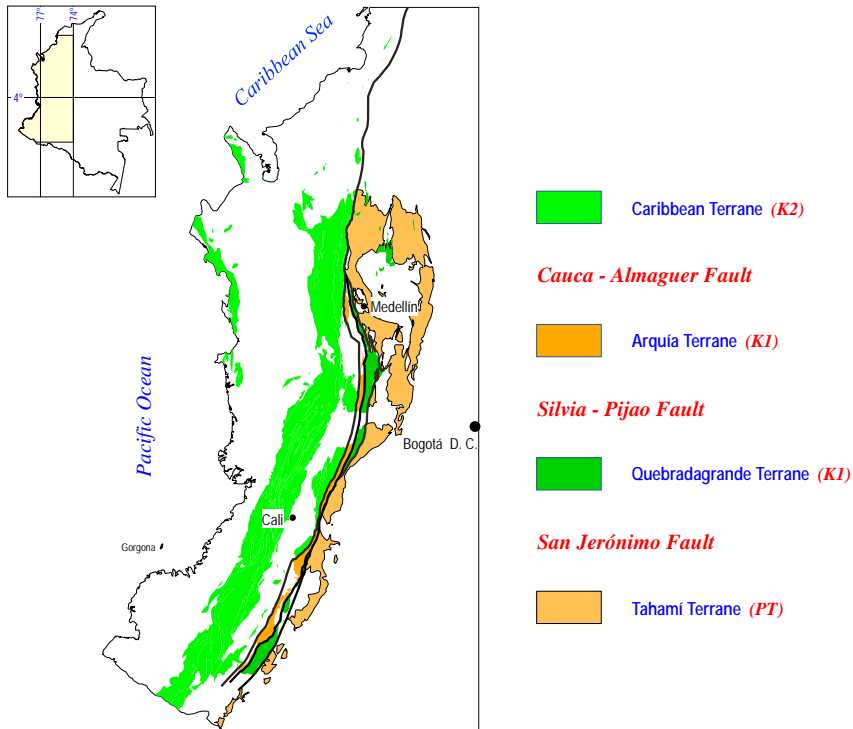
Diapositiva 20.

### B. CRETACEOUS, Ar-Ar

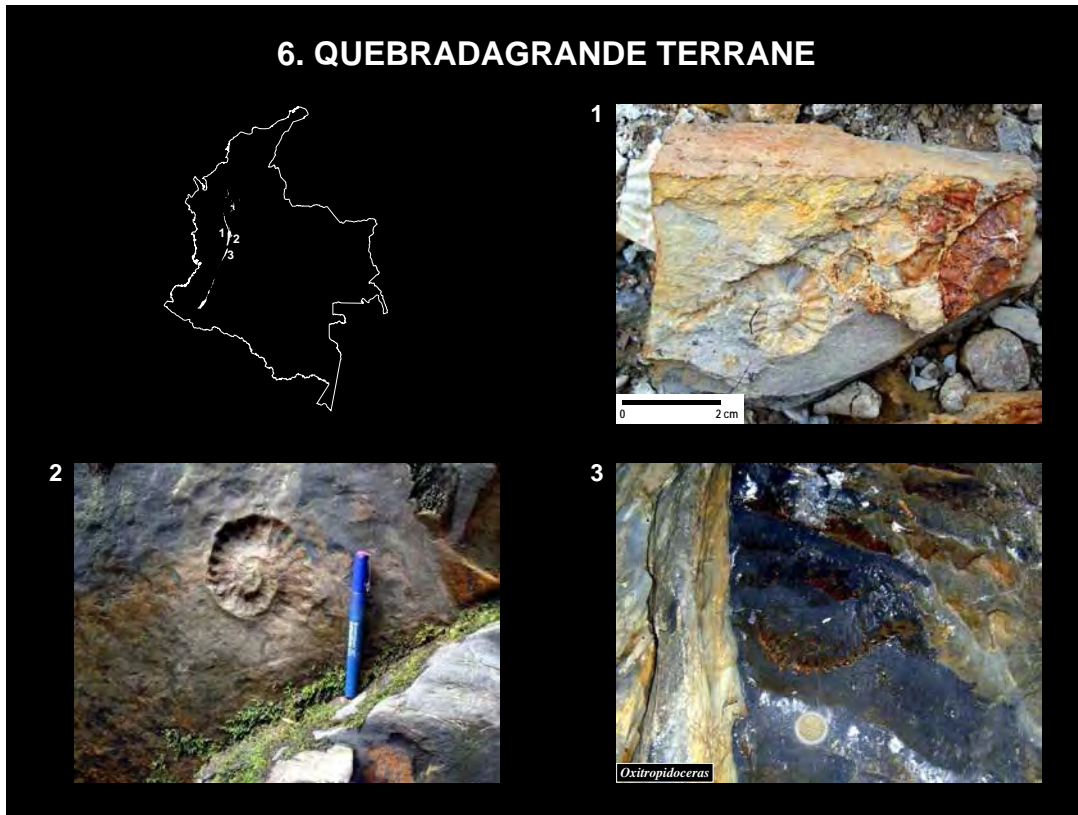


Diapositiva 21.

### TECTONIC FRAMEWORK W COLOMBIA

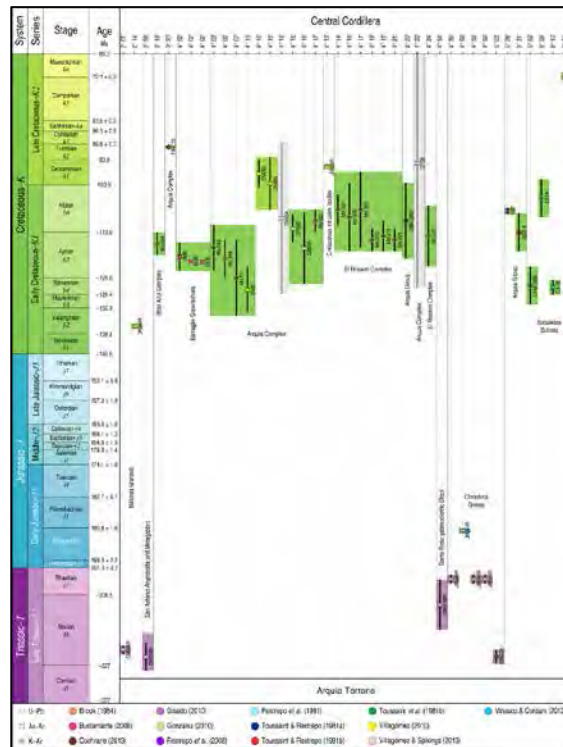


Diapositiva 22.



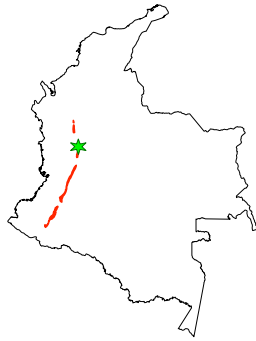
Diapositiva 23.

### 7. ARQUÍA TERRANE, U-Pb, Ar-Ar & K-Ar



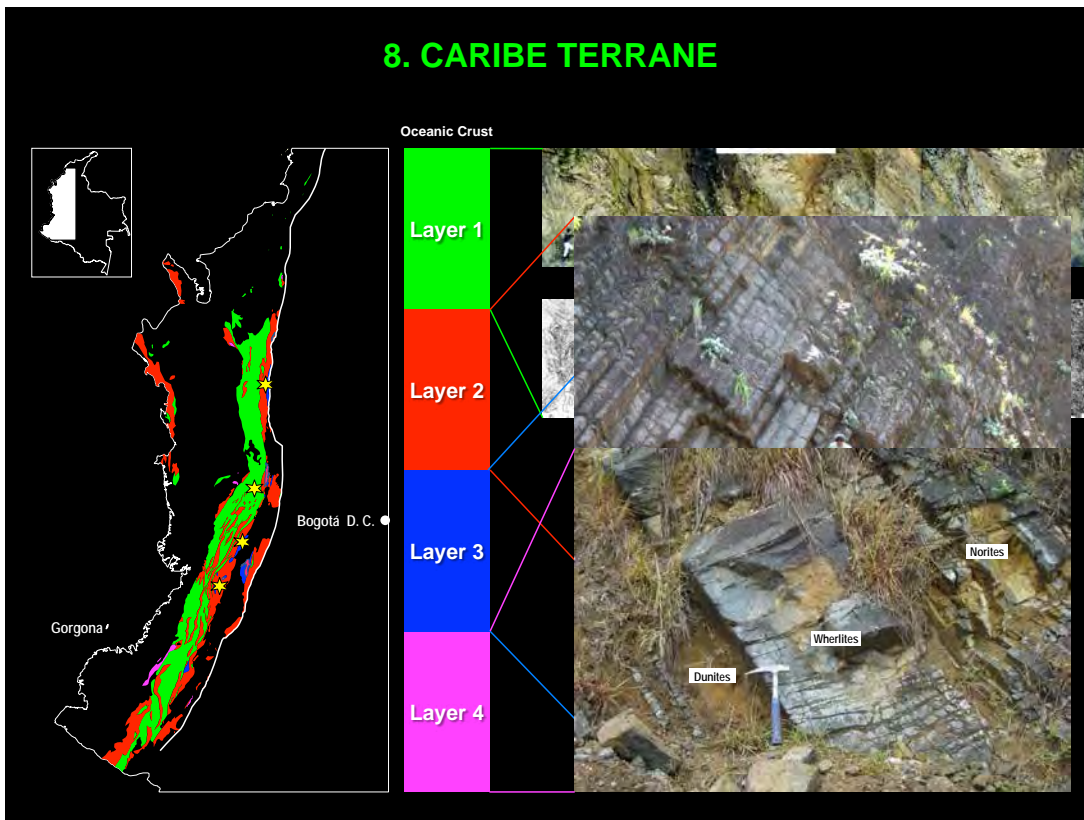
Diapositiva 24.

## 7. ARQUÍA COMPLEX

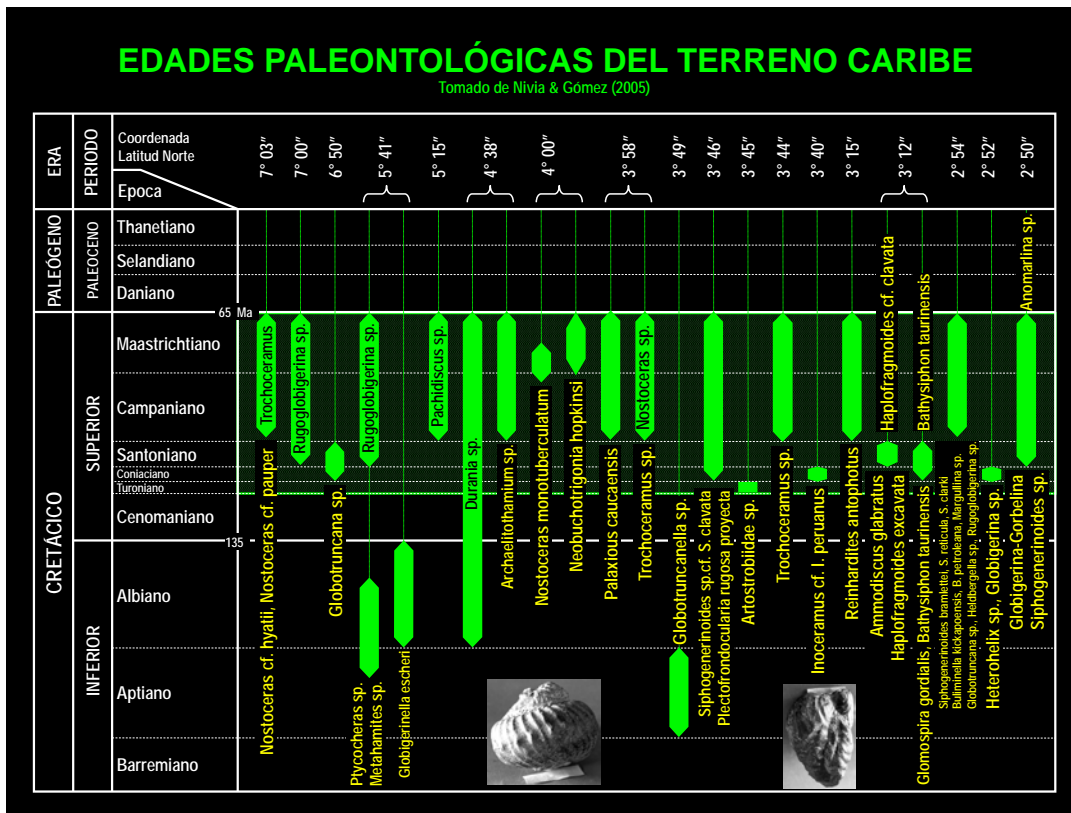


Diapositiva 25.

## 8. CARIBE TERRANE



Diapositiva 26.



Diapositiva 27.

## 9. LA GUAJIRA TERRANE



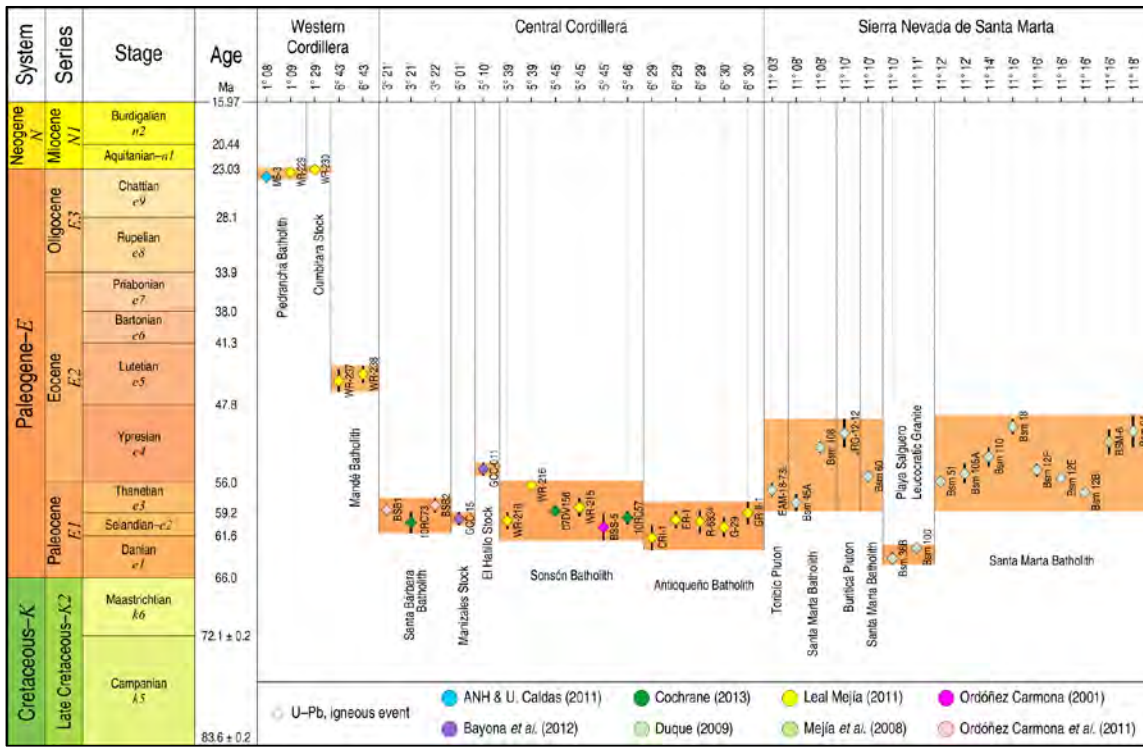




Diapositiva 28.

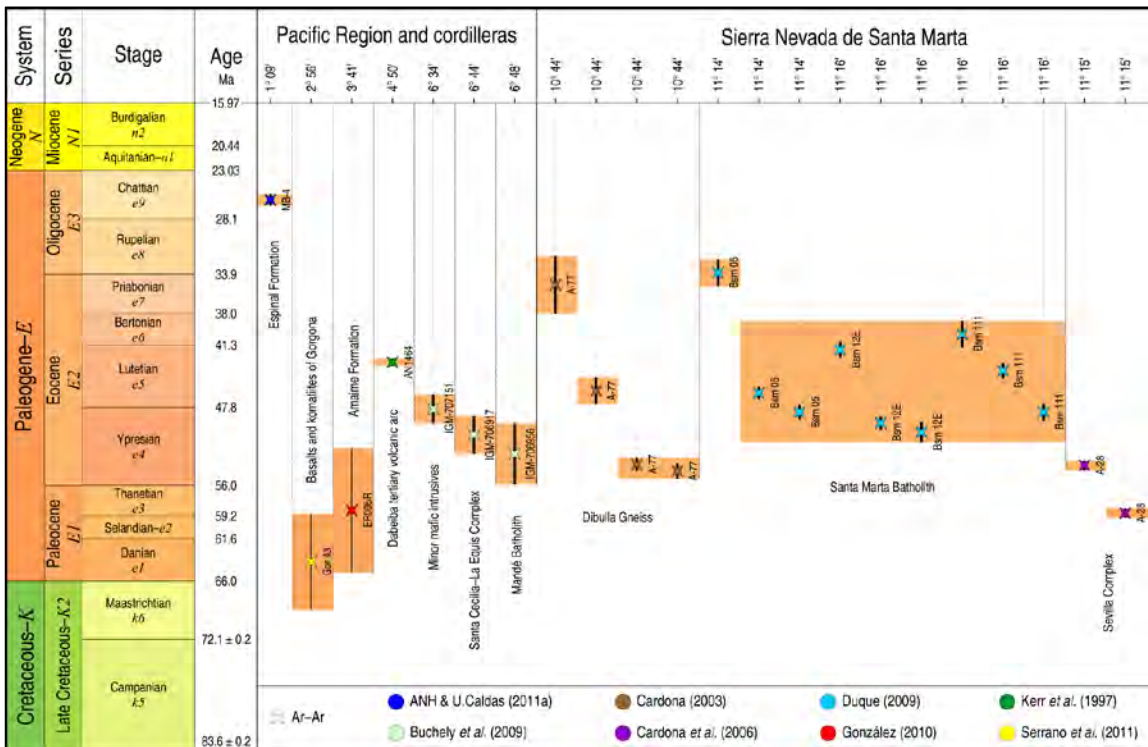


PALEOGENE, U-Pb



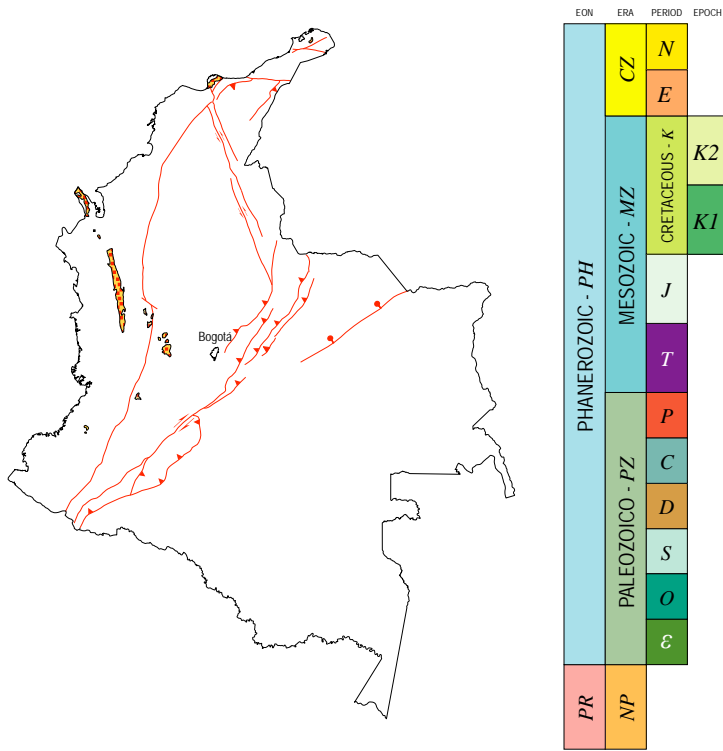
Diapositiva 29.

PALEOGENE, Ar-Ar



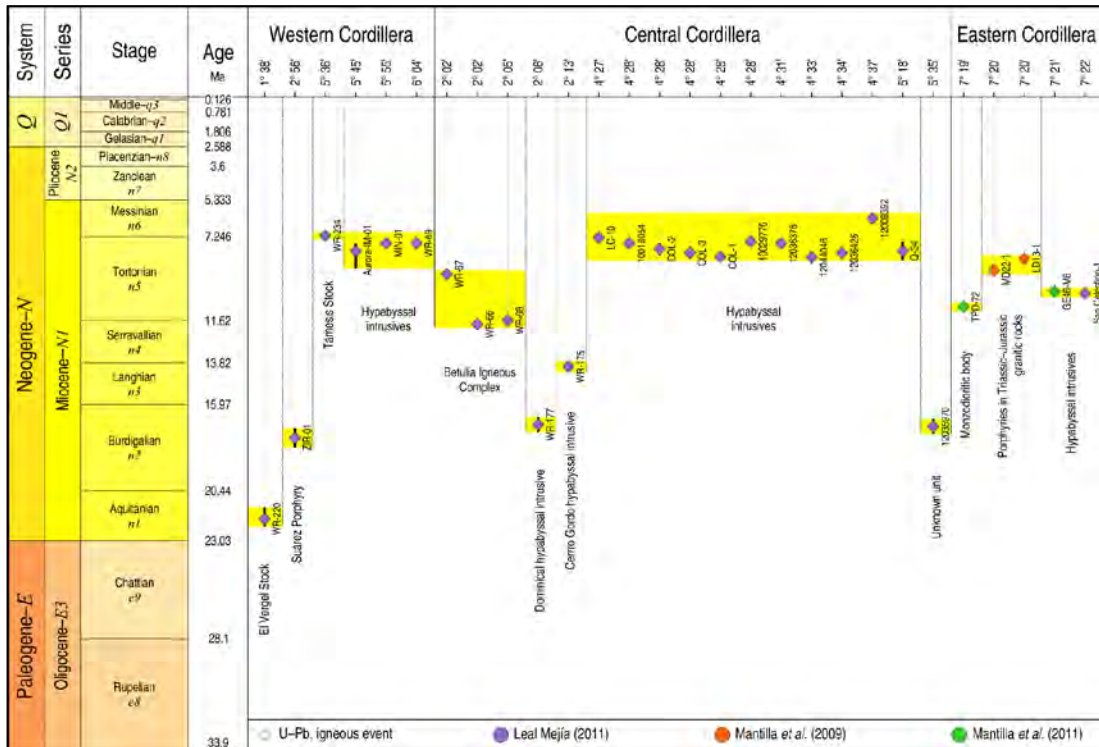
Diapositiva 30.

### PALEOGENE MAGMATISM



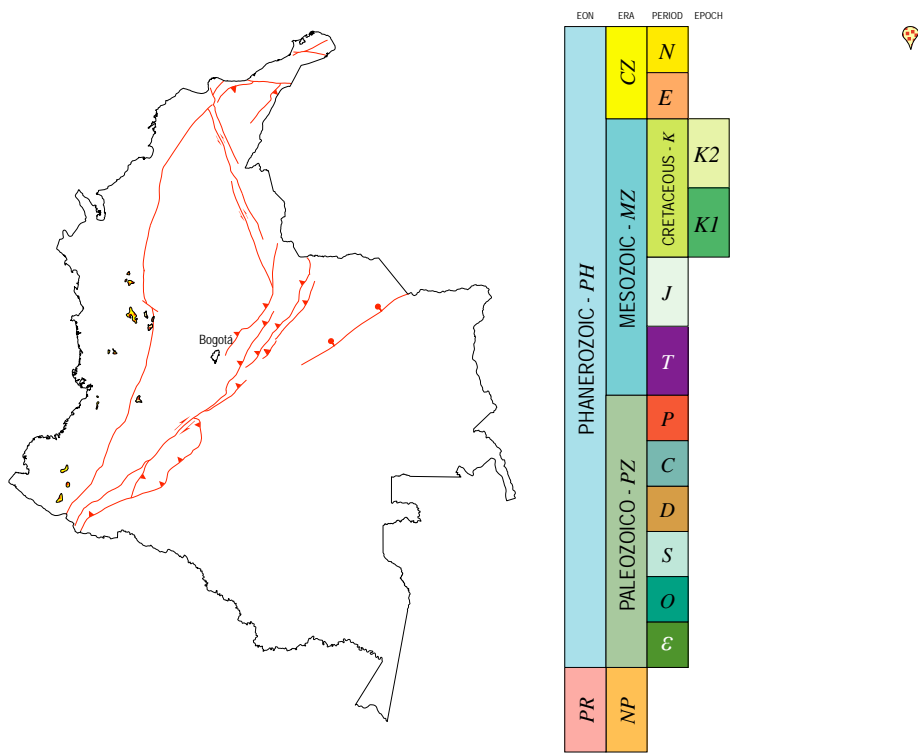
Diapositiva 31.

### NEOGENE, U-Pb



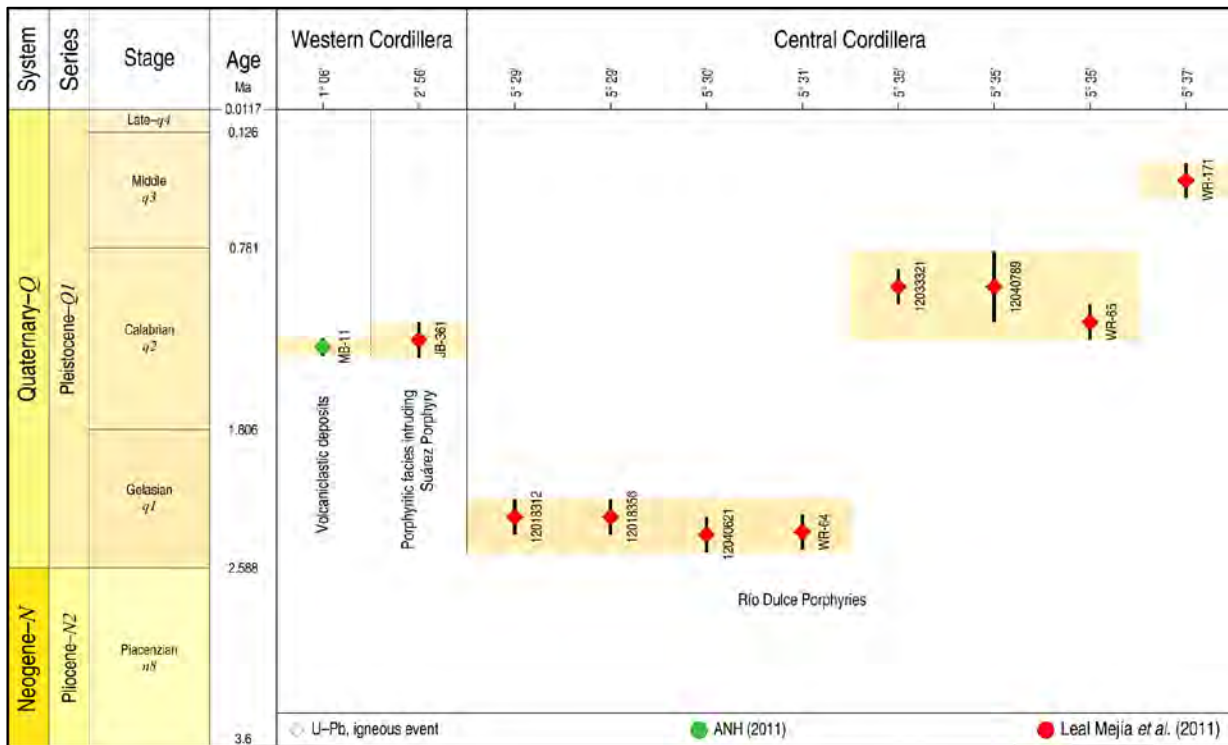
Diapositiva 32.

### NEOGENE MAGMATISM



Diapositiva 33.

### QUATERNARY, U-Pb

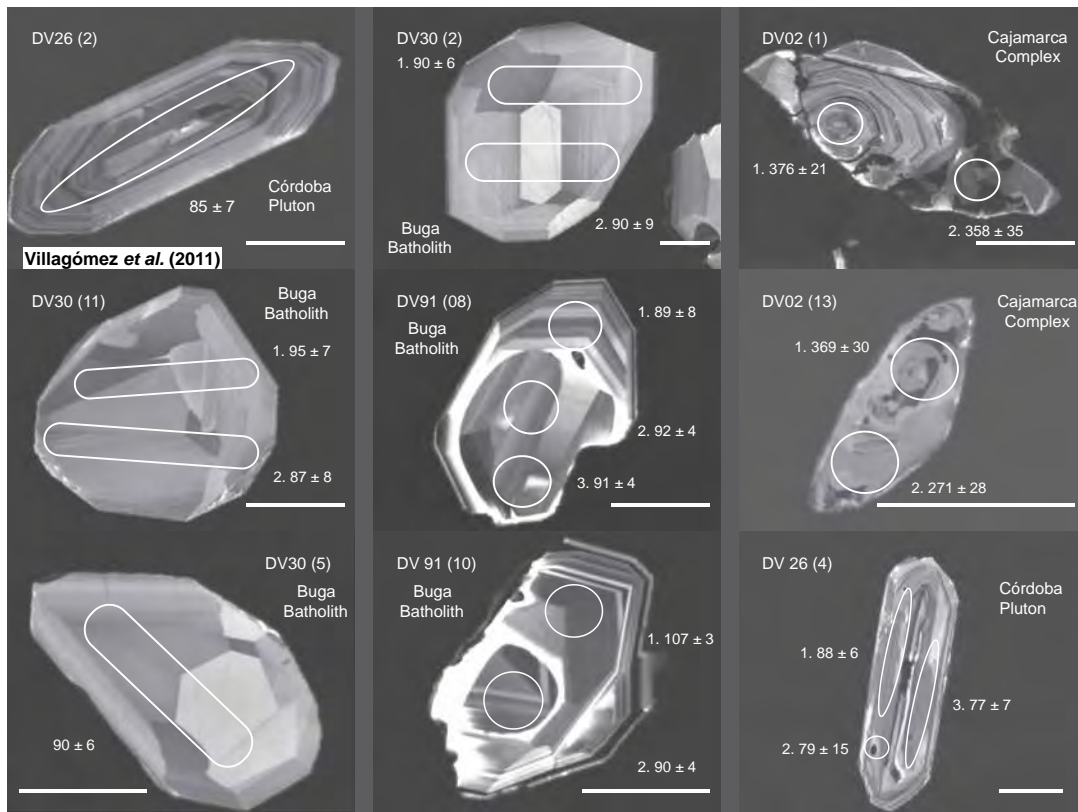


Diapositiva 34.

*“Science is a determination of what is most likely to be correct at the current time with the evidence at our disposal”*

McLelland 2006 – Nature of Science and the Scientific Method  
Geological Society of America

Diapositiva 35.



Diapositiva 36.



Diapositiva 37.

# O Embasamento da Plataforma Sul-americana E A Colagem Brasileira

Benjamim Bley  
de BRITO NEVES\*



\* bbleyn@usp.br  
Instituto de Geociências,  
Universidade de São Paulo (Brazil)

## O Embasamento da Plataforma Sul-americana E A Colagem Brasileira

Benjamim Bley de Brito Neves  
IGc - Universidade de São Paulo - Brazil

Diapositiva 1.

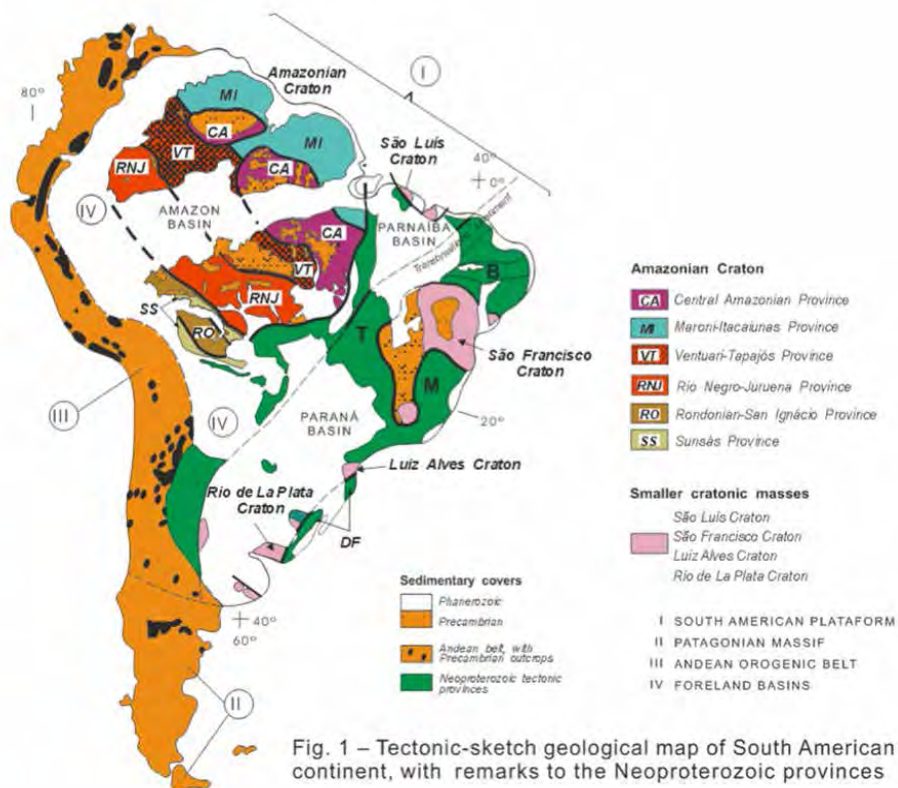
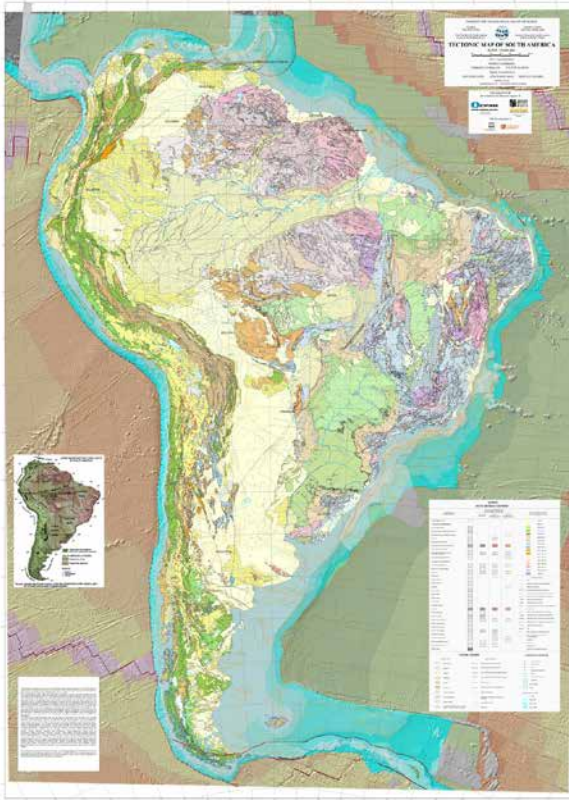


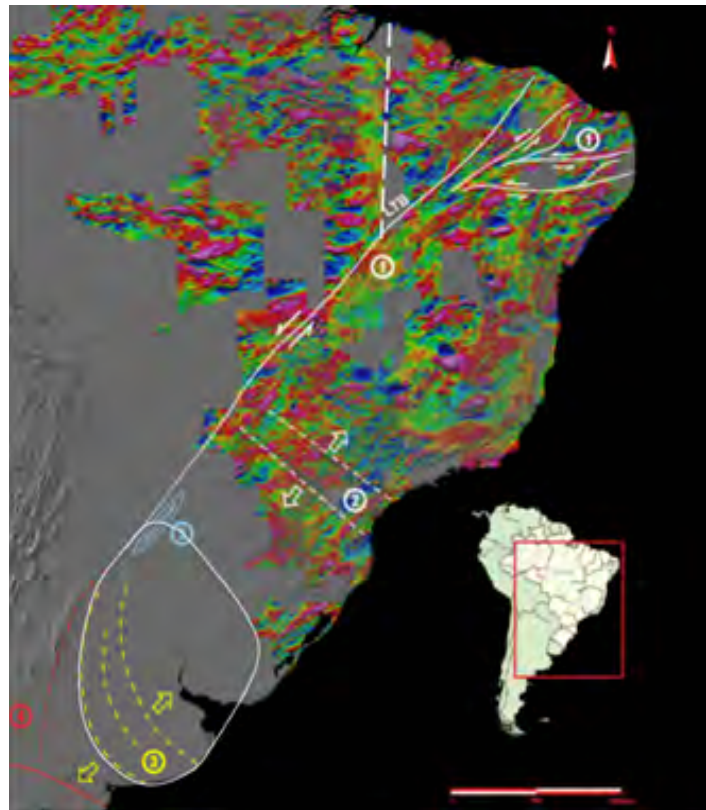
Fig. 1 – Tectonic-sketch geological map of South American continent, with remarks to the Neoproterozoic provinces

Diapositiva 2.



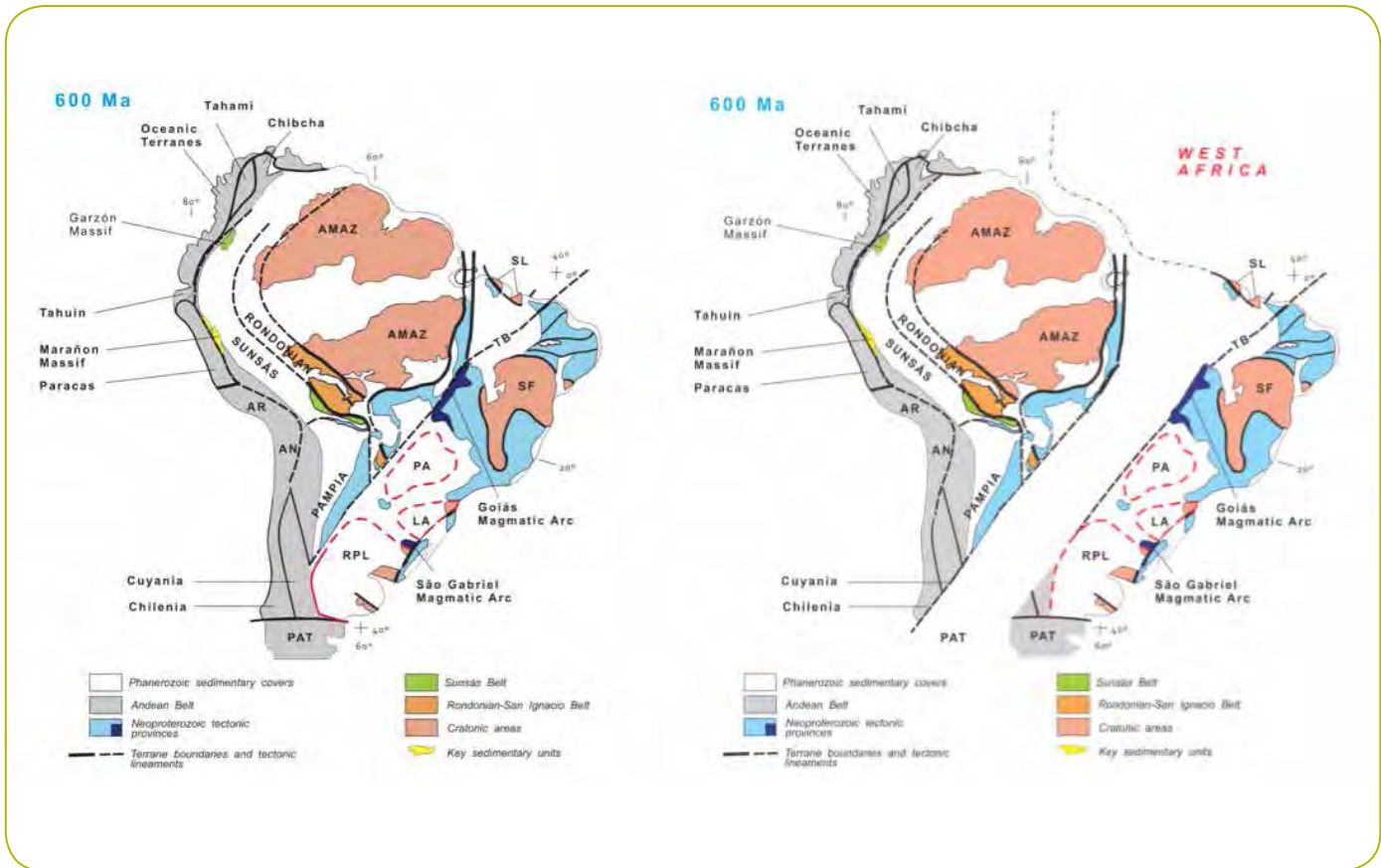
**Tectonic Map of South America 1:5 000 000 (new edition)**

Diapositiva 3.

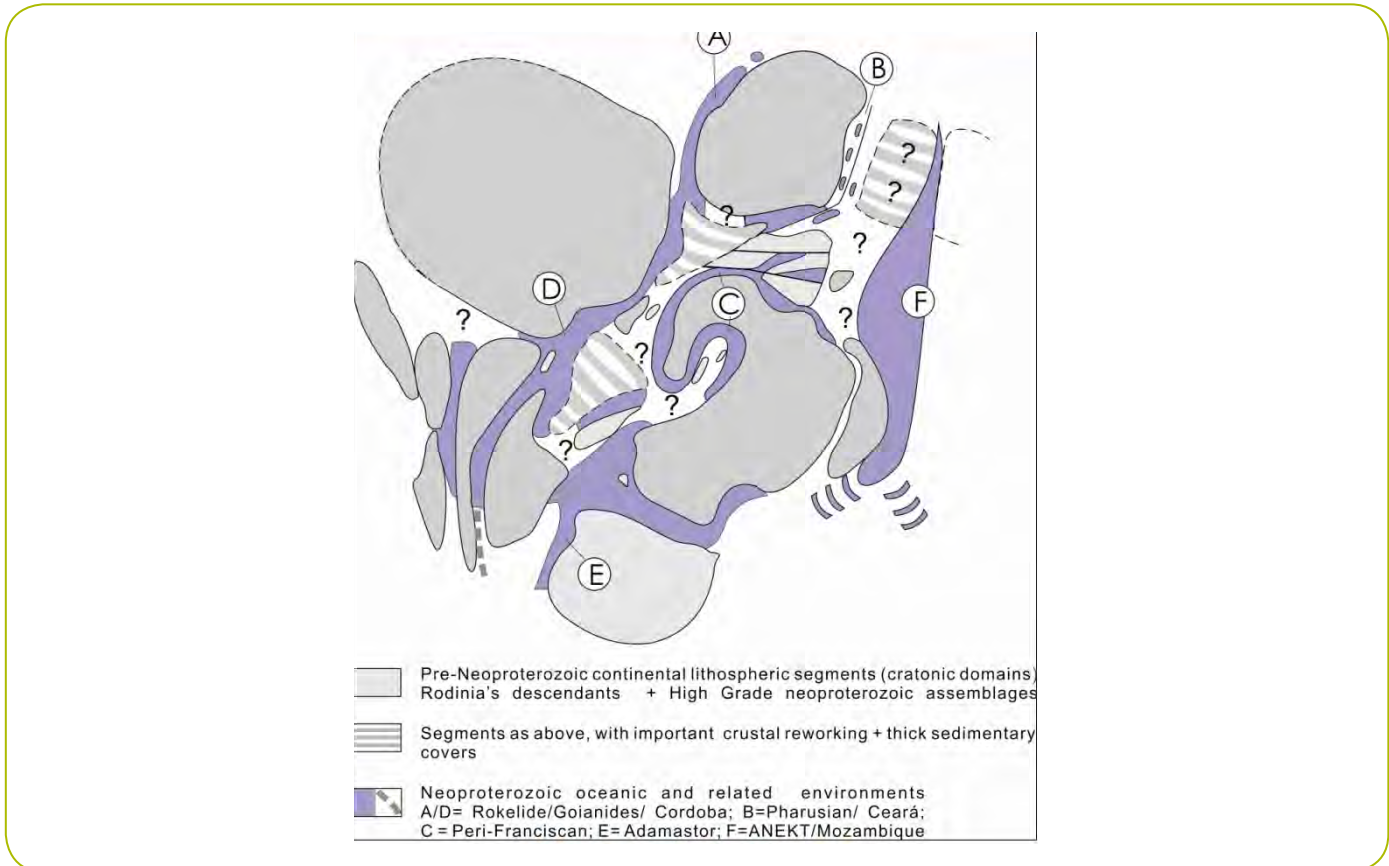


Diapositiva 4.

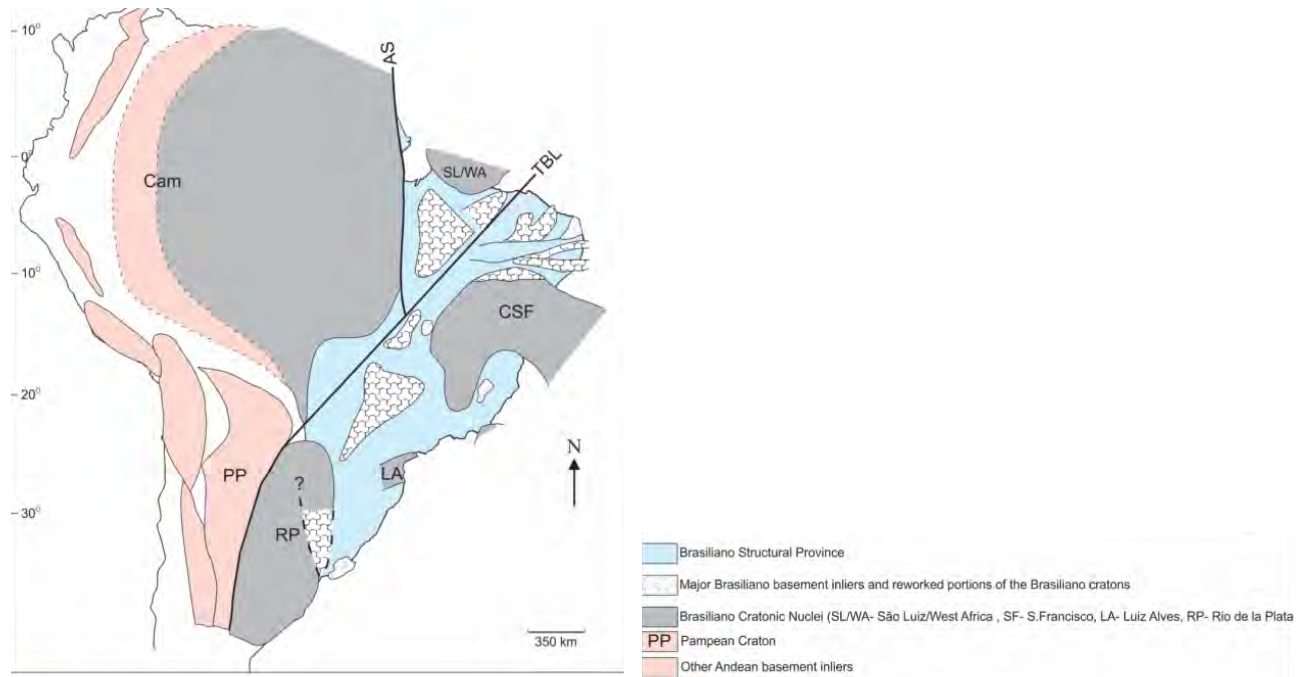




Diapositiva 5.



Diapositiva 6.



Diapositiva 7.

HALF LAURENTIAN	HALF GONDWANAN
<b>AMAZONIAN DOMAIN (Pre-Brasiliano, N-NW)</b>	<b>EXTRA-AMAZONIAN DOMAIN (Brasiliano-Pan African domain)</b>
One of largest fragments of the Rodinia's fission	Presence of many minor fragments of the Rodinia's fission, as "cratons" and "massifs"
Presence of the largest and well preserved Archean cratonic nuclei of the continent	Archean nuclei are relatively small and generally reworked by the circumscribing proterozoic fold belts
Occurrence of mobile belts of all Paleoproterozoic systems, well preserved, with crustal growth younging from NNE to SSW	Paleoproterozoic (mostly Rhyacian and Orosirian) occur in both, basement of the cratonic nuclei and of the Neoproterozoic fold belts, in this last case they are deeply reworked.
Presence of Mesoproterozoic belts from 1.5 Ga onwards, to the W SW of the Paleoproterozoic systems, so showing many possibilities of correlation with those (Grenvillian) of the North American continent	Up to now, mesoproterozoic mobile belts were not rescued. There are indications of magmatism (granitic, mafic- ultramafic, etc) and structural trends from the Mesoproterozoic, all of them reset by the Brasiliano overprint
Cratonic sedimentary sequences (Slossian), from the Neoproterozoic to the end of the Mesoproterozoic	Some Upper Paleoproterozoic and Mesoproterozoic cratonic sequences occur, areas. Part of all these covers were completed deformed during the Neoproterozoic
Evidences of cratonic stability has some times occurred after each orogenic development. Remarks to that of Orosirian age (ca. 1850Ma)- the Roraima plateau-, with an original area over 350.000 km <sup>2</sup> , distributed along 5 different countries	The cratonic nuclei may eventually show evidences of previous tectonic stability in the late Paleoproterozoic. For the Brasiliano structural provinces tectonic stability was only reached in Early Paleozoic times
Preceding the Roraima plateau, there was a widespread development of volcanic-plutonic events (Surumu-Iricoumé-Iriri rock units), occupying an area >1.3 10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> , what can be related to a LIP (Uatuma)	Three different Neoproterozoic structural provinces (with some connections among them) can be discriminated: Borborema, Tocantins, Mantiqueira. They perform complex branching systems of orogens, separated by the cratonic nuclei
Generally, anorogenic plutonism is very common, with ages from late Rhyacian to the Stenian-Tonian boundary. Mostly, this plutonism follows the same general sense of crustal growth of the basement	Some local evidences of pre-neoproterozoic anorogenic plutonism piercing the Paleoproterozoic mobile belts of the basement. All these rocks crop out today as metamorphic units

Diapositiva 8.

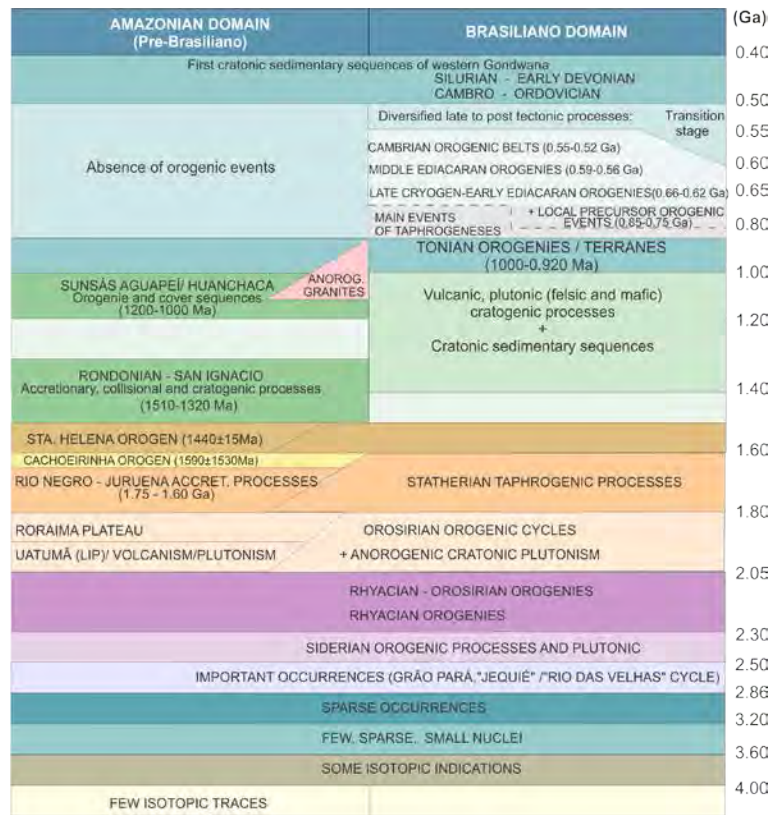
HALF LAURENTIAN	HALF GONDWANAN
Neoproterozoic events do occur, but they are scattered and of subordinate importance: mafic-ultramafic plutonism (630-520Ma), local occurrences of felsic volcanism and plutonism (ca. 600Ma), foreland basins and some foreland tectonic, in the E and SE margin	The Neoproterozoic record is copious and diversified. Sedimentary basins of continental, transitional and marine environments (diamictites, quartzites, limestones, schists etc.). Diversified volcanic-sedimentary sequences. Important granitic plutonism, arc-related and not related to arcs, of different times of the orogenic systems
	Up to five different episodes of plate interaction can be discriminated in the analyses of the structural provinces
Very poor representation/vestiges of the Earlier Paleozoic (Cambrian and Ordovician) processes	Important presence of volcanic-sedimentary sequences from the Late Neoproterozoic (<560Ma) up to the Early Ordovician (ca. 480Ma). These sequences are scattered in different basins, related to foreland and backland domains, and filling transtensional basins of the processes of tectonic extrusion
Paleozoic-Early Triassic Gondwanic sedimentation very well preserved (> 1,200,000 km <sup>2</sup> ) in different sedimentary basins, forming 6 cratonic sequences. These sequences show connections and correlations with others of N Africa and NE South America. The structural features of these sedimentary basins show discrete control from the tectonic trends of its basement	Paleozoic-Early Triassic Gondwanic sedimentation preserved in different basins, of the continental interior (riftes, synclises) and coastal area. Six cratonic sequences can be restored and postulated for these scattered sediments. These sequences present evidences of correlation with those of western part of the African continent. All sedimentary basins uses to present evidences from tectonic heritage from the mosaic-like scheme from the Neoproterozoic basement
To the S-SW of the Amazonian block (Pre-cordillera, Argentina) there are some sedimentary and paleontological records of the development of the Paleozoic Iapetus ocean	
Along the Andean orogenic collage there occurs a series of basement inliers (from NW Venezuela to S Chile). Most of these reworked basement blocks exhibit Stenian (Grenvillian) ages	The structural pattern of the neoproterozoic branching system of orogens exhibit a special remark: the presence of Archean and (mostly) paleoproterozoic basement inliers ("massifs")
The geological timetable and all developed geochronological schemes of tectonic evolution is similar to that one of Laurentia	The geological timetable and all developed geochronological schemes of tectonic evolution is similar to these of the westernmost part of Gondwana

Diapositiva 9.

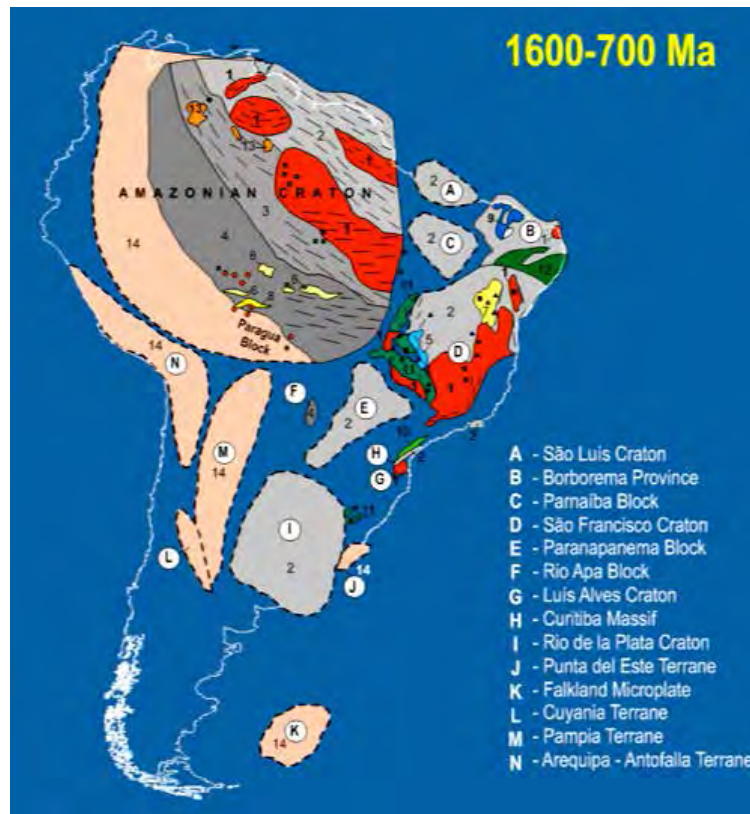
## SYNTHESIS

PRE-BRASILIANO DOMAIN-AMAZONIAN (N-W)	BRASILIANO DOMAIN-EXTRA AMAZONIA (E-SE)
Pre-Neoproterozoic rock units are predominating. Sparse/local occurrences of Neoproterozoic records	Neoproterozoic rock units and structural trends are by far predominating. Pre-tonian rock units and processes are subordinate
Evidences of crustal growth/collage from NE (French Guyana) to SW (Colombia, Andean Chain). Presence of well preserved records of fold belts, from the Early Paleoproterozoic (Siderian) to the Stenian.	All Brasiliano structural provinces exhibit complex framework of branching systems of orogens, with different types of reworked basement inliers of Pre-Neoproterozoic Eras. Lack of Mesoproterozoic fold belts (up to now)
Anorogenic processes (plutonism, sedimentary basins) also exhibit younger ages from N-NE to SW.	Some Mesoproterozoic magmatism - granitic to ultramafic-completely reworked by Brasiliano structures
During the Neoproterozoic periods and processes, this segment behaved as a cratonic domain	The Neoproterozoic structural provinces use to show some development of Wilsonian cycles. Up to five cycles may be referred (from the tonian to the early ordovician)
Large Archean cratonic nuclei (Carajás, Rio Maria, Pakaraima)	Small, cratonic nuclei (partially reworked) are separating the main structural Brasiliano provinces
During the phanerozoic evolution of the Amazonas basin, the basement framework displayed discrete influences in terms of tectonic heritage	Striking evidences of tectonic heritage from brasiliano structural trends during the Phanerozoic. For both, interior and coastal basins.

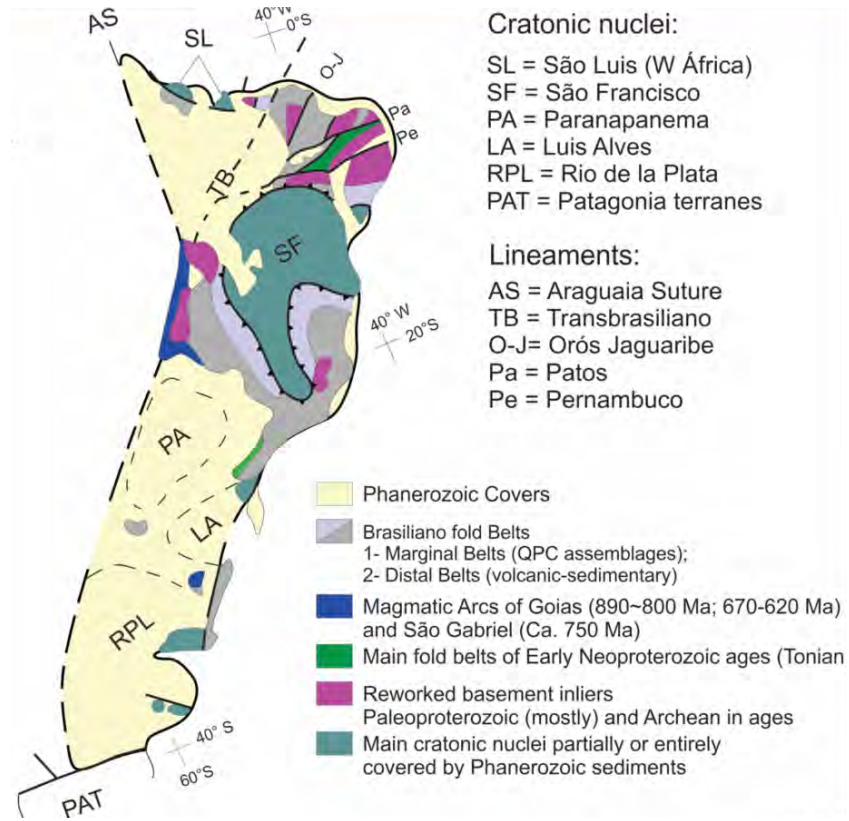
Diapositiva 10.



Diapositiva 11.

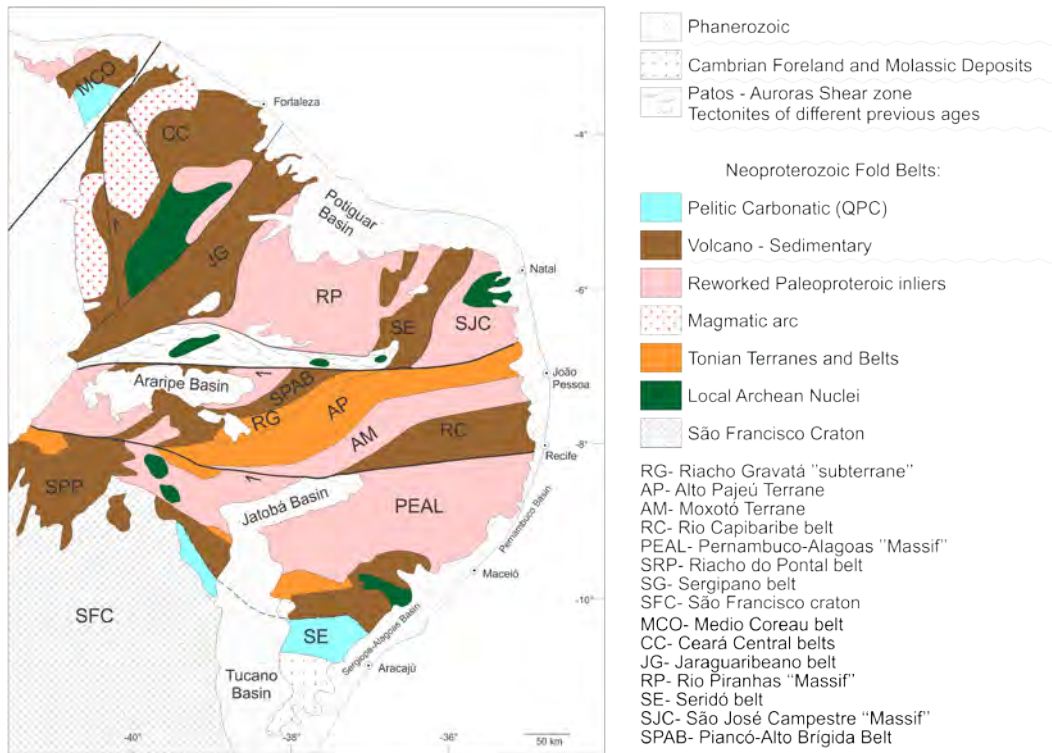


Diapositiva 12.



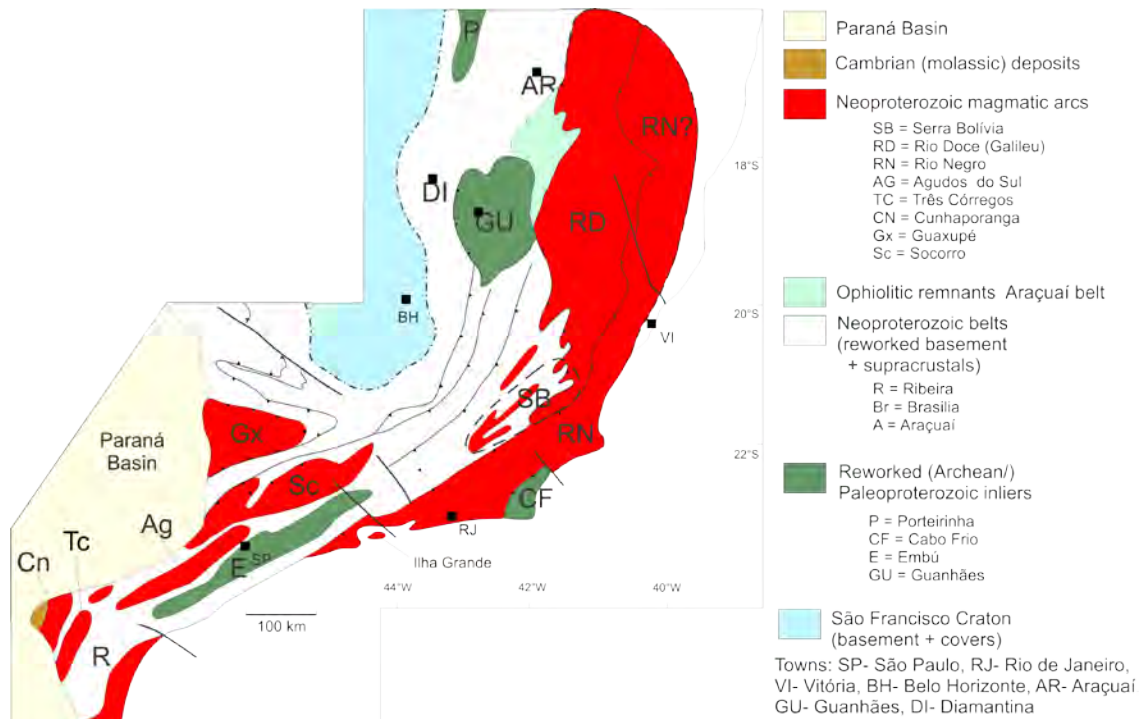
Diapositiva 13.

### BORBOREMA



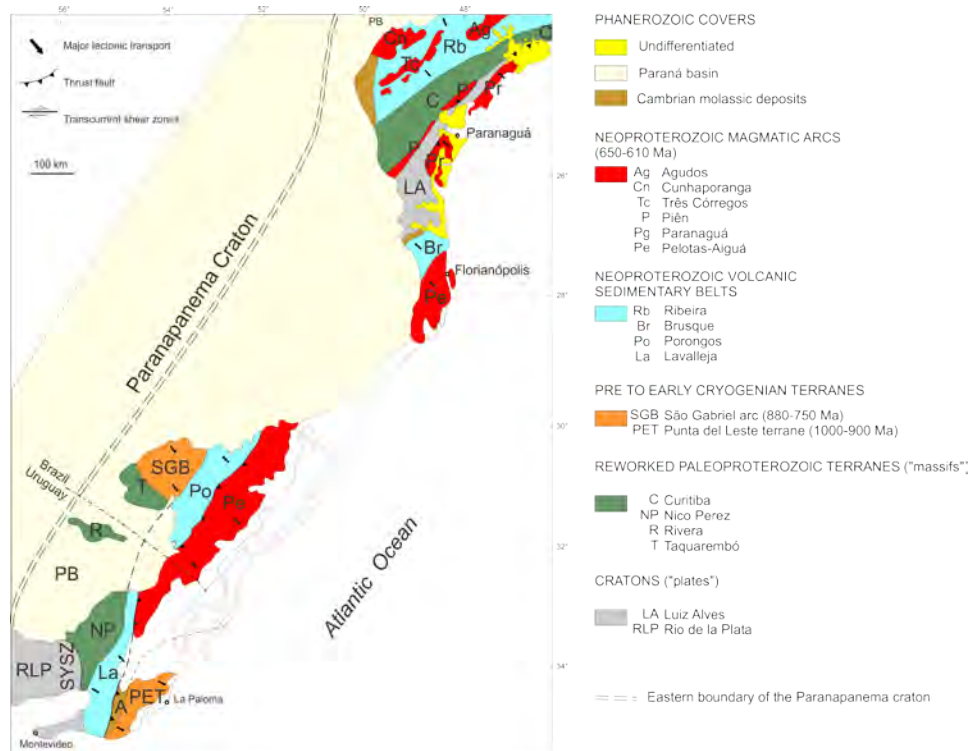
Diapositiva 14.

### MANTIQUEIRA NORTE

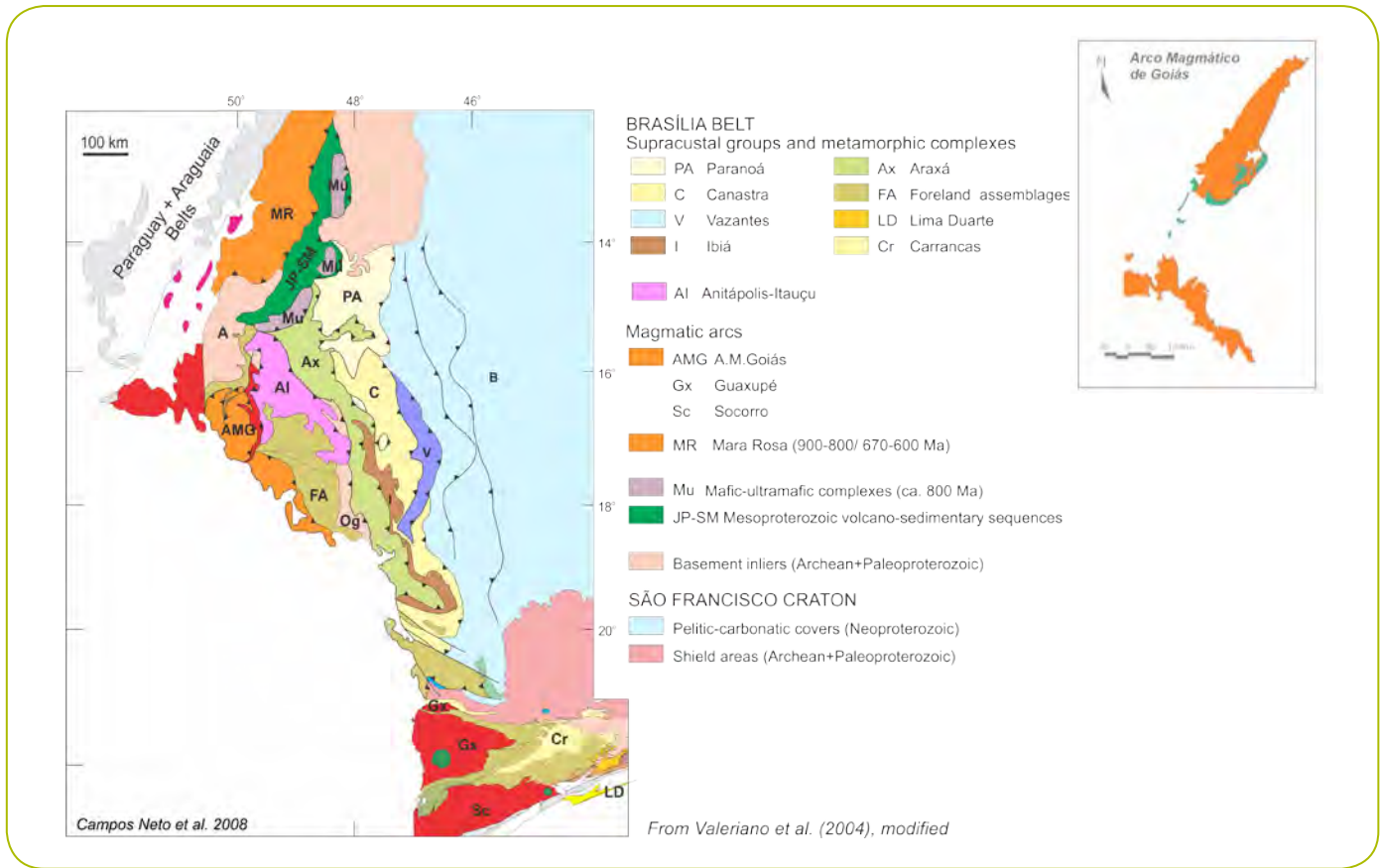


Diapositiva 15.

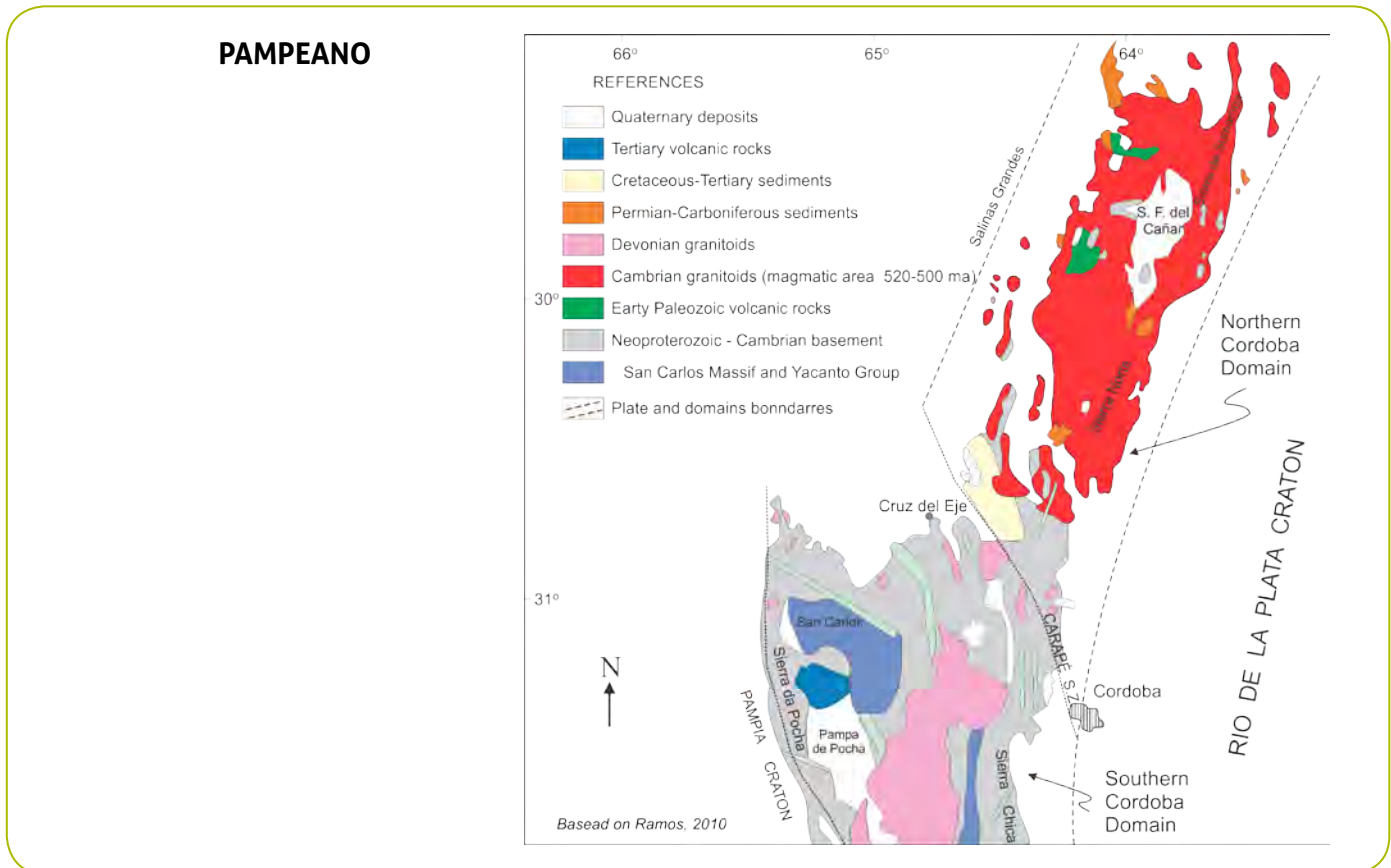
### MANTIQUEIRA SUL



Diapositiva 16.

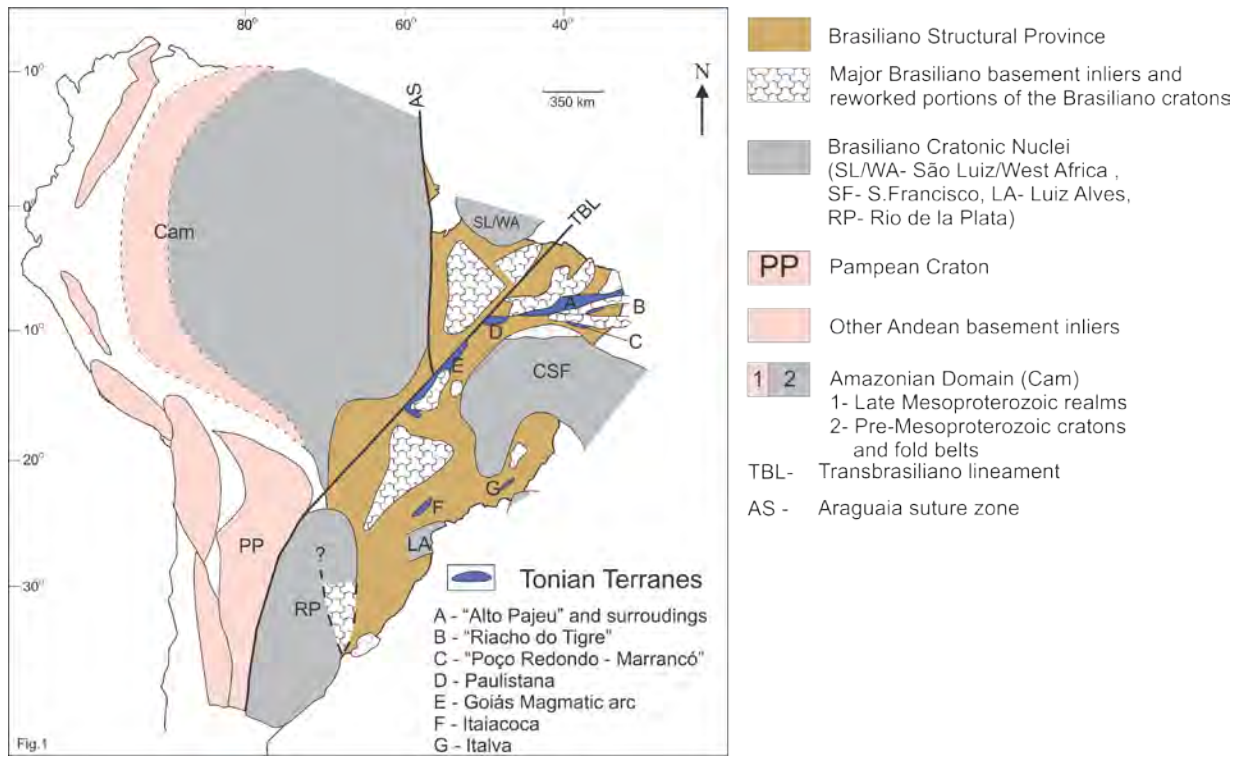


Diapositiva 17.

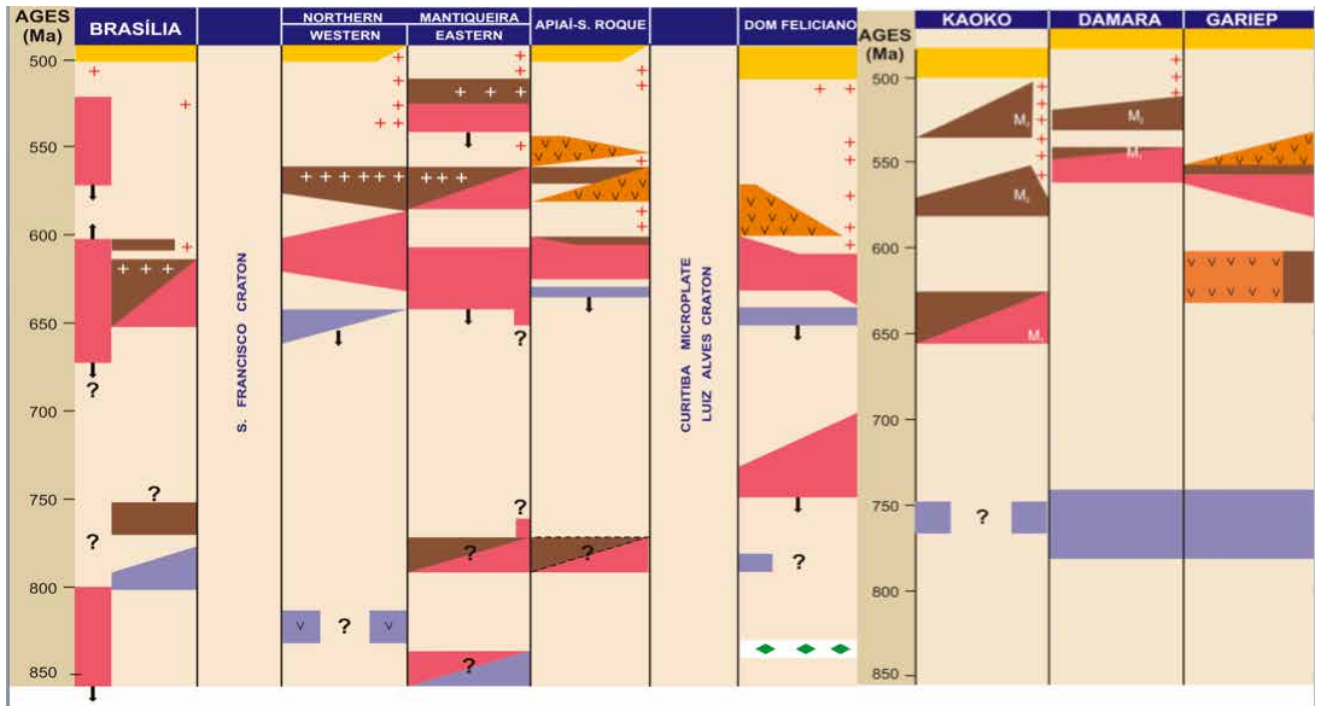


Diapositiva 18.

### TONIAN TERRANES

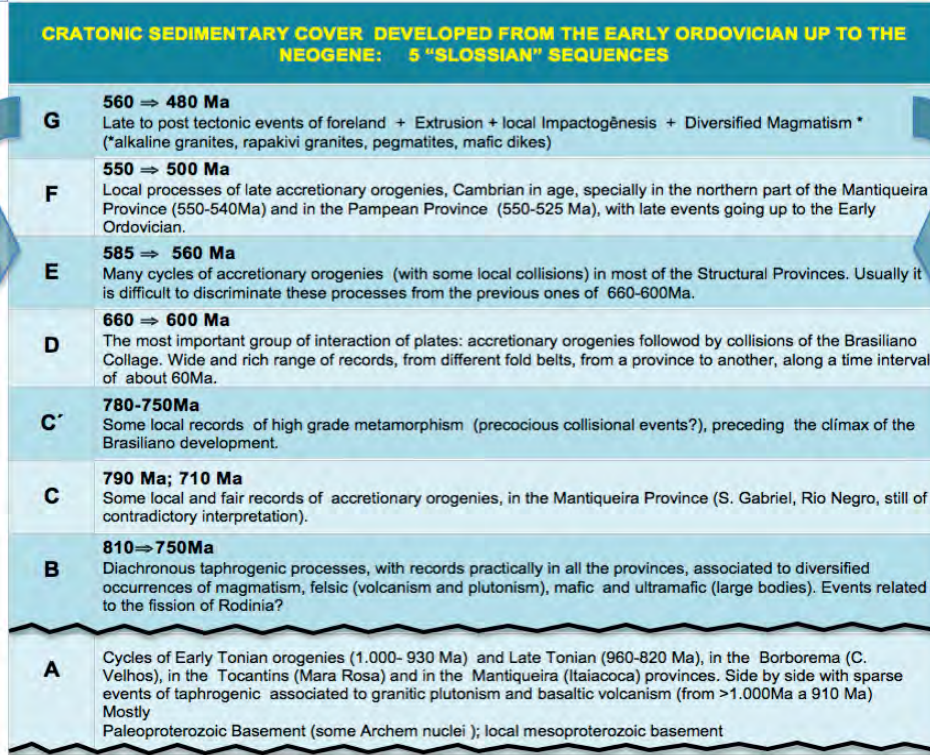


Diapositiva 19.

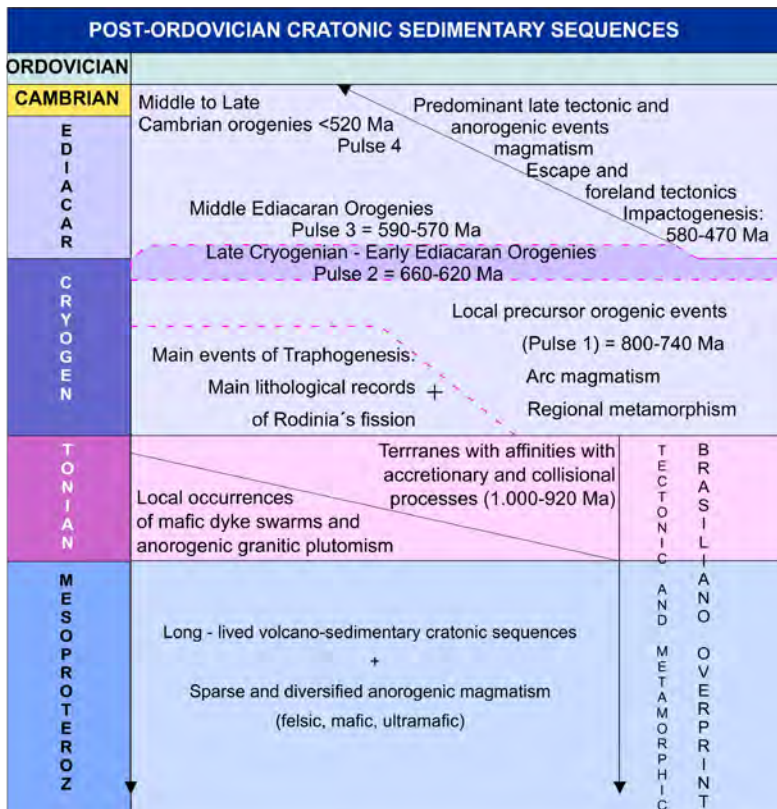


Diapositiva 20.

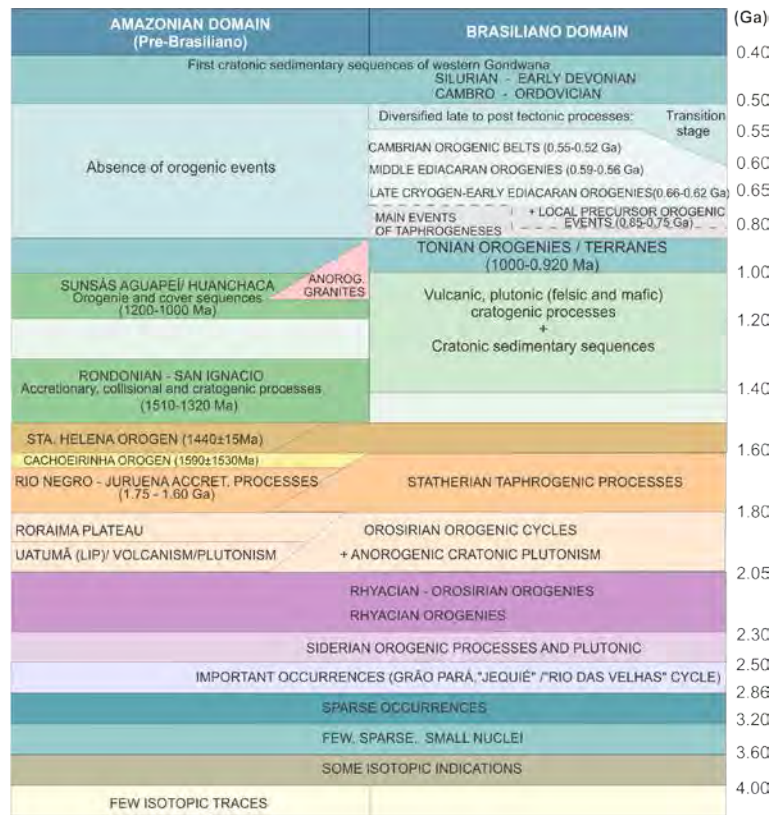




Diapositiva 21.



Diapositiva 22.



Diapositiva 23.

SISTEMAS/PERÍODOS		Frequência estimada	
CAMBRO-ORDOVICIANO	540-480 Ma	+++	
EDIACARANO	580-560 Ma	+++++	FUSÃO BRASILIANA
CRIOGENIANO / EDIACARANO	650-610 Ma	+++++	
EOTONIANO	1000-930 Ma	+++	
ESTENIANO		+++	COLAGEM "GREENVILLIANA"
ECTASIANO		+?	
CALIMINIANO		+?	
ESTATERIANO		+++	TAFROGÊNESE ESTATERIANA
OROSIRIANO		++?	
RHIACIANO	2200-2050 Ma	+++++	COLAGEM PALEOPROTEROZÓICA
SIDERIANO		++	
NEOARQUEANO	2800-2500 Ma	+++	
MESOARQUEANO		++	CÉLULAS MICROCONTINENTAIS ARQUEANAS
PALEOARQUEANO		+ ?	

Diapositiva 24.

**MUCHAS GRACIAS**

**Diapositiva 25.**

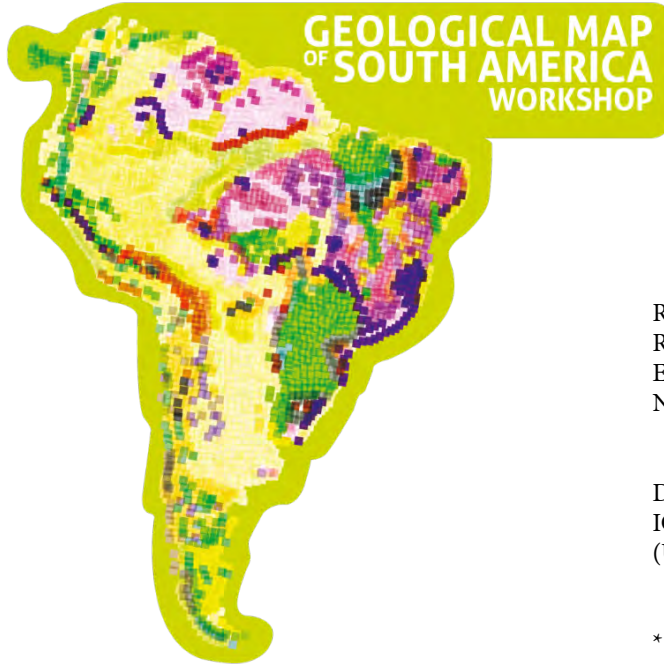
# South America – a key continent on the Gondwana evolution

Rafael  
de ARAÚJO FRAGOSO\*



\* rafael.araujo.fragoso@gmail.com  
Departamento de Geologia  
IGEO-CCMN, Universidade  
Federal do Rio de Janeiro(UFRJ)

## South America – a key continent on the Gondwana evolution



Rafael de Araújo Fragoso\*  
Renata S. Schmitt  
Evânia Alves  
Natasha Stanton

Departamento de Geologia  
IGEO-CCMN, Universidade Federal do Rio de Janeiro  
(UFRJ)

\* Presenting Author's email:  
rafael.araujo.fragoso@gmail.com

Diapositiva 1.



**2013-2017**

**IGCP-628 "The Gondwana Map Project—the geological map and the tectonic evolution of Gondwana"**

R.Schmitt, M. De Wit, Alan Collins, Colin Reeves, Phillippe Rossi, Edison Milani and U. Cordani

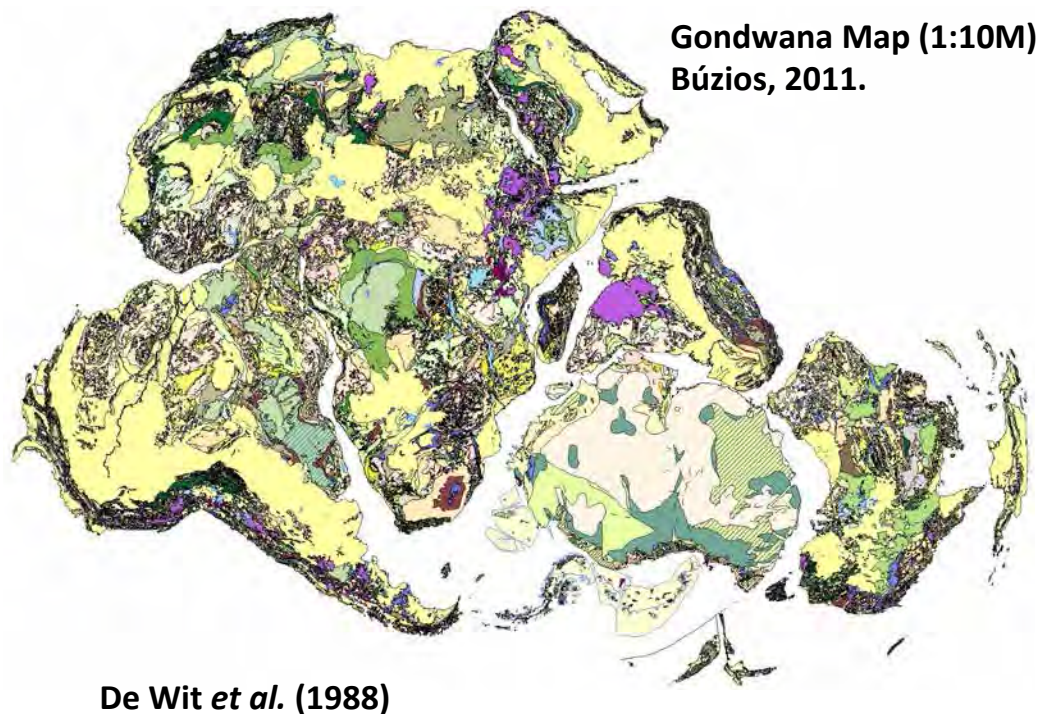


Diapositiva 2.

## SCIENTIFIC AIM

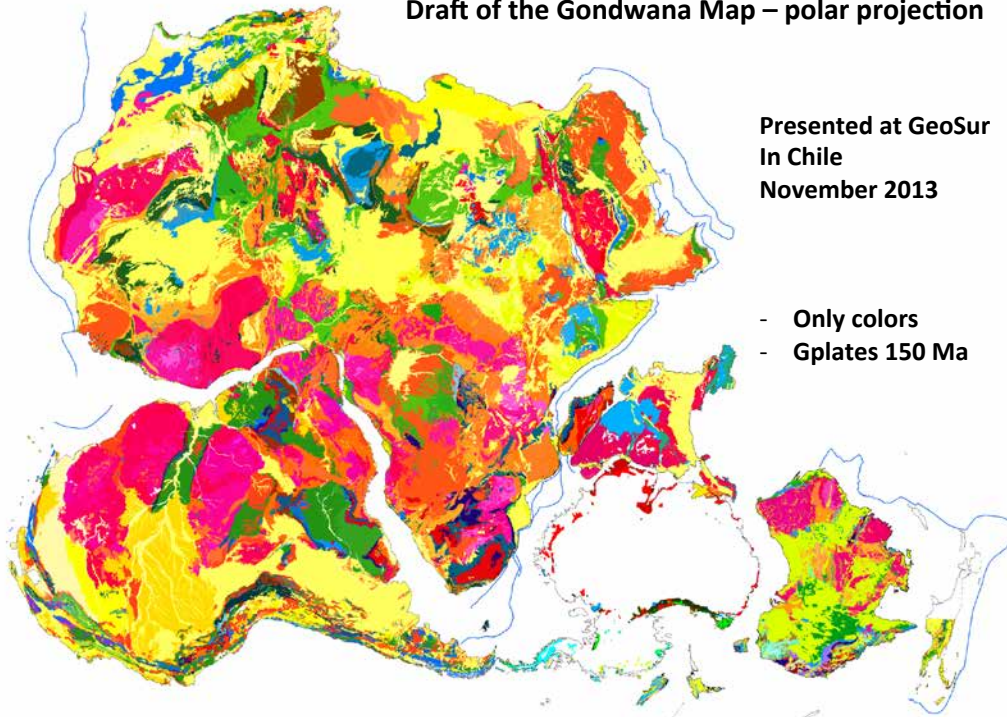
- Rethink Gondwana concept and geological processes. Present a geological map more conceptual of Gondwana and not a map of the present day continents.
- It is a geological exercise, based on models, research and modern concepts.

Diapositiva 3.



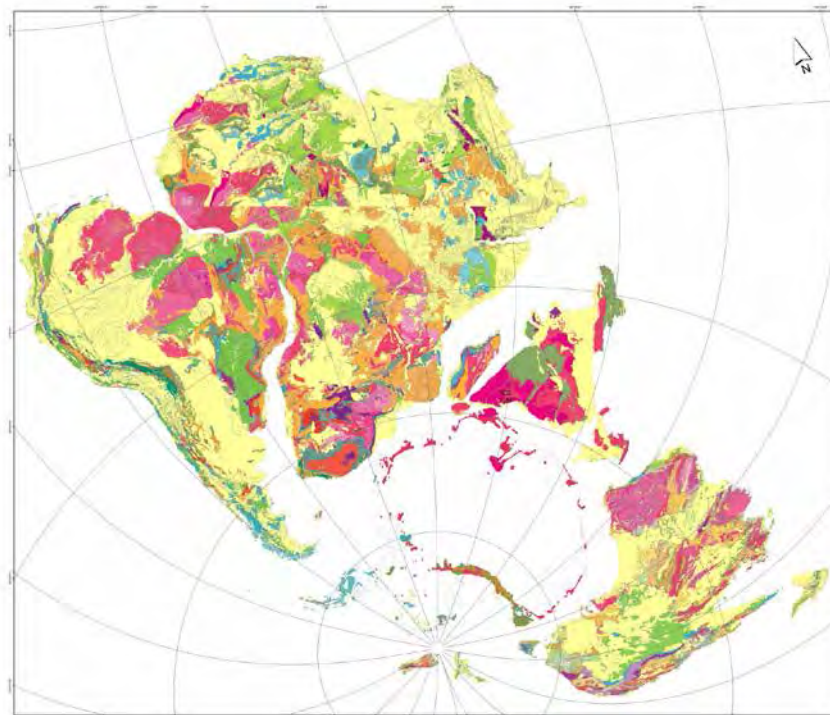
Diapositiva 4.

**Draft of the Gondwana Map – polar projection**

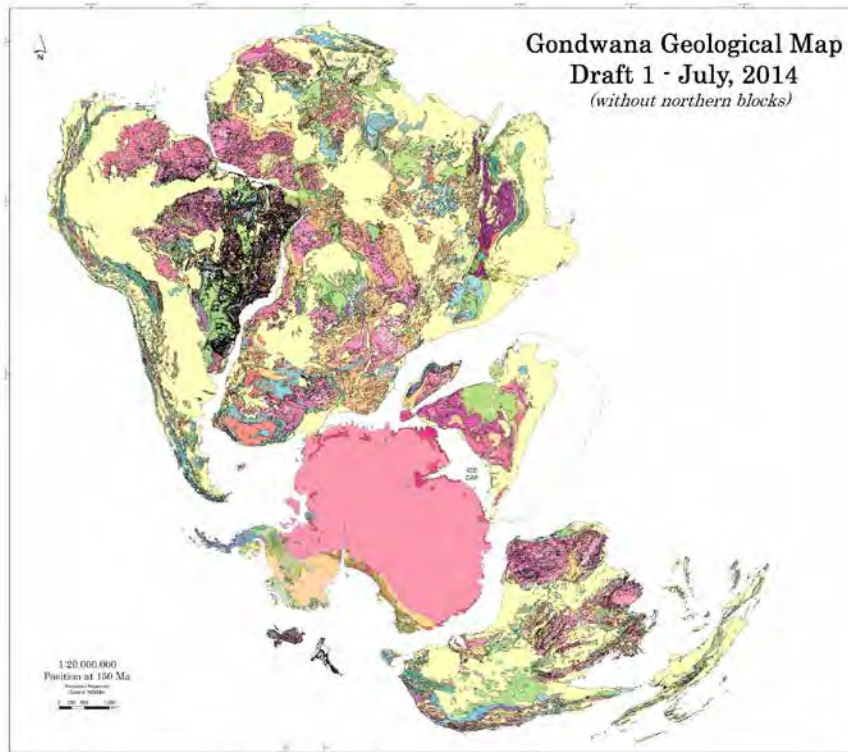


Diapositiva 5.

**Geology layer, but a lot of deformation on the shape file**



Diapositiva 6.



**Gondwana Map  
(1:10M)  
Madrid, 2014.**

Diapositiva 7.

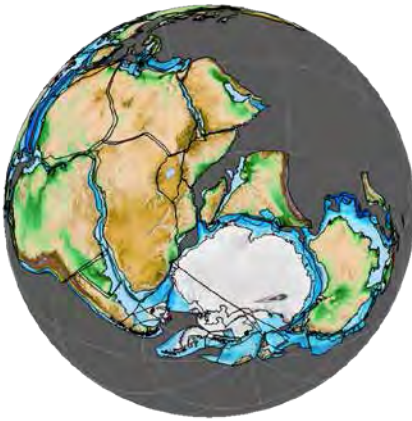
### **BUILDING UP GONDWANA SIX PHASE METHODOLOGY (END 2017)**

1. Image analysis of today's continents;
2. Update geology of all Gondwana fragments, make a unique legend (GIS), correlate geology of conjugated fragments;
3. Determine best COB lines, and hyper extended sectors for actual continental margins
4. Rotate and fit these actual margins to restore a Jurassic Gondwana and its estimated position on the globe
5. Rebuild Jurassic Gondwana: select the best cartographic projection to represent Jurassic Gondwana. Eliminate the geological units younger than Jurassic and infer with geophysics the geology hidden underneath these younger units/cover.
6. REPEAT FOR ALL TIME SLICES – BACK TO THE CAMBRIAN. Gondwana-derived tectonic domains (European/Asian/American) will be brought back to Gondwana.
7. Restore Gondwana margins for each period.

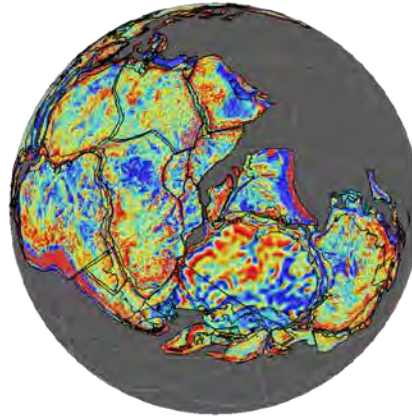
Diapositivas 8, 9 y 10.



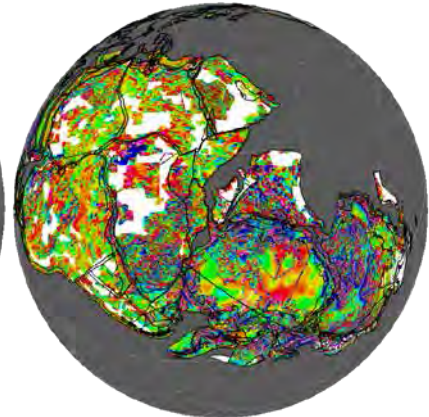
**Phase 1 - Image analyses (recent position) LANDSAT, SRMT, FUSION, GOOGLE EARTH, AEROMAGNETISM. And CARTOGRAPHIC FRAMEWORK**



Topography map of the actual fragments Gondwana-derived, reconstructed at 150 Ma, based on Seton et al. (2012) plate reconstruction using GPLATES. Data source: Etopo1 data from NGDC/NOAA (Amante and Eakins, 2009).



The Free air gravity anomaly map of the actual fragments Gondwana-derived, reconstructed at 150 Ma using GPLATES, generated from the DNSC08 gravity field model. Source of the original data: Danish National Space Centre –DNSC (Andersen et al., 2010).



Magnetic anomaly map of the actual fragments Gondwana-derived, reconstructed at 150 Ma, based on Seton et al. (2012) plate reconstruction using GPLATES .

**Diapositiva 11.**

**Phase 2 - Update the geological maps at scale 1:5.000.000 of all Gondwana continental fragments in GIS – actual position. Legend. Propose a new legend.**

- Compilation of all Geological database available (institutions, scientists, papers, internet, etc.), from scales of 1:25M down to 1:250.000 – GIS (software ArcGis);
- In several regions there was no access to GIS, only paper maps. These maps were scanned and vectorized;
- Comparison of the distinct maps in the same area to select best option;
- Organization of a bibliography database of Gondwana papers (software EndNote);
- GIS Gondwana table coexists with the previous GIS table from the original geological database.
- Geographic coordinates from today
- WGS 84 datum

**Diapositiva 12.**

### Standardization of the tables from different projects

ATTRIBUTES FOR SHAPE GEOLOGY			
ATTRIBUTE	TYPE	SIZE	EXEMPLO
Code	texto	10	T-J
Eon	texto	50	Phanerozoic
Era	texto	50	Mesozoic
Period	texto	50	Cretaceous
Epoch	texto	50	Miocene
Age	texto	50	Albian
Descriptio	texto	50	Triassic-Jurassic
ID_Max	double	10/5	250
ID_Min	double	10/5	145
Rock_Type	texto	100	Sedimentary
Chemistry	texto	20	Acid
Meta_Grade	texto	15	High
Tecto_Event	texto	100	
Reference	texto	255	
Continent	texto	20	Africa

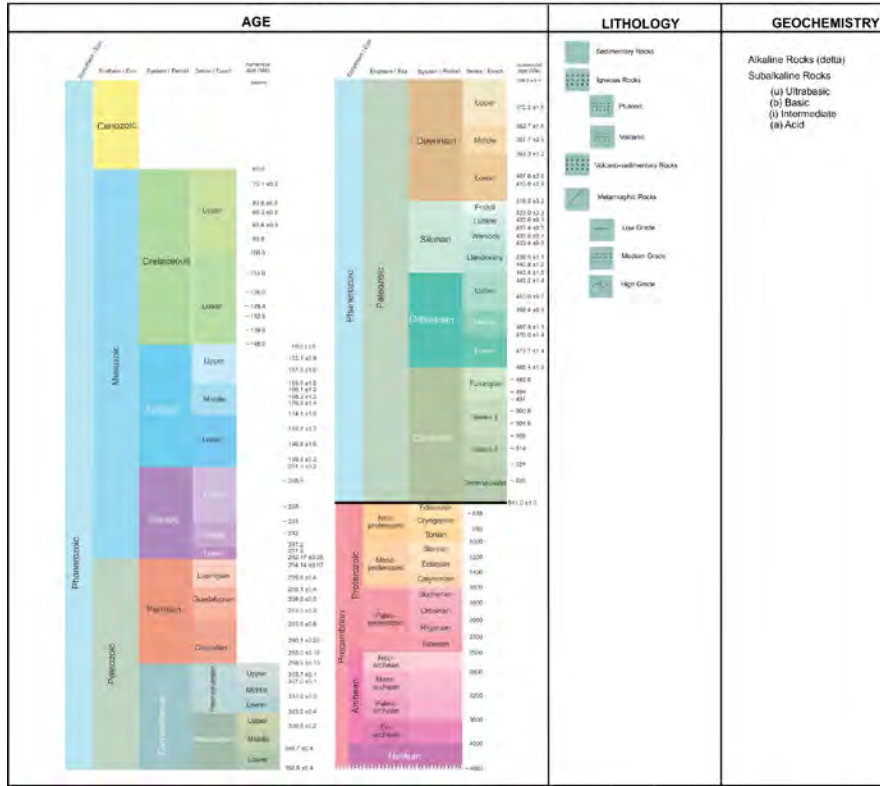
Diapositiva 13.

### Gondwana Legend

- Challenge: make an unique legend for continental landmasses with distinct tectonic evolution. Though same inheritance
- More detail on the Neoproterozoic (1.0 a 0.545 Ga).
- We started with a BASIC LEGEND:
  - Ages represented by color at epoch level maximum.
  - Pattern for igneous, metamorphic, sedimentary and volcano-sedimentary rocks
  - Cenozoic geological units were all gather in a same color.

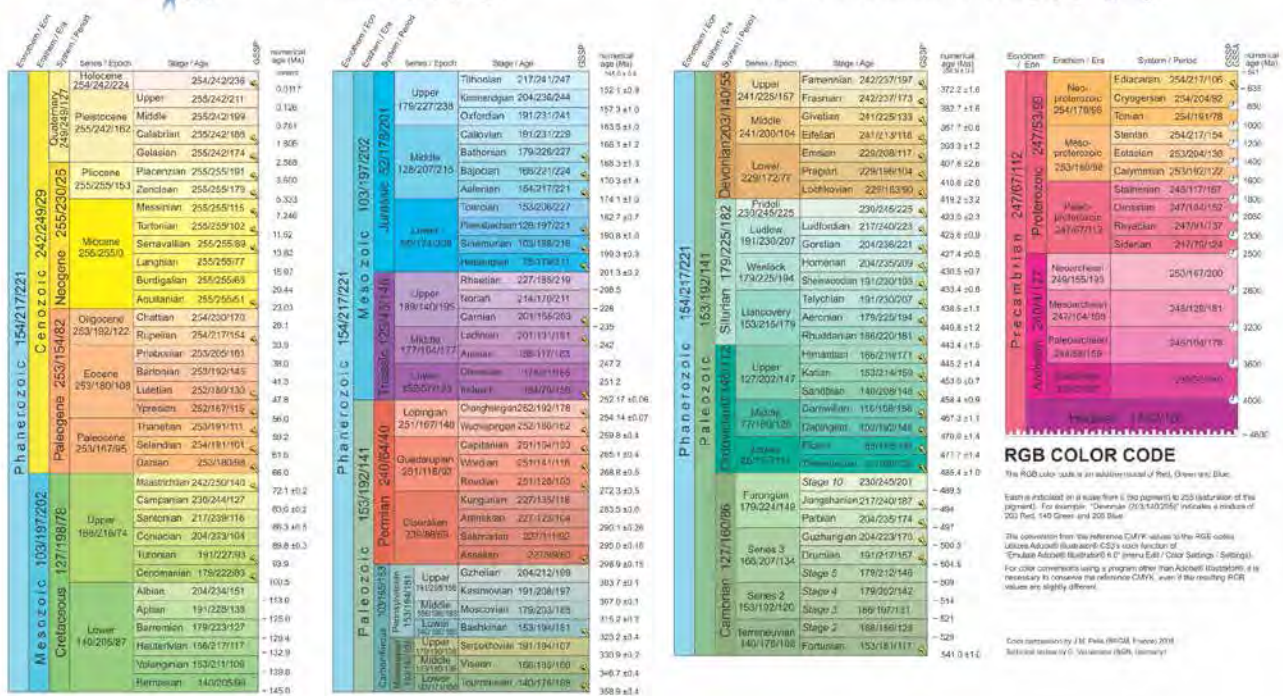
Diapositiva 14.

GONDWANA MAP BASIC LEGEND (DRAFT)



Diapositiva 15.

INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART



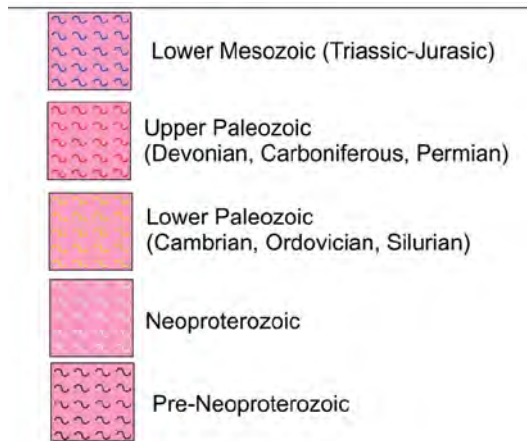
Diapositiva 16.

### Attributes still to be added in legend

- Structures (main shear zones, sutures, faults)
- Proposal on tectonic events (see below)

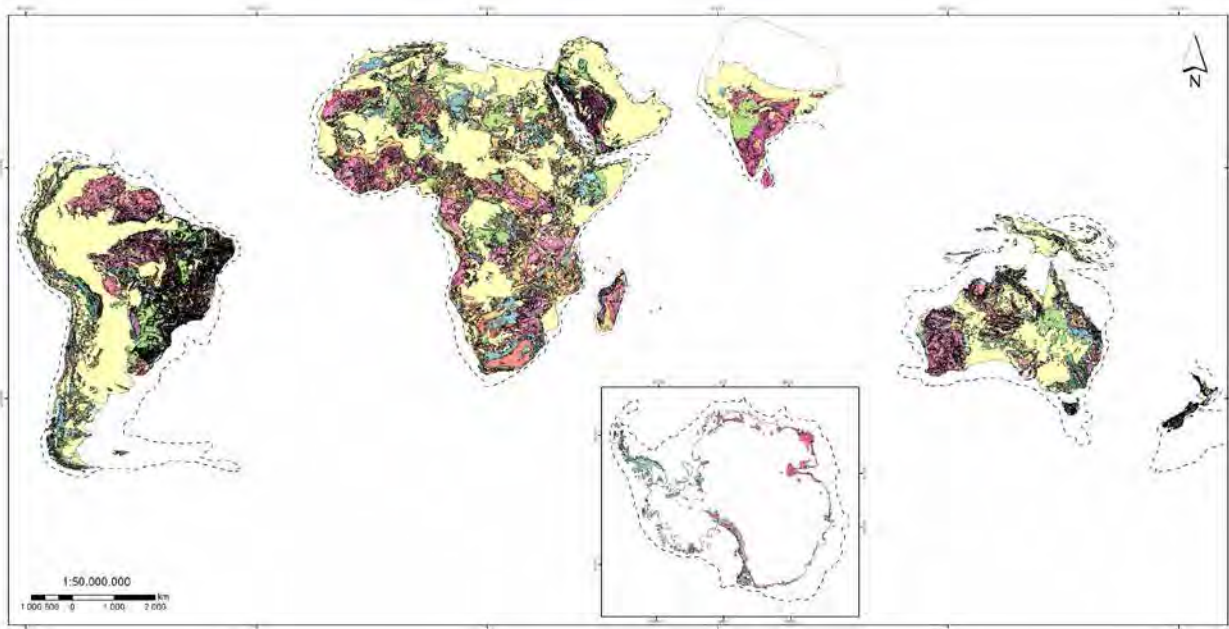
**Example:**

Archean metamorphic rocks reworked in tectonic events from other periods/eras



Diapositiva 17.

### Gondwana Map Building the Geological data base (1:5M) with a common legend for 51% of the actual continents



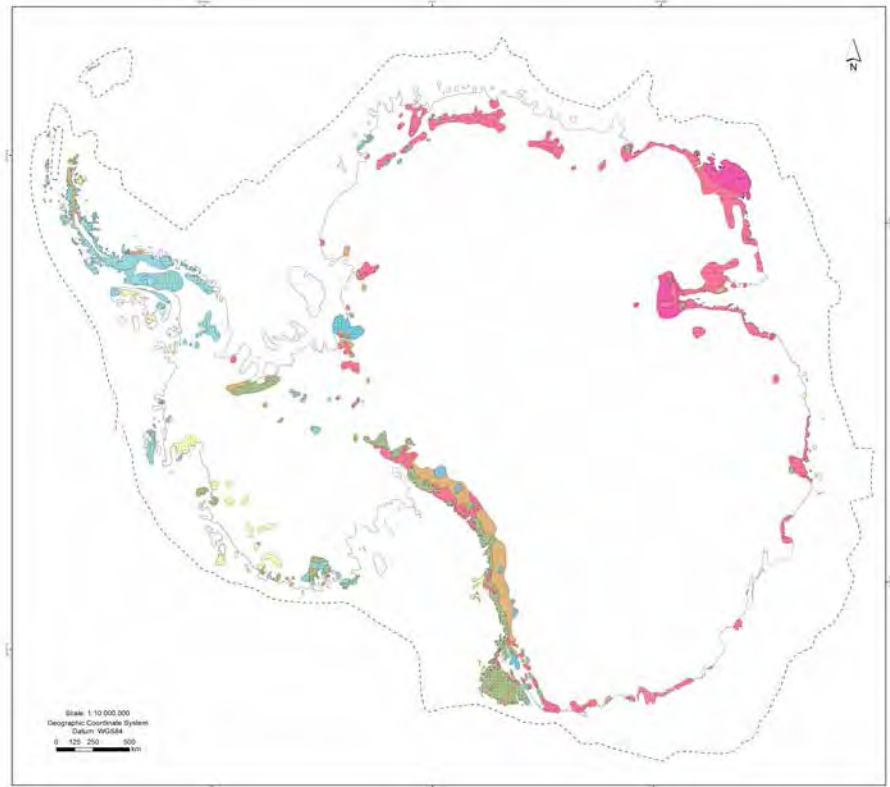
Diapositiva 18.

## ANTARCTICA

Source:  
Tingey, R. J. 1991. Schematic Geological Map of Antarctica. 1:10.000.000. Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics. Department of Primary Industries and Energy. Australia.

**GIS unavailable**

Gondwana legend and COB



Diapositiva 19.

## AFRICA

Geology by country

Harmonization - hard task

**GIS mostly unavailable**



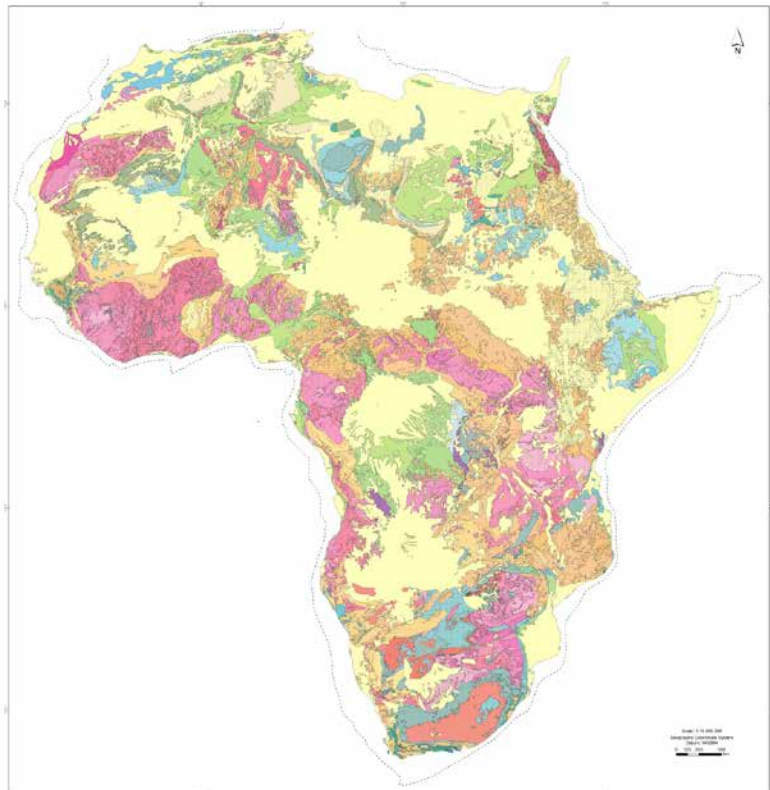
Diapositiva 20.

## Geology by country

- Afolabi A.; Ukeka C.O.; Geological Survey of Nigeria. 1994. Geological map of Nigeria. 1:2.000.000. Geological Survey of Nigeria, Lagos.
- BEICIP. 1987. Geological map of Kenya. 1:1.000.000. Ministry of Energy and Regional Development of Kenya, Nairobi.
- Bloomfield, K. 1966. Geological map of Malawi. 1:1.000.000. Geological Survey Malawi, Zomba.
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1960. Carte géologique de la République du Dahomey. 1:1.000.000. Paris – France.
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1962. Carte Géologique de la République du Sénégal et de la Gambie. 1:500.000. 4 sheets, Dakar.
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1968. République islamique de Mauritanie: Carte Géologique. 1:1.000.000. Paris – France.
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1981. Geological map of the Sudan. 1:2.000.000. Ministry of Mines and Energy, Geol. Miner. Res. Dept., Khartoum.
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1983. Carte géologique de la Guinée. 1:1.000.000. Min. Mines Geol, Conakry.
- Choubert, G.; Faure-muret, A. 1990. Geological Map of Africa. Commission for the Geological Map of the World. 1985-1990.. 1:5.000.000. CCGM/Unesco.
- Council for Geoscience. 1997. Geological map of the Republic of South Africa and the Kingdoms of Lesotho and Swaziland. 1:1.000.000. Council for Geoscience, Pretoria.
- De Carvalho H. 1982. Geologia de Angola. 1 :1.000.000. Lab. Nac. Invest. Cient. Tropical, Lisboa. 4 folhas.
- Desthieux F. 1995. Carte géologique de la République du Congo. 1:1.000.000. Dir. Gén. Mines, Brazzaville.
- Directorate of Overseas Surveys. 1960. Sierra Leone. Geological. 1:1.000.000. Geological Survey of Sierra Leone.
- Geological Survey Department. 1959. Geological map of Tanganyika. 1 : 2.000.000. Dodoma.
- Geological Survey Rhodesia. 1977. Provisional geological map of Rhodesia. 1:1.000.000. Geological Survey Rhodesia, Salisbury. Greigert J.; Pougnet R.; Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1966. République du Niger. Carte géologique. 1:2.000.000. Paris – France.
- Hottin G.; Ouedraogo O.F. 1992. Carte géologique du Burkina Faso. 1:1.000.000. Bureau des Mines et de la Géologie du Burkina, Ouagadougou.
- Girard P.; Kilborn-Tecslut Inc. 1997. République du Mali. Carte géologique. 1:1.500.000. Direction Nationale de la Géologie et des Mines, Bamako.
- Kazmin V. 1973. Geological map of Ethiopia. 1:2.000.000. Geological Survey of Ethiopia, Addis Ababa.
- Lepersonne J.; Musée Royal de l'Afrique Centrale; Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1974. Carte géologique du Zaïre. 1 : 2.000.000. Serv. Géol. Zaïre, Kinshasa. 2 sheets.
- Macdonald R. 1969. Uganda. Geology. 1:1.500.000. Dept. Lands and Surveys, Uganda.
- Martinez-Torrez L.M.; Riaza A. 1996. Geological map of continental Equatorial Guinea. 1:400.000. Asociacion Africanista Manuel Iradier.
- Mbaitoudji M.M.; 1978. Carte géologique du Tchad. 1:2.000.000. Direction des Mines et de la Géologie, N'Djamena.
- Merla G.; Abbate E.; Canuti P. 1973. Carta geologica dell'Etiopia e della Somalia. 1:2.000.000. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Firenze.
- Mestraud J.L.; Bureau de Recherches Géologiques et Minières. 1964. Carte géologique de la République Centrafricaine. 1:1.500.000. Orléans.
- Milesi, J.P.; Feybesse, J.L.; Pinna, P.; Deschamps, Y.; Kampunzu, H.; Muhongo, M.; Lescuyer, J.L.; Le Goff, E.; Delor, C.; Billa, M.; Ralay, F.; Heiny, C. 2004. Géologie et principaux gisements d'Afrique - Carte et SIG à 1:10.000.000. CAG20 - Colloquium of African Geology - 20th - Orléans – France.
- Miller R. McG.; Schalk K.E.L. 1980. South West Africa/Namibia. Geological map. 1:1.000.000. Geol. Surv. Rep. South Africa and South West Africa/Namibia, Pretoria; Windhoek. 4 sheets.
- Oberholzer, W.F. 1976. Republica Popular de Moçambique. Carta geológica. 1:2.000.000. Dir. Serv. Geol. Minas, Maputo.
- Quarshie T.; Braimah T. 1978. Geological and mineral map of Ghana. 1:2.000.000. S.n.
- Radilescu I. 1981. Burundi. Carte géologique. 1 :500.000. Min. Energie Mines, Bujumbura.
- Sikatani C. 1994. Republic of Zambia. Geological and mineral occurrence map. 1:2.000.000. Geol. Surv. Dept. Zambia, Lusaka.
- Tagini B.; SODEMI. 1972. Carte géologique de la Côte d'Ivoire. 1:2.000.000. Abidjan.
- Teixeira, J.E.; Copetao, B.R.P.; Junta de Investigações do Ultramar. 1968. Carta Geológica da Guiné. 1:500.000. Lisboa.
- Theunissen K.; Hanon M.; Fernandez M.; Musée Royal de l'Afrique Centrale. 1991. Carte géologique du Rwanda. 1:2.500.000. Min. Indust. Artisanat, Serv. Géol., Kigali.
- Thomas R.J.; Makanga J.F.; Chevallier L.; Biens P. 2001. Carte géologique de la République gabonaise. 1:1.000.000. Direction Générale des Mines et de la Géologie, Libreville.
- Tysdal R.G.; Thorman C.H. 1983. Geological map of Liberia. 1:1.000.000. U.S. Geological Survey, Liberian Geological Survey. Reston, Monrovia.

Diapositiva 21.

## Gondwana Legend and COB



Diapositiva 22.

## SOUTH AMERICA

**Sources:**

**Geological Map of South America**

(2001) – CPRM 1:5.000.000 – Policonic projection datum SAD-69

**Mineral Resources, Tectonic and geological map of Brazil (2003) – CPRM**

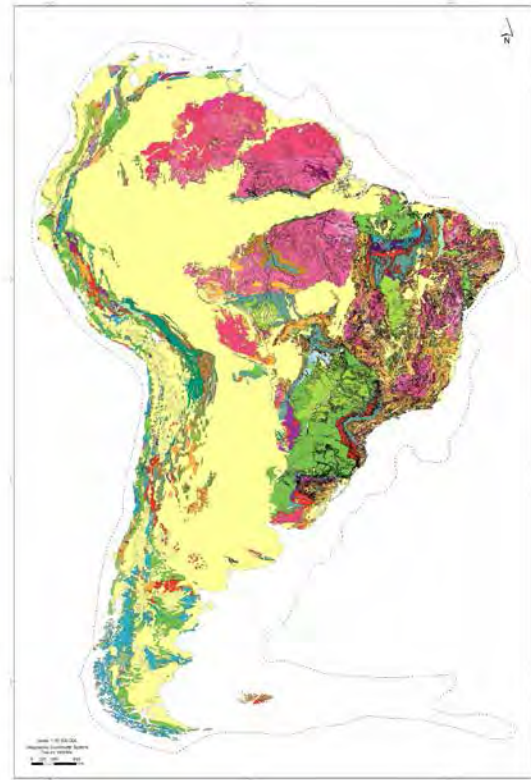
GIS 1:1.000.000 and printed at 2.500.000  
Policonic projection - datum SAD-69

Caminos, R.; González, P. D. 1996. Mapa Geológico de la República Argentina, 1:5.000.000. Subsecretaría de Minería de la Nación. Dirección Nacional del Servicio Geológico.

Gómez, J.; Nivia, A.; Montes, N. E.; Jiménez, D. M.; Tejada, M. L.; Sepúlveda, M. J.; Osorio, J. A.; Gaona, T.; Diederix, H.; Uribe, H. & Mora, M. compiladores. 2007. Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:2.800.000. INGEOMINAS, segunda edición, 2 hojas. Bogotá.

Schobbenhaus, C.; Bellizzia, A. 2001. Mapa Geológico da América do Sul, 1:5.000.000, CGMW - CPRM - DNPM - UNESCO, Brasília.

SERNAGEOMIN, 2003. Mapa Geológico do Chile: versão digital. 1:1.000.000. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Digital, Nº 4. Santiago.

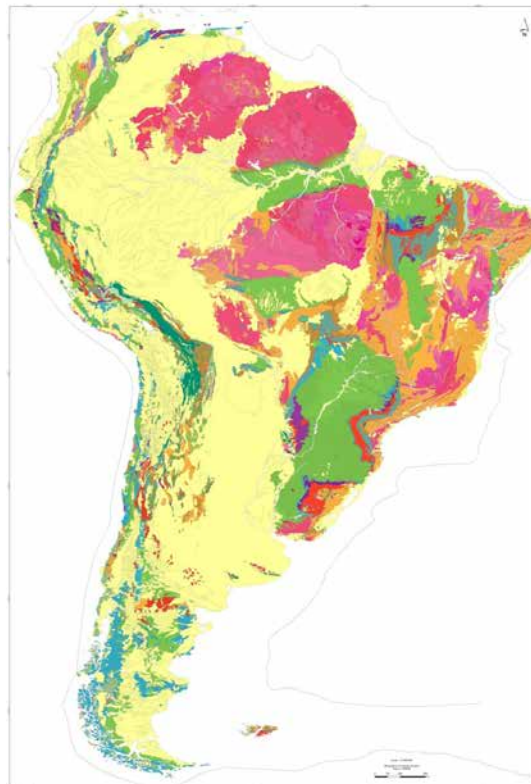


Gondwana Legend and COB

Diapositiva 23.

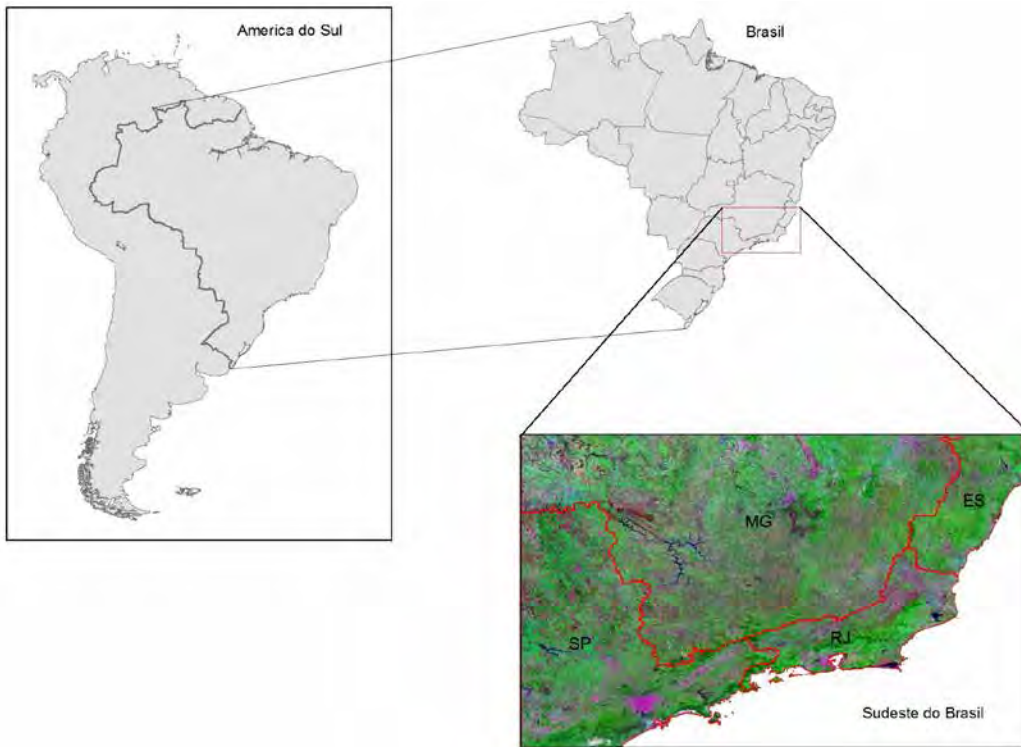
## Gondwana history in South America

- The pre-Neoproterozoic cratons,
- The Neoproterozoic-Paleozoic orogenic belts,
- The Paleozoic-Mesozoic intracratonic basins,
- The Paleozoic-Mesozoic orogenic marginal belts
- The Mesozoic volcanic units.



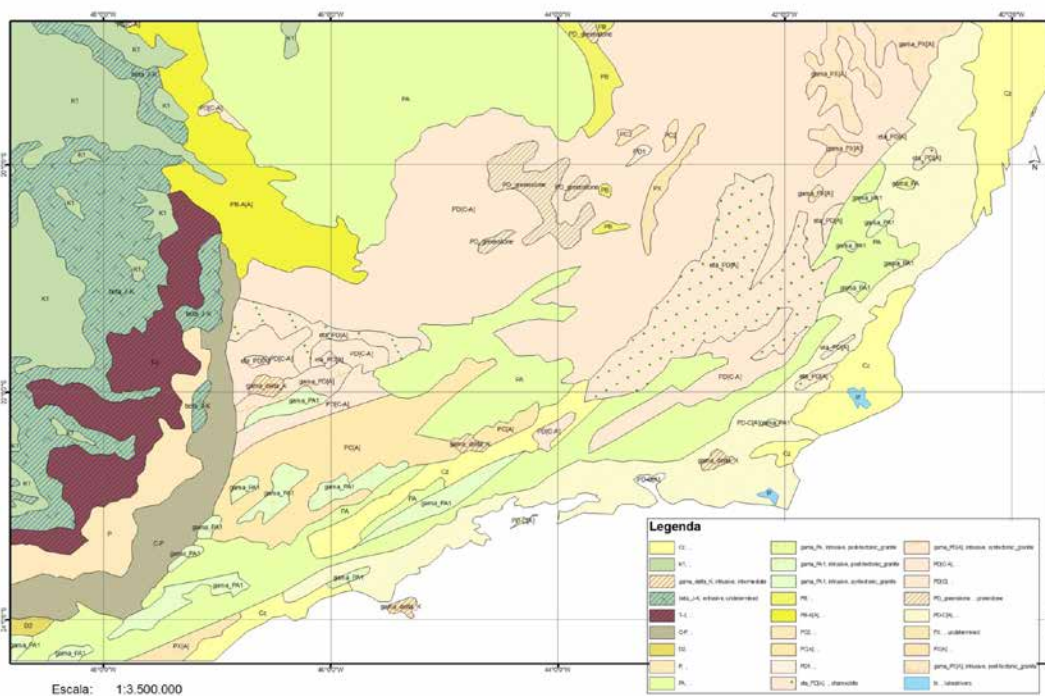
Diapositiva 24.

**Key-area to verify how updated will be the new Gondwana map: southeast Brazil**



Diapositiva 25.

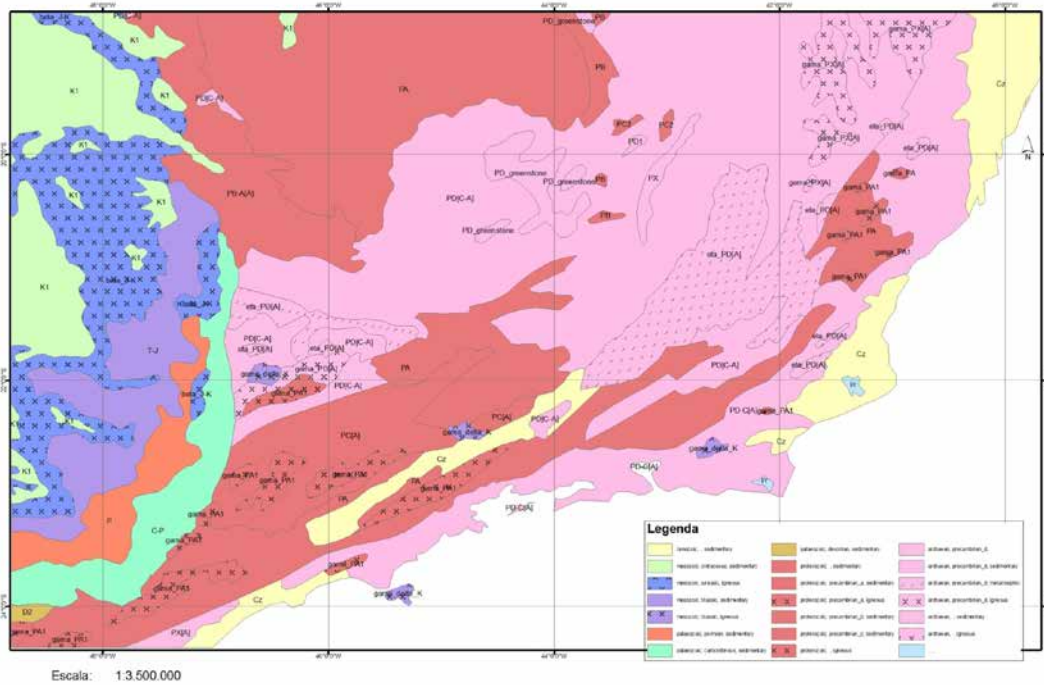
**Geological Map – De Wit et al. (1988) with its original legend**



Diapositiva 26.

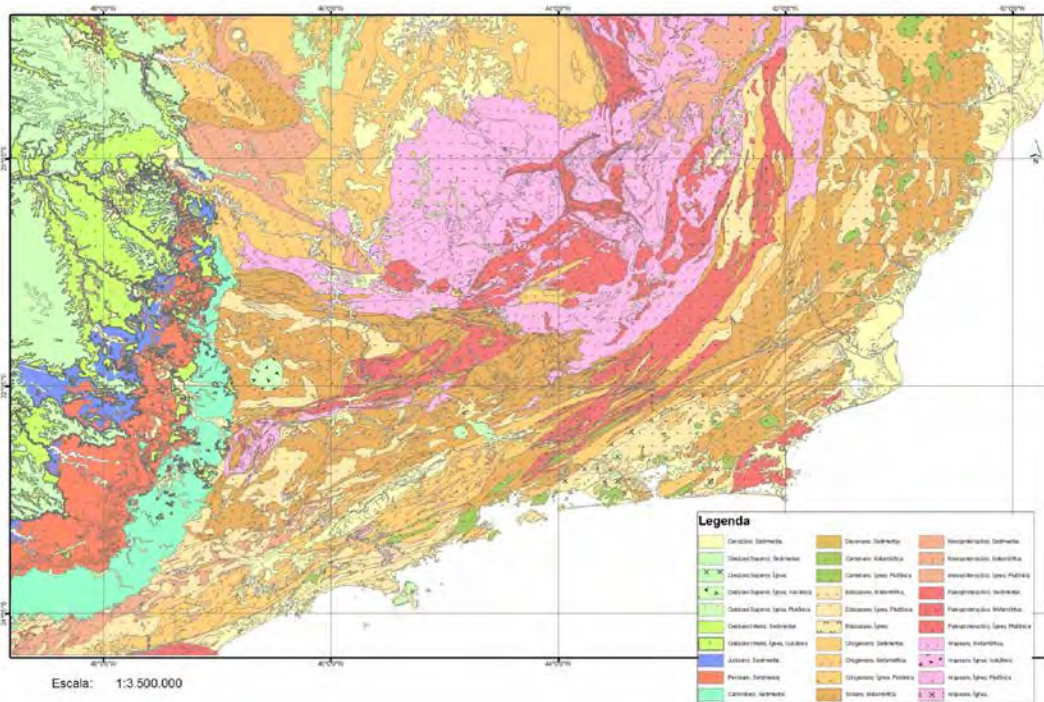


### Geological Map – de Wit (1988) (NEW GONDWANA LEGEND)



Diapositiva 27.

### NEW GONDWANA MAP - Geological Map – GisBrasil(2003) – Gondwana legend



Diapositiva 28.



**Phase 3 - Determine best COB lines, and hyper extended sectors for actual continental margins.**

Using softwares (GPLATES, PLACA , EARTH WORKS, ETC).

These actions will help on preparing the best fit for the Gondwana fragments.

In addition, the actual submerged continental portions will be estimated, correlating the conjugate margins. This correlation and the geophysical data from offshore will help to fill in the gaps between the Gondwana fragments.

Diapositiva 31.

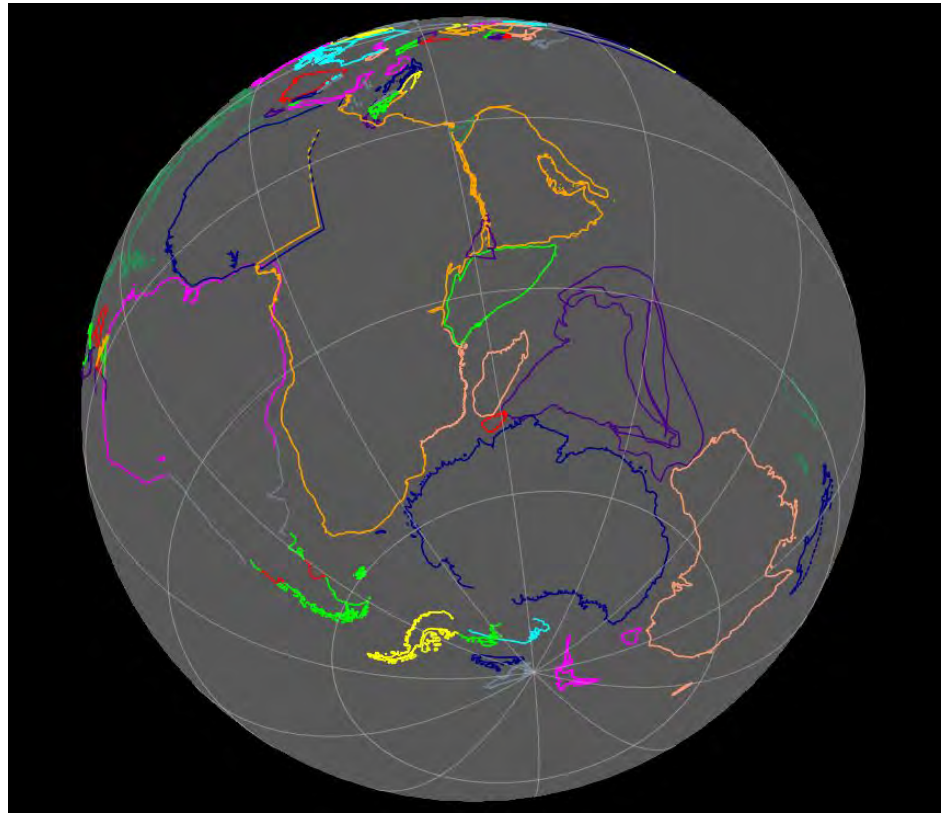
**Phase 4 - Rotate and fit these actual margins to restore a Jurassic Gondwana in its estimated position on the globe.  
Paleomagnetic reconstruction.**

Diapositiva 32.

The first pre-draft – rotation and fit to 150 Ma on Gplates

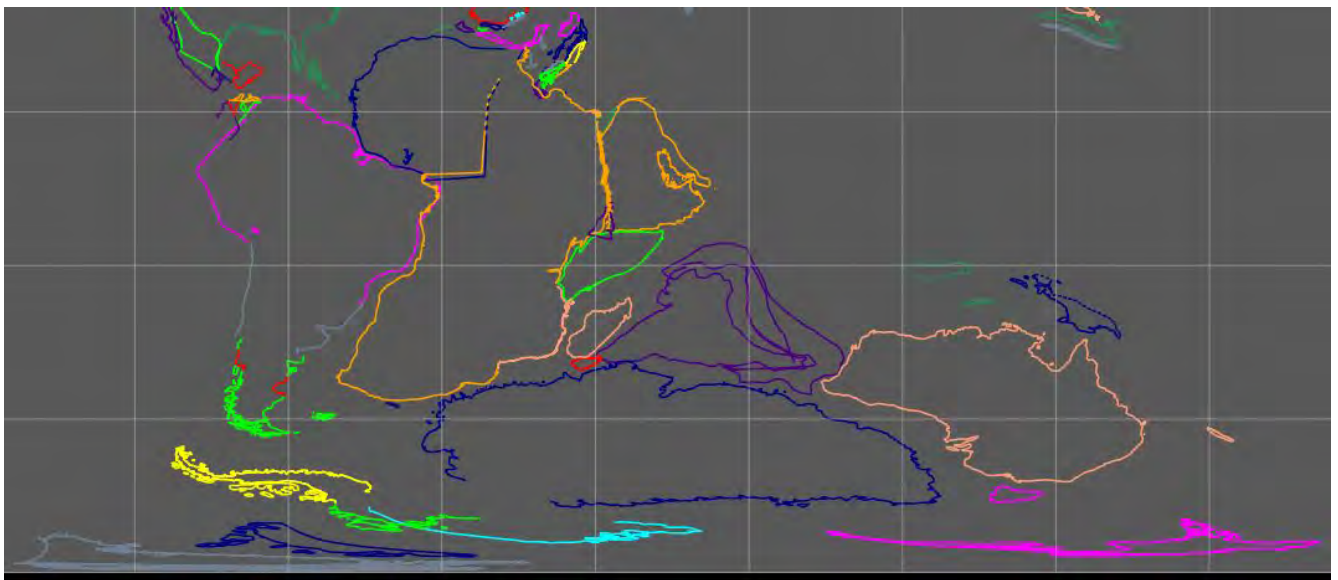
First draft  
Paris  
2014

Gplates – reconstruction at 150 Ma



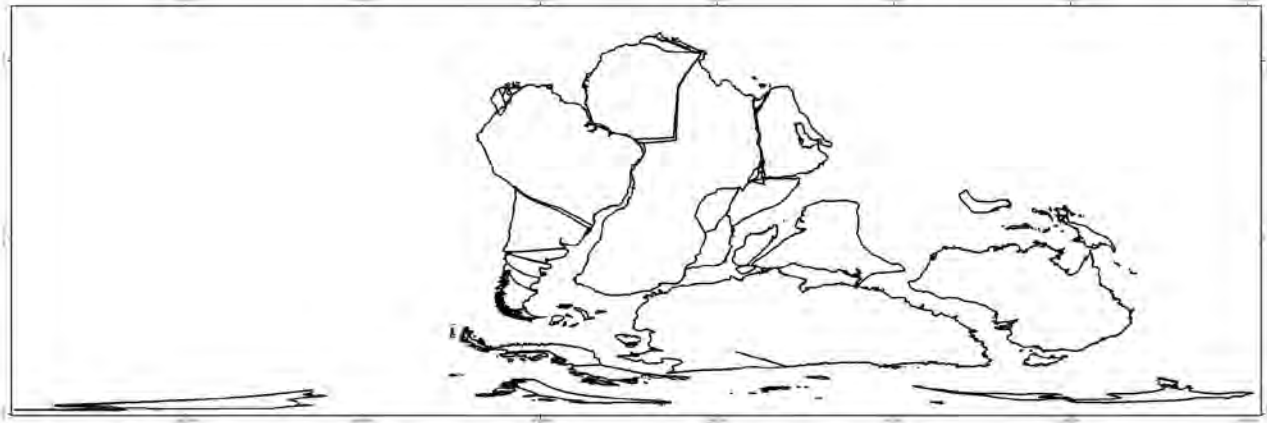
Diapositiva 33.

### Gplates scenario in 2D – exported to ArcGIS



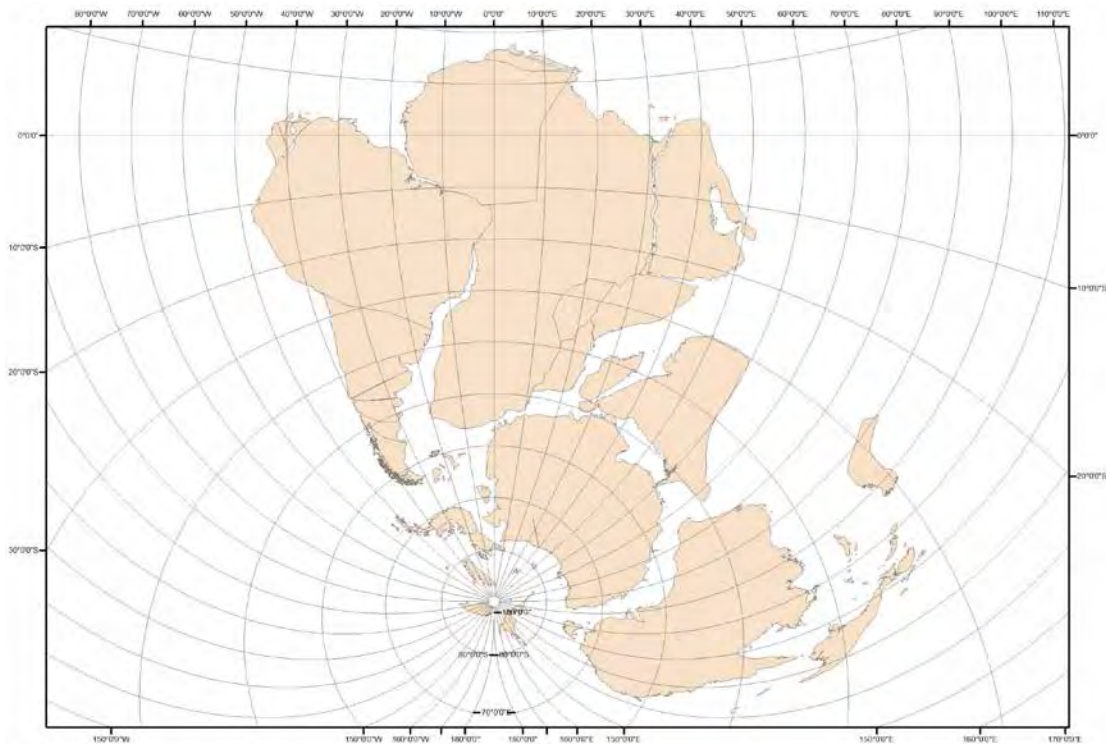
Diapositiva 34.

**ArcGIS imported.**



Diapositiva 35.

**ArcGis imported – applied policonic projection**



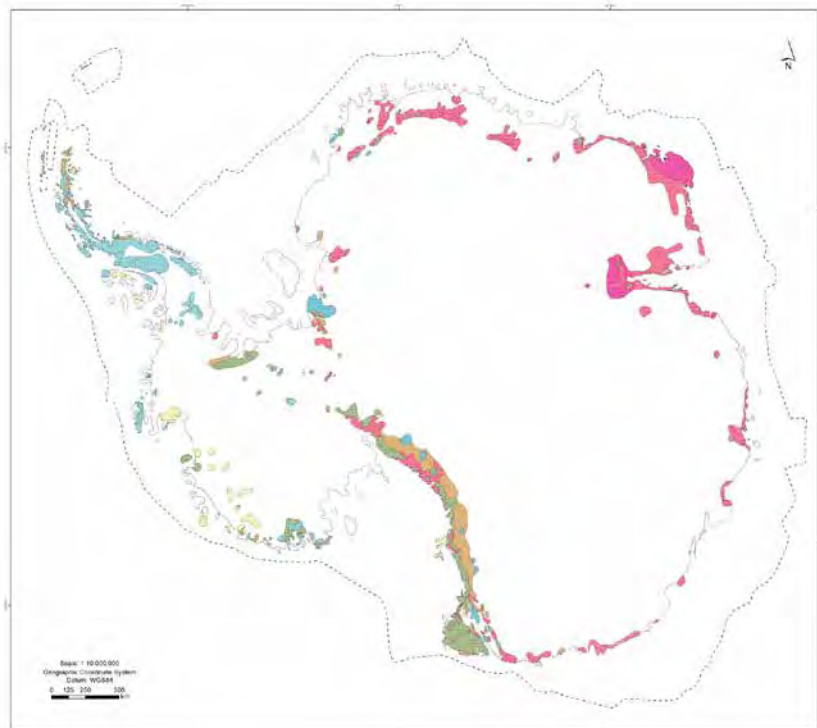
Diapositiva 36.

## Phase 5 Rebuilding the Jurassic Gondwana

- Select the best cartographic projection to represent Jurassic Gondwana.
- Eliminate the geological units younger than Jurassic and infer with geophysics the geology hidden underneath these younger units/cover.

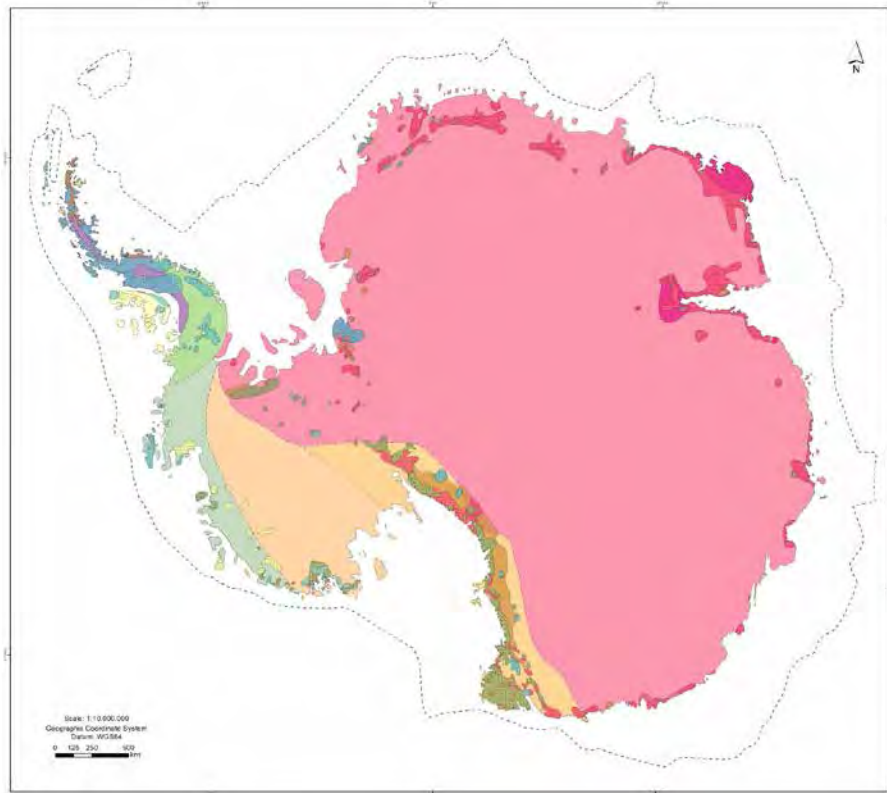
Diapositiva 37.

## Antarctica with the Ice Cap



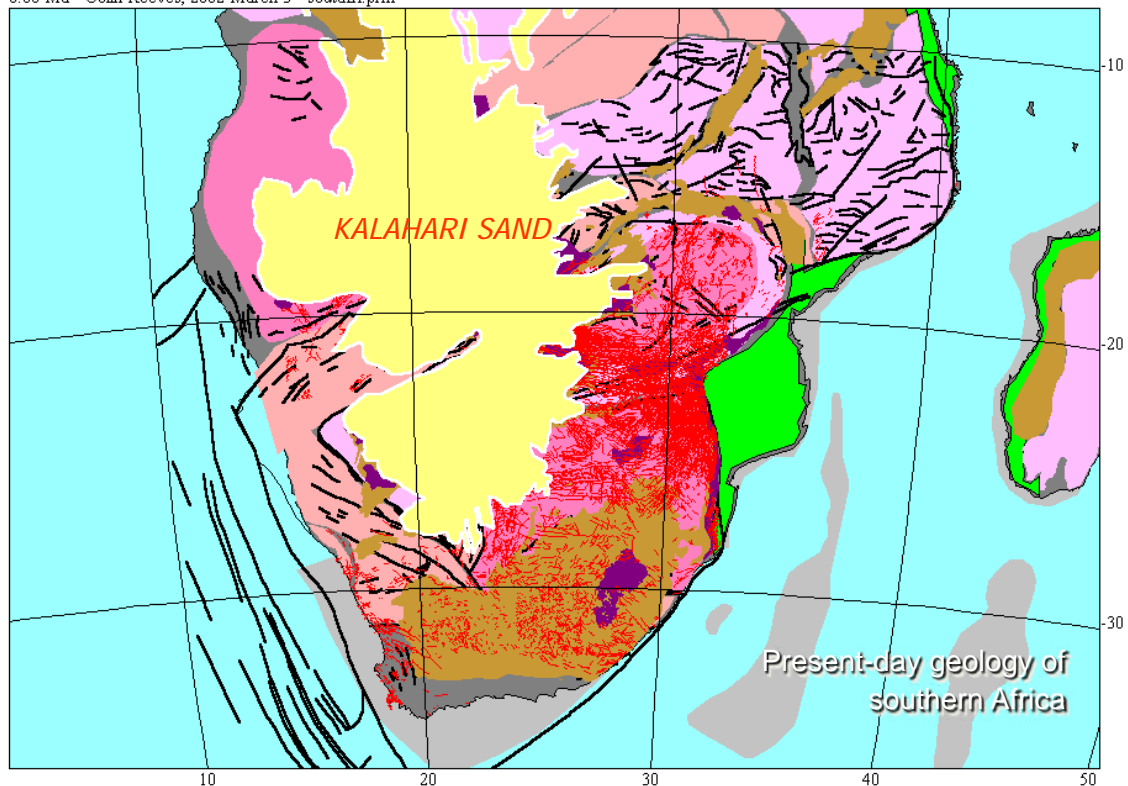
Diapositiva 38.

Antarctica without the Ice Cap (inferred from Tectonic Map of Antarctica - 2012-CGMW)



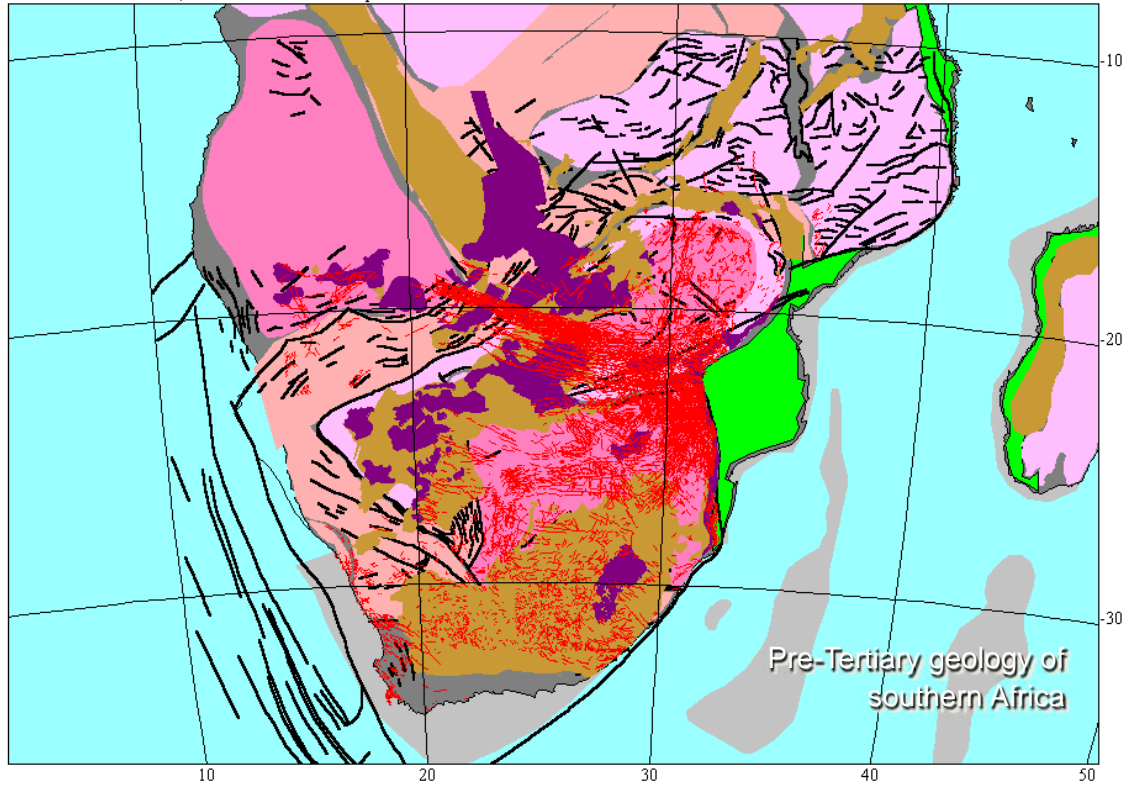
Diapositiva 39.

0.00 Ma - Colin Reeves, 2002 March 3 - soutafri.prm



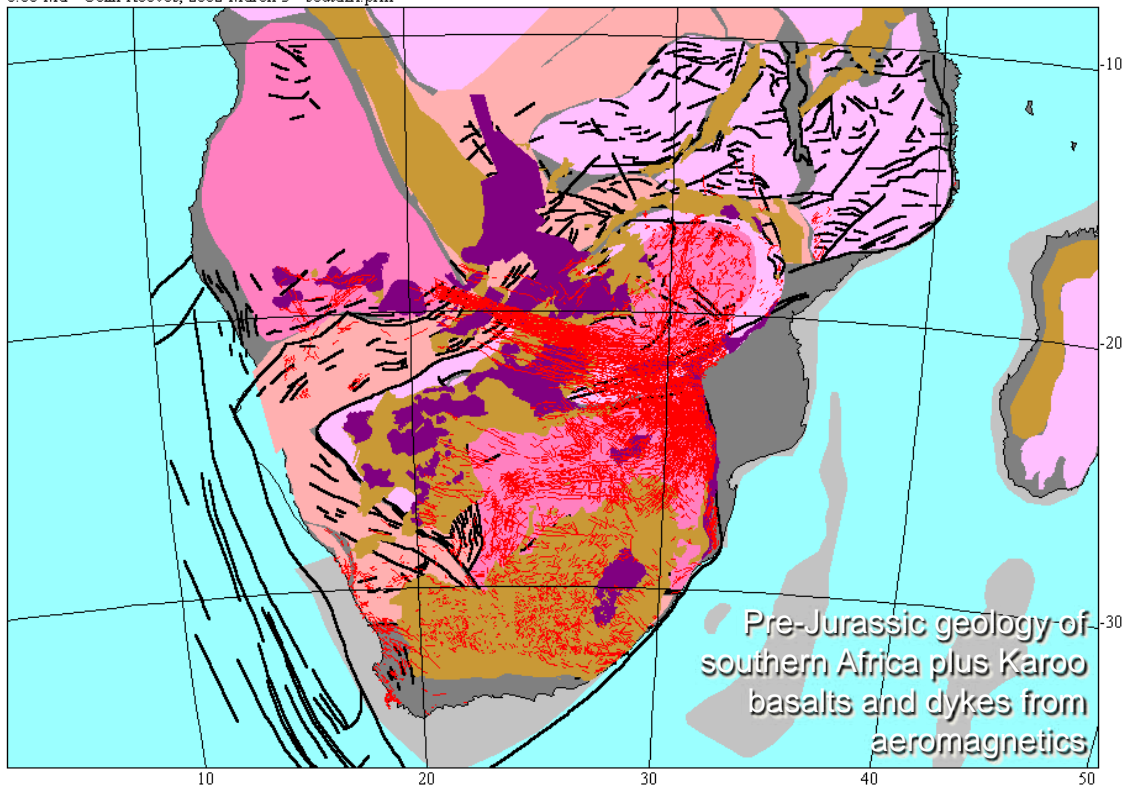
Diapositiva 40.

0.00 Ma - Colin Reeves, 2002 March 3 - soutafr1.prm



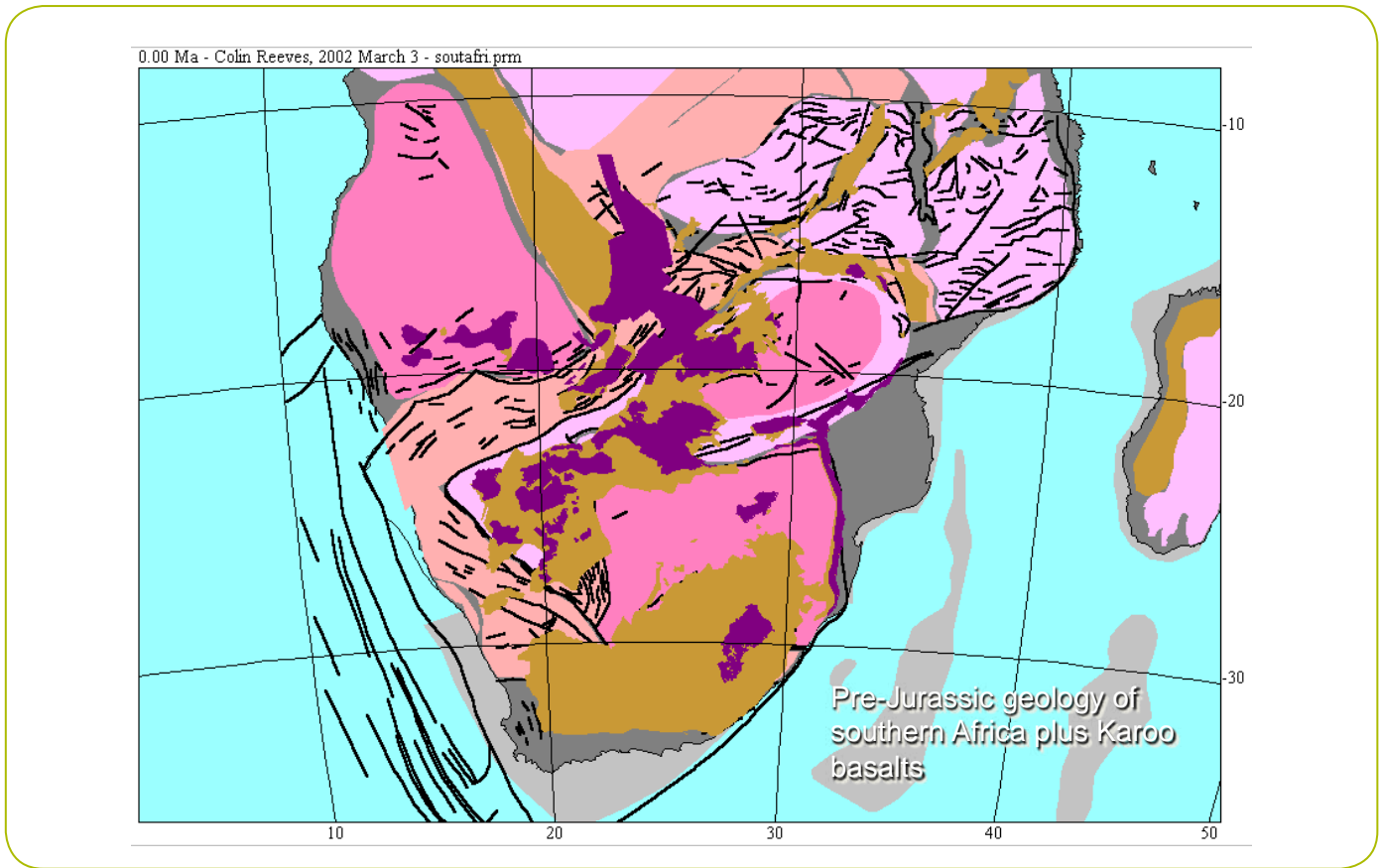
Diapositiva 41.

0.00 Ma - Colin Reeves, 2002 March 3 - soutafr1.prm



Diapositiva 42.





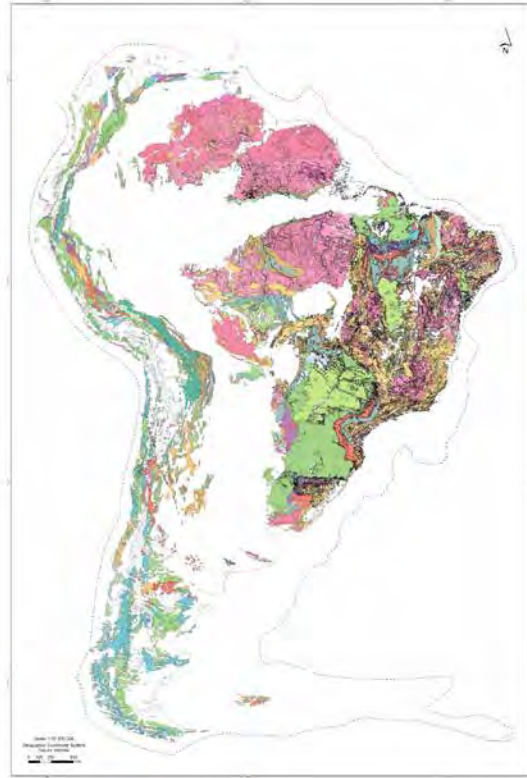
Diapositiva 43.

### Draft of the Geological Map of South America



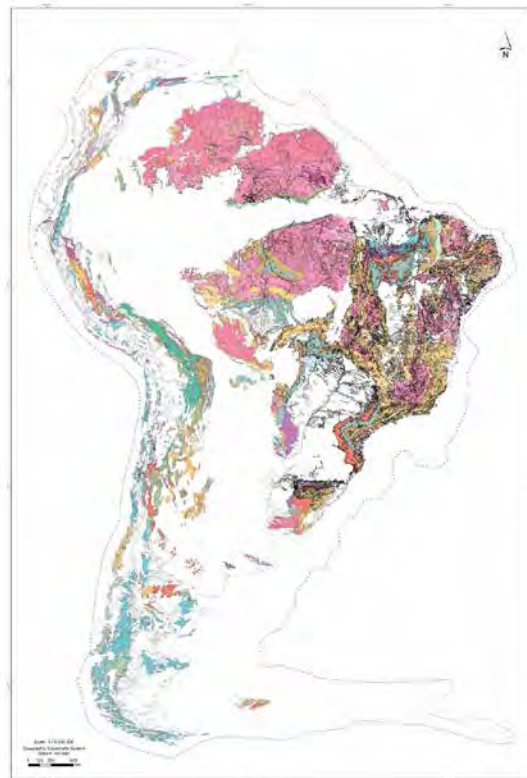
Diapositiva 44.

**Draft of South America Geological Map  
without Cenozoic Units**



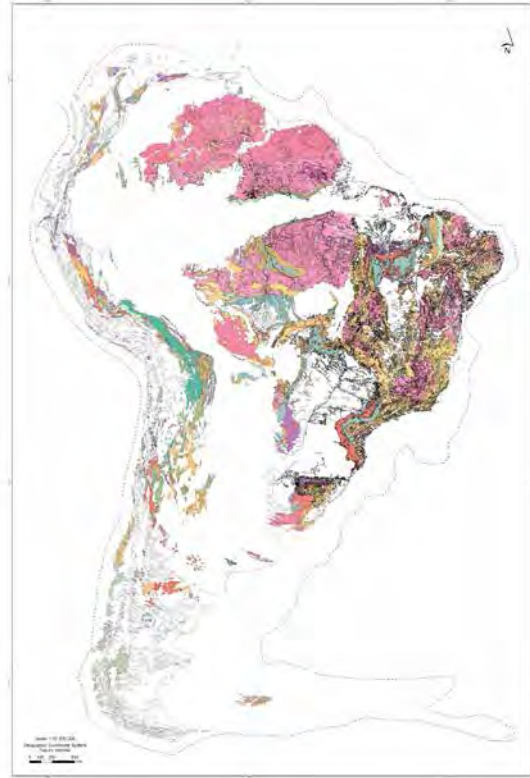
Diapositiva 45.

**Draft of South America Geological Map  
without Cretaceous Units**



Diapositiva 46.

## Draft of South America Geological Map without Jurassic Units



Diapositiva 47.

## Phase 6 REPEAT 4 AND 5 phases FOR OTHER GONDWANA TIME SLICES

- After the fit, determine global position of Gondwana at each time period from Jurassic to Cambrian
- Gondwana maps in time slices

Diapositiva 48.

### **Next Step**

- The harmonization of the geological maps and revise each fragments geology.
- Choose one or two researchers for each Gondwana fragment, that are willing to coordinate the geology revision.
- Volunteers?

Diapositiva 49.

### **MAIN PRODUCTS OF GONDWANA PROJECT**

- Gondwana geological map for Jurassic 1:10M (2015)
- Geological database of Gondwana 1:5M (2015)
- 3 volume book on Gondwana evolution (2017)
- Gondwana geological map for all other periods back to the Cambrian (2017)

Diapositiva 50.

## Cooperation groups

150 scientists - 35 countries, separated in subjects.

- A. Geology of Africa
- B. Geology of Antarctica
- C. Geology of Australia and others
- D. Geology of South America
- E. Geology of India and Madagascar
- F. Geology of exotic terranes
- G. Paleogeographic evolution
- H. Continental margins (actual and Gondwana)
- I. Geological data base

### Diapositiva 51.

## Continental groups

### AFRICA

- Dr. Alan Collins (AUS)
- Dr. Alfred Kroner (GER)
- Dr. André Ribeiro (BR)
- Dr. Antônio C. Pedrosa (BR)
- Dr. Bastien Linol (FRA)
- Dr. Carlos Eduardo Ganade de Araujo (BR)
- Dr. Colin Reeves (Holland)
- Dr. Cees Passchier (GER)
- Dr. Chris Clark (AUS)
- Dr. Fernando Vesely (BR)
- Dr. Ian Fitzsimons (AUS)
- Dr. Joachim Jacobs (GER)
- Dr. Joseph Meert (USA)
- Dr. Julio Cezar Mendes (BR)
- Dr. Miguel Basei (BR)
- Dr. Noel Moreira (PORTUGAL)
- Dr. Peter R. Johnson (USA)
- Dr. Richard Armstrong (AUS)
- Dr. Rudolph A. J. Trouw (BR)
- Dr. Rui Soares Dias (PORTUGAL)
- Dr. Sérgio Pacheco Neves (BR)
- Dr. Stephen Johnston (CANADA)

### AUSTRALIA

- Dr. Gideon Rosenbaum (AUS)
- Dr. Guang Shi (AUS)
- Dr. Ian Fitzsimons (AUS)
- Dr. John Bradshaw (NEW ZEALAND)
- Dr. Manuel Pubellier (France)
- Dr. Nick Mortimer (New Zealand)
- Dr. Richard Glen (AUS)
- Dr. Stephen Johnston (CANADA)

### Diapositiva 52.

## Continental groups

### INDIA

- Dr. Alan Collins (AUS)
- Dr. Alfred Kroner (GER)
- Dr. Chris Clark (AUS)
- Dr. Fernando Abarzúa (Argentina)
- Dr. Ian Fitzsimons (AUS)
- Dr. Joseph Meert (USA)
- Dr. Julio Cezar Mendes (BR)
- Dr. M. Santosh (China)
- Dr. Manoj Pandit (India)
- Dr. Michael Brown (USA)
- Dr. Sankar Chatterjee (USA)

### ANTARCTICA

- Dr. André Ribeiro (BR)
- Dr. Bryan Storey (NEW ZEALAND)
- Dr. Chris Carson (AUS)
- Dr. Chris Clark (AUS)
- Dr. Fernando Abarzúa (Argentina)
- Dr. Fernando Vásquez (Argentina)
- Dr. Francisco Hervé (Chile)
- Dr. German Leychenkov (Russia)
- Dr. Joachim Jacobs (GER)
- Dr. John Bradshaw (NEW ZEALAND)
- Dr. Manoj Pandit (India)
- Dr. Michael Brown (USA)
- Dr. Nick Mortimer (New Zealand)
- Dr. Rudolph A. J. Trouw (BR)
- Dr. Sankar Chatterjee (USA)

Diapositiva 53.

## Continental groups

### SOUTH AMERICA

- Dr. Adejardo F. da Silva Filho (BR)
- Dr. Alexandre Uhlein (BR)
- Dr. André Ribeiro (BR)
- Dr. Antônio C. Pedrosa (BR)
- Dr. Augusto Rapalini (Argentina)
- Dr. B. Bley Brito Neves (BR)
- Dr. Carlos Cingolani (Argentina)
- Dr. Carlos Eduardo Ganade de Araujo (BR)
- Dr. Carlos Rapela (Argentina)
- Dr. Claudia Armella (Argentina)
- Dr. Claudio Gaucher (Uruguay)
- Dr. Cesar Casquet (Spain)
- Dr. Eduardo O. Zappettini (Argentina)
- Dr. Edison Milani (BR)
- Dr. Egberto Pereira (BR)
- Dr. Elton Dantas (BR)
- Dr. Fabricio Caxito (BR)
- Dr. Fernando Abarzúa (Argentina)
- Dr. Fernando Vásquez (Argentina)
- Dr. Fernando Vesely (BR)
- Dr. Francisco Hervé (Chile)
- Dr. Graciela Vujovich (Argentina)
- Dr. Ian Fitzsimons (AUS)
- Dr. Isabela de Oliveira Carmo (BR)
- Dr. Ismar de Souza Carvalho (BR)
- Dr. Juan Otamendi (Argentina)
- Dr. Julio Cezar Mendes (BR)
- Dr. Lêda Maria Fraga (BR)
- Dr. Leonardo Fadel Cury (BR)
- Dr. Luciano Magnavita (BR)
- Dra. Marly Babinsky (BR)
- Dr. Maria Glícia da Nóbrega Coutinho (BR)
- Dr. Mário Araújo (BR)
- Dr. Mauricio Ibanez-Mejia (USA)
- Dr. Michael Brown (USA)
- Dr. Miguel Basei (BR)
- Dr. Mônica G. Lopez de Luchi (Argentina)
- Dr. Monica Patricia Escayola (Argentina)
- Dr. Natasha Stanton (BR)
- Dr. Pablo Pazos (Argentina)
- Dr. Renata Nela Tomezzoli (Argentina)
- Dr. Richard Armstrong (AUS)
- Dr. Rudolph A. J. Trouw (BR)
- Dr. Sérgio Pacheco Neves (BR)
- Dr. Sílvia R. Medeiros (BR)
- Dr. Stefano Zincone (BR)
- Dr. Ticiano J. S. dos Santos (BR)
- Dr. Umberto Cordani (BR)
- Dr. Victor Ramos (Argentina)

Diapositiva 54.

## Meetings 2014

- IGCP meetings at UNESCO – France, Feb.
- Gondwana 15 – Spain, July.
- South America Workshop, Colombia, July.
- IAGR – China, September. (session on Gondwana Asian terranes)
- Brazilian Geological Congress – Brasil, September. (session on Paleozoic geodynamic of West Gondwana)
- Suggestions?

Diapositiva 55.

## Meetings 2015

- Workshop on the paleogeographic reconstruction of Gondwana – May-June, next year in Brazil.
- Workshops on the revision of the geology of Gondwana fragments. South America workshop, next in Brazil?

Diapositiva 56.



Diapositiva 57.



# Geology of Suriname, main characteristics and some new aspects

Emond W. F.  
DE ROEVER\*



ederover@ziggo.nl  
ex GMD Suriname  
Free University, Amsterdam

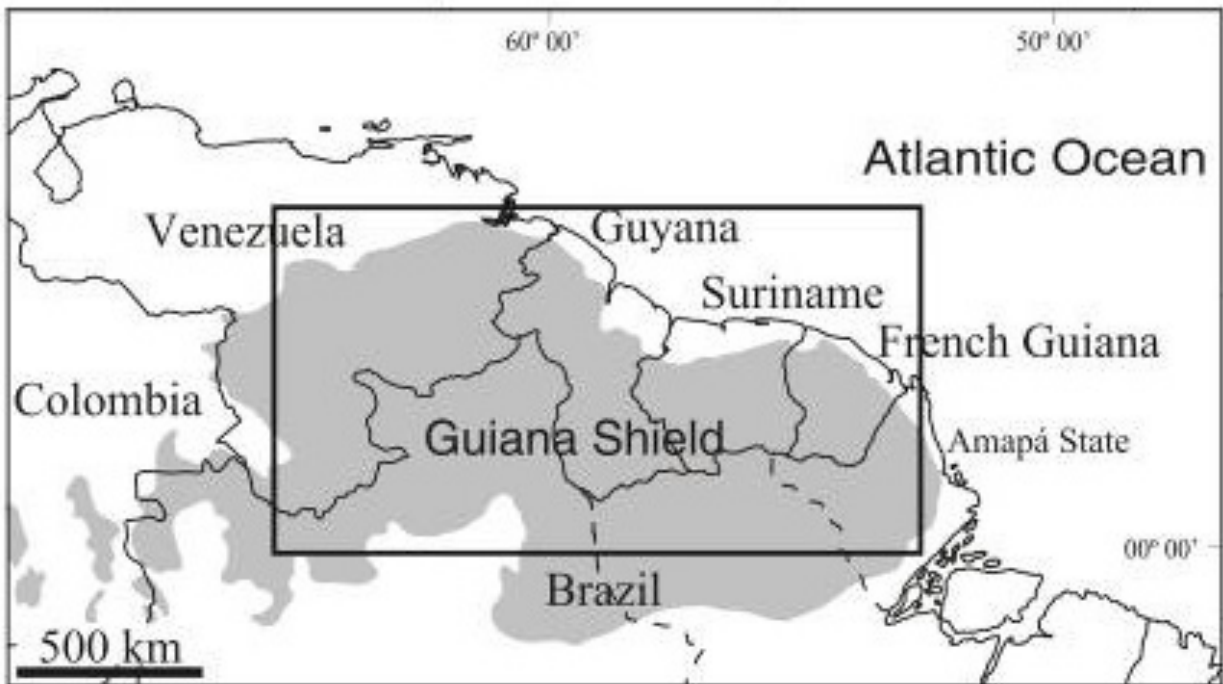
## Geology of Suriname, main characteristics and some new aspects

E. de Roever  
(ex GMD Suriname)

Free University, Amsterdam

Diapositiva 1.

### Suriname

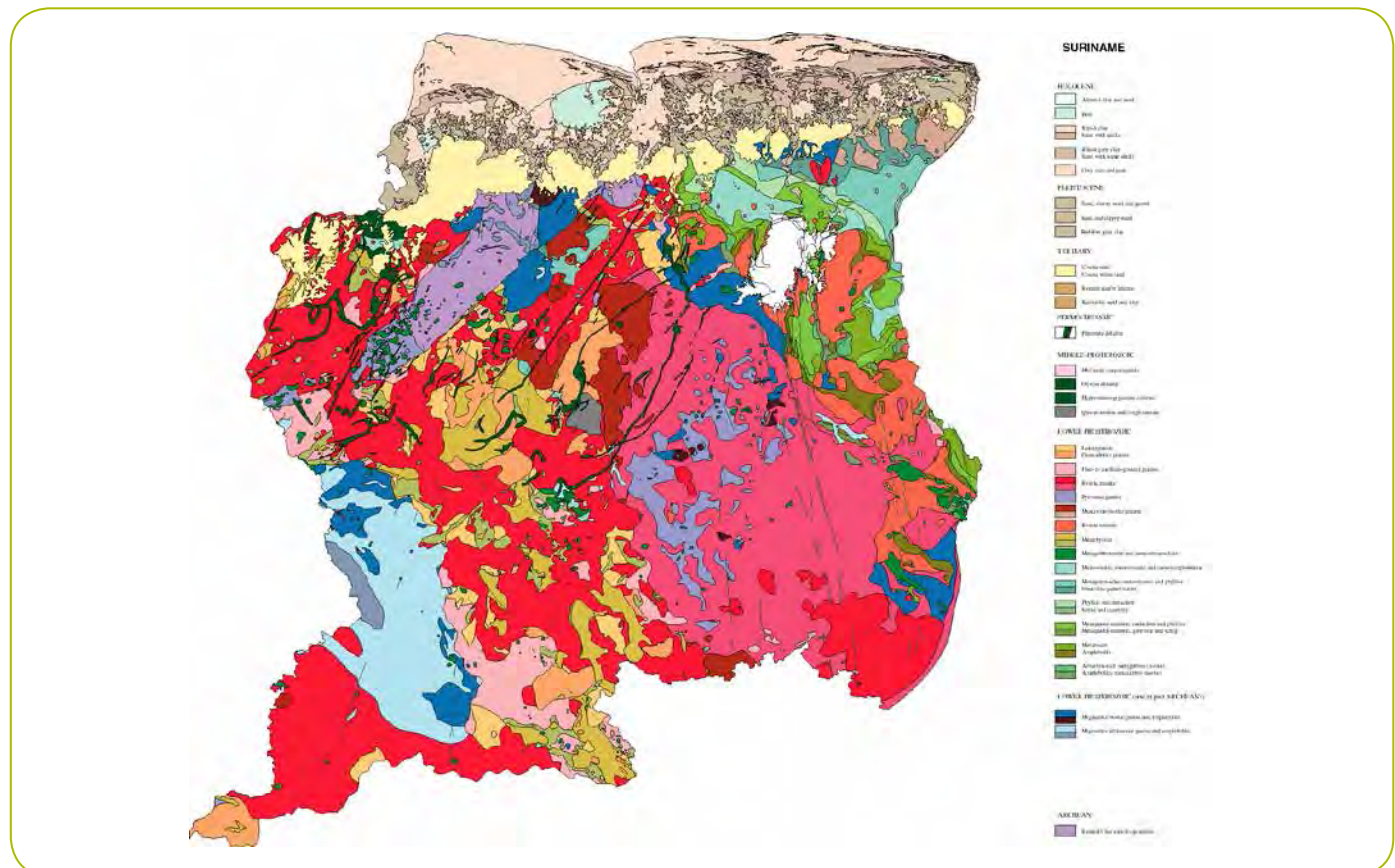


Diapositiva 2.

## Geology of Suriname

- The present base of the geology of Suriname still is the Geological map made in 1977 by Bosma, Kroonenberg, van Lissa, Maas and de Roever
- After 1977 no systematic mapping and only one regional study (Bakhuis belt)
- Explanation of Geological map : Mededeling 27, 31-82, of Surinam Government Geological and Mining Service, but few copies left (same as map) and not digitalized

Diapositiva 3.



Diapositiva 4.

## Geology of Suriname

- 1977 Map based on approx. 100,000 rock samples Suriname approx. 100,000 km<sup>2</sup> ---> 1 sample per km<sup>2</sup>
- For the map only aeromagnetic data from wide-spaced survey in 1959 were available
- Geochronology of map units based on Rb-Sr isochrons, with large errors and lack of detail
- Value of 1977 Map can be increased considerably by input from modern geochronological data for its units
- Modern geophysical survey also required, to improve the sample-based map

### Diapositiva 5.

## Geology of Suriname

Articles of this century with emphasis on Surinam geology :

- Delor, C. et al, *Geologie de la France* 2003, p. 207-230
- de Roever, idem, p. 175–205 (Bakhuis Granulite belt)
- Kroonenberg & de Roever, 2010, in : *Amazonia, Landscape and species evolution*, Wiley-Blackwell
- Daoust, C. et al , *JSAES* 32, 222-245 (2011), Rosebel Au mine

### Diapositiva 6.

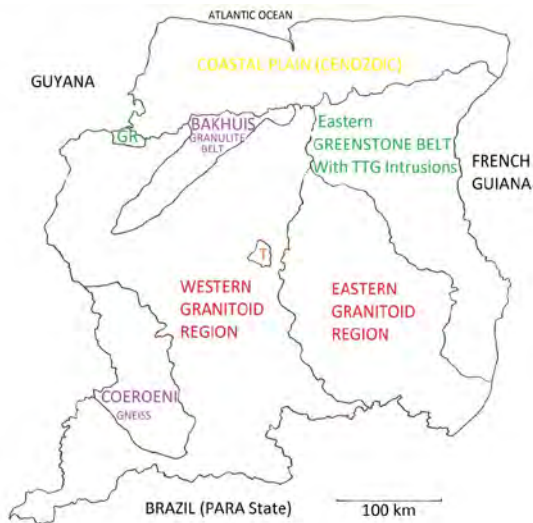




### Geology of Suriname : main points

- Granitoid regions in W and SE
- Low-grade Greenstone belt with TTG intrusions in N-NE (continuation of French Guiana)
- In NW small Greenstone area (end of large Gr. belt in Guyana)
- Suriname : no modern age data for Greenstone belts

Diapositiva 9.



### Geology of Suriname : main points

- Bakhuis Granulite Belt. UHT metamorphism at 2055 - 2072 Ma (Pb-Pb evap. age; SHRIMP) of Paleoprot. supracrustals
- Medium- to high-grade Coeroeni Gneiss, mainly metasediments. Scarce, insufficient data for age of metamorphism (2.01–1.97 Ga??)

Diapositiva 10.



### Geology of Suriname : main points

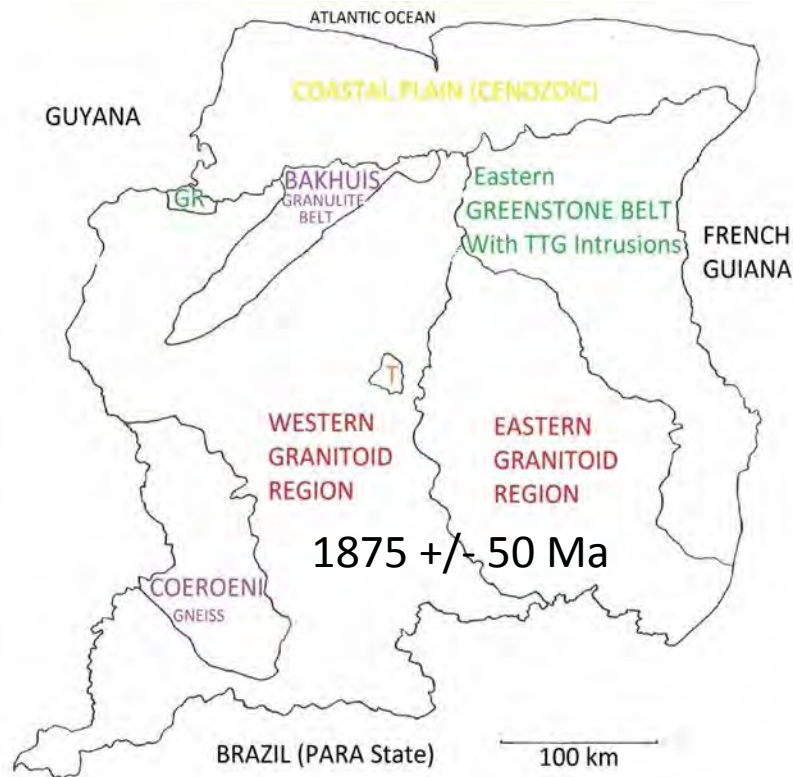
- Tafelberg (Roraima Sandstone)
- 3 sets of dolerite dykes Avanavero (1.78-1.79 Ga) Kayser, Ar-Ar 1500 Ma Apatoe, Ar-Ar 195 Ma
- Nickerie Tectonothermal event around 1200 Ma (K-Ar, Ar-Ar) mylonite zones Bakhuis belt
- Coastal plain deposits, Cenozoic

Diapositiva 11.

### Granitoid regions

- 1977 map: two main granite types
- Biotite granite of W Suriname, with many K-feldspar megacrysts and associated with felsic metavolcanics and sub-volcanic granites
- Biotite granite of (S)E Suriname, inhomogeneous, with migmatitic aspects and in part associated with pyroxene granite
- Same age,  $1875 \pm 50$  Ma (Rb-Sr isochron) for both types

Diapositiva 12.



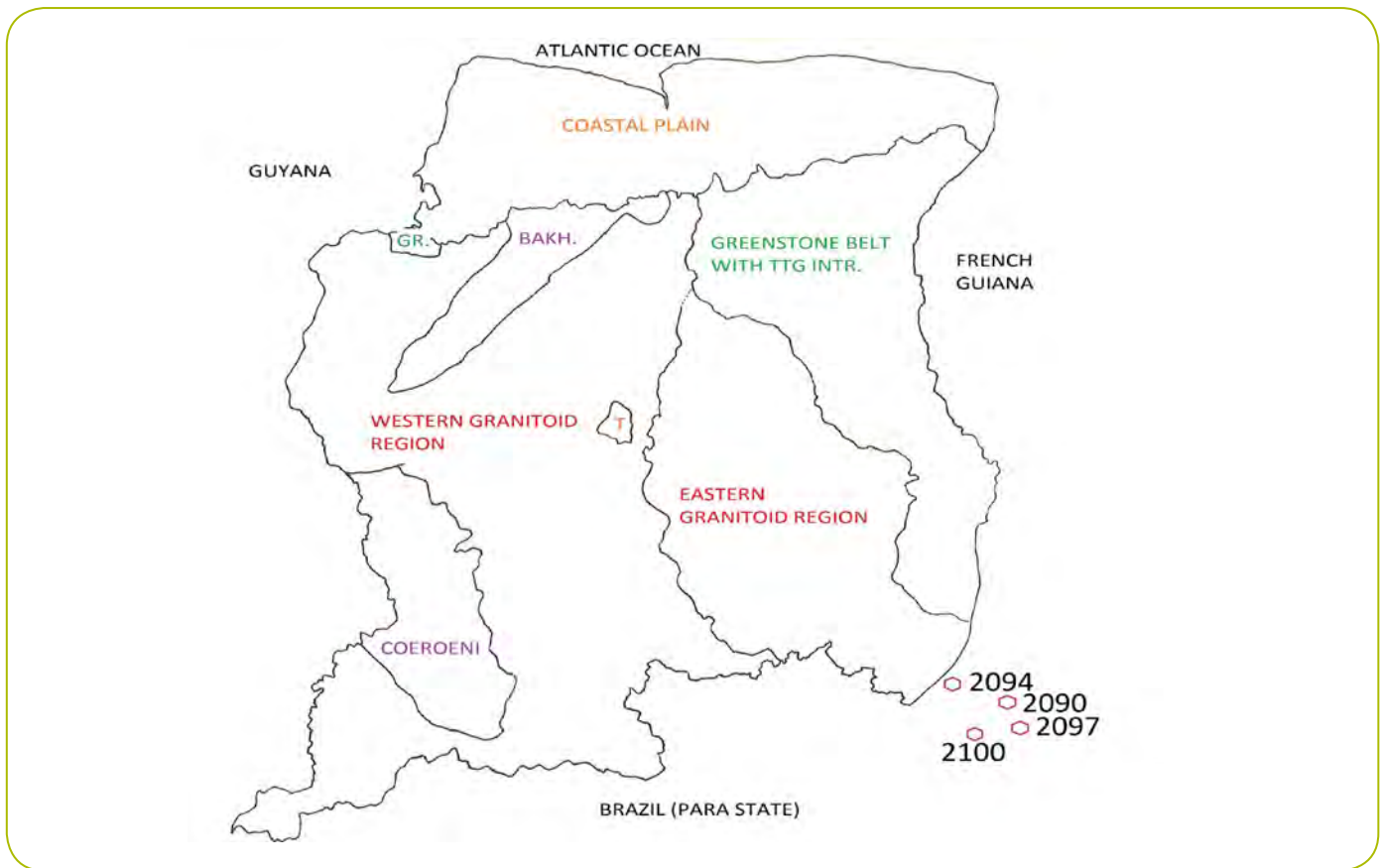
Diapositiva 13.

### Eastern Granitoid region

- 2003 : detailed map of French Guiana made by BRGM, with 100 new age datings across the country
- French Guiana map shows age of greenstones (2.14–2.16 Ga) and TTG intrusions; and age of granitoid rocks near eastern border of Suriname
- Granitoid region of SE Suriname might have a 2090–2105 Ma age, as in French Guiana

Diapositiva 14.



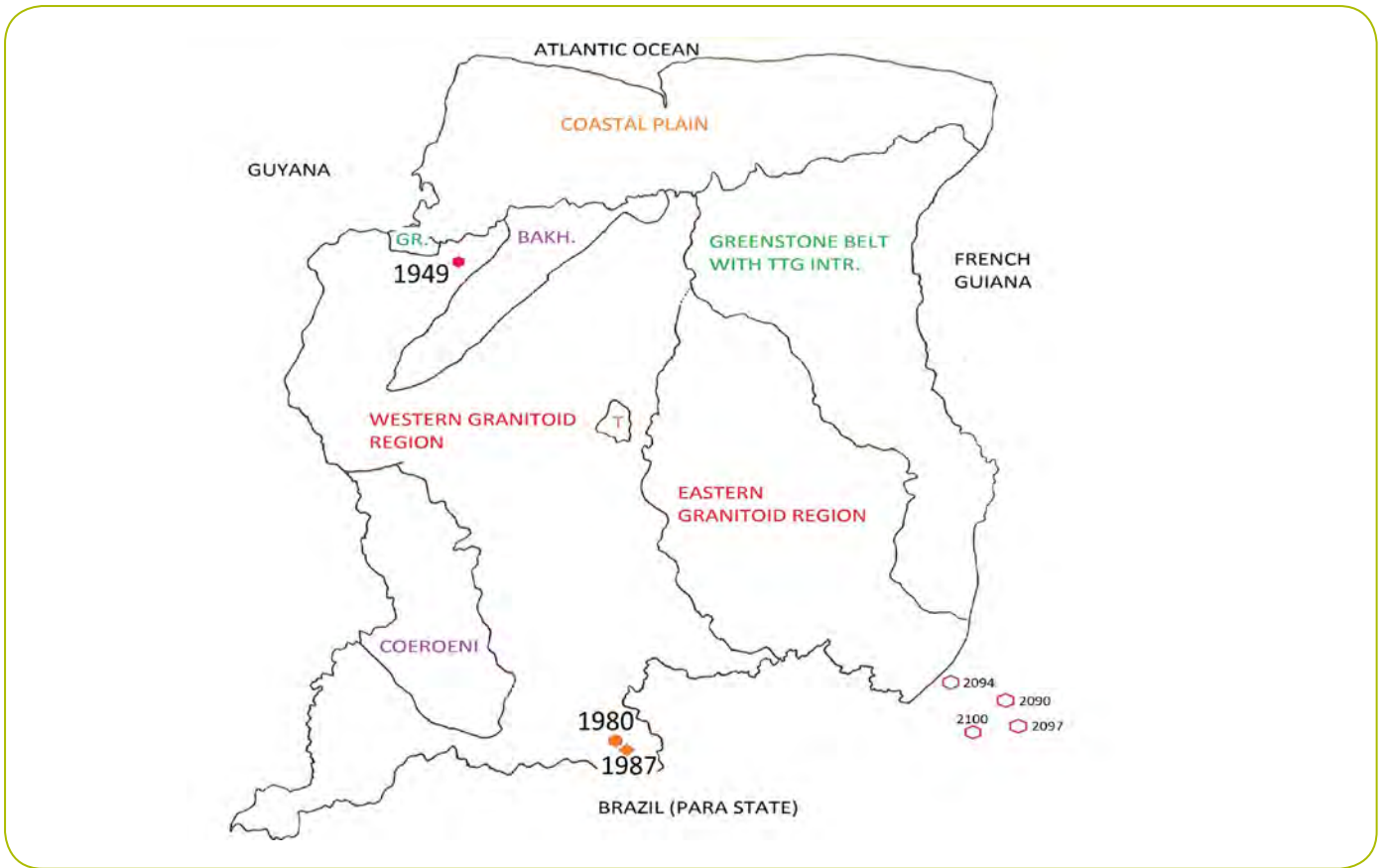


Diapositiva 15.

### Granitoid region West

- around 2000 I collected western samples for dating; 3 were dated at Para-Iso lab of Lafon in Belem
- metarhyolite and subvolcanic granite from SW Suriname  $1987 \pm 4$  and  $1980 \pm 4$  Ma (zircon Pb-Pb evaporation age)
- biotite granite of NW Suriname  $1949 \pm 12$  Ma (idem)
- much younger than granitoids of S French Guiana (and possibly SE Suriname)
- Western part of Suriname mainly Orosirian??

Diapositiva 16.



Diapositiva 17.

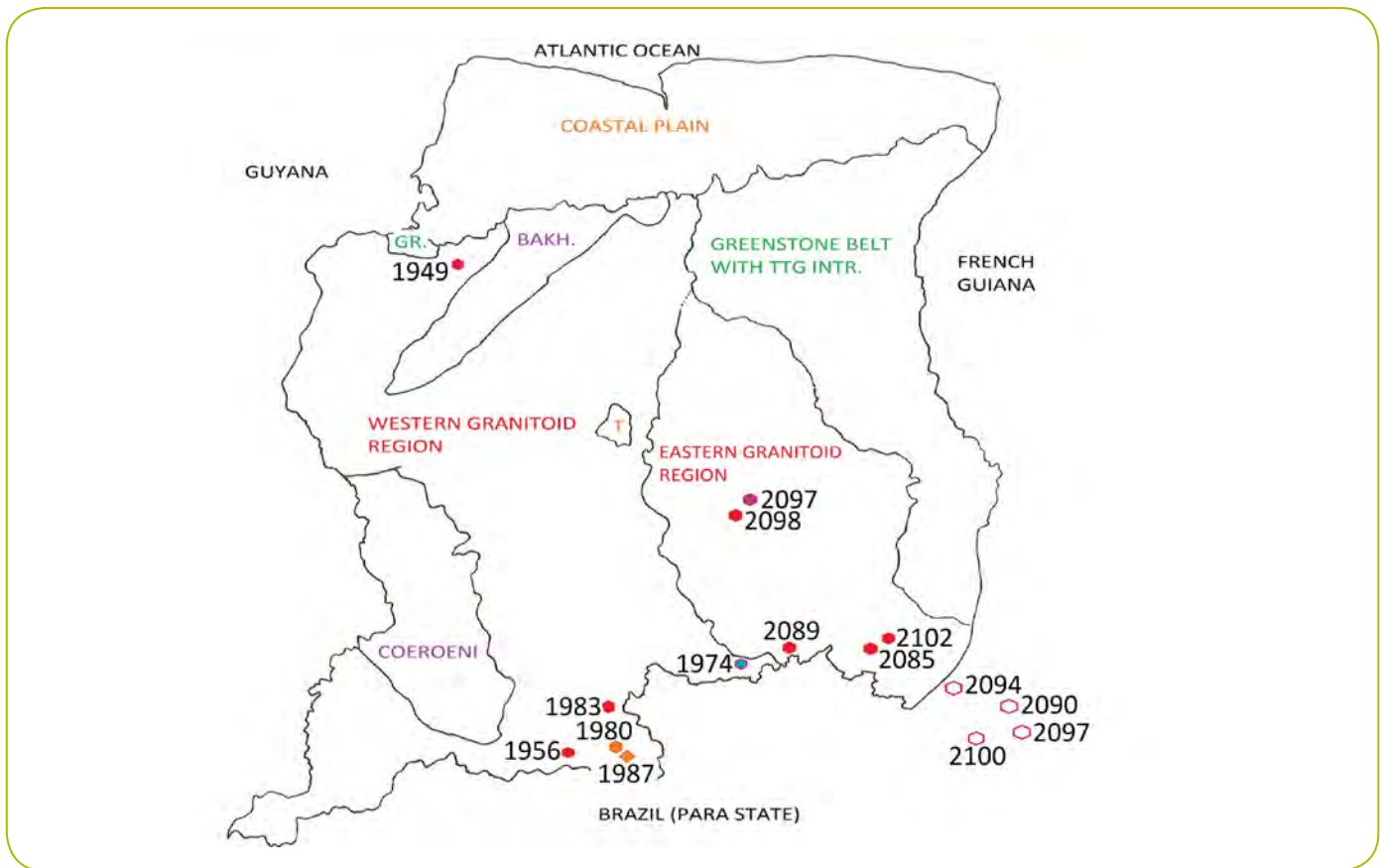
### Granitoid regions East + West

- Brazil-Suriname ABC project provided dating of rocks along Brazil-Suriname border in 2013-2014 :

- zircon Pb-Pb evaporation ages and two SHRIMP ages

• East Suriname	West Suriname
bi granite 2102 ± 2 Ma	1983 ± 9 Ma (SHRIMP)
2085 ± 5	1956 ± 6 (SHRIMP)
2089 ± 2	
2098 ± 3	mu-bi 1974 ± 2
px granite 2097 ± 1	

Diapositiva 18.



Diapositiva 19.

### Granitoid regions East + West

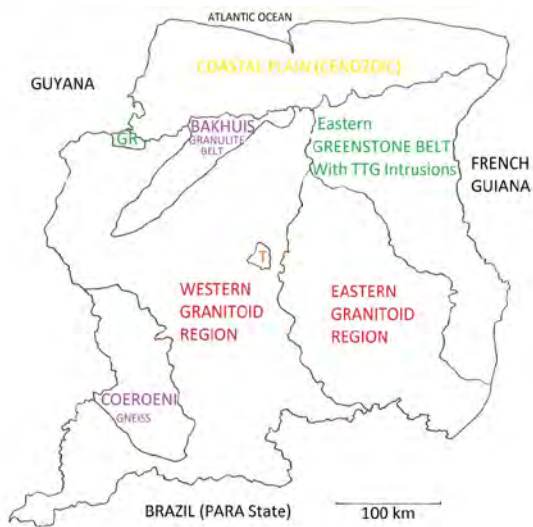
East Suriname :

- 5 biotite and 1 px granite age **2085–2102 Ma** match with 2090-2105 Ma biotite granite ages from across the border in French Guiana, for granitoid zone south of 2.1–2.2 Ga greenstone belt

West Suriname :

- 6 ages of biotite granite, mu-bi granite, subvolcanic granite and metarhyolite **1949–1987 Ma** 1980–1987 Ma ages of subvolcanic granite and meta- rhyolite match with 1980–1991 Ma ages in Guyana

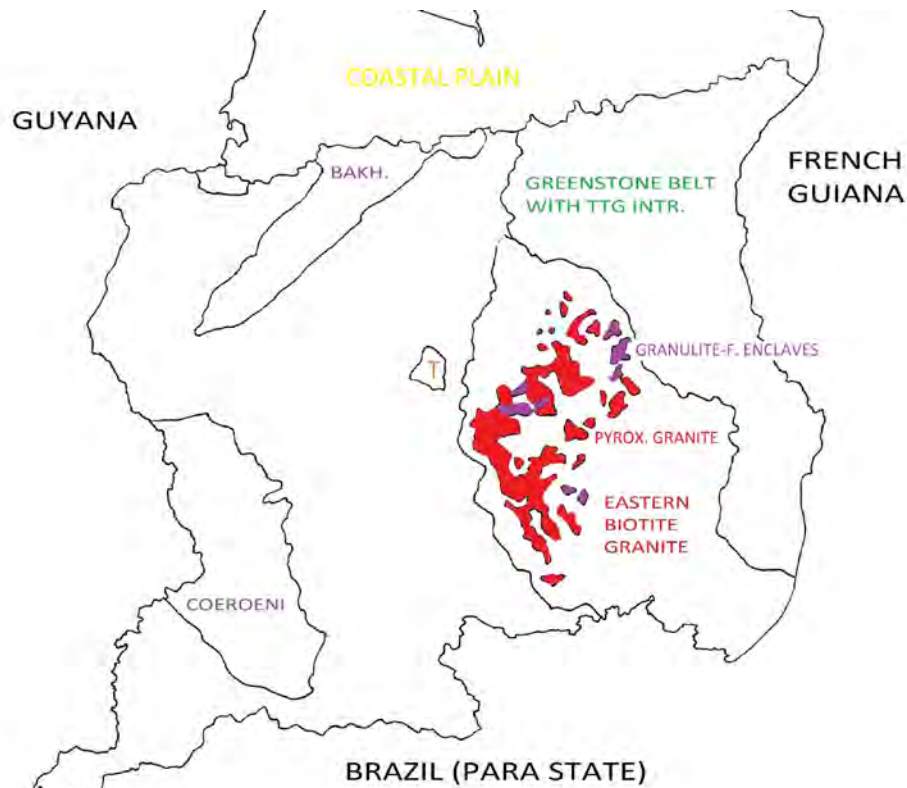
Diapositiva 20.



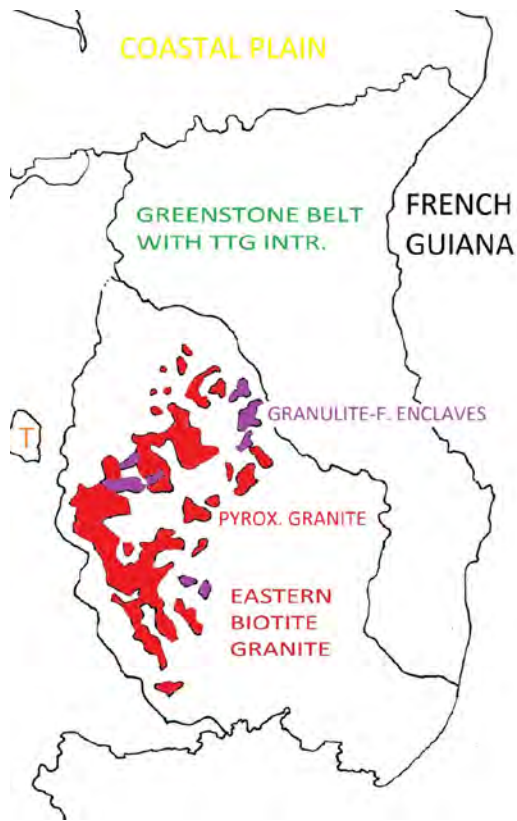
### Boundary in central Suriname

- Boundary in central Suriname between older, 2.1 Ga, granitoid region south of greenstone belt in the S-East, and younger, 1.95-1.99 Ga, belt of felsic meta-volcanics and associated granites in western Suriname
- Map does not show straight, fault-like boundaries, but somewhat irregular boundary

Diapositiva 21.



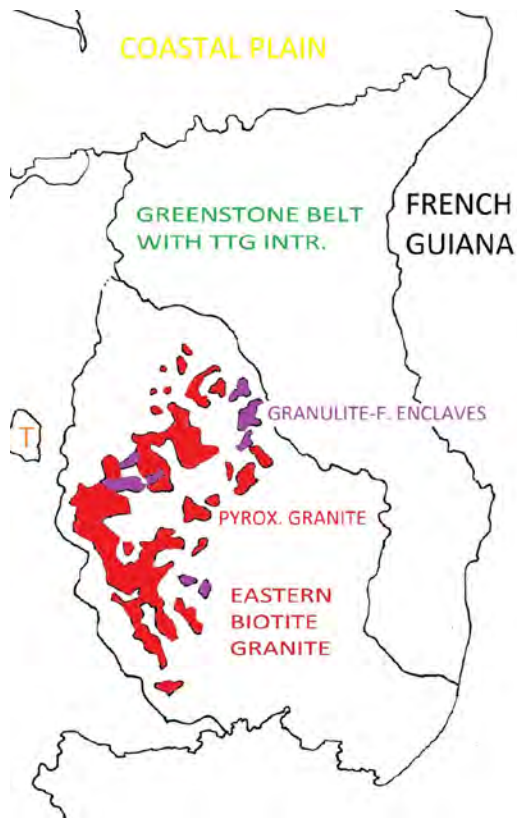
Diapositiva 22.



### Granitoid region East

- Biotite granite with zones of pyroxene granite. Relation?
- Bi granite intrudes px granite?
- Coarse-grained rocks. Many samples of bi granite do not show pyroxene in thin section (so “biotite granite”), but hand specimens usually contain recognizable pyroxene
- Same age, bi granite  $2098 \pm 3$  Ma, px granite  $2097 \pm 1$  Ma

Diapositiva 23.



### Granitoid region East

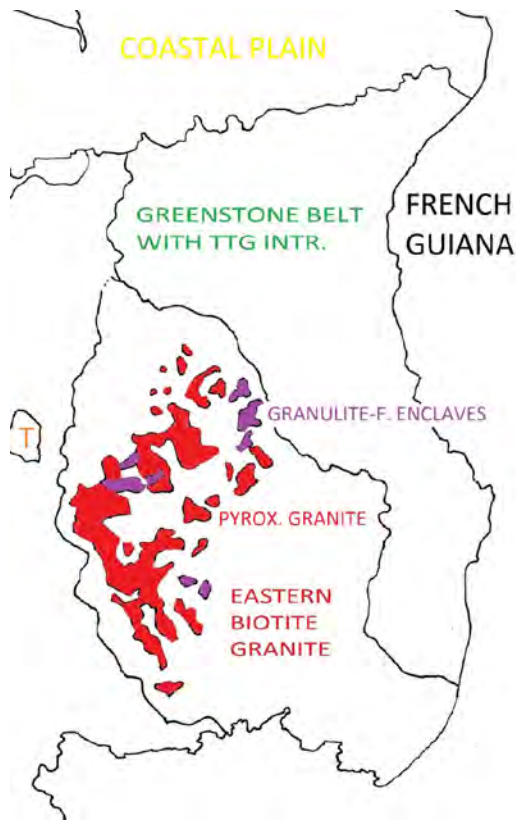
Probably one large zone of pyroxene and px-bearing granite

- Mainly clinopyroxene, but also samples with orthopyroxene
- Many enclaves of granulite-facies rocks

Probably represents fairly deep crustal level

- 1959 aeromagnetic map shows many anomalies in px granite area and even suggests straight fault-like western margins

Diapositiva 24.

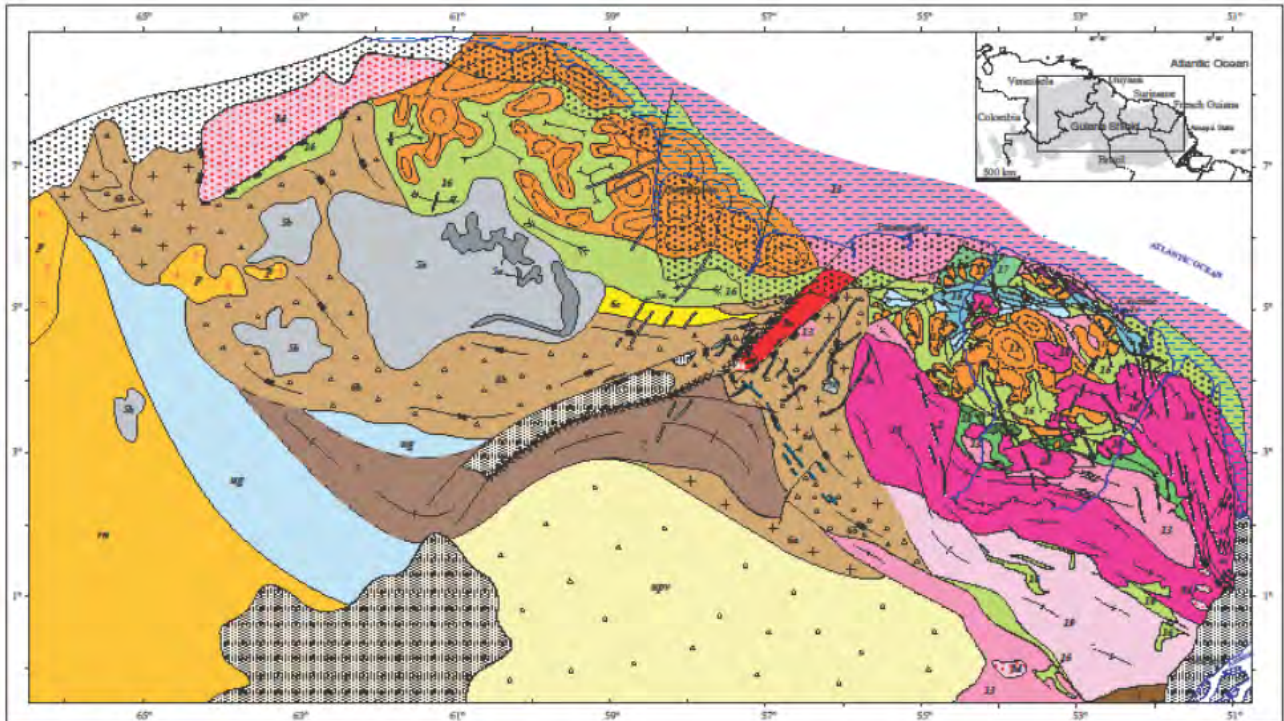


### Granitoid region East

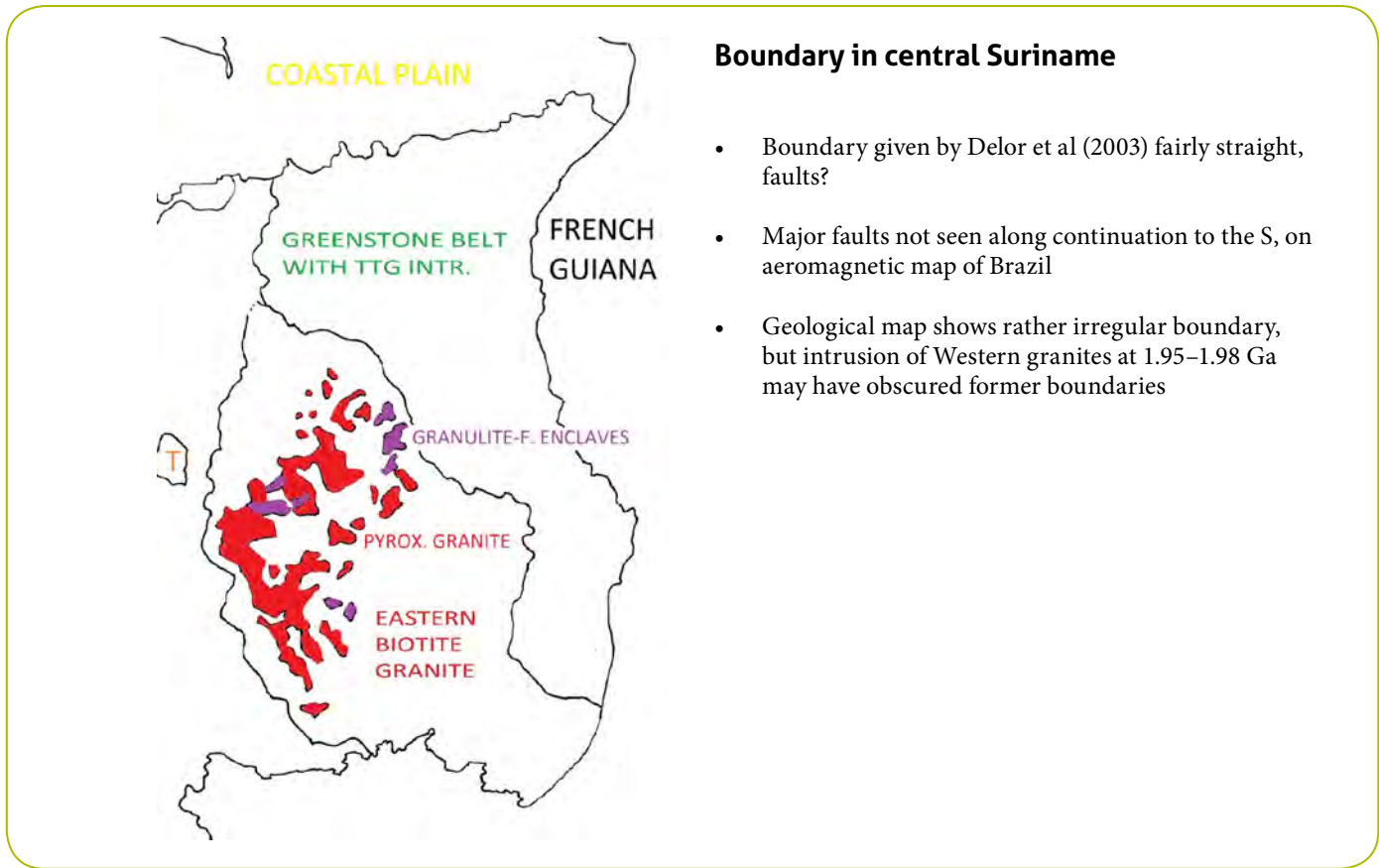
- Eastern granitoid region with rather deep crustal character lies besides shallow western granitoid region with felsic metavolcanics
- Apparent uplift of eastern granitoid region. Faults at boundary?
- 1977 no faults seen on aerial photo's and drainage pattern

Diapositiva 25.

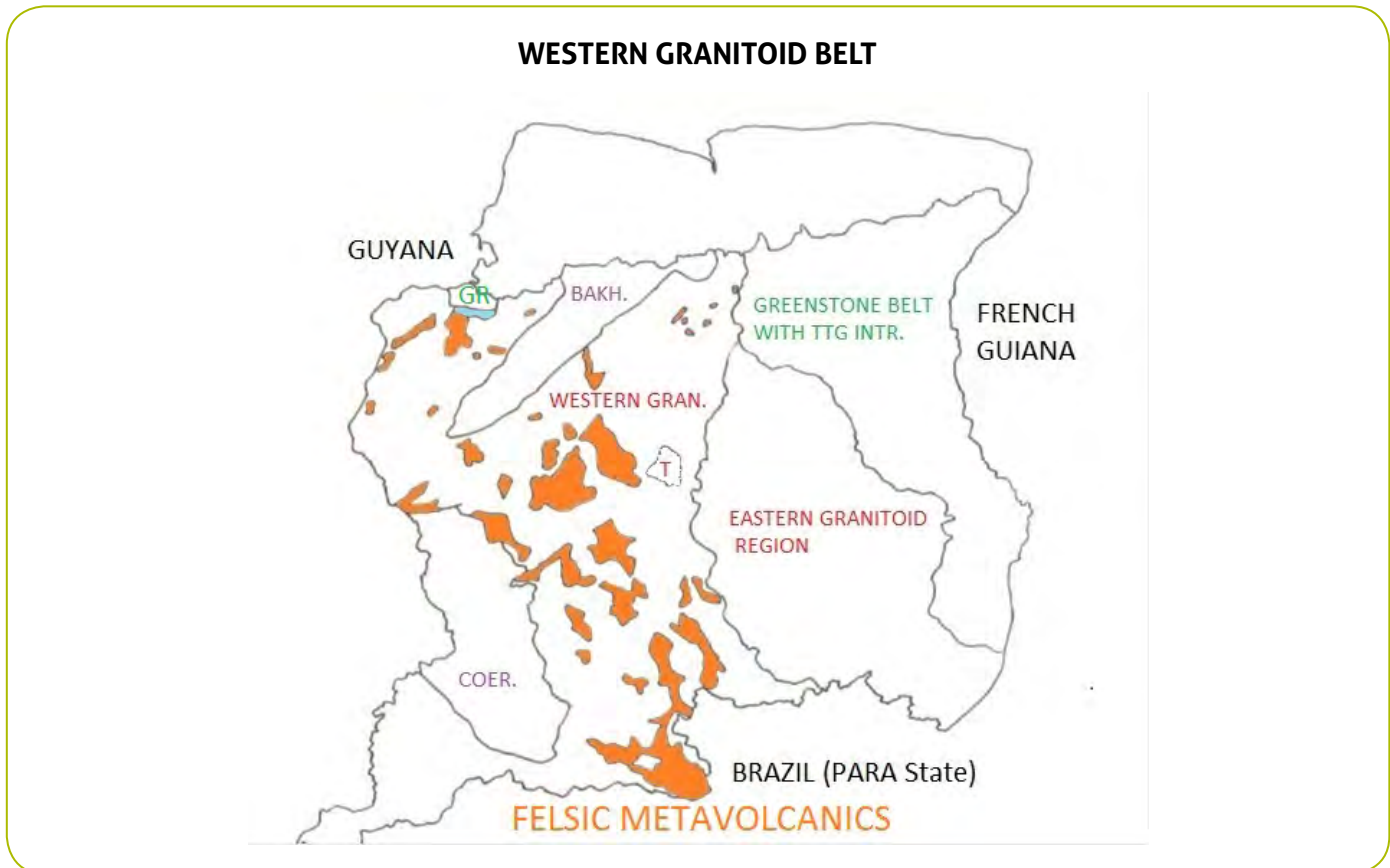
### Map of Delor et al (2003) : straight boundary, faults??



Diapositiva 26.



Diapositiva 27.

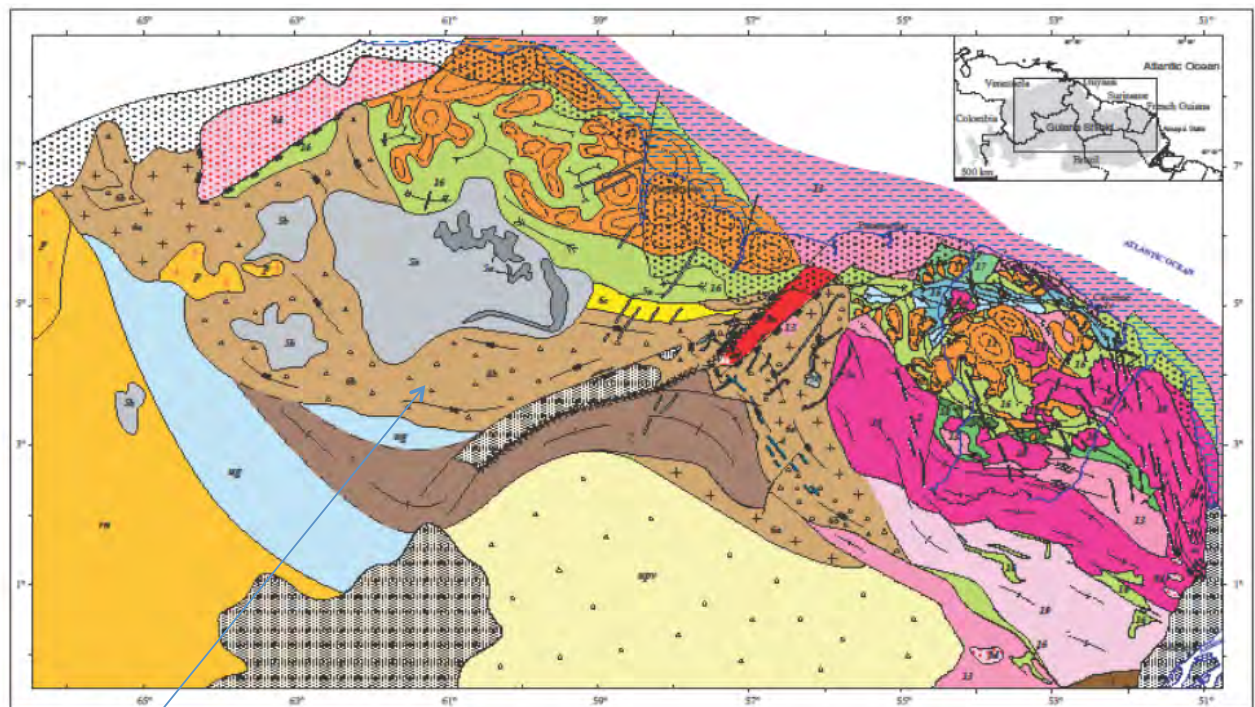


Diapositiva 28.

## Western granitoid belt

- Western Suriname consists largely of Orosirian felsic metavolcanics and associated granites (two generations)
- Metavolcanics + subvolcanic granite + older bi granite 1980–1987 Ma
- Younger bi granite 1499 and 1553 Ma
- Belt continues to the SW into N Brazil (Para State) and to the W through central Guyana and northern Roraima into Venezuela.
- Felsic metavolcanics Guyana 1980–1991 Ma; Roraima: 1984 and 1977 Ma (SHRIMP); Venezuela 1.98 Ga

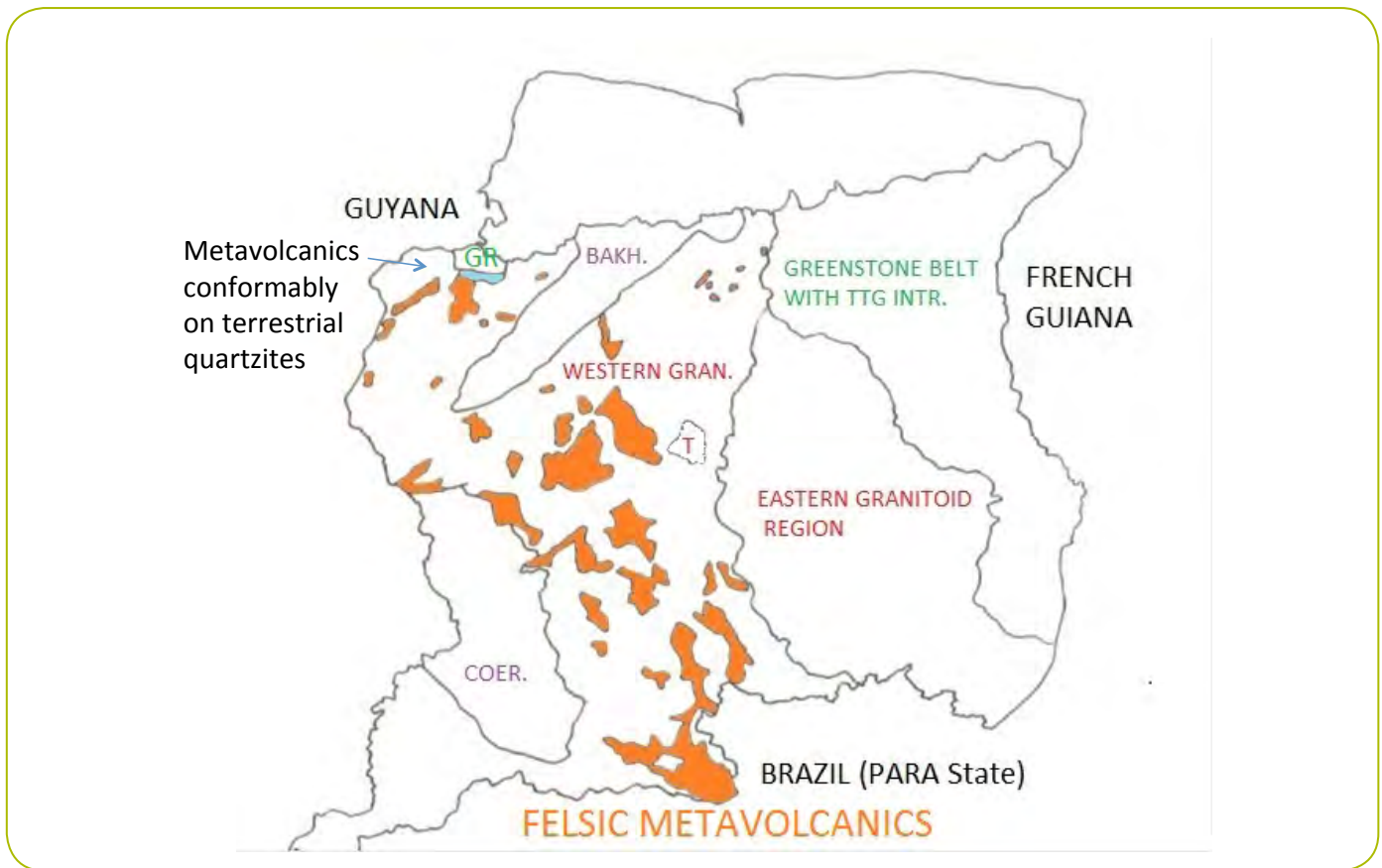
Diapositiva 29.



Belt of felsic metavolcanics + granites, after Delor et al (2003)

Diapositiva 30.





Diapositiva 31.

### Western granitoid belt

- Felsic metavolcanics lie conformably on quartzitic metasediments deposited in a terrestrial surrounding, on top of folded (Rhyacian) greenstones from gr. belt
- Metavolcanics probably deposited on southern rim of Rhyacian continent (greenstone belt) at that time
- Magmatic belt from Venezuela to Suriname and Para State, over 1400 km. Just as prominent as the Cauarane-Coeroeni (metamorphic) belt, which has been called the backbone of the western part of the Guiana Shield
- Belt runs parallel to southern edge of greenstone belt, but direction changes in Suriname to the SSE

Diapositiva 32.

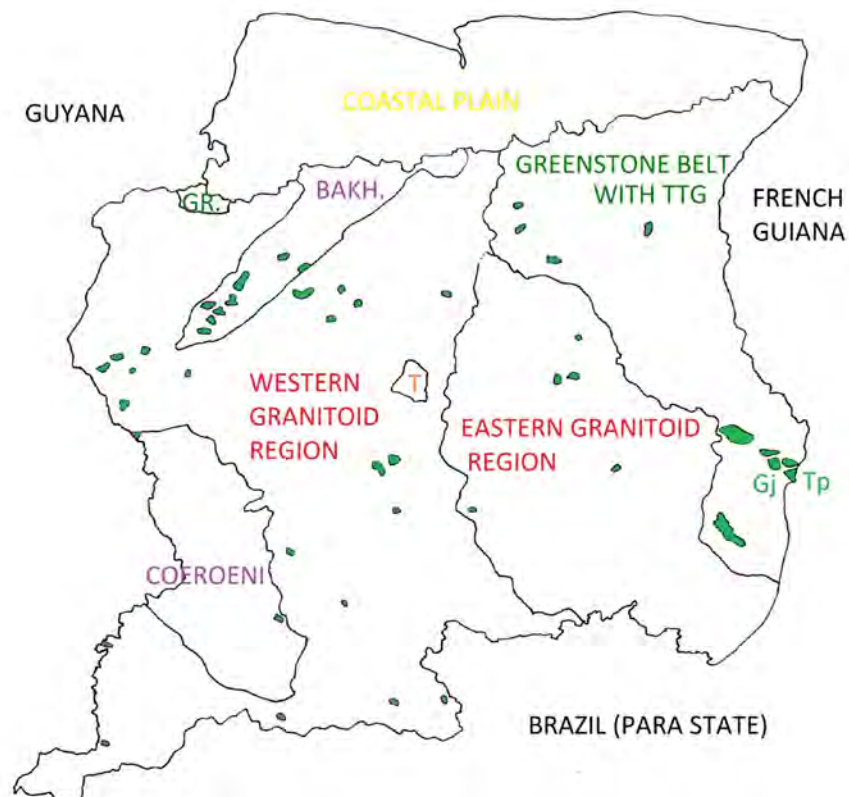
## De Goeje mafic-ultramafic bodies

- Name used in the 70's for the geological map, when granitoid rocks of west and east were considered to have same, 1875 Ma, age. Bodies occur throughout country.
- Type locality in the De Goeje Mountains, with placer Pt

### Characteristics:

- Mostly association of mafic and ultramafic rocks
- Large, mm-cm, hornblende crystals commonly present, as intercumulus phase (hence, of magmatic origin)
- Rather small bodies, commonly associated with geophysical anomalies

Diapositiva 33.



Diapositiva 34.

### **De Goeje mafic-ultramafic bodies**

- 2003 : Tampoc body in French Guiana dated at 2147 Ma, same as age of greenstone belt. Tampoc is quite similar to the body in De Goeje Mountains just across the border.
- De Goeje-type bodies in western Suriname probably younger, as they are intrusive into Coeroeni and Bakhuis metamorphic belts
- If so, two ages, or even more ! Name should then be abandoned (“garbage bin”)
- (Name also too difficult to pronounce for foreigners)

Diapositiva 35.

### **De Goeje mafic-ultramafic bodies**

At present, at least two types of De Goeje-like bodies :

- Bodies in eastern Suriname associated with greenstones, and, in de Goeje Mts., with Pt placer deposit
- Bodies in western Suriname, intrusive in Coeroeni and Bakhuis metamorphic belts (and then metamorphosed), or amidst felsic metavolcanics and granitoid rocks
- Metamorphosed De Goeje-type body intrusive in Coeroeni Gneiss dated for Brazil-Suriname ABC project : zircon Pb-Pb evaporation age of  $1985 \pm 2$  Ma

Diapositiva 36.

### **De Goeje mafic-ultramafic bodies**

- De Goeje bodies have been compared in the past with Alaskan-type mafic-ultramafic complexes, in view of association of mafic and ultramafic rocks, zonation, lack of igneous layering and presence of magmatic hornblende
- However, orthopyroxene-bearing rocks are common, in contrast with Alaskan-type complexes with rare opx

Diapositiva 37.

### **De Goeje mafic-ultramafic bodies**

- Opx indeed rare in Phanerozoic Alaskan-type complexes, but recent studies show that opx is common in Neoproterozoic and Archean Alaskan-type complexes
- De Goeje-type bodies probably are Alaskan-type mafic-ultramafic complexes
- Alaskan-type complexes are considered by several geologists as mafic to ultramafic cumulates in root zones of mafic to andesitic island arc volcanism
- Modern example Kohistan (Pakistan), showing deep root zones, intermediate parts and arc volcanics at top

Diapositiva 38.

### **De Goeje mafic-ultramafic bodies**

- De Goeje-type body intrusive in Coeroeni Gneiss area has zircon Pb-Pb evaporation age of  $1985 \pm 2$  Ma
- Age of felsic volcanism in W Suriname  $1987 \pm 4$  Ma
- Western De Goeje-type bodies related to felsic volcanism?

Diapositiva 39.

### **De Goeje mafic-ultramafic bodies**

- De Goeje mafic-ultramafic bodies in eastern Suriname older and associated with greenstone belt
- Type locality body in the De Goeje Mountains probably same age as Tampoc body, 2147 Ma, in French Guiana
- Same association of mafic and ultramafic rocks and presence of magmatic hornblende as in Alaskan-type mafic-ultramafic complexes (e.g. thesis Veenstra)
- Age of 2147 Ma similar to age of greenstone belt mafic to intermediate metavolcanics, dated in French Guiana at 2.14–2.16 Ga

Diapositiva 40.

**MUCHAS GRACIAS**  
**QUESTIONS ??**

Diapositiva 41.

# Mapa Geológico del Ecuador

Fabián  
VILLARES J.\*



\* fabian\_villares@inigemm.gob.ec  
Instituto Nacional de Investigación  
Geológico Minero Metalúrgico  
(INIGEMM)



Diapositiva 1.

### Información previa

Existen 3 versiones oficiales del mapa geológico del Ecuador escala 1:1.000.000 :

- 1969 (apoyo del Instituto Francés del Petróleo).
- 1982 (apoyo del Instituto de Ciencias Geológicas de Gran Bretaña).
- 1993 (apoyo del Servicio Geológico Británico).

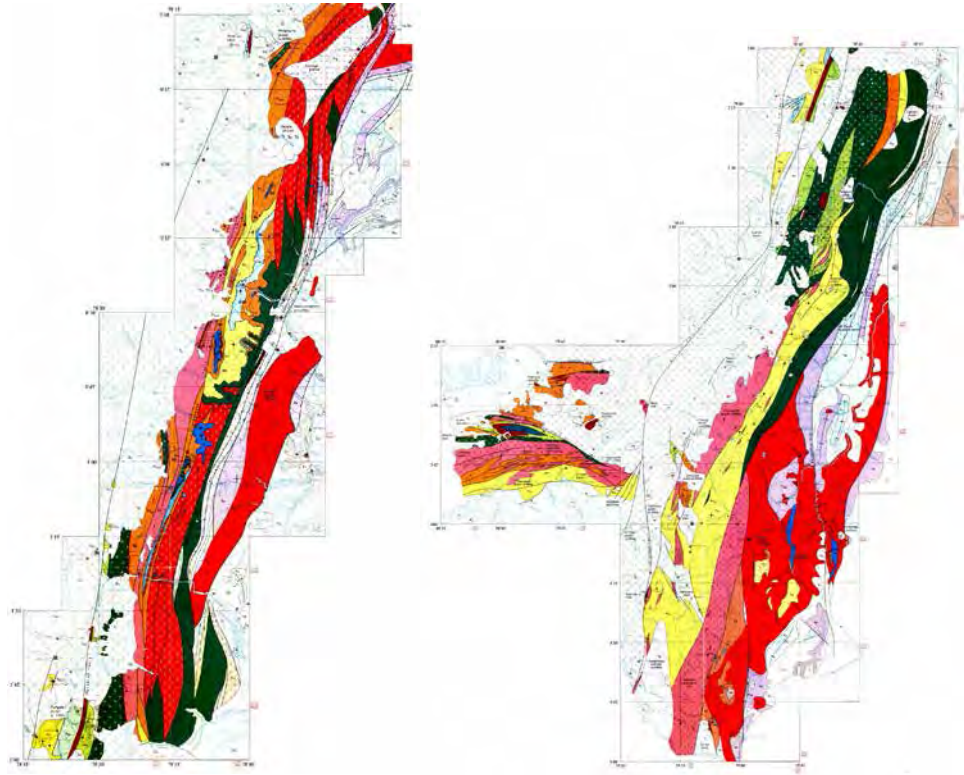


Diapositiva 2.



### Actualización del mapa geológico escala 1.000.000

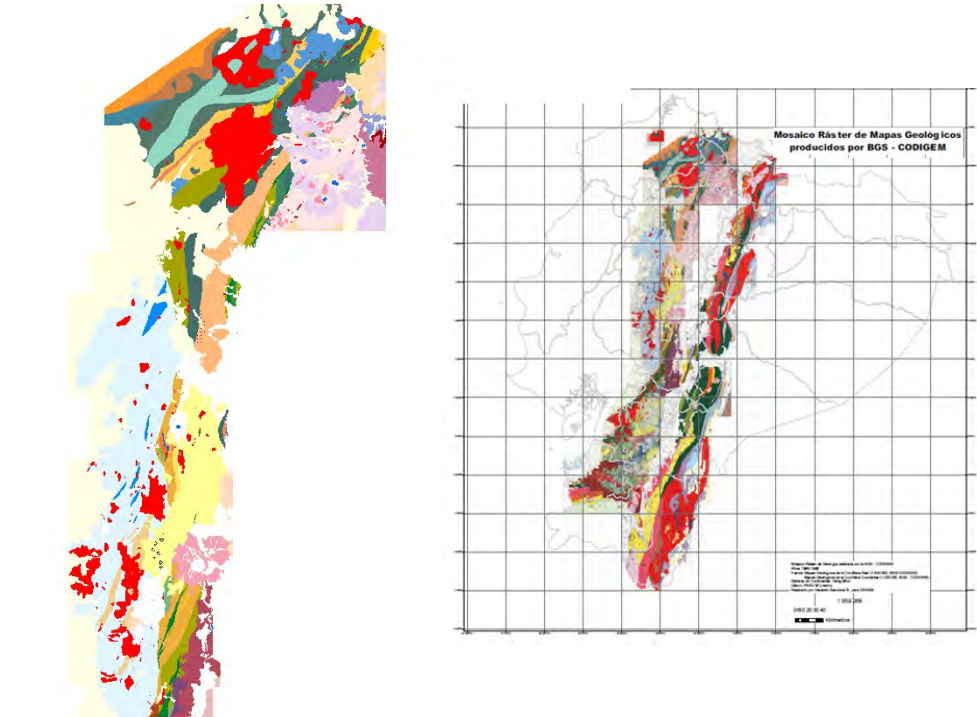
El Proyecto Cordillera Real (1986–1993) generó los mapas de la Cordillera Real y de la provincia de El Oro a escala 1:500.000, los cuales se levantaron con asistencia técnica del Servicio Geológico Británico.



Diapositiva 3.

### Actualización del mapa geológico escala 1.000.000

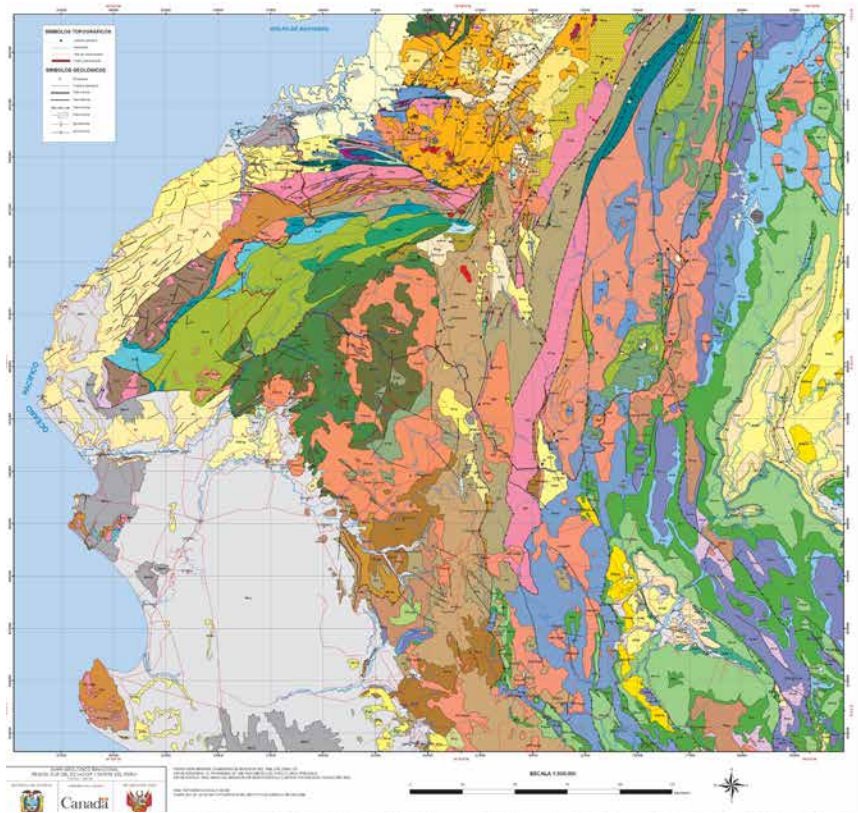
El proyecto PRODEMINCA (1995 y 2000) generó cinco mapas geológicos a escala 1:200.000, en formato analógico que cubren la zona de la Cordillera Occidental desde 1° latitud Norte hasta +/- 4° latitud Sur.



Diapositiva 4.

### Actualización del mapa geológico escala 1.000.000

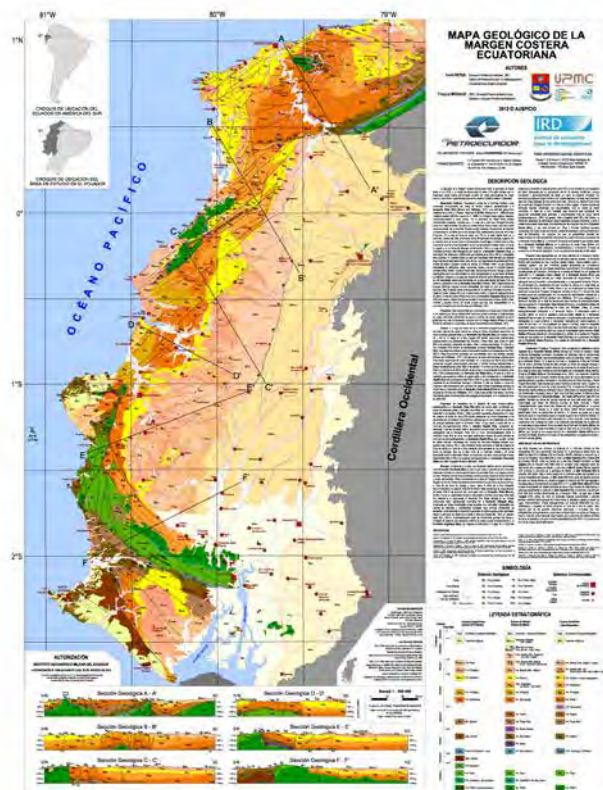
Con la cooperación Canadiense se elaboró un mapa geológico binacional de la Región Sur de Ecuador y Norte del Perú, escala 1:500.000, Proyecto PMA, GCA6 (2004-2007); como parte del trabajo binacional ejecutado dentro del Proyecto Multinacional Andino.



Diapositiva 5.

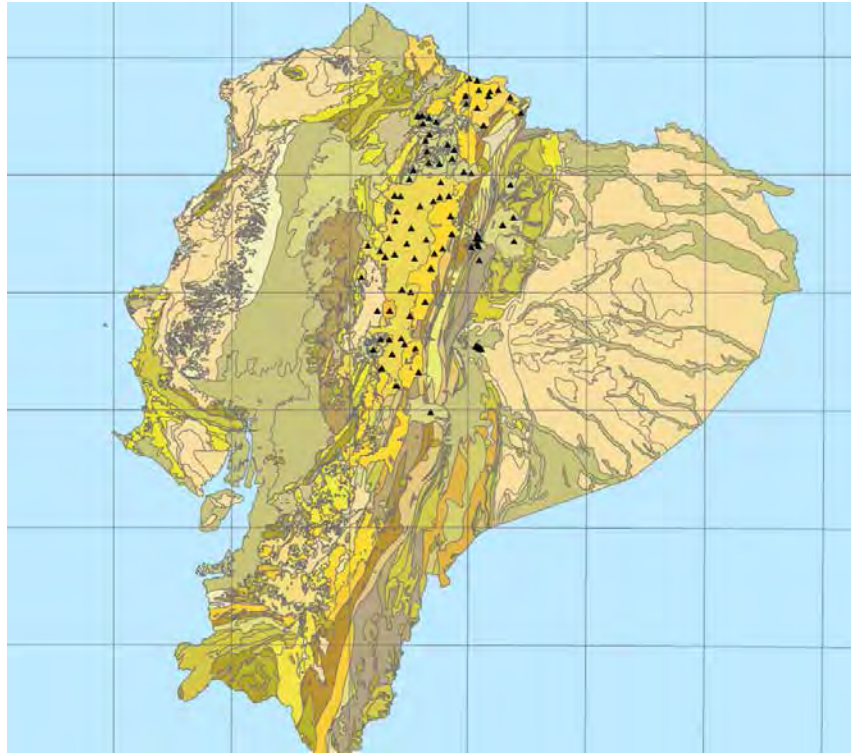
### Actualización del mapa geológico escala 1.000.000

Con la cooperación Canadiense se elaboró un mapa geológico binacional de la Región Sur de Ecuador y Norte del Perú, escala 1:500.000, Proyecto PMA, GCA6 (2004-2007); como parte del trabajo binacional ejecutado dentro del Proyecto Multinacional Andino.



Diapositiva 6.

**Simplificación a escala 1:5 000.000**



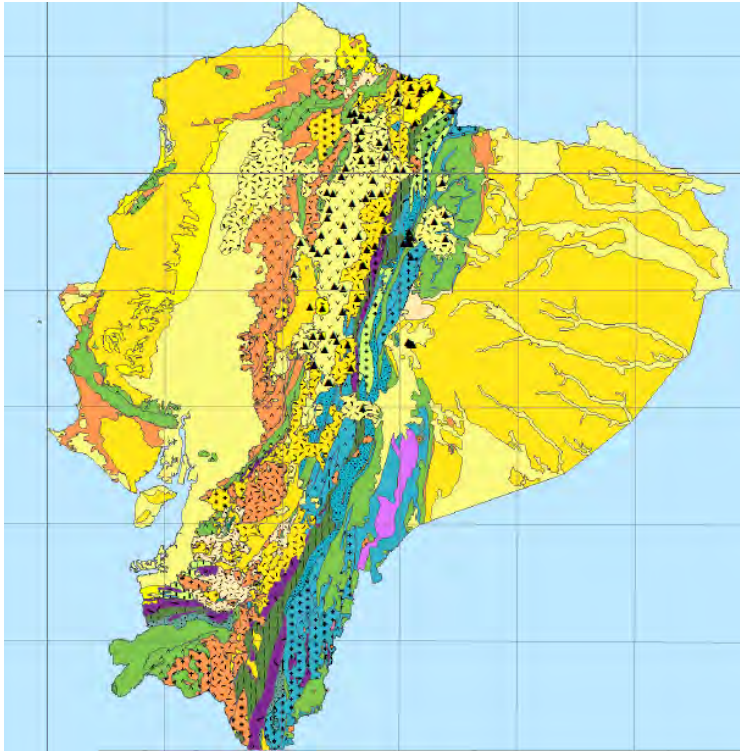
Diapositiva 7.

**Simplificación a escala 1:5 000.000**



Diapositiva 8.

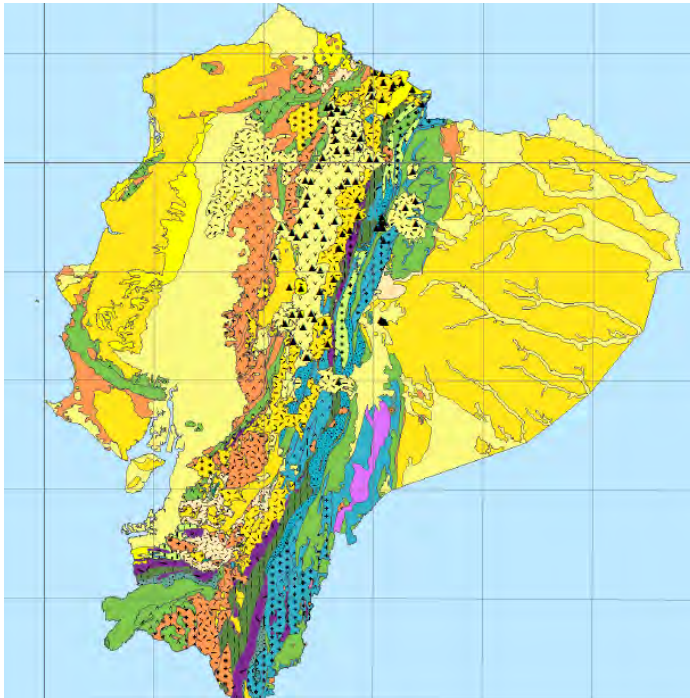
**Simplificación a escala 1:5 000.000**



EDAD	SIMBOLOGÍA	Rocas Sedimentarias			
Cuaternario	Q				
Neógeno	N				
Paleógeno	E				
Cretácico	K				
Jurásico	J				
Triásico	T				
Pérmico	P				
Carbonífero	C				
Devónico	D				
Ordovícico	O				

Diapositiva 9.

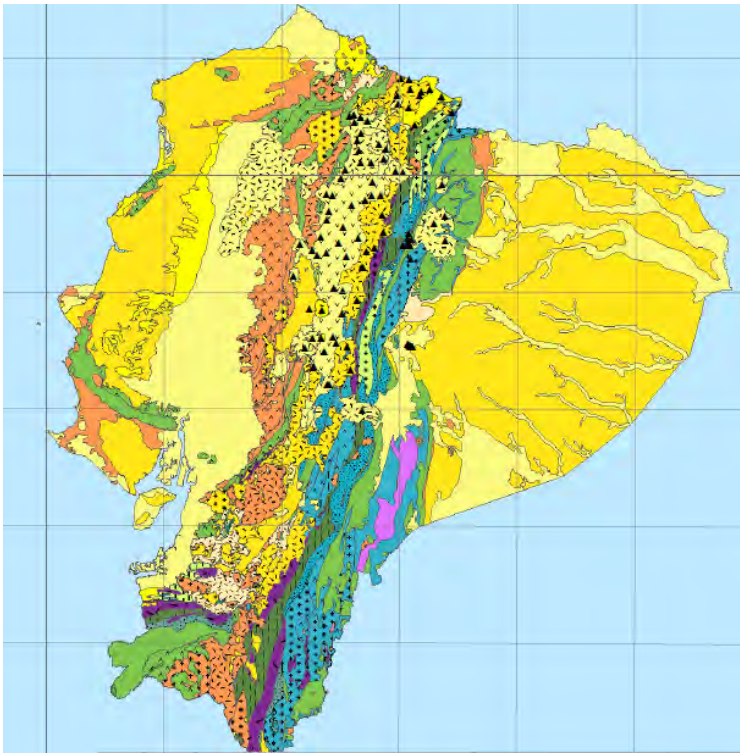
**Simplificación a escala 1:5 000.000**



EDAD	SIMBOLOGÍA	ROCAS VOLCÁNICAS			
		A	B	C	D
		No diferenciadas	Ácidas e Intermedias	Básicas e Intermedias	alcalinas
Cuaternario	Q				
Neógeno	N				
Paleógeno	E				
Cretácico	K				
Jurásico	J				
Triásico	T				
Pérmico	P				
Carbonífero	C				
Devónico	D				
Ordovícico	O				

Diapositiva 10.

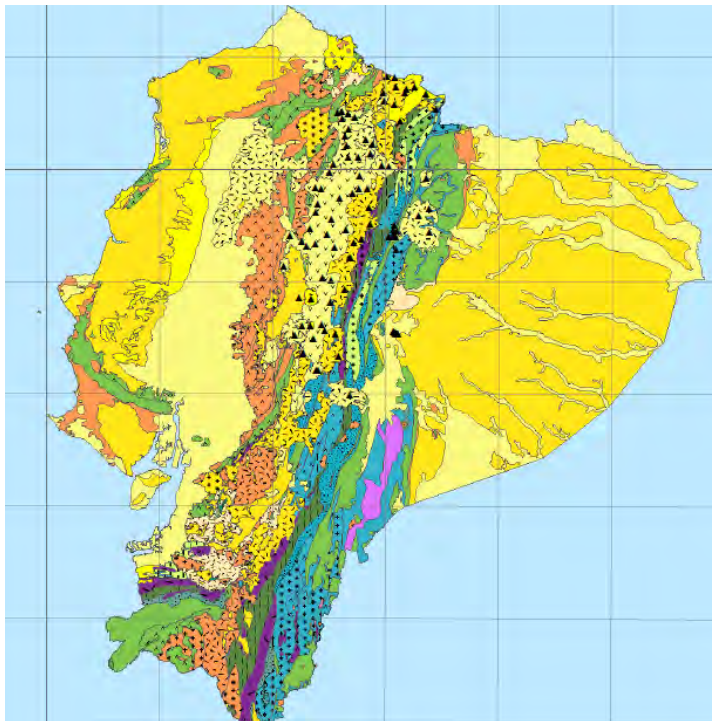
**Simplificación a escala 1:5 000.000**



EDAD	SIMBOLOGÍA	ROCAS PLUTÓNICA			
		A	B	C	D
		No diferenciadas	Ácidas e Intermedias	Básicas y Ultrabásicas	Complejos alcalinos
Cuaternario	Q				
Neógeno	N		Yellow dotted		
Paleógeno	E		Red dotted	Orange dotted	
Cretácico	K		Green dotted	Green dotted	
Jurásico	J		Blue dotted	Green dotted	
Triásico	T		Purple dotted		
Pérmico	P				
Carbonífero	C				
Devónico	D				
Ordovícico	O				

Diapositiva 11.

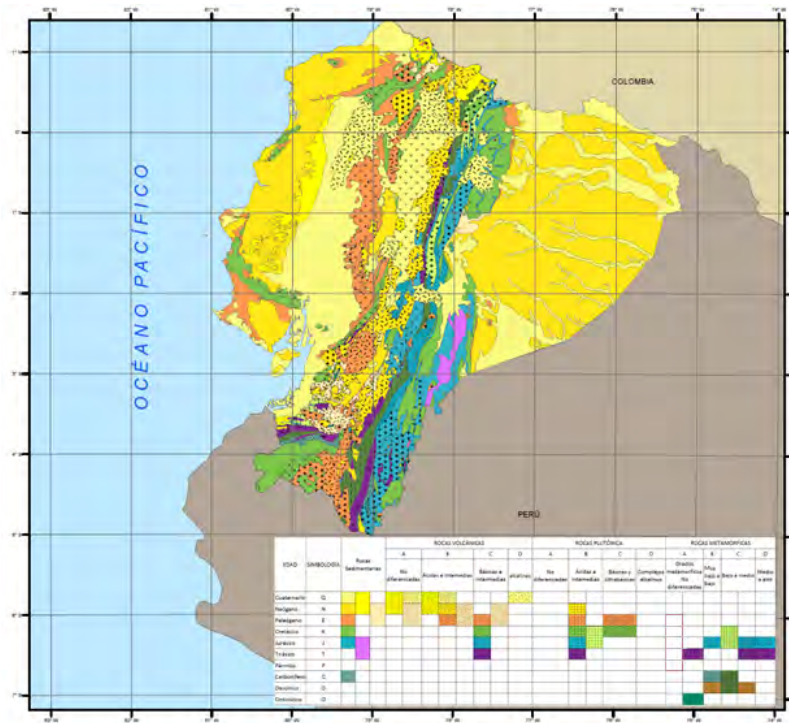
**Simplificación a escala 1:5 000.000**



EDAD	SIMBOLOGÍA	ROCAS METAMÓRFICAS			
		A	B	C	D
		Grados metamórficos No diferenciadas	Muy bajo a bajo	Bajo a medio	Medio a alto
Cuaternario	Q				
Neógeno	N				
Paleógeno	E				
Cretácico	K			Green dotted	
Jurásico	J		Blue dotted	Green dotted	Blue dotted
Triásico	T		Purple dotted		Purple dotted
Pérmico	P				
Carbonífero	C		Green dotted	Green dotted	
Devónico	D		Orange dotted	Green dotted	Orange dotted
Ordovícico	O		Green dotted		

Diapositiva 12.

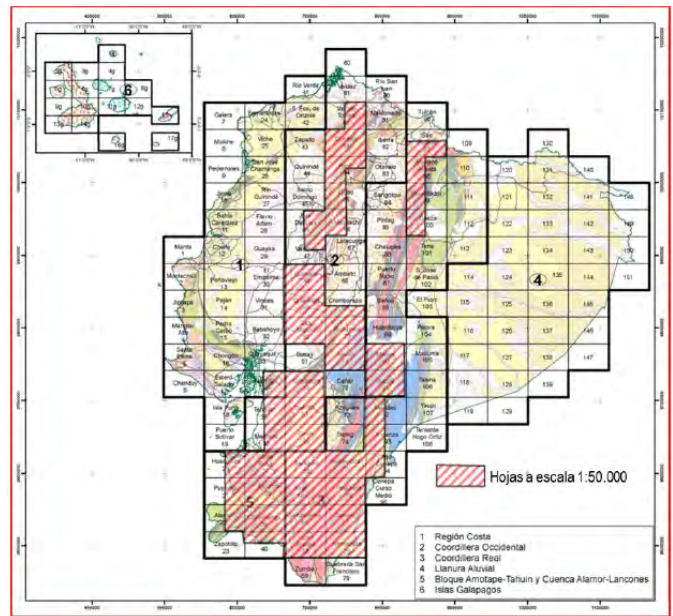
### Resultado



Diapositiva 13.

### Situación a futuro

1. Elaborar la carta geológica y de ocurrencias minerales a escala 1:100.000 que cubra la totalidad del territorio continental e insular y, además, a escala 1:50.000 en las zonas de interés minero metalogénico.
2. Elaborar las cartas geofísica y geoquímica del territorio continental.
3. Crear el Repositorio Geológico Nacional así como el Banco de Información Geológica del Ecuador (BIGE).



Diapositiva 14.



Diapositiva 15.

# Geological Map of the Amazonian Craton Project, At 1:2,5M Scale

Lêda Maria  
FRAGA<sup>\*</sup>  
Carlos  
SHOBHENHAUS<sup>†</sup>  
Jorge  
TÁPIAS<sup>‡</sup>



<sup>\*</sup> leda.fraga@cprm.gov.br  
Deputy Secretary General for  
South America of the CGMW  
<sup>†</sup> carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br  
Vice-President for South America  
of the CGMW  
<sup>‡</sup> mapageo@sgc.gov.co  
Secretary General for South  
America of the CGMW





# GEOLOGICAL MAP OF THE AMAZONIAN CRATON PROJECT, AT 1:2,5M SCALE

**Lêda Maria Fraga, Carlos  
Shobbenhaus and Jorge Tápias**



Secretaria de  
Geologia, Mineração e  
Transformação Mineral

Ministério de  
Minas e Energia



## Diapositiva 1.

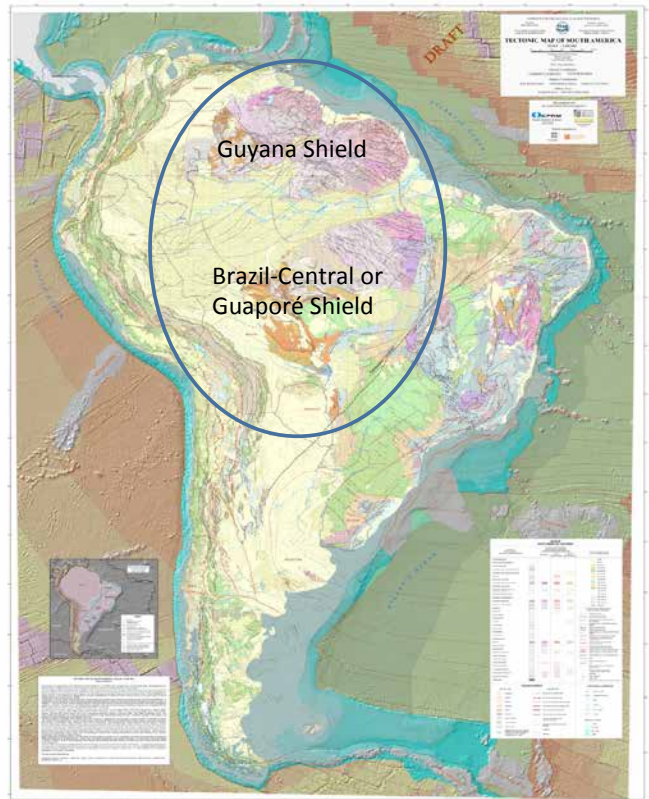
During General Assembly of the Commission for the Geological Map of the World (CGMW) held in Paris in 21st February of 2014, the proposition of the project “Geological Map of the Amazonian Craton at the 1:2,5M scale” made by the Subcommission for South America has been endorsed.

The proposed project encompasses the Geological and Mineral Resources Map of the Guyana Shield endorsed by CGMW in 2002 but never actually started.

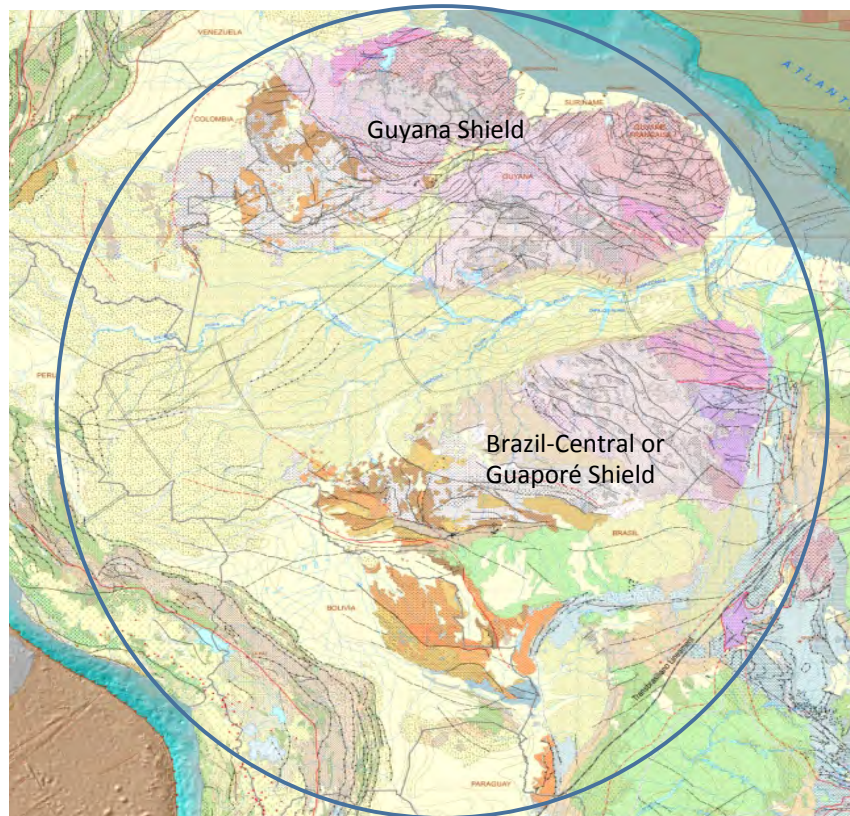


## Diapositiva 2.

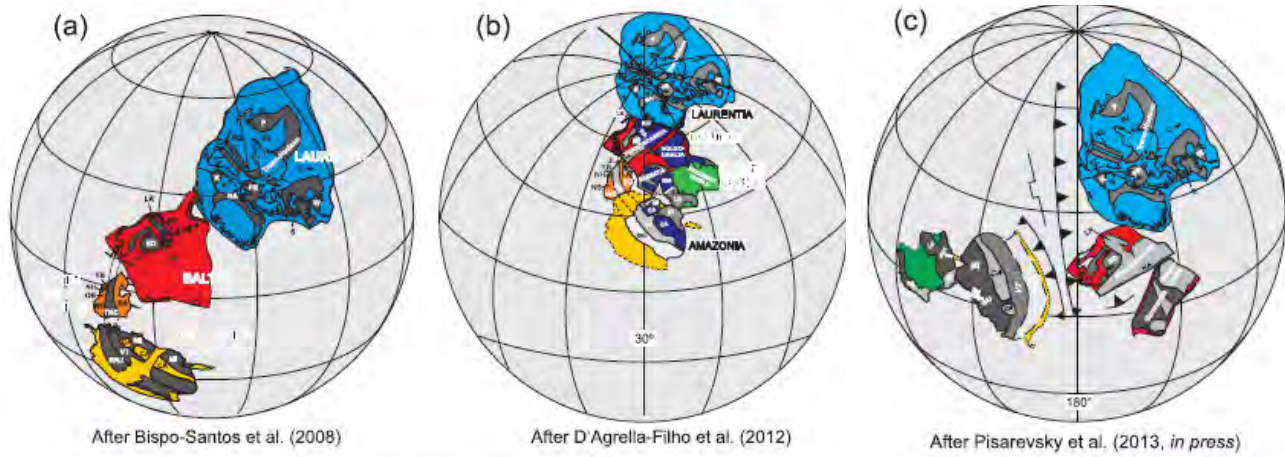
The Amazonian Craton is one of the largest cratonic areas in the world and encompasses eight different countries. It is exposed in two large areas separated by the Phanerozoic Amazonian sedimentary basin, comprising the northern Guyana Shield and the southern Central-Brazil or Guaporé Shield.



Diapositiva 3.



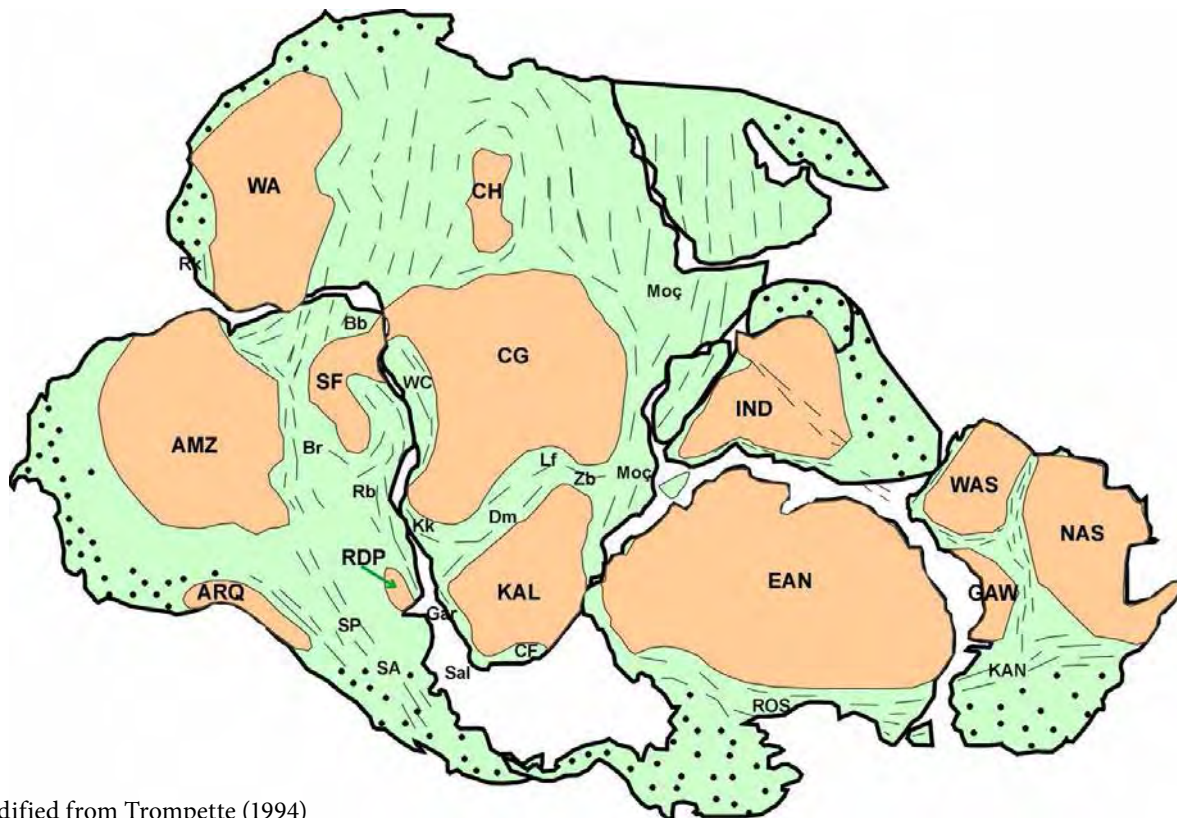
Diapositiva 4.



**Fig. 10.** Paleogeographic reconstruction at ~1780 Ma for Columbia Supercontinent, after (a) Bispo-Santos et al. (2008), (b) D'Agrella-Filho et al. (2012) and (c) Pisarevsky et al. (in press). Laurentia (LA) in blue; Baltica (B) in red; Amazonian Craton (AC) in yellow; North China Craton (NCC) in orange; and West Africa Craton (WA) in green. Archaean cratonic areas and Paleoproterozoic belts (dark gray): Laurentia (S – Slave; C – Churchill; SU – Superior; N – Nain, NQ – New Quebec; T – Torngset; W – Wopmay; P – Penokean; K – Keflavik; NA – Nagssugtoqidian; FR – Foxe-Rinklan), Baltica (KO – Kola; KA – Karelia, LK – Lapland-Kola; SD – Svecofennian Domain; G – Gothian Province), Amazonia (CA – Central Amazonian, MI – Maroni-Itacaiunas; VT – Ventuari-Tapajós; RNJ – Rio Negro-Juruena, GU – Guri lineament) and West Africa Craton (LS – Leo Shield, KD – Keneman Domain, RB – Requiab Shield, SSA – Sassandra lineament) and North China Craton (YB – Yinshan block; OB – Ordos Block; WB – West Block; EB – East Block, NH – North Hebei/Khondolite belt; TNC – Trans-North China belt; JIJ – Jiao-Liao-Ji belt). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

F. Bispo-Santos et al. / Precambrian Research xxx (2013) xxx–xxx

Diapositiva 5.



Modified from Trompette (1994)

Diapositiva 6.

### The access is not so easy



Diapositiva 7.

### BRASIL-SURINAM BRASIL-GUYANA COOPERATION PROJECTS



Diapositiva 8.

## Hotels and restaurants



Diapositiva 9.

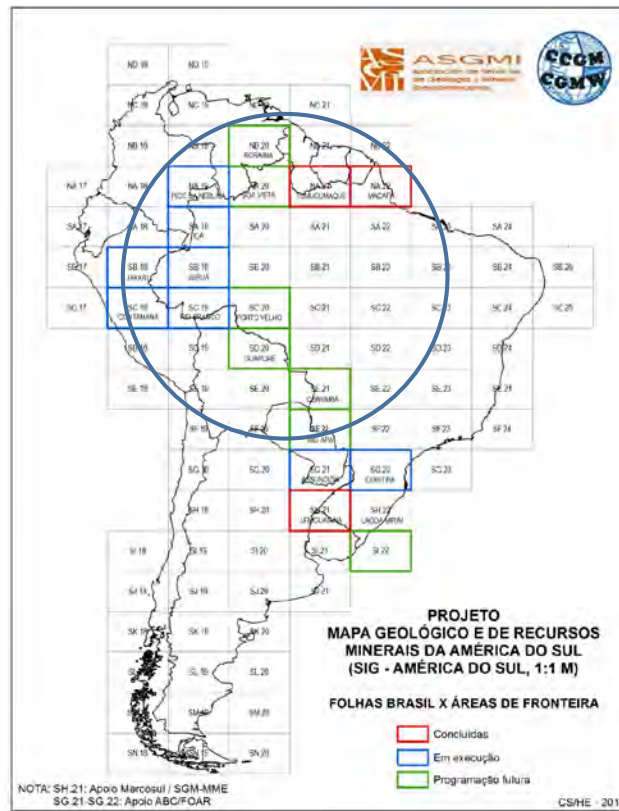
To overcome the scarcity of reliable field, petrologic and structural information available for the craton its geological evolution has been mainly described in terms of geochronological provinces.

However, during the last decade's important new information were made available by numerous mapping projects.

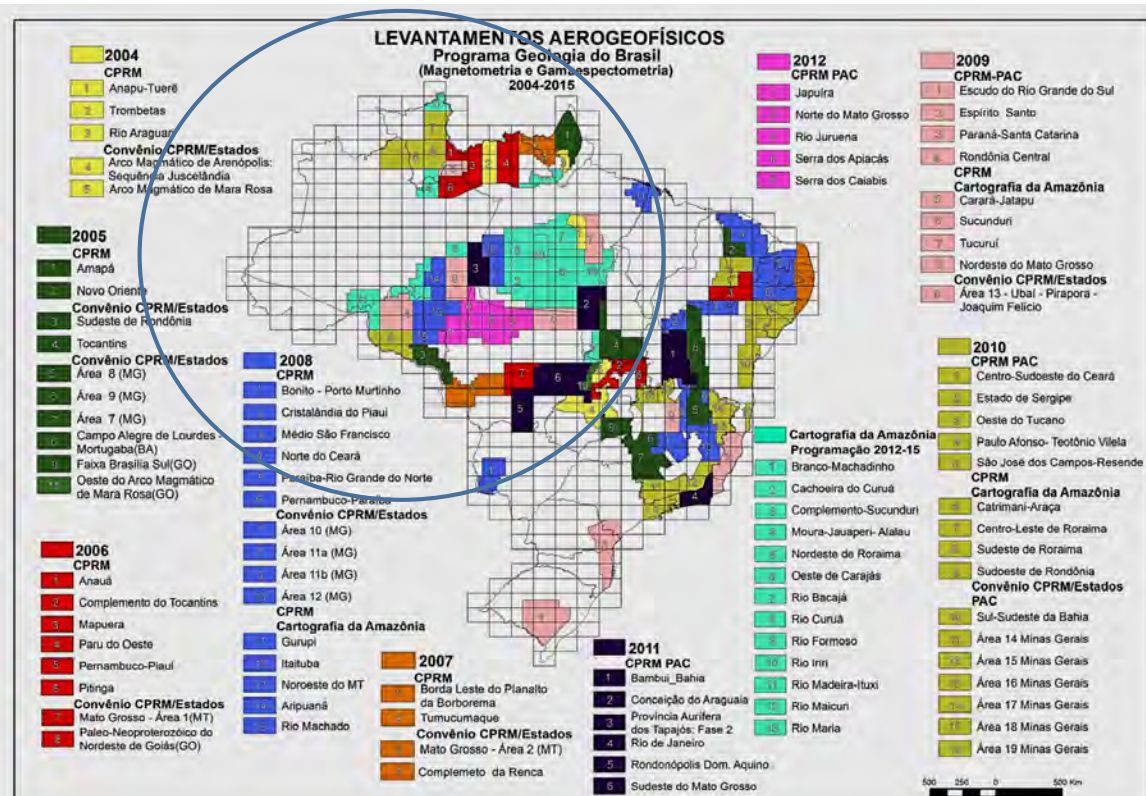
The elaboration of a new 1:2,5M scale geological map aims to allow a reliable picture of the main geological and structural features of the Amazonian Craton and contribute to the understanding of its the geotectonic evolution.

It is worth noting that the Amazonian craton plays an important role in the reconstruction of almost all the recognized paleosupercontinents, and a reliable geological map will improve possible correlations.

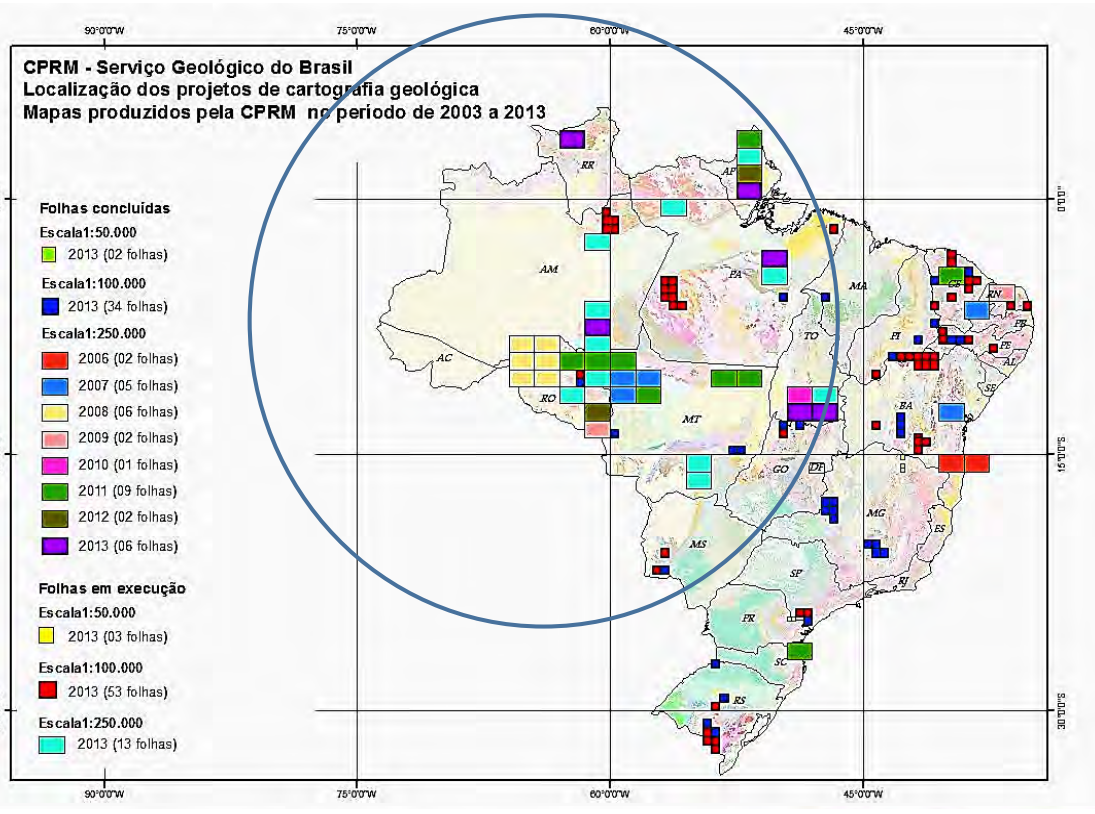
Diapositiva 6.



Diapositiva 11.

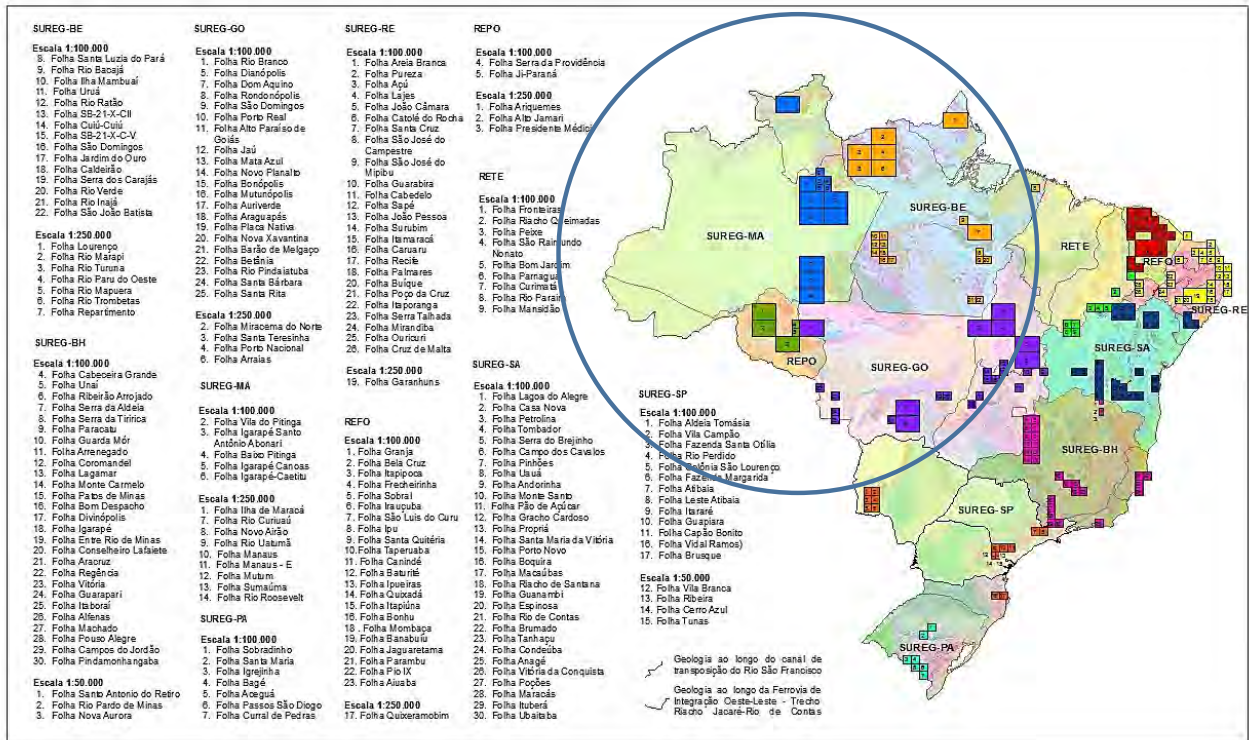


Diapositiva 12.



Diapositiva 13.

**PROJETOS EM EXECUÇÃO EM 2014**



Diapositiva 14.

Integration of all the new geological data, Harmonization the geology along the borders of the different countries and organization and broad dissemination of Geology and Mineral Resources of the Amazonia Craton, for the purposes of technical and scientific exchange on the same base map using GIS technology, and to strategic planning and government and private investments.

**Diapositiva 15.**



# Geología y recursos minerales del Perú

Agapito  
SANCHEZ\*  
Dina  
HUANACUNI†



\* asanchez@ingemmet.gob.pe  
Instituto Geológico Minero y  
Metalúrgico (INGEMMET)  
† dhuanacuni@ingemmet.gob.pe  
Instituto Geológico Minero y  
Metalúrgico (INGEMMET)



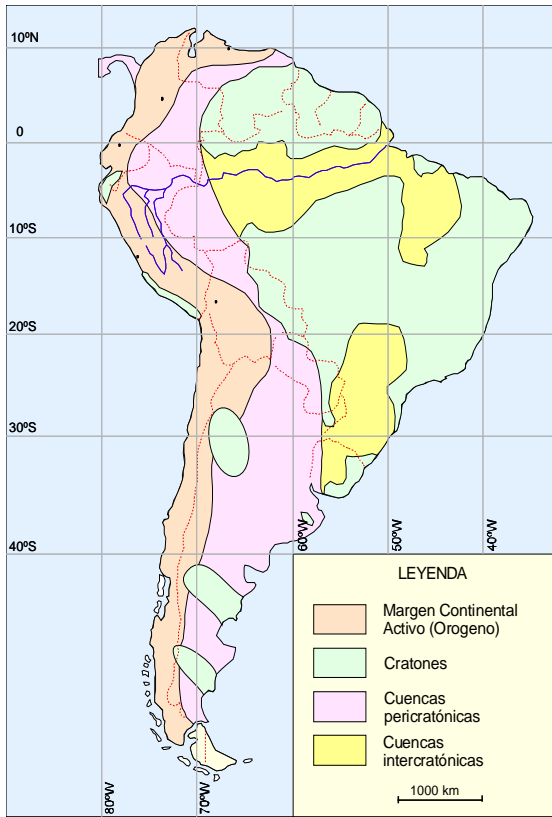
Diapositiva 1.

## Contenido

LOCALIZACIÓN DEL PERÚ EN SURAMÉRICA  
CONTEXTO GEOLÓGICO  
DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS MINERALES

Diapositiva 2.

**PERU EN EL CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL**

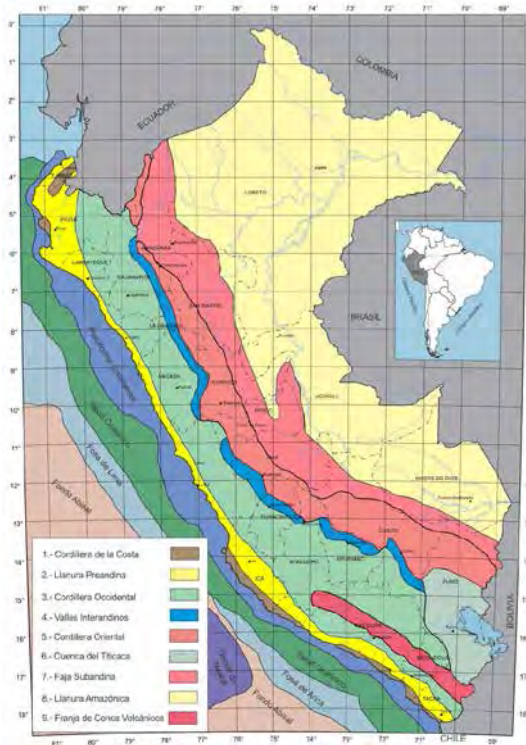


Diapositiva 3.

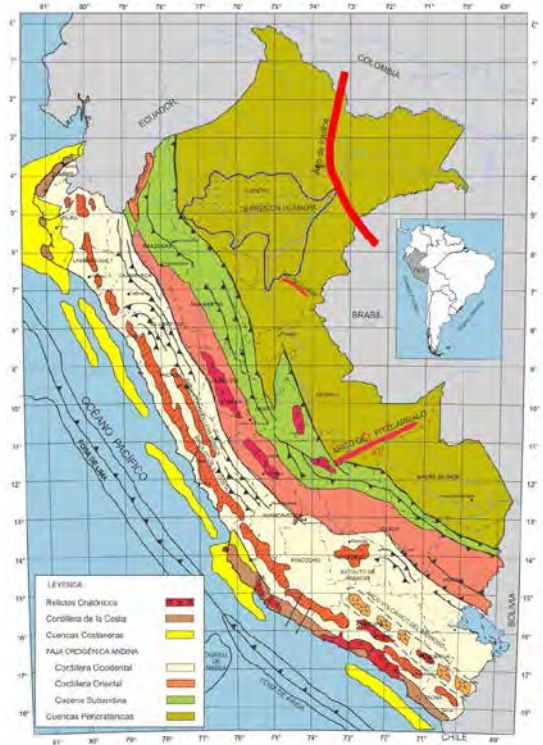


Diapositiva 4.

### UNIDADES MORFOESTRUCTURALES DEL PERÚ



### RASGOS TECTÓNICOS DEL PERÚ

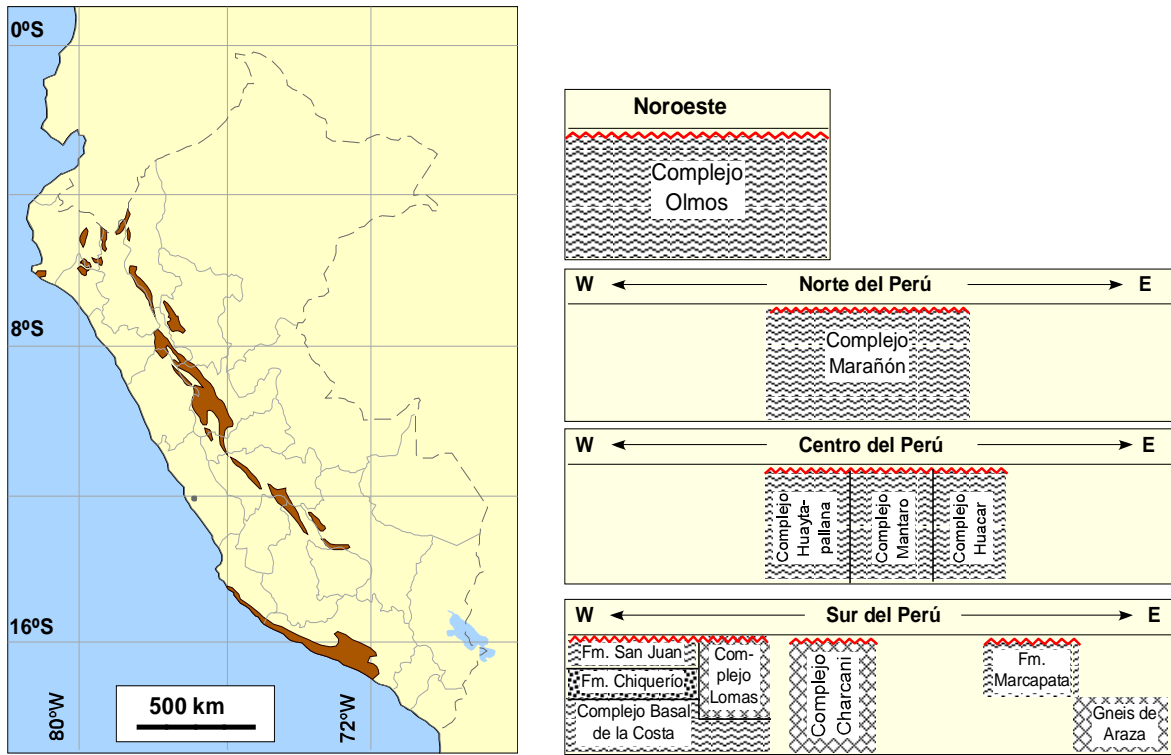


Diapositiva 5.

### CONTEXTO GEOLÓGICO

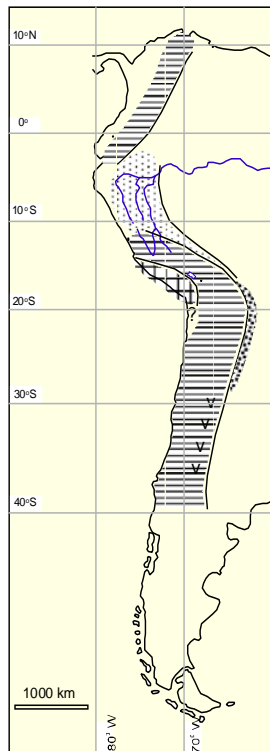
Diapositiva 6.

**PRECAMBRIANO**

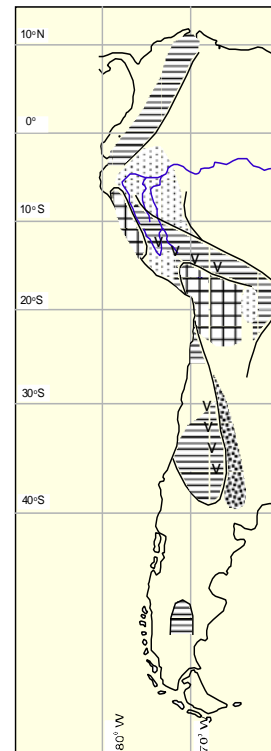


Diapositiva 7.

**PALEOZOICO INFERIOR**



**PALEOZOICO SUPERIOR**



Diapositiva 8.

**PALEOZOICO INFERIOR**

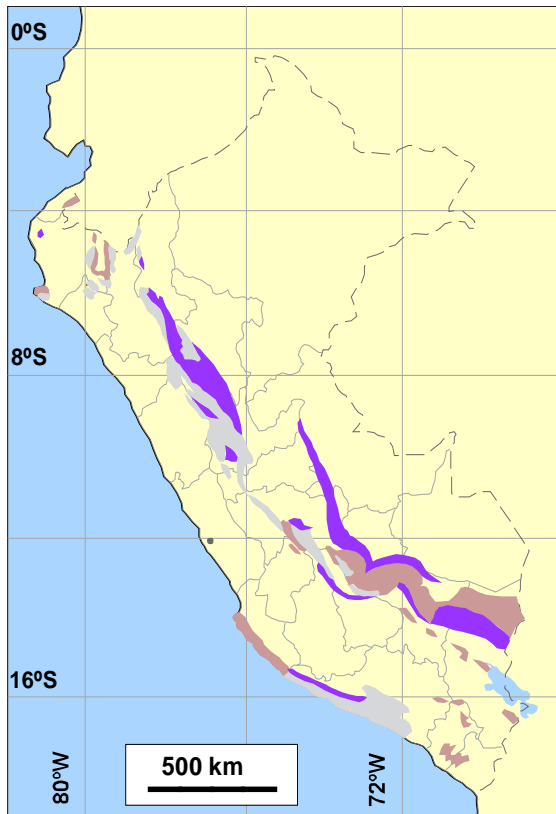
	Noroeste		Perú Central
Devoniano	Fm. Cerro Negro Fm. Rio Seco		Gpo. Excelsior
Siluriano			
Ordoviciano	Gpo. Tabacones Gpo. Salas		Fm. Contaya
Cambriano			

	W ←	Sur del Perú		→ E
Devoniano	Gpo. Yamayo Fm. Torán Fm. Cochachaca Gpo. Carbanillas	Fm. Ananea	Fm. Ananea	
Siluriano		Fm. San Gabán	Fm. San Gabán	
Ordoviciano		Fm. Sandía Fm. Calapuja Gpo. San José	Fm. Sandía Gpo. San José	
Cambriano	Fm. Marcona	Serie Ollantaytambo		



Diapositiva 9.

**PALEOZOICO SUPERIOR**

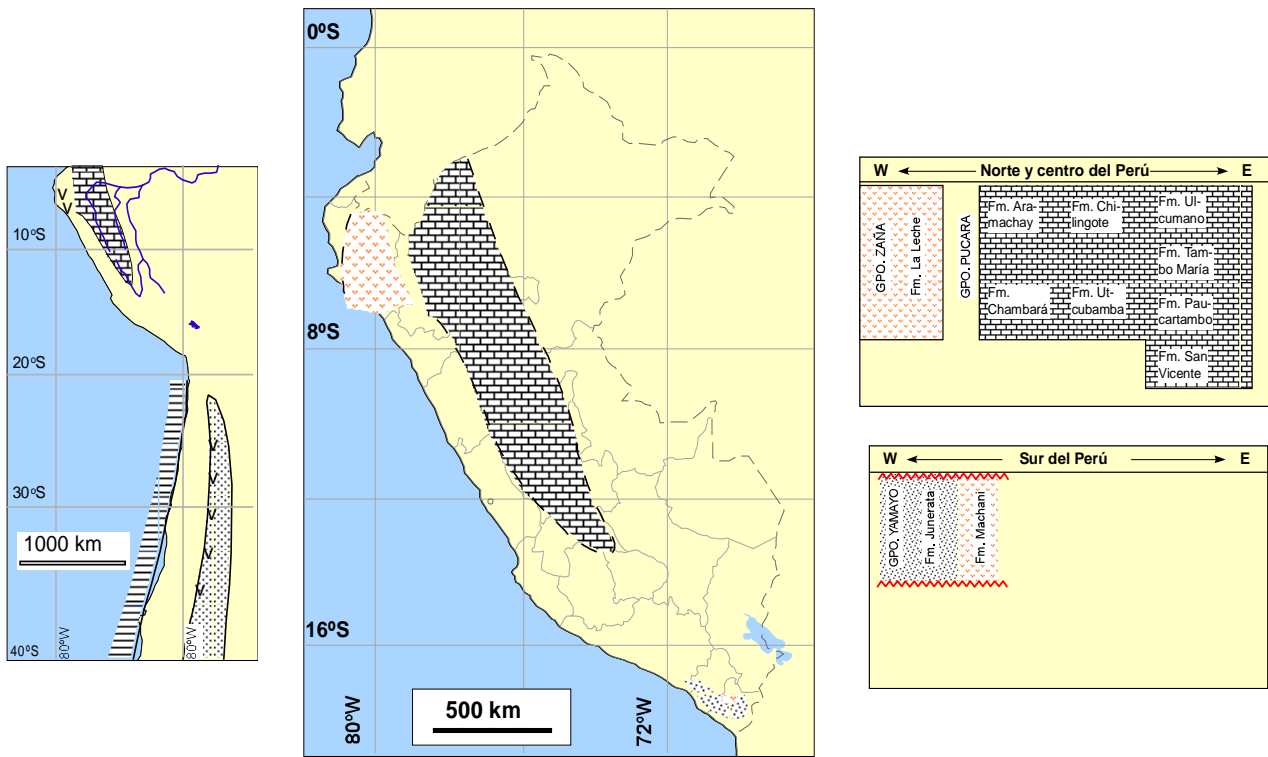


	Noroeste		Perú Central
Perm. sup.	Gpo. Mitu		Gpo. Mitu
Perm. inf.	Fm. Palaus		Gpo. Copacabana
Carb. sup.	Fm. Cerro Prieto		Fm. Lavasen Gpo. Tarma
Carb. inf.	Fm. Chaleco de Paño		Gpo. Ambo

	W ←	Sur del Perú		→ E
Perm. sup.		Gpo. Mitu	Gpo. Mitu	
Perm. inf.		Gpo. Copacabana	Gpo. Copacabana	
Carb. sup.		Gpo. Tarma	Gpo. Tarma-Copacabana	
Carb. inf.		Gpo. Ambo	Gpo. Ambo	

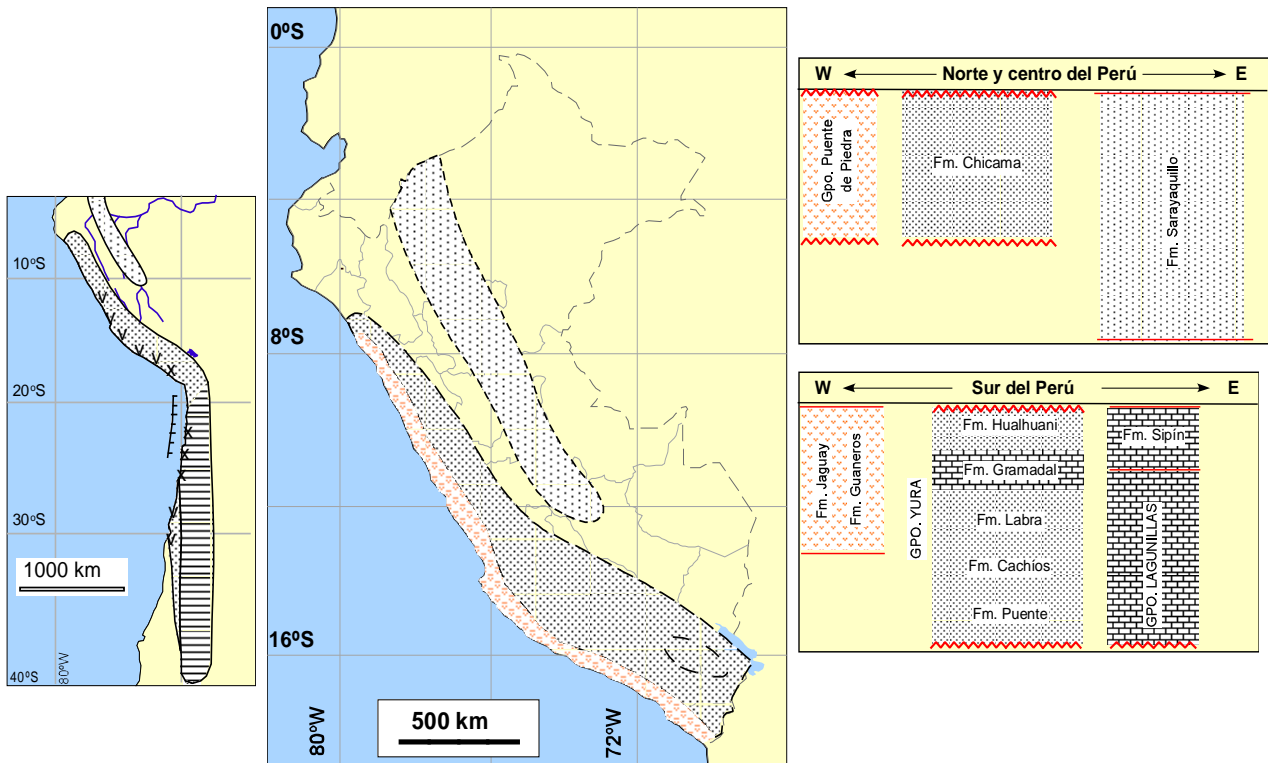
Diapositiva 10.

### TRIÁSICO SUPERIOR-JURÁSICO INFERIOR



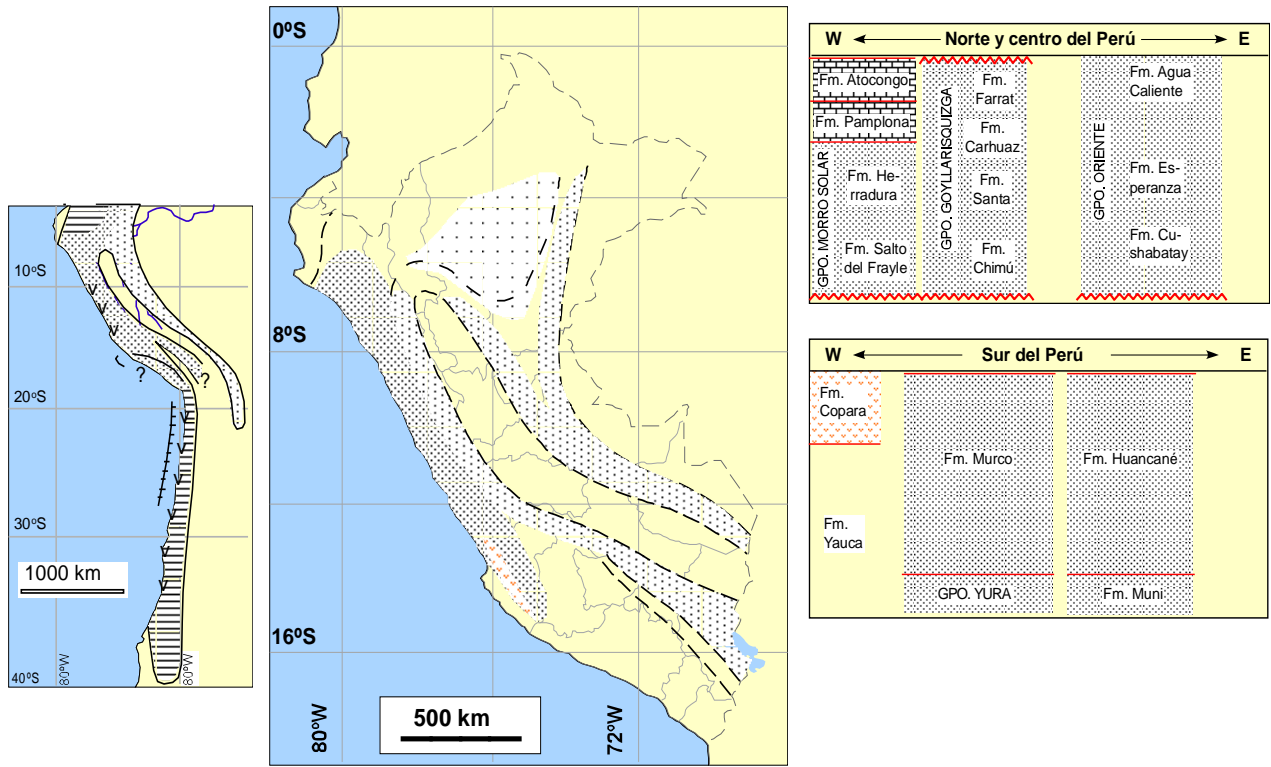
Diapositiva 11.

### JURÁSICO MEDIO SUPERIOR



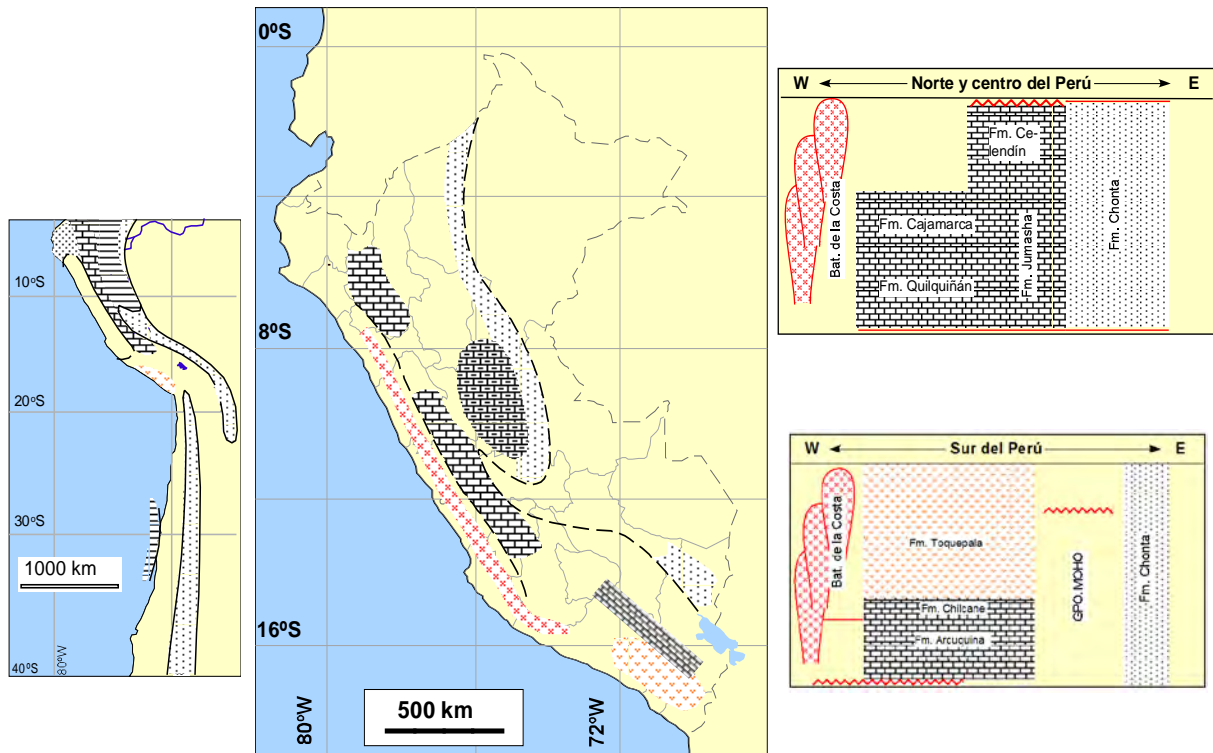
Diapositiva 12.

### CRETÁCICO INFERIOR



Diapositiva 13.

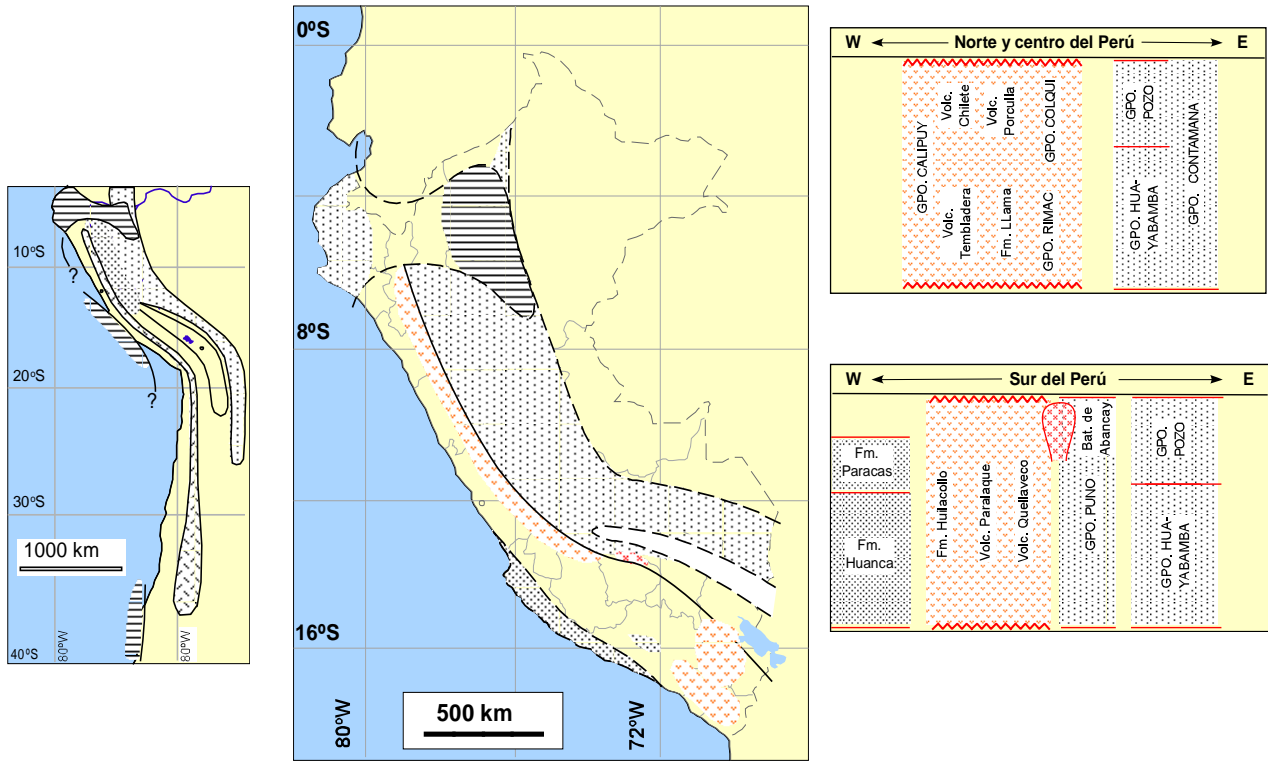
### CRETÁCICO Albiano-Santoniano



Diapositiva 14.

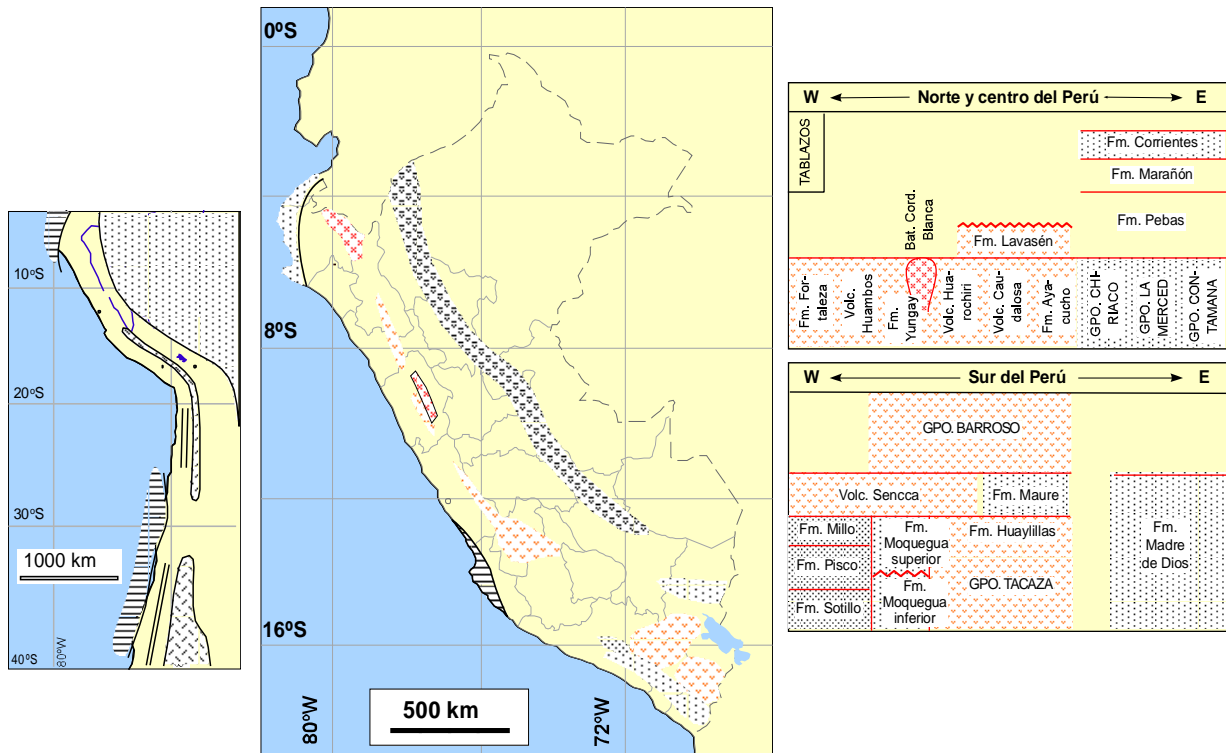


**PALEÓGENO**



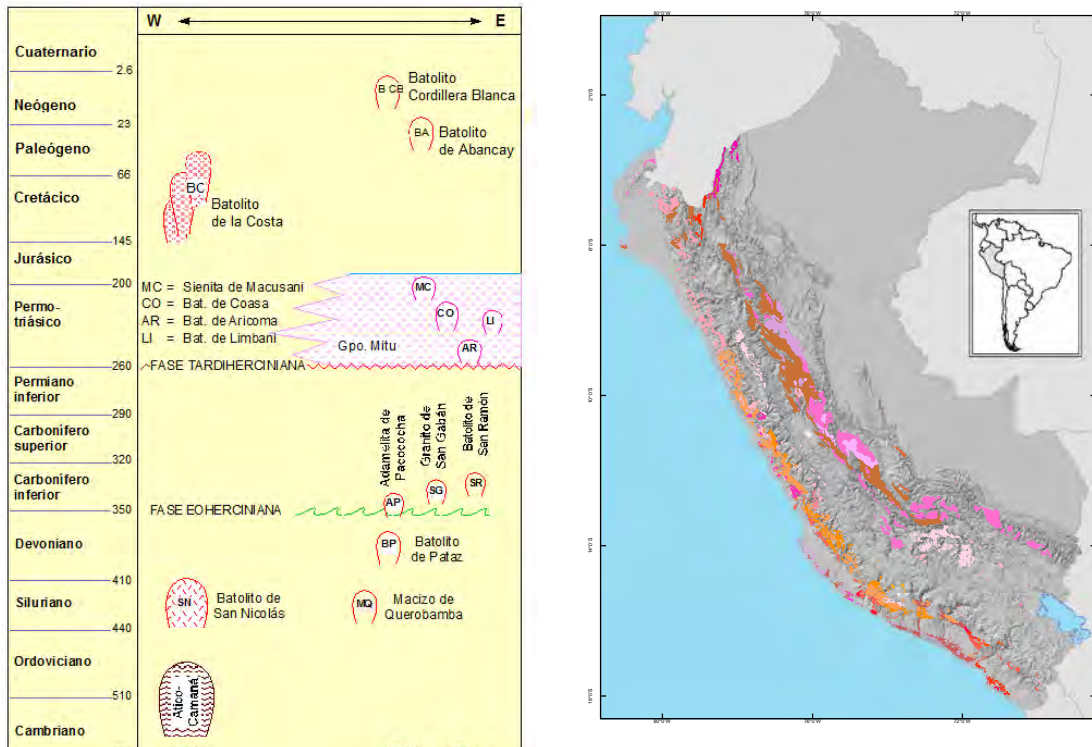
Diapositiva 15.

**NEÓGENO**

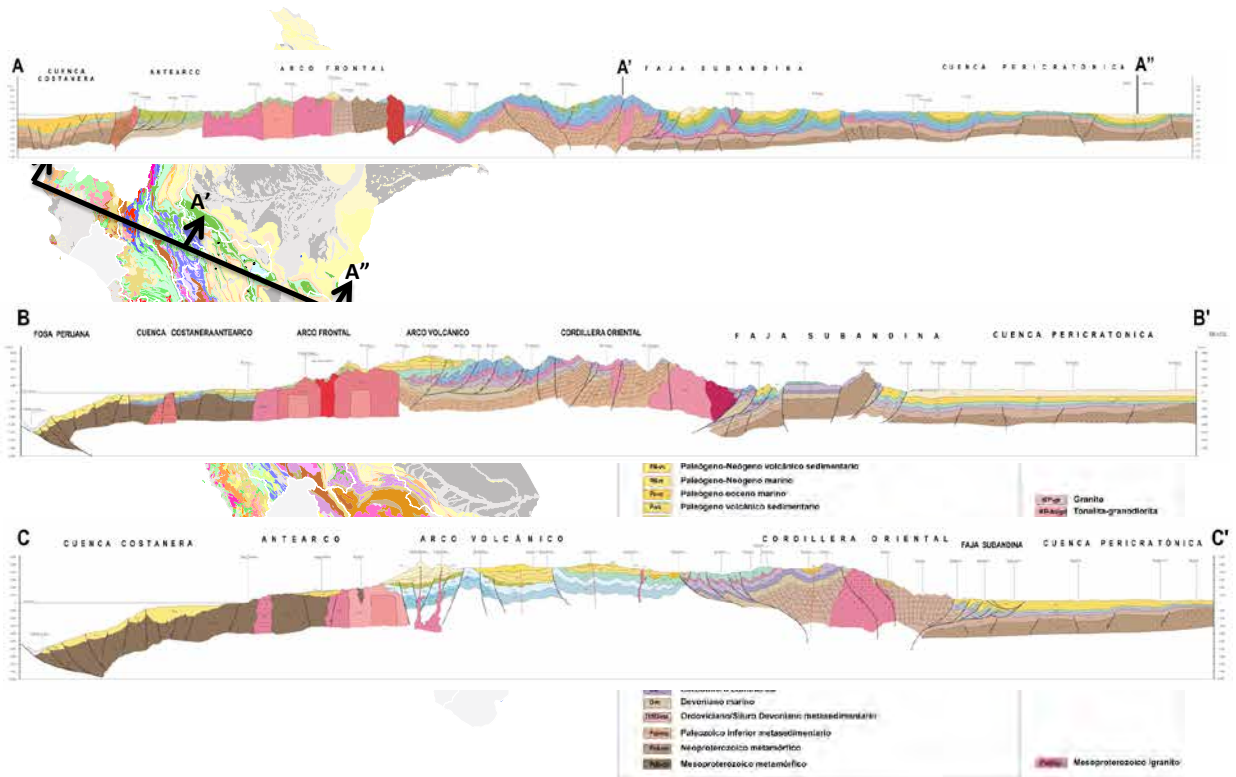


Diapositiva 16.

### MAGMATISMO

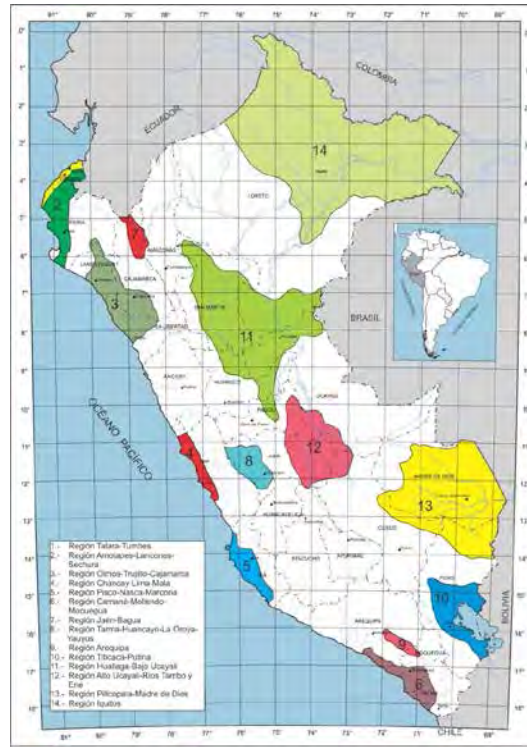


Diapositiva 17.

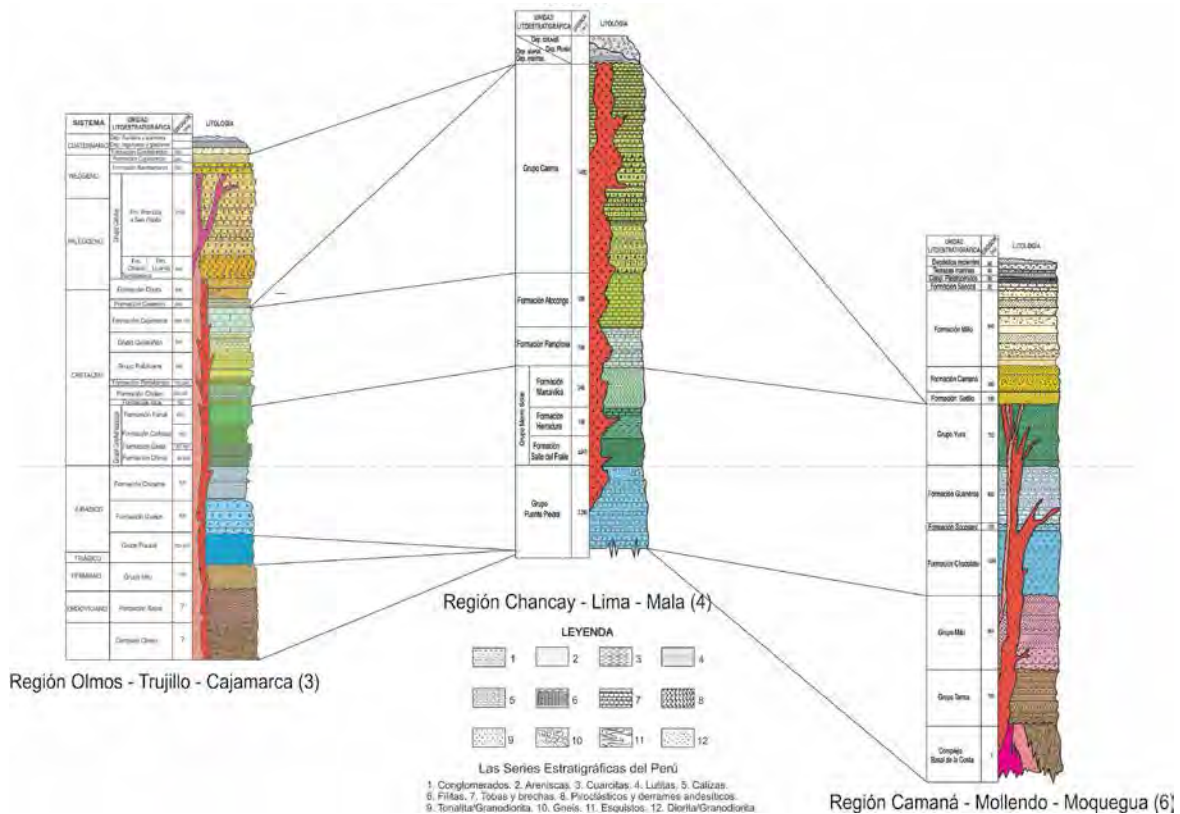


Diapositiva 18.

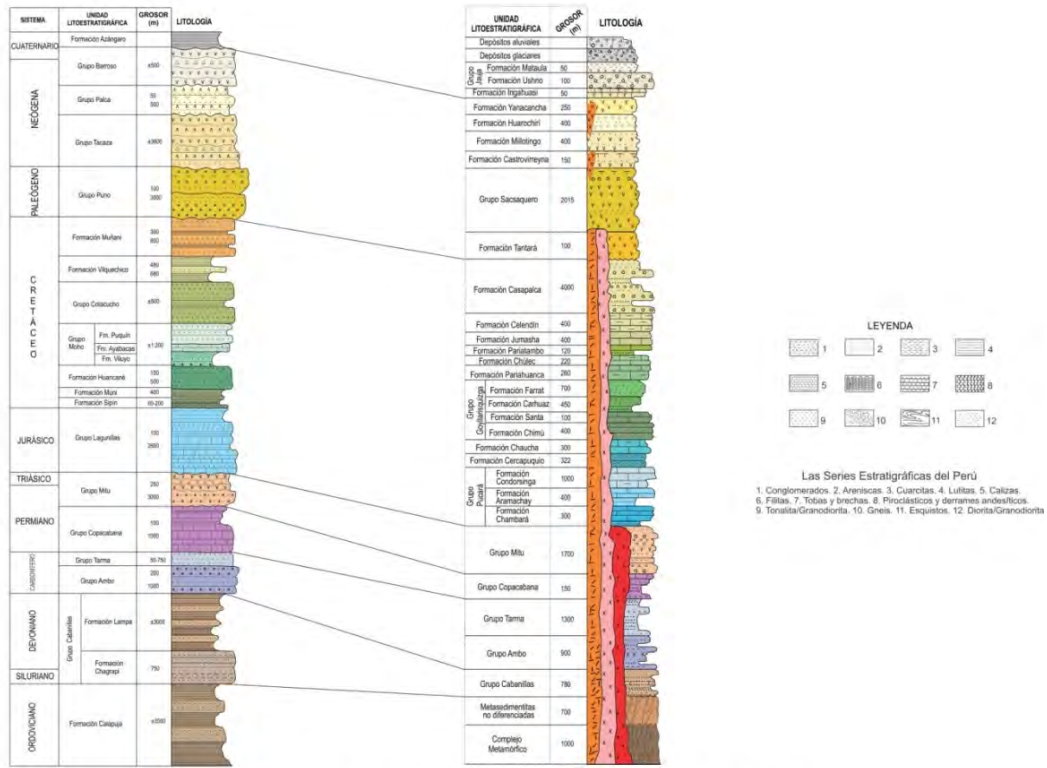
## PRINCIPALES COLUMNAS ESTRATIGRÁFICAS REGIONALES



Diapositiva 19.



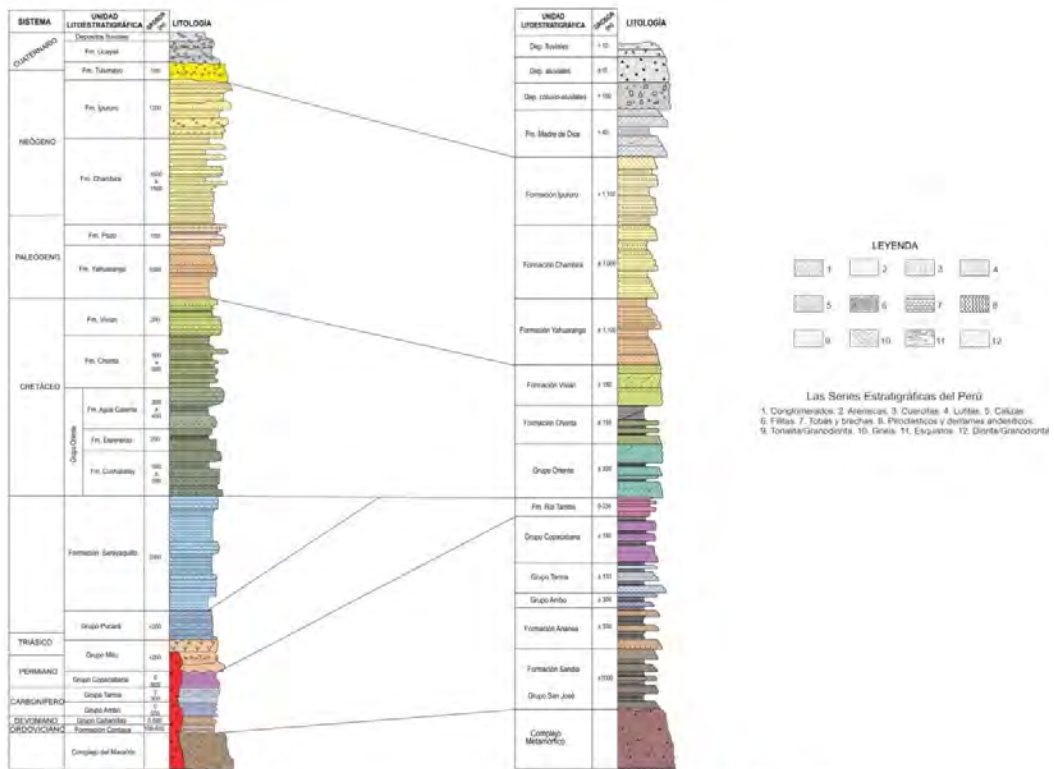
Diapositiva 20.



Región Titicaca - Putina (10)

Región Tarma - Huancayo - La Oroya - Yauyos (8)

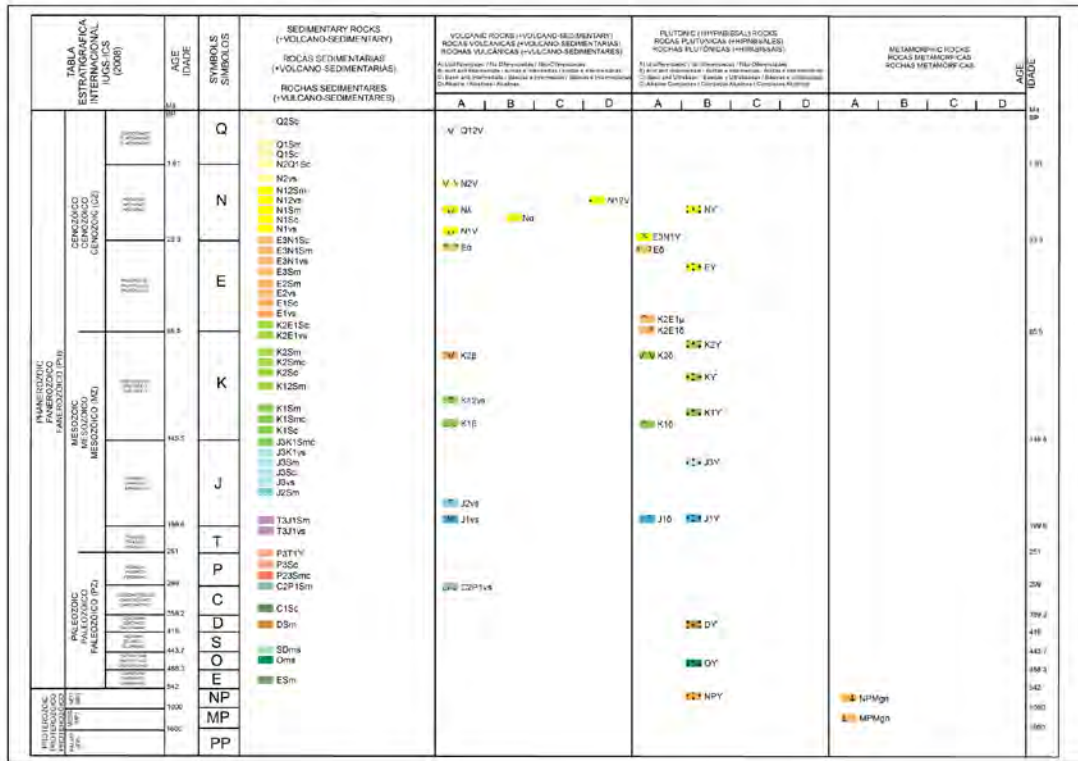
Diapositiva 21.



Región Huallaga - Bajo Ucayali (11)

Región Píllcopata - Madre de Dios (13)

Diapositiva 22.



Diapositiva 23.

## DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS MINERALES EN EL PERÚ

Diapositiva 24.

**Mapa Geológico**  
Rocas y Minerales Industriales



**Mapa Metalogénico**  
Depósitos metálicos



Diapositiva 25.

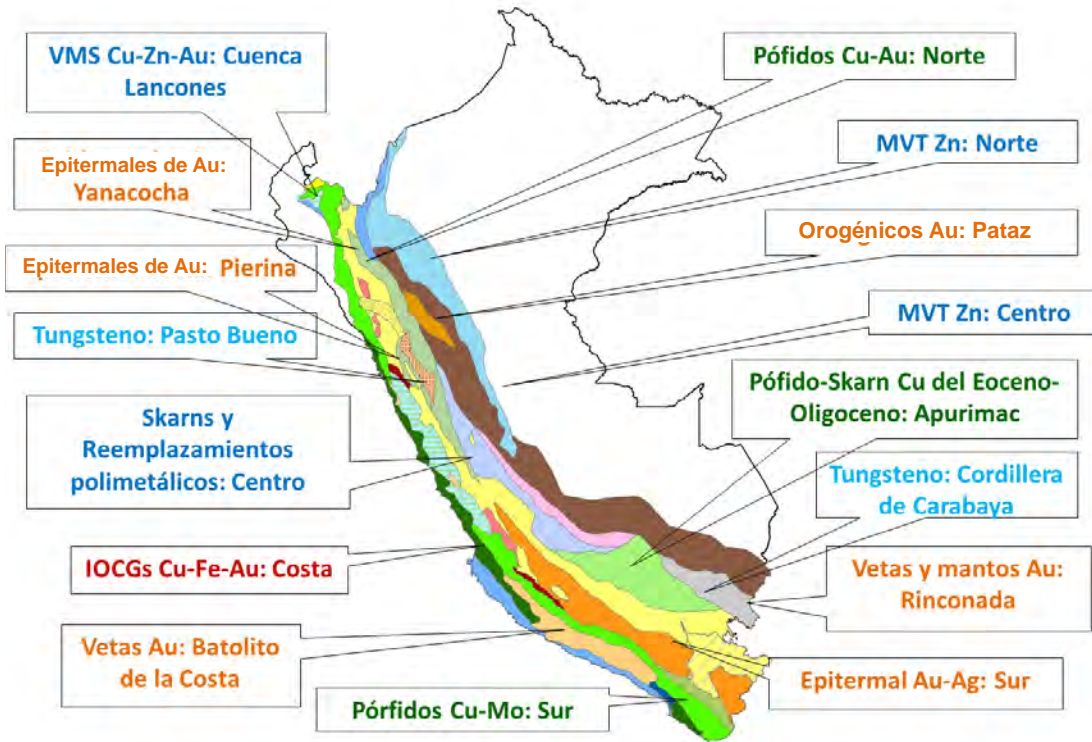
**SIMBOLOGÍA**

Tipos de Depósitos	
I.-Magmático	☐ Sulfuros de Ni-Cu / Cr-Ni-Cu Tipo alpino
II.-Pegmatíticos	○ Vetas
III.-Hidrotermal	△ Epitermal indiferenciado
	△ Epitermal de alta sulfuración
	△ Epitermal de intermedia sulfuración.
	△ Epitermal de baja sulfuración
	◇ Depósitos polimetálicos con superposición epitermal
	○ Skarn
	☐ Depósitos Fe-Cu-Au (IOCG)
	☆ Pórfido
	⊕ Depósitos Orogénicos
	⊗ Depósitos relacionados con intrusivos
IV.-Estratoligado Hidrotermal	◡ VMS
V.-Estratoligado Sedex	◡ Sedex
VI.-Estratoligados en sedimentos	○ MVT
	▽ Tipo Red bed (Capas Rojas)
VIII.-Metamórfico	◡ Metamorfogénico
IX.- Exóticos	☼ Placer      ○ Aluvial
X.- Depósitos Hidrotermales sin clasificación Genética	◡ Manto      ○ Vetas
XI.- Depósitos de Uranio	☐ Uranio

Codigos de colores de los metales	
● Au-Ag-Pb-Zn	● Pb-Ag
● Ag-Au-Pb-Zn	● Pb-Zn
● Cu-Au-Fe	● Pb-Cu
● Cu-Mo-Au	● Fe-Zn-Cu
● Cu-Pb-Zn	● Sn-Cu
● Cu-Zn-Ag	● Sb-Ag-Au
● Cu-W-Zn	● Mg
● Cu-Ag-Au	● U
● Zn-Pb-Cu	● Ti
● Zn-Cu-Au	● Zn-Fe

Diapositiva 26.

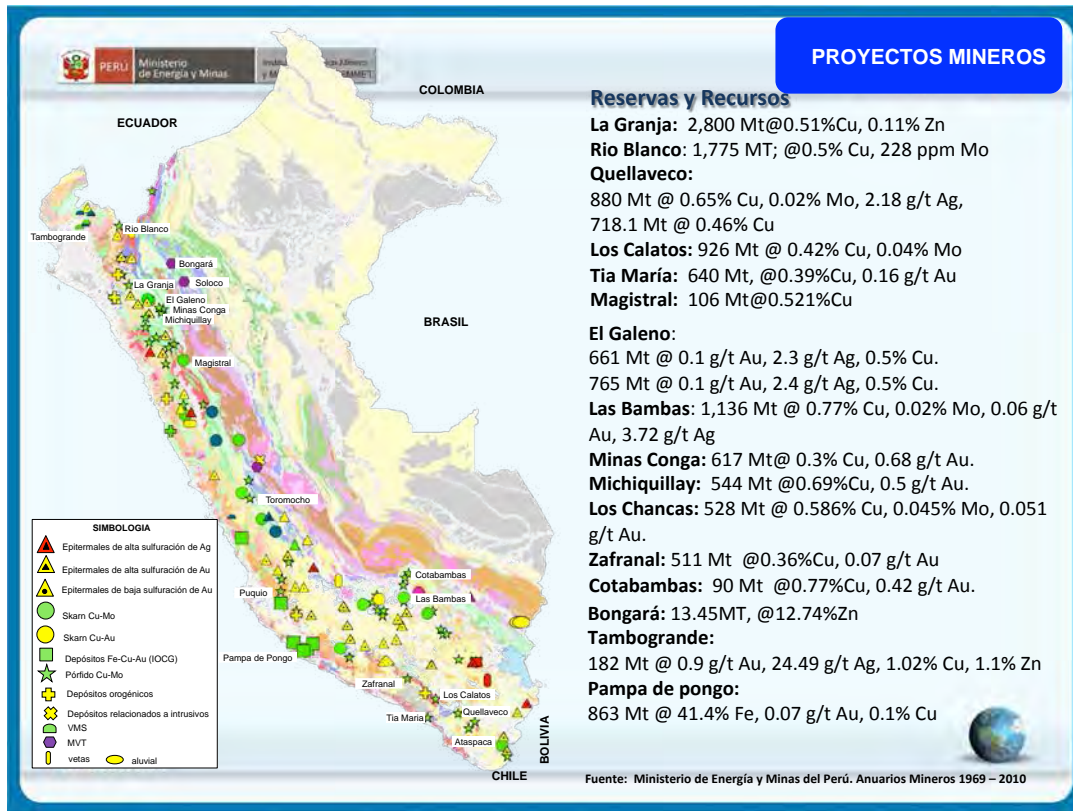
### DEPÓSITOS METÁLICOS



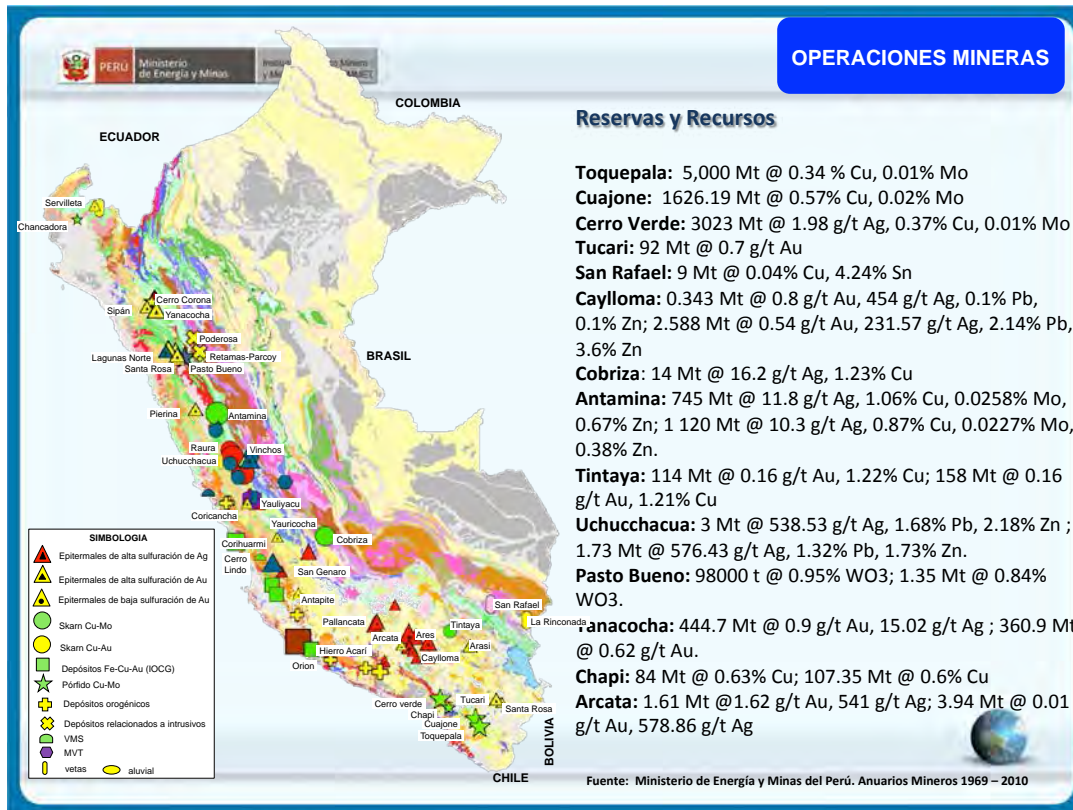
Diapositiva 27.

### RECURSOS MINERALES METÁLICOS DEL PERÚ

Diapositiva 28.



Diapositiva 29.



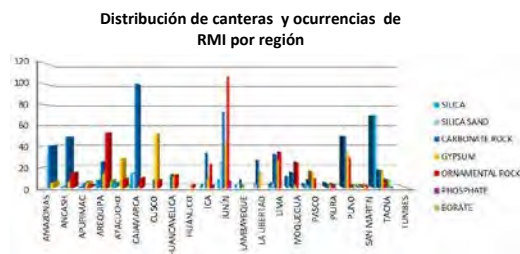
Diapositiva 30.



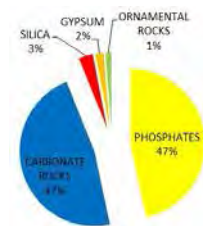
## ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES DEL PERÚ

Diapositiva 31.

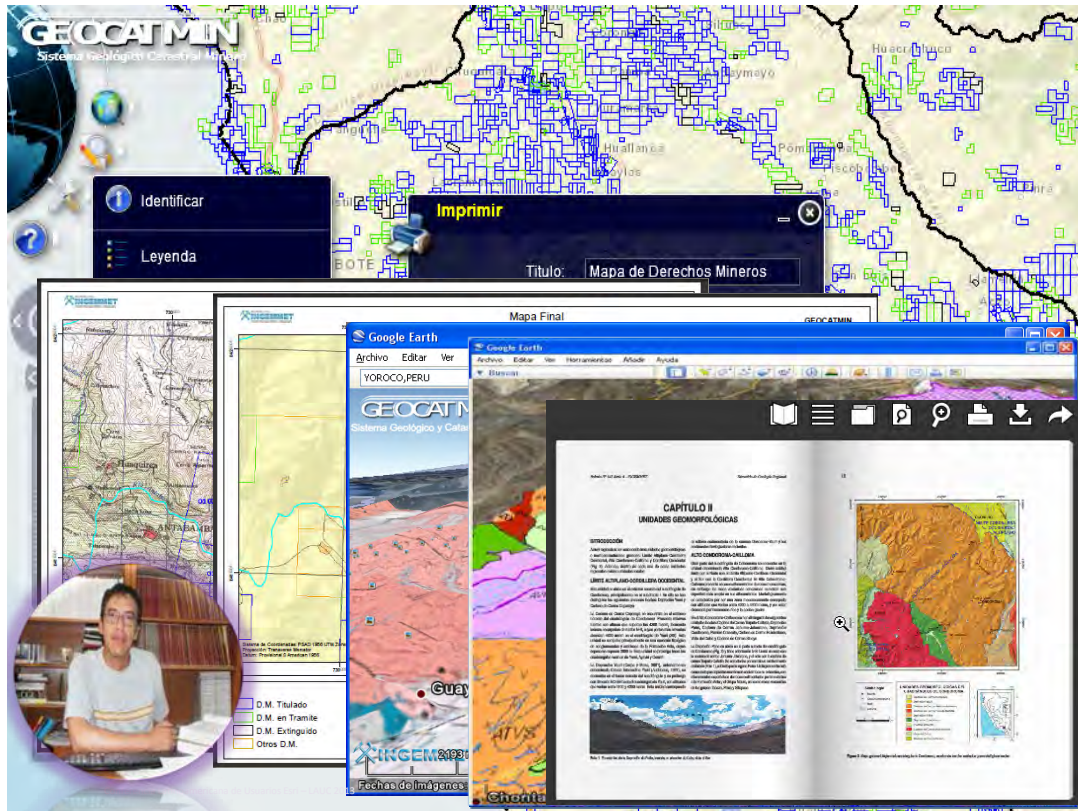
### PRINCIPALES ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES



**Producción de principales RMI 2012**



Diapositiva 32.



Diapositiva 33.



Diapositiva 34.

# Geología del Uruguay

Jorge  
SPOTURNO\*



\* jspoturn@yahoo.com.ar  
Ministerio de Industria Energía  
y Minería-Dirección Nacional  
de Minería y Geología (MIEM-  
DINAMIGE), Universidad de la  
República, Facultad de Ciencias  
Departamento de Geología

## Geología del Uruguay

Taller del Mapa Geológico de Sudamerica  
Colombia 2014

Diapositiva 1.



Diapositiva 2.

## Caracterización Geográfica

- Superficie: 176 215 km<sup>2</sup>
- Población: 3 286 314 personas
- Densidad de Población: 18,8 hab./km<sup>2</sup>

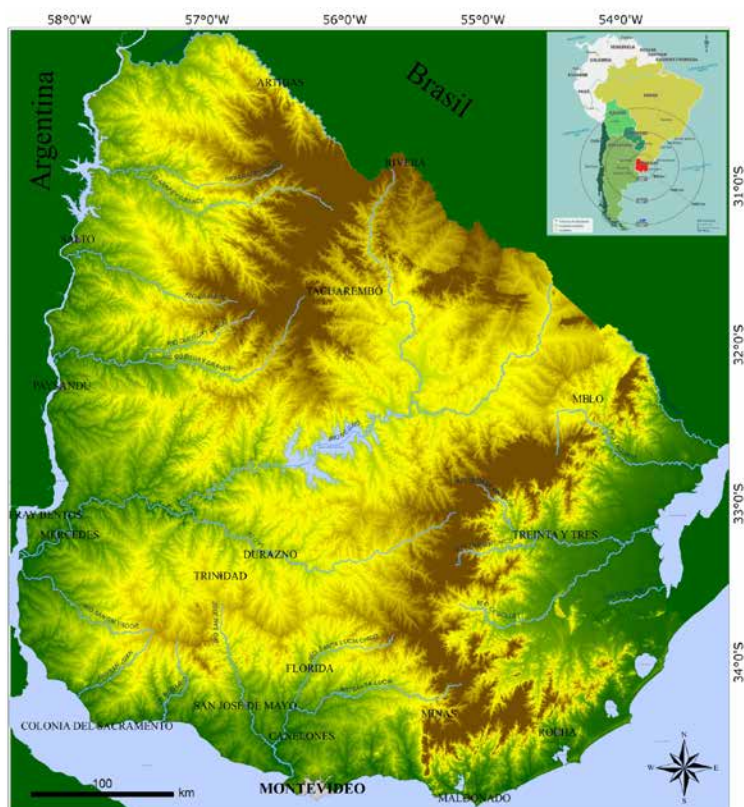
Actividad Económica:

- Agrícola - Ganadera y derivada
- Industrial, Minería, Servicios, Turismo, Informática

Diapositiva 3.

## Hipsografía

- Altura máxima: 518m
- Altura mínima: -1m



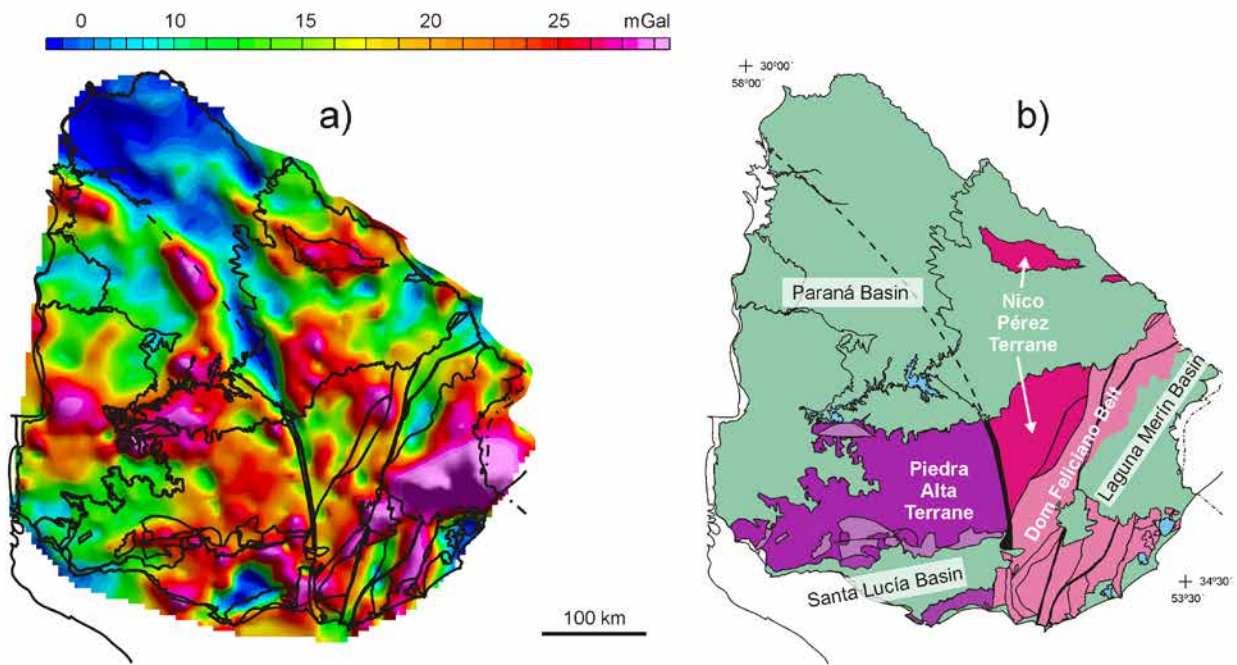
Diapositiva 4.

### Contexto Geológico Estructural del Uruguay



Diapositiva 5.

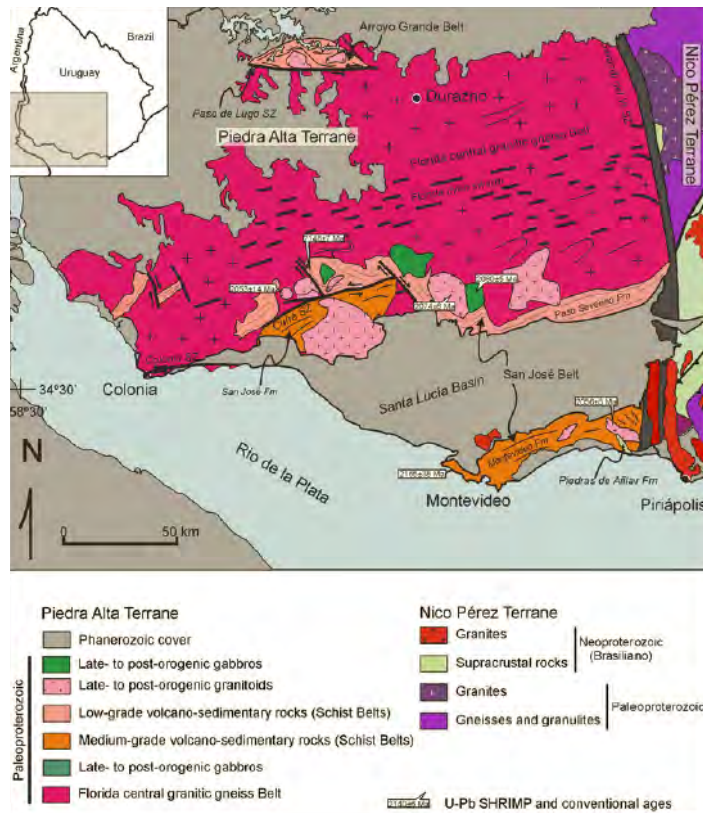
### Basamento



Diapositiva 6.

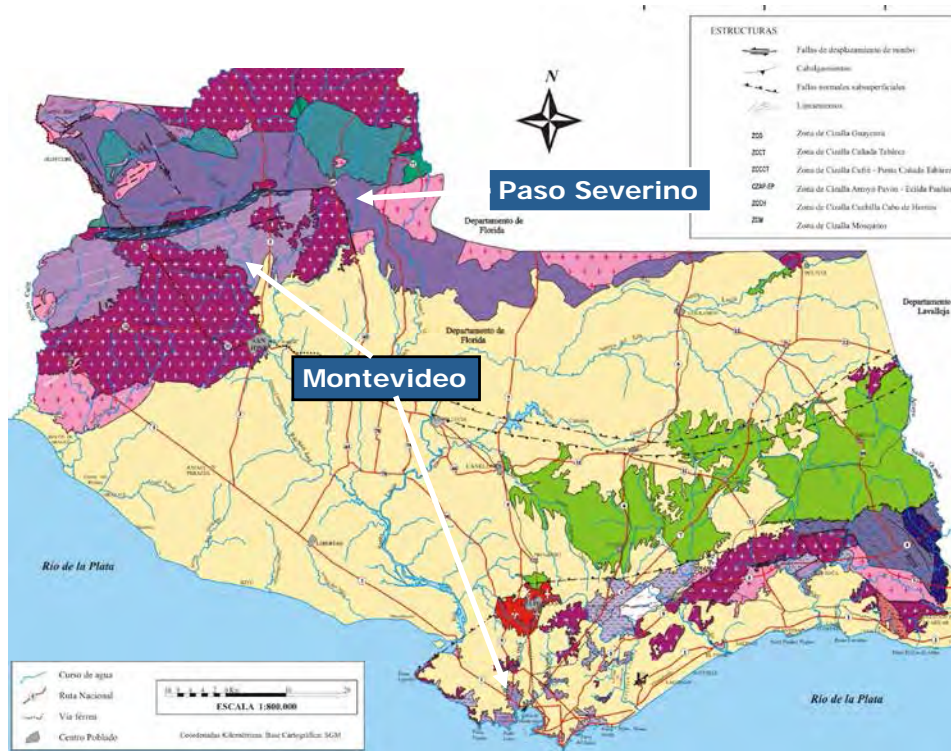
**Basamento :T.P.A.**

- Terreno Piedra Alta (o Craton del Rio de la Plata s.s.)
- Localización: Sur Oeste y Centro Sur del País



Diapositiva 7.

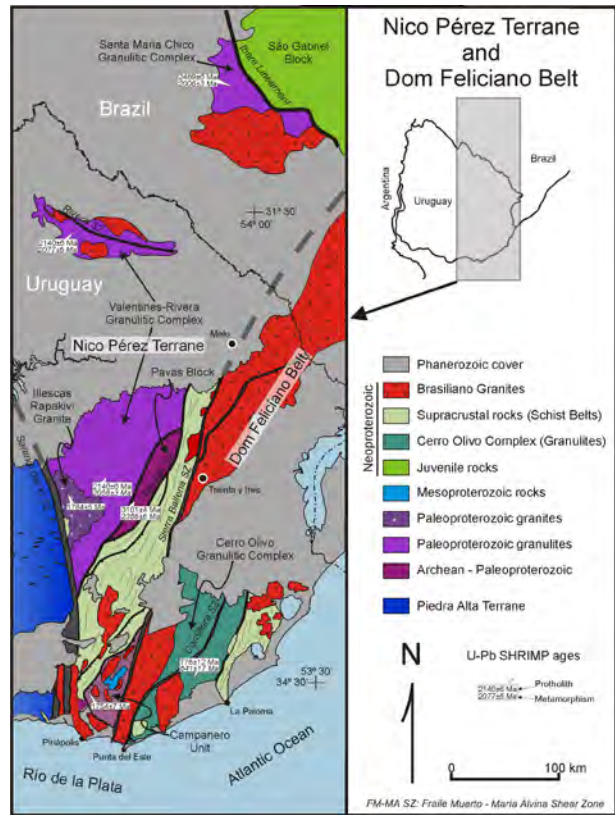
**Cinturones Metamorficos**



Diapositiva 8.

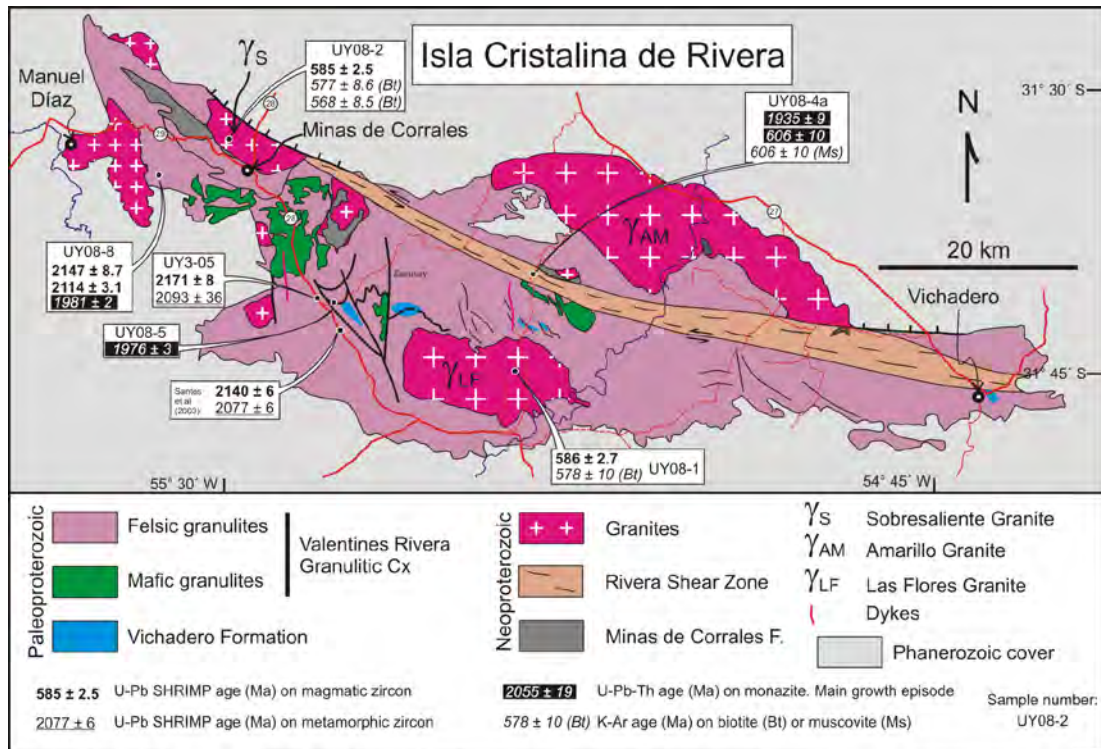
### Terreno Nico Pérez

- Edades: Arqueanas y Paleoproterozoicas
- Retrabajamiento Neoproterozoico (shear zones + granitos)



Diapositiva 9.

### Isla Cristalina de Rivera



Diapositiva 10.



## Cuenca Norte

- Corresponde a la región Sur Oriental de la Cuenca de Paraná
- Ocupa el Norte del territorio uruguayo

Unidades cronoestratigráficas reconocidas (de Base a Techo):

- Devoniano
- Carbonífero–Pérmico
- Pérmico
- Triásico
- Jurásico
- Cretácico



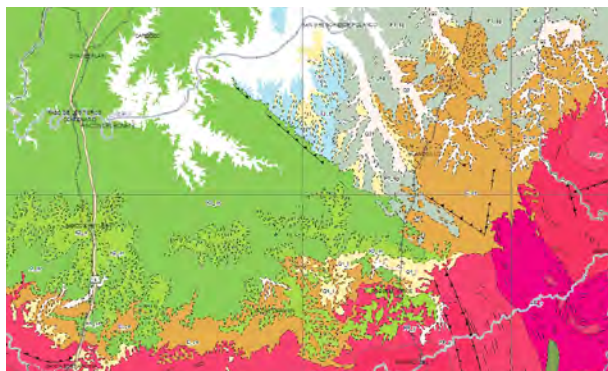
Diapositiva 11.

## SubCuenca Devoniana

- Región Centro–Sur del País

Unidades de Base a Techo:

- **F. Cerrezuelo** Litotipo Dominante :areniscas arcósicas entrecruzadas; lutitas Sist. Depositional Deltaico Proximal a distal. Plataformar
- **F. Cordobés.** Litotipo lutitas y siltitos grises y negros Fósiles marinos (braquiopodos, gaster, bivalvos, trilobites). Sist Depositional Marino–Plataforma distal
- **F. La Paloma** Litotipo Areniscas finas a siltitos estratificados Plataforma–Planicie Litoral.



Diapositiva 12.

## Carbonífero- Pérmico

Región Noreste del País  
de Base a techo:

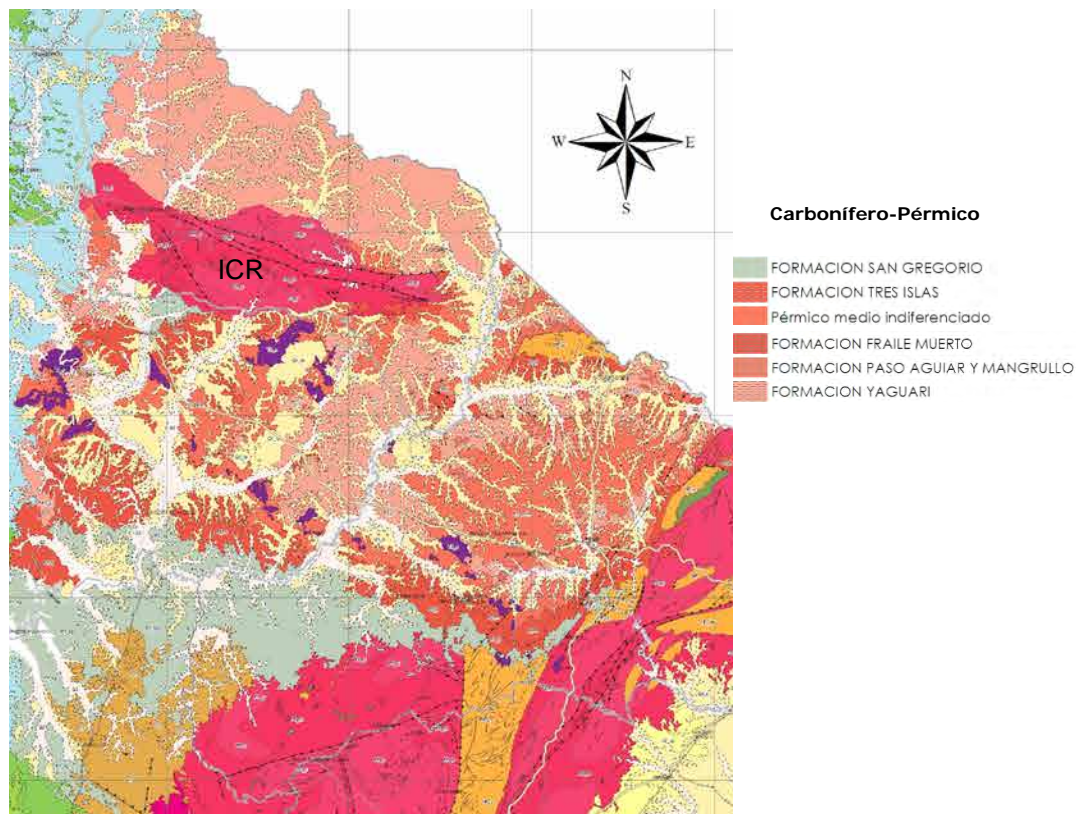
### Carbonífero-Pérmico:

- F. San Gregorio Litotipos : diamictitos, conglomerados,areniscas, ritmitos. Sist. Depositional: glacial-glacio marina
- F. Cerro Pelado: Litotipos lutitas, diamictitas finas(fangolitas) siltitos y areniscas finas. Sist. Depositional:Marino-glacio marino

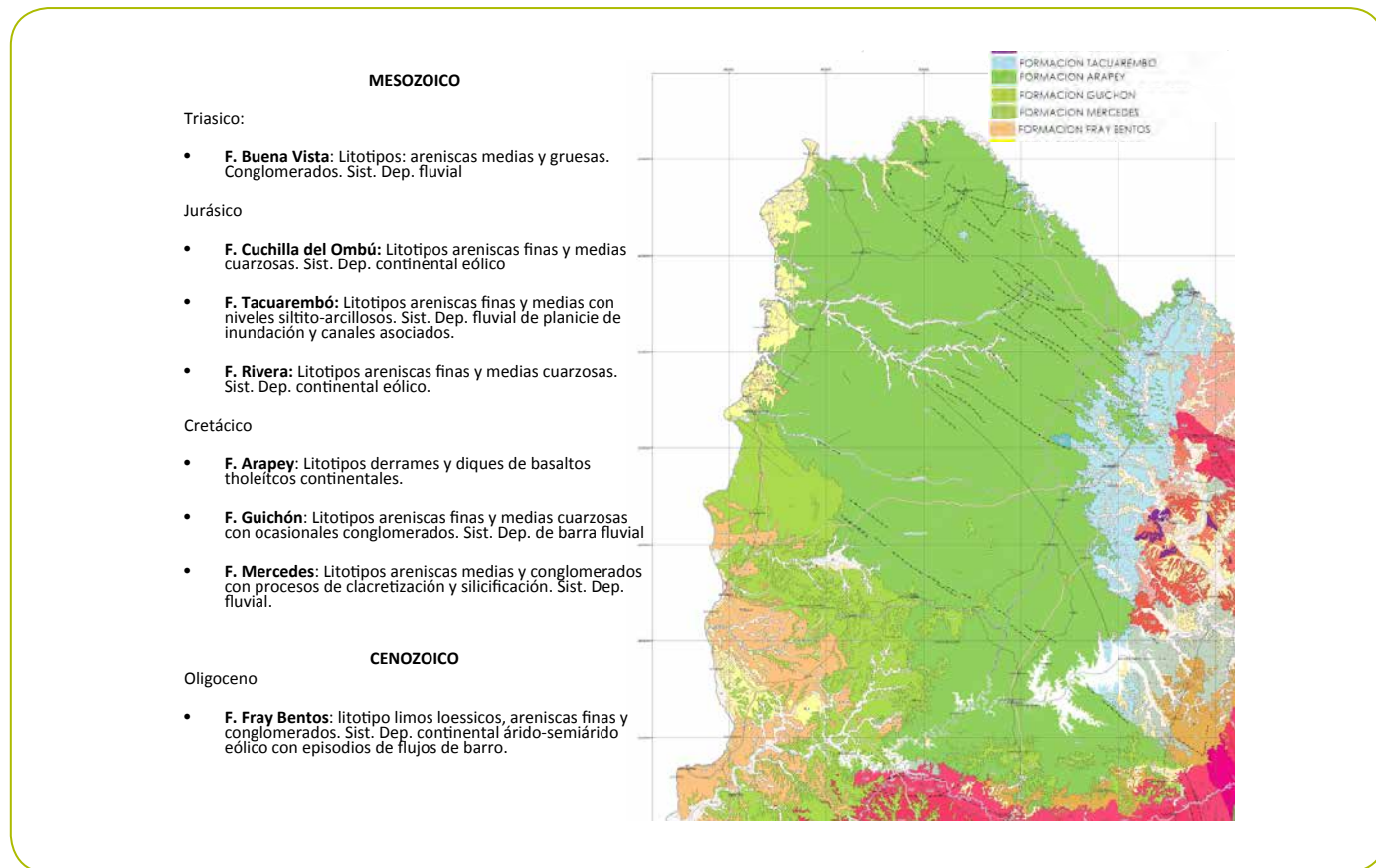
### Pérmico

- F. Tres Islas Litotipos: areniscas finas a m gruesas;niveles pelíticos y ocasionalmente carbonosos. Sist. Depositional: plataformal, a deltaico (prodelta)
- F. Frayle Muerto Litotipos areniscas finas, siltitas y lutitas grises y negras Fosilíferas. Sist.Depositional: Plataformal -Marino
- F. Mangrullo Litotipos: siltitos, lutitas, carbonatos esquistos pirobituminosos grises y negros Macro Fosiles. Sist. Depositional Marino profundo
- F. Paso Aguiar Litotipos siltitos y areniscas muy finas grises negras y verdosas. Sist. Depositional Plataformal
- F. Yaguari Litotipos areniscas finas y medias pelitas y arcillitas de colores variados , carbonatos Fosiles bivalvos y macrofosiles vegetales. Sist. Depositional: Plataformal raso a litoral lacunar de baja energía

Diapositiva 13.



Diapositiva 14.



Diapositiva 15.

### Cuencas Santa Lucía–Laguna Merín

- Corresponde a cuencas tipo Rift intraplaca mesozoicas
- Se localizan en la regiones S y E del territorio uruguayo

Unidades cronoestratigráficas reconocidas (de Base a Techo):

- Cretácico
- Paleógeno-Oligocele.
- Neógeno-Mioceno
- Plio-Pleistoceno
- Pleistoceno

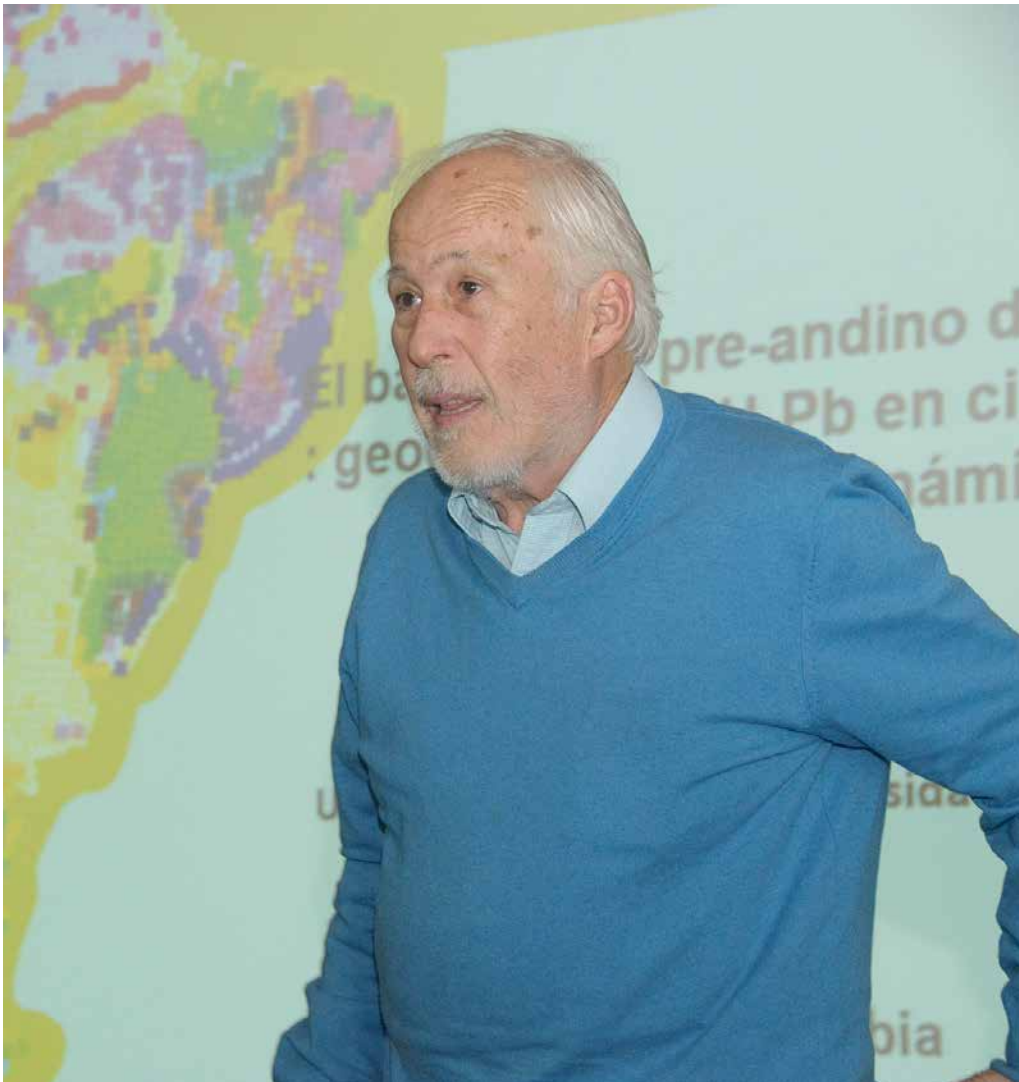


Diapositiva 16.



# El basamento pre-andino de Chile: geocronología U-Pb en circones y evolución geodinámica

Francisco  
HERVÉ\*



fherve@ing.uchile.cl  
Universidad de Chile  
Universidad Andres Bello

**GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA WORKSHOP**



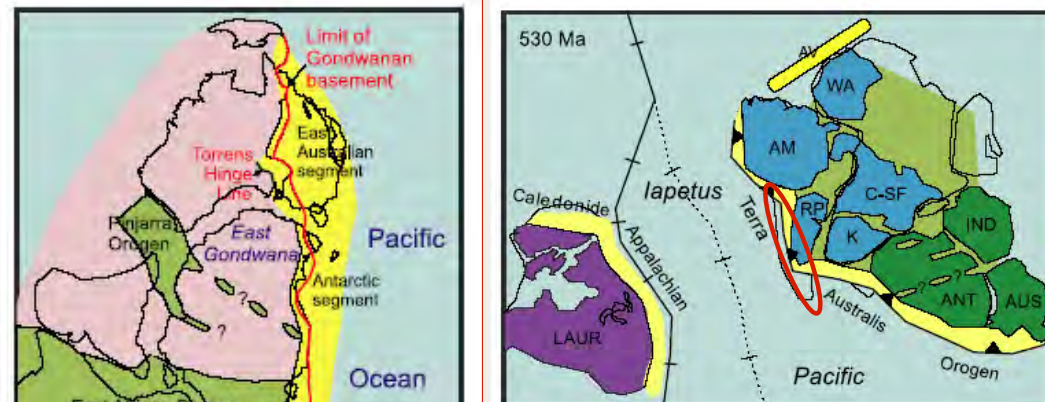
**El basamento pre-andino de Chile : geocronología U-Pb en circones y evolución geodinámica**

**Francisco Hervé**

Universidad de Chile / Universidad Andres Bello

Villa de Leyva, Colombia  
21 – 26 de Julio 2014

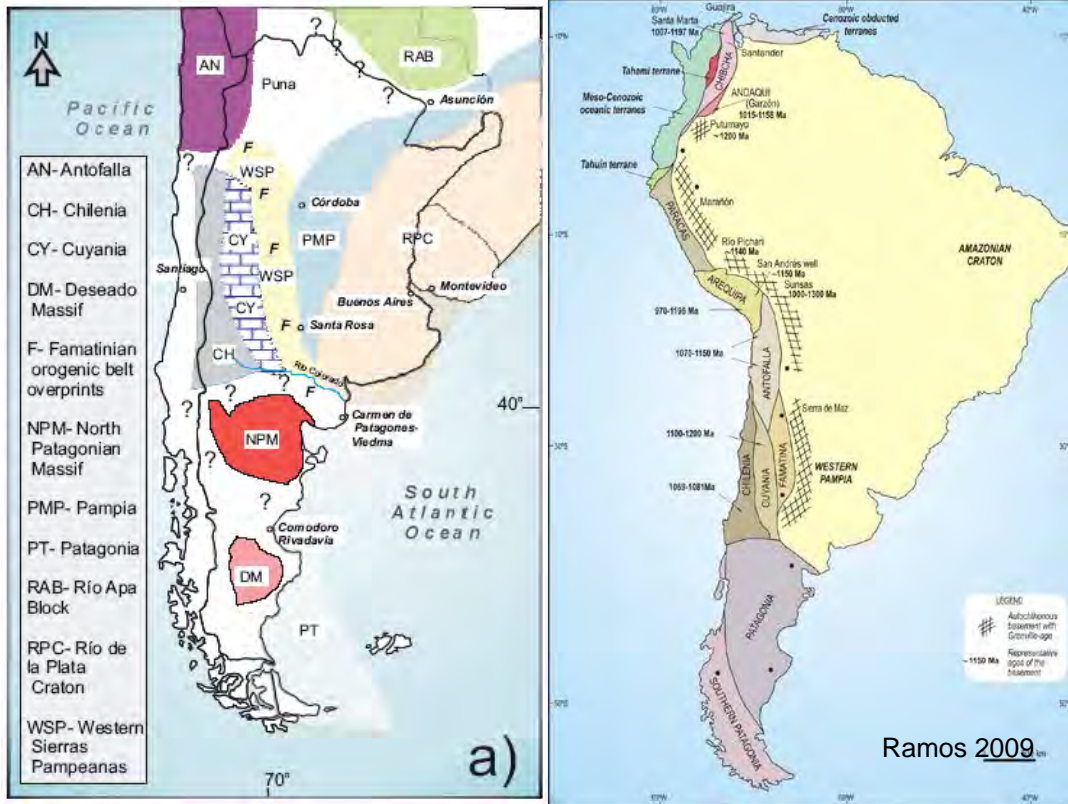
Diapositiva 1.



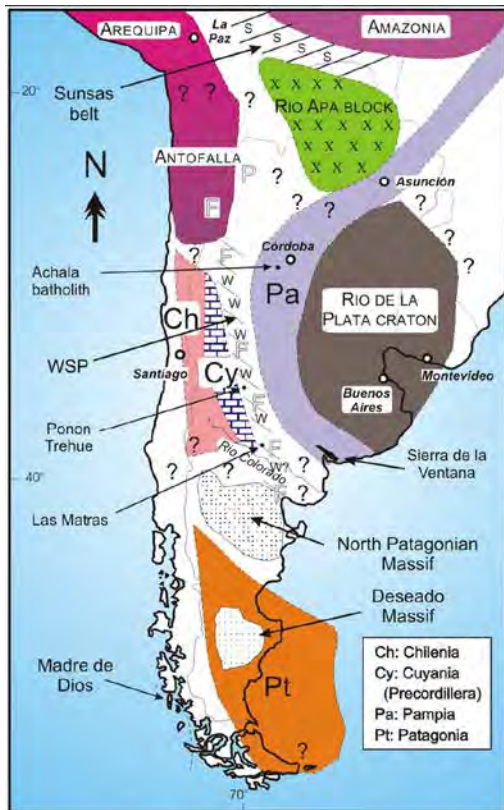
**Orogeno Terra Australis**

[Cawood 2005](#)

Diapositiva 2.



Diapositiva 3.



Diapositiva 4.

El continente sudamericano es un “collage” de bloques o “terrenos tectonoestratigráficos” adosados unos a otros. Sus límites implican la desaparición de un océano que los separaba previamente a su colisión.

Los terrenos eran previamente microcontinentes individuales, o fragmentos de otros continentes separados de aquel por la generación de un océano.

La Península Antártica parece haber emigrado de Sudamérica después del Jurásico Medio.

### Plan de la presentación

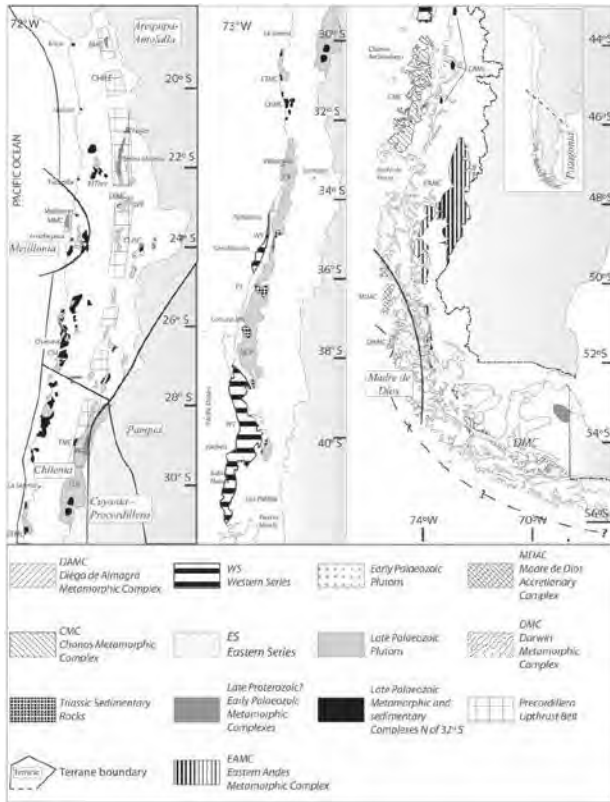
Primero Chile Central

Luego Chile N

Y finalmente Chile S:

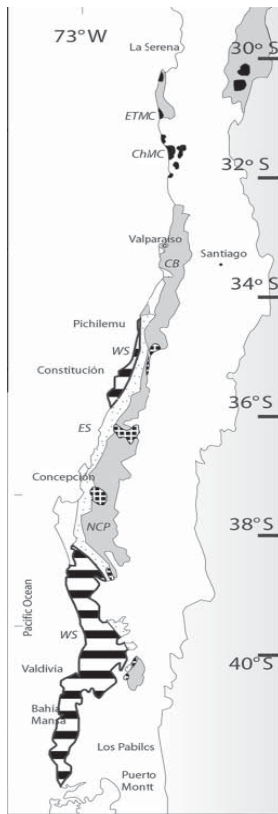
Cambios basados en nuevas edades radiométricas en particular SHRIMP en circones analizados en Australian National University por Mark Fanning

Herve et al, 2007



Diapositiva 5.

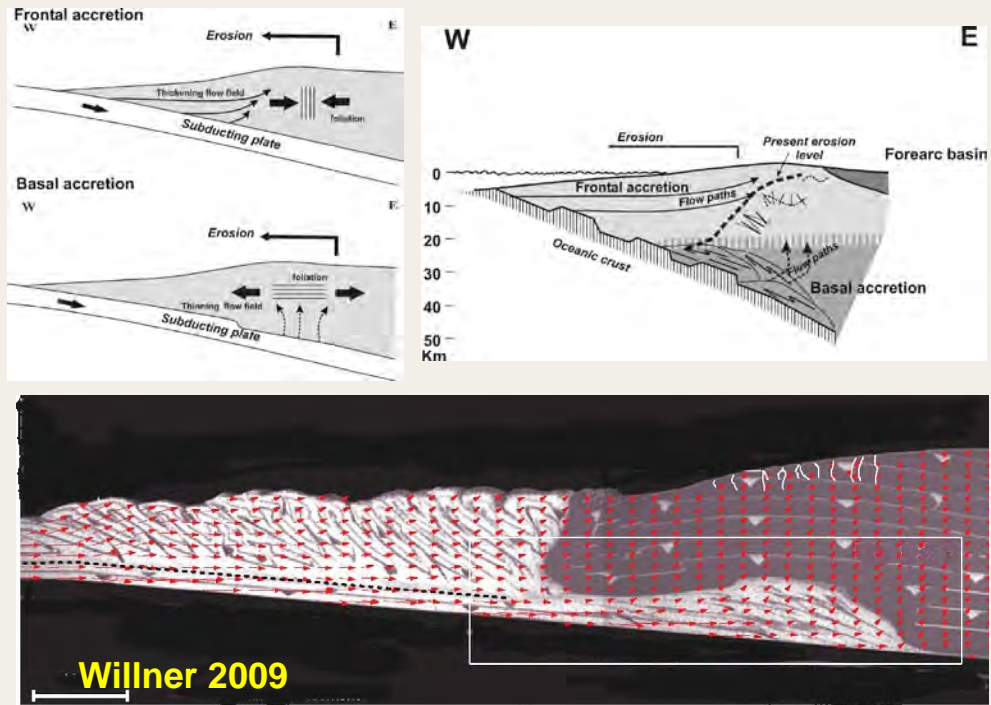
### El prisma acrecionario fósil de Chile Central



Diapositiva 6.



### Modos de acreción en el paleoprisma de Chile Central



Diapositiva 7.



Diapositiva 8.



Diapositiva 9.



Diapositiva 10.



Diapositiva 11.



## Tipos litológicos



Diapositiva 12.



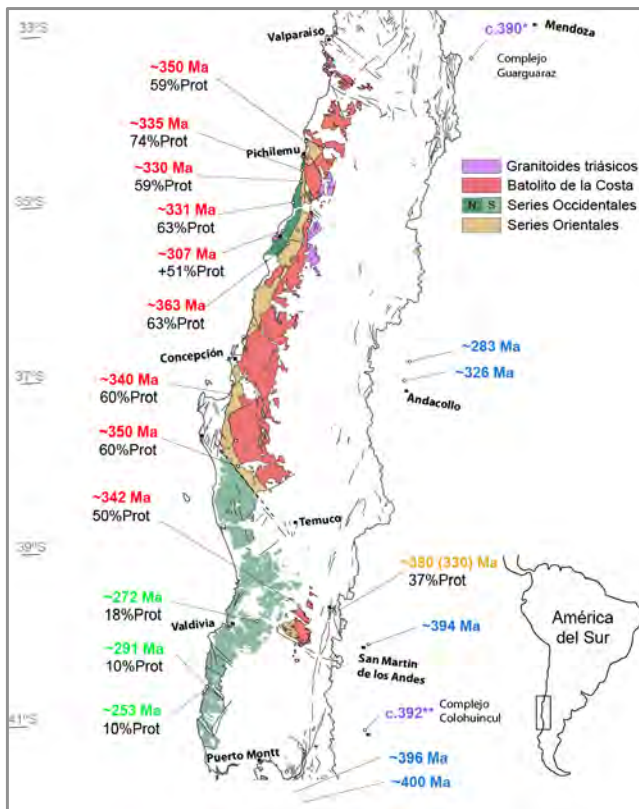
**Esquistos verdes con albitas blancas**



**Esquistos cuarzo micáceos con albitas negras**



Diapositiva 13.

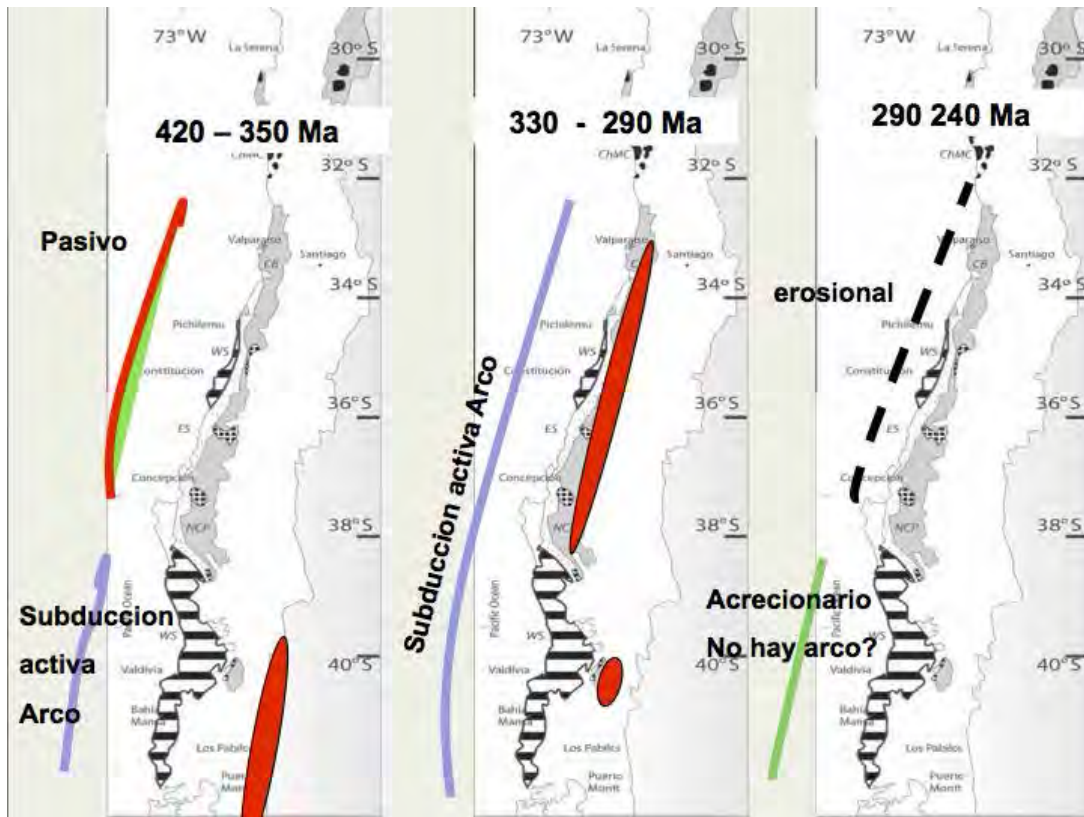


Edades de los circones detriticos más jóvenes en cada muestra, con indicación del porcentaje de circones Proterozoicos en la población.

Edades de cristalización en Argentina

Hervé et al 2013

Diapositiva 14.



Diapositiva 15.

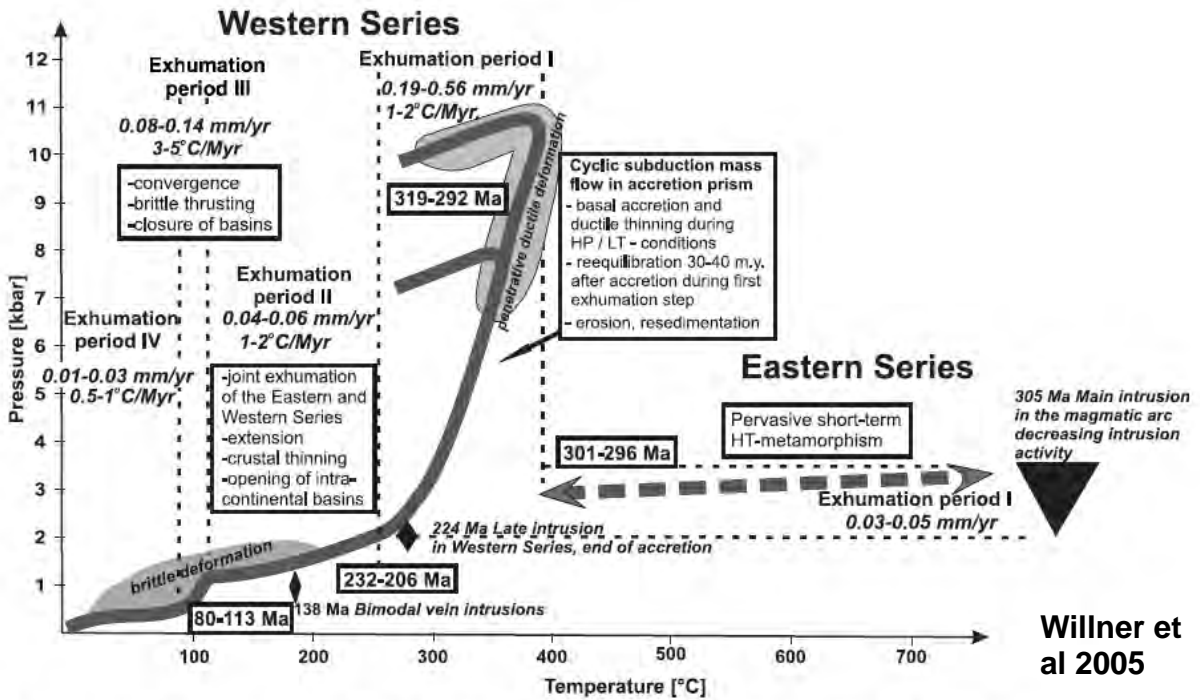
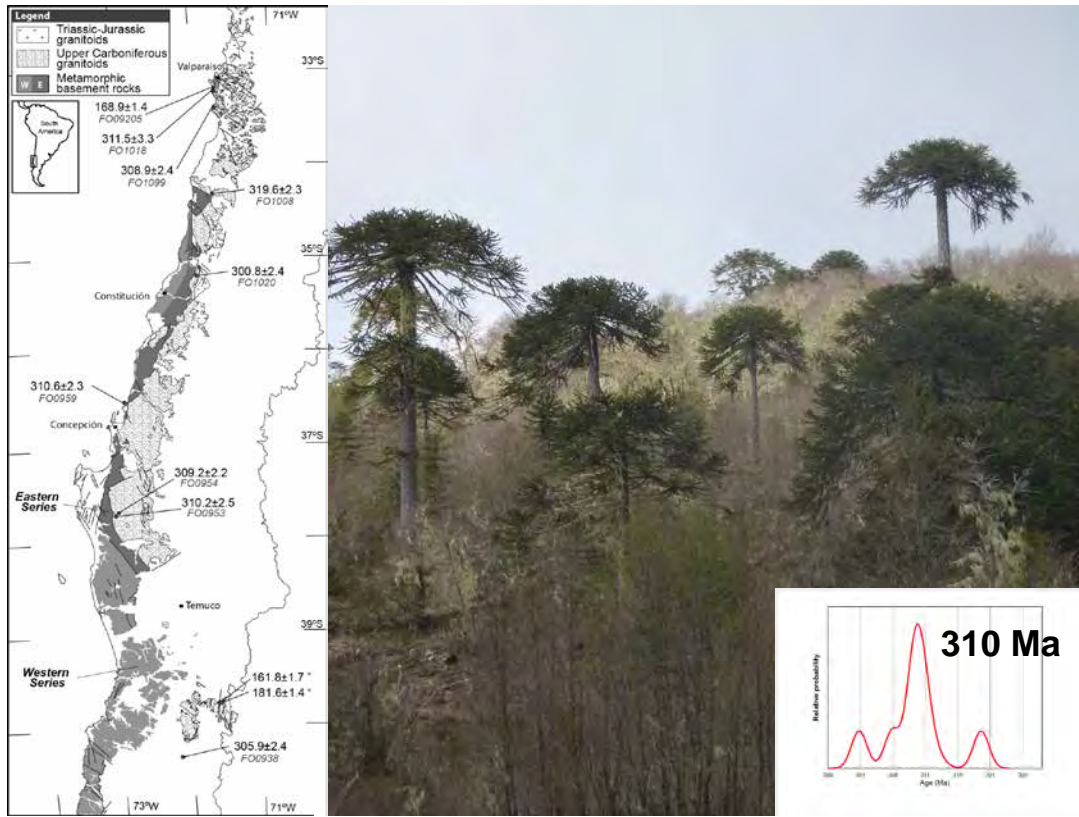
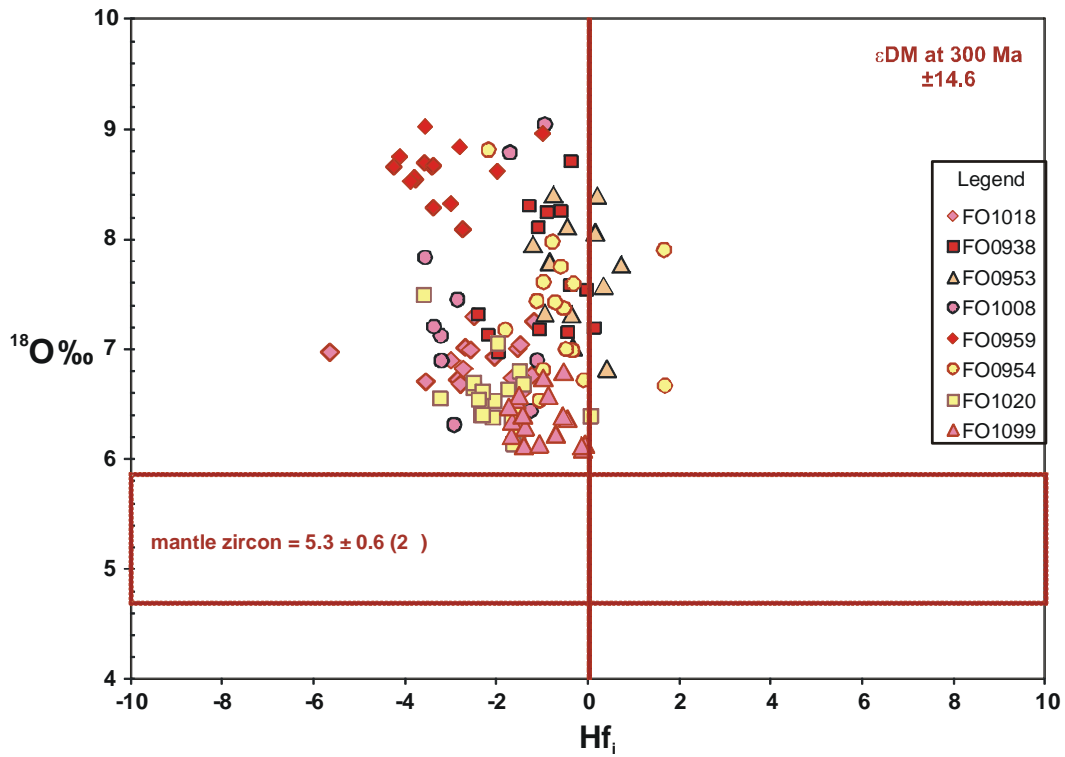


Fig. 8. Summary of the PT-time evolution of the late Paleozoic paired metamorphic belt in central Chile (34°-35°30'S).

Diapositiva 16.



Diapositiva 17.



εHf<sub>i</sub> versus δ<sup>18</sup>O del Batolito Pensilvaniano de la Costa de Chile Central: reciclaje de corteza continental

Diapositiva 18.

### Chilena

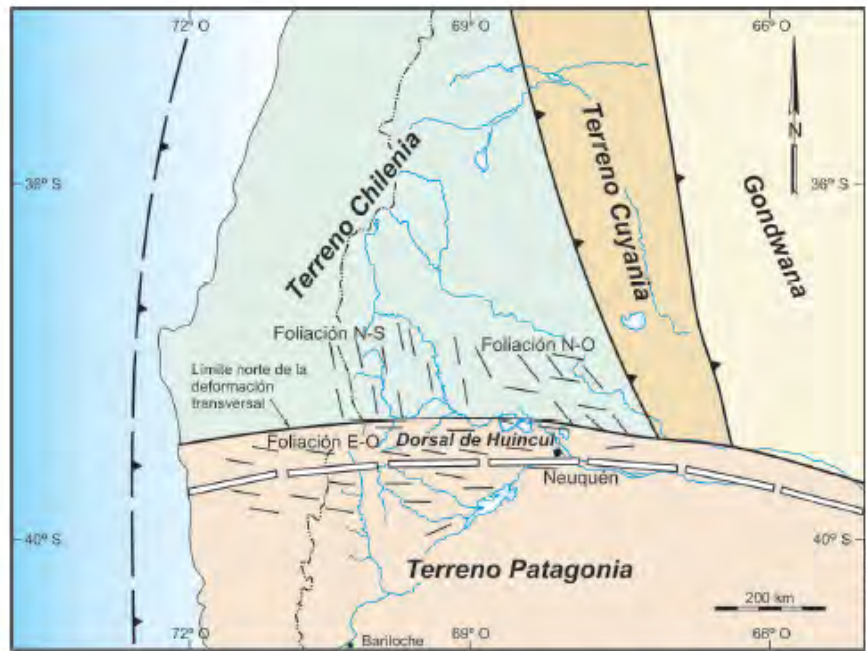
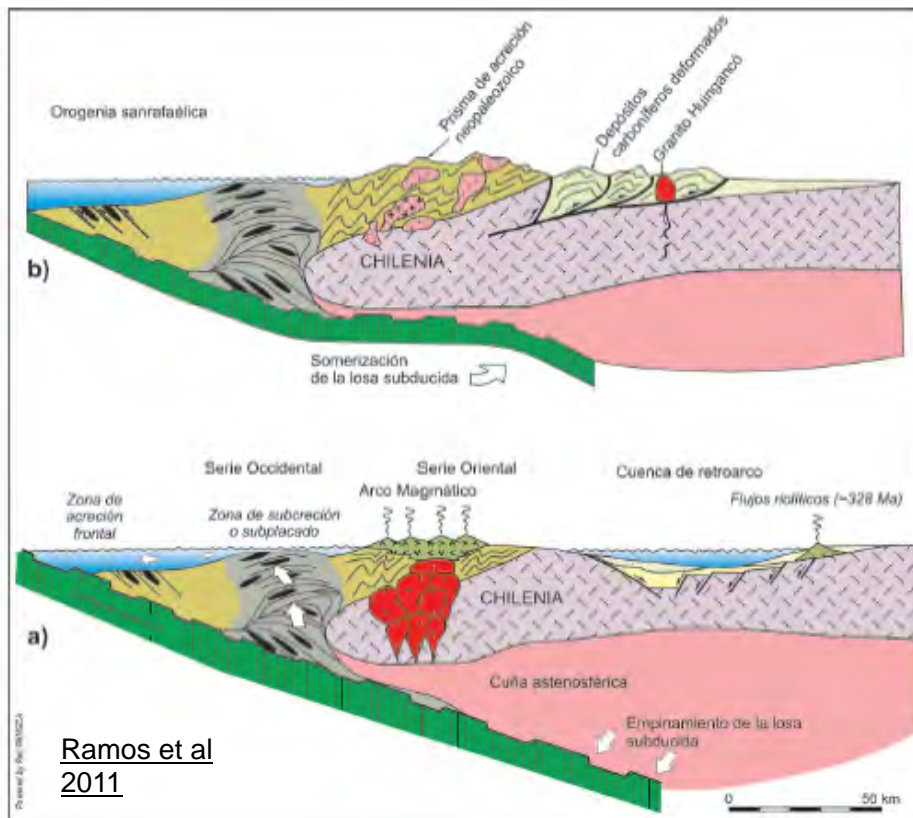


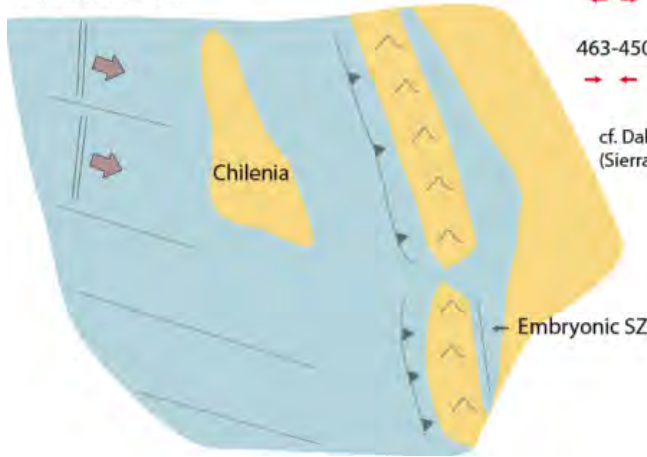
Figura 3: Límite de la deformación gondwánica asociada a la colisión de la Patagonia según datos de subsuelo (basado en Bettini 1984 y Mosquera y Ramos, 2006). Nótese como la foliación de la fábrica de basamento submeridional típica de la deformación andina se interrumpe al norte de la dorsal de Huincul.

Diapositiva 19.



Diapositiva 20.

490-450 Ma  
Famatinian Arc

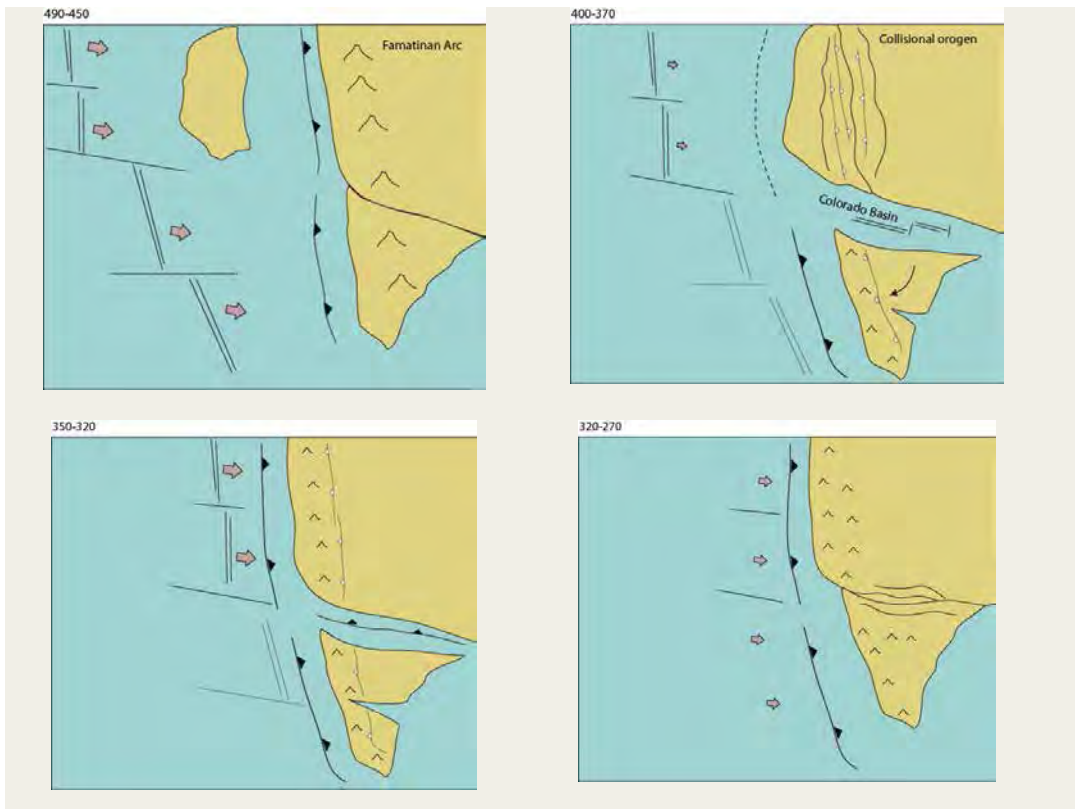


481-477: development of magmatism  
and ensialic basins

463-450: Extinction of magmatism  
and subsequent closure  
of ensialic basins

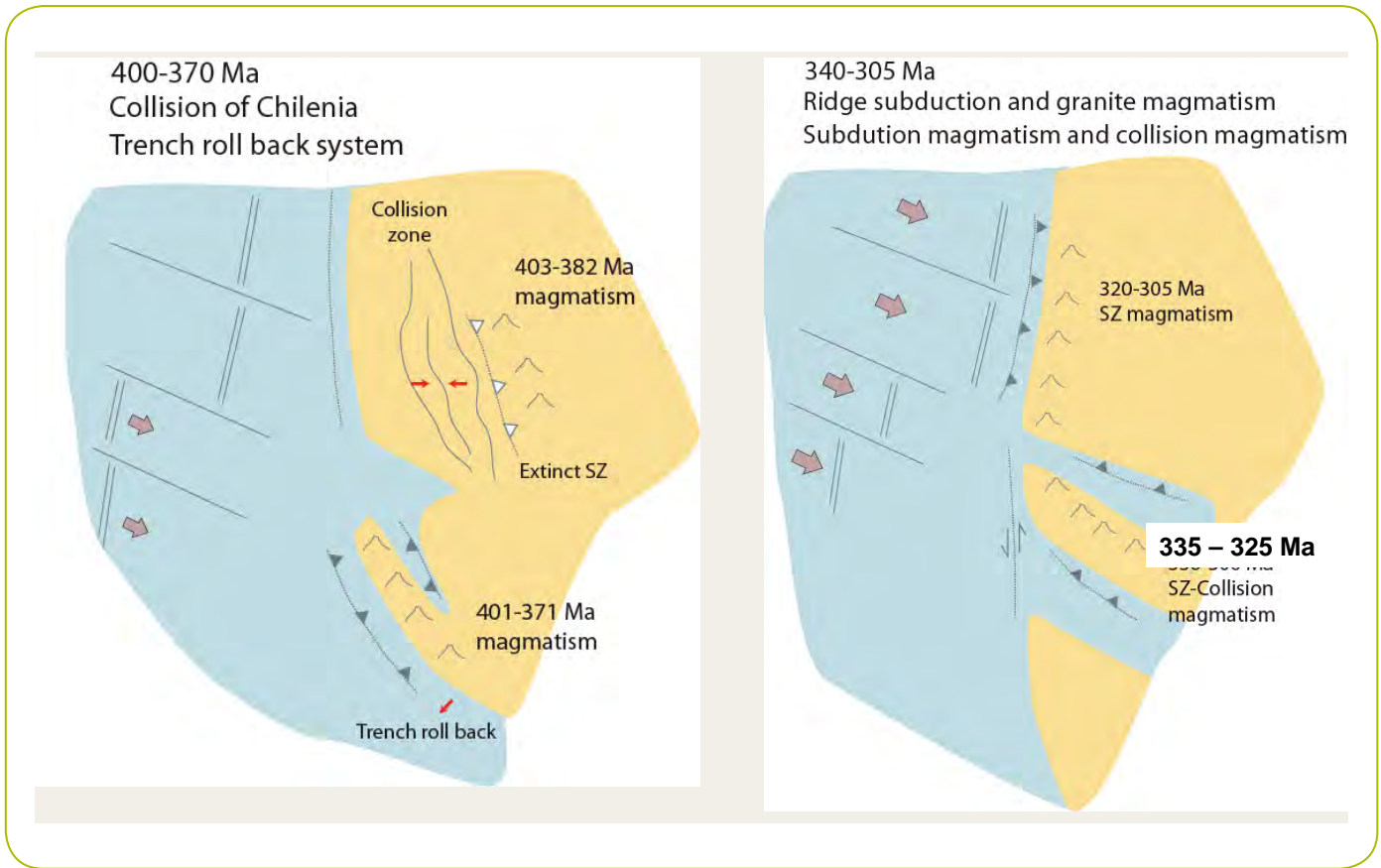
cf. Dahlquist et al 2008, *Geologica Acta*  
(Sierras Pampeanas)

Diapositiva 21.

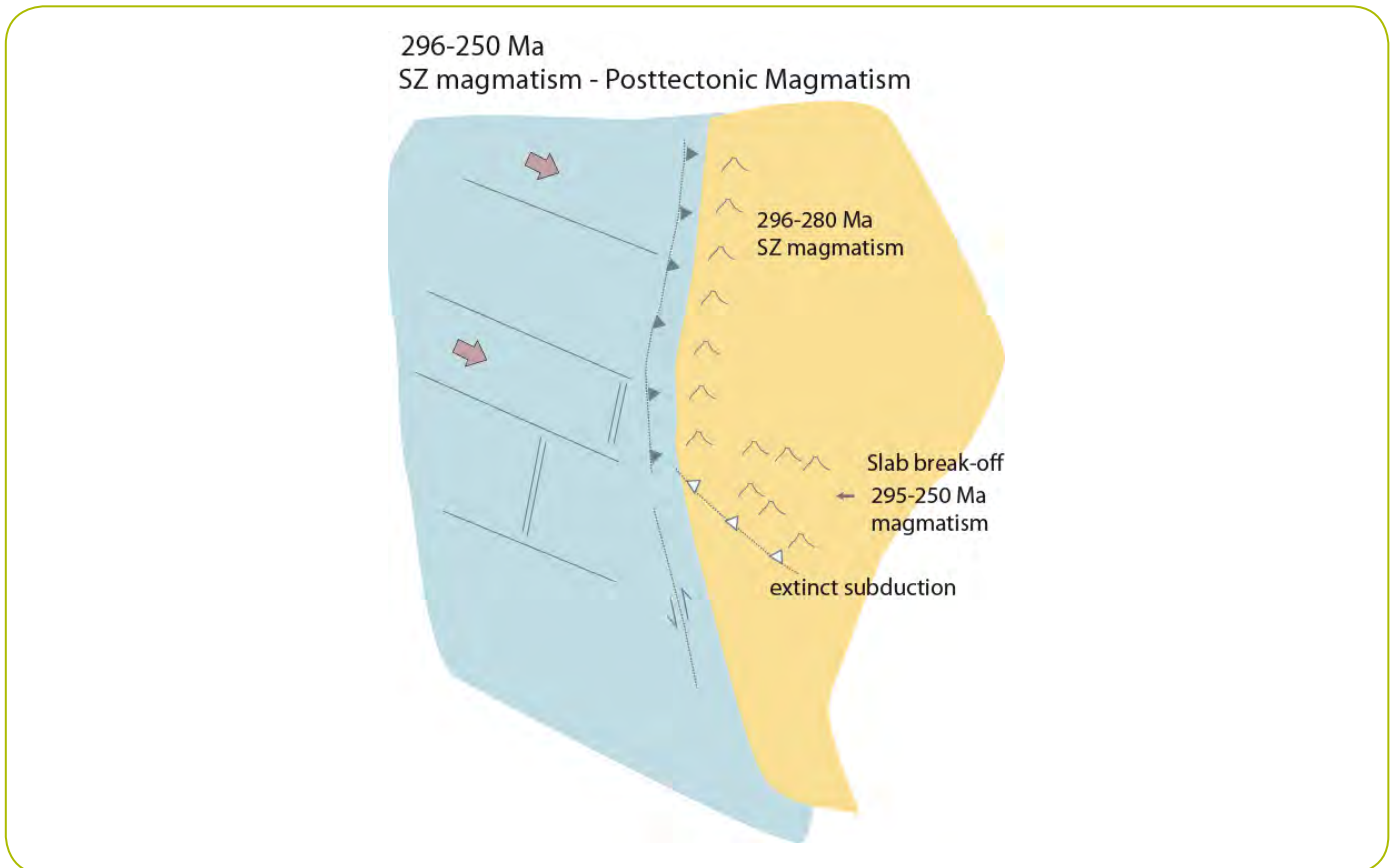


Diapositiva 22.



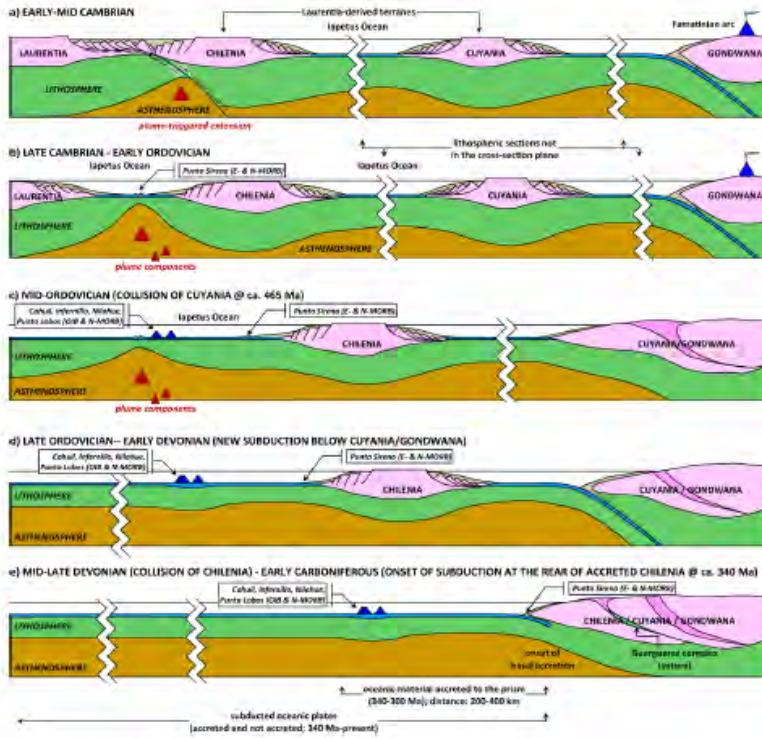


Diapositiva 23.



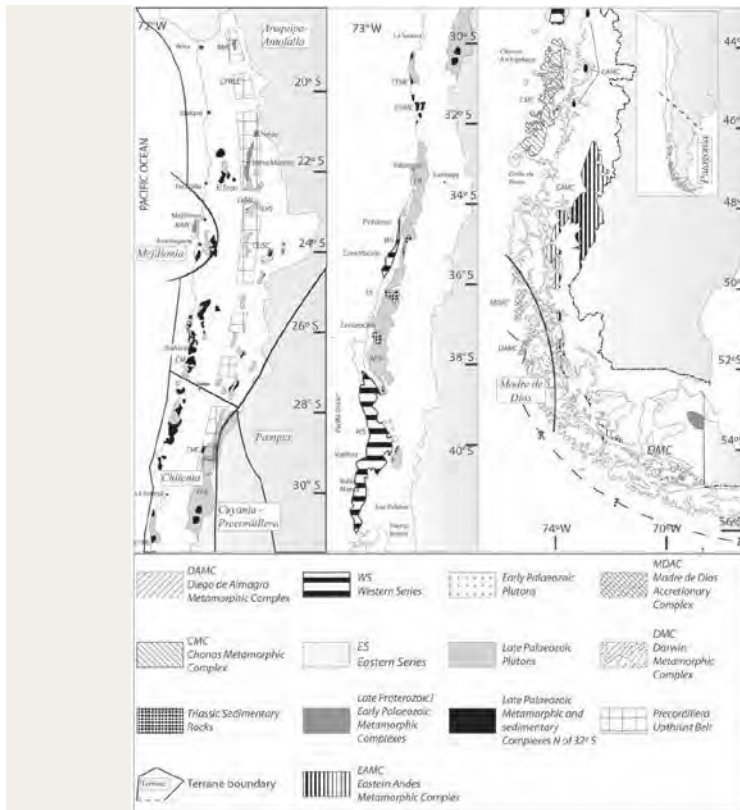
Diapositiva 24.

Figure 14



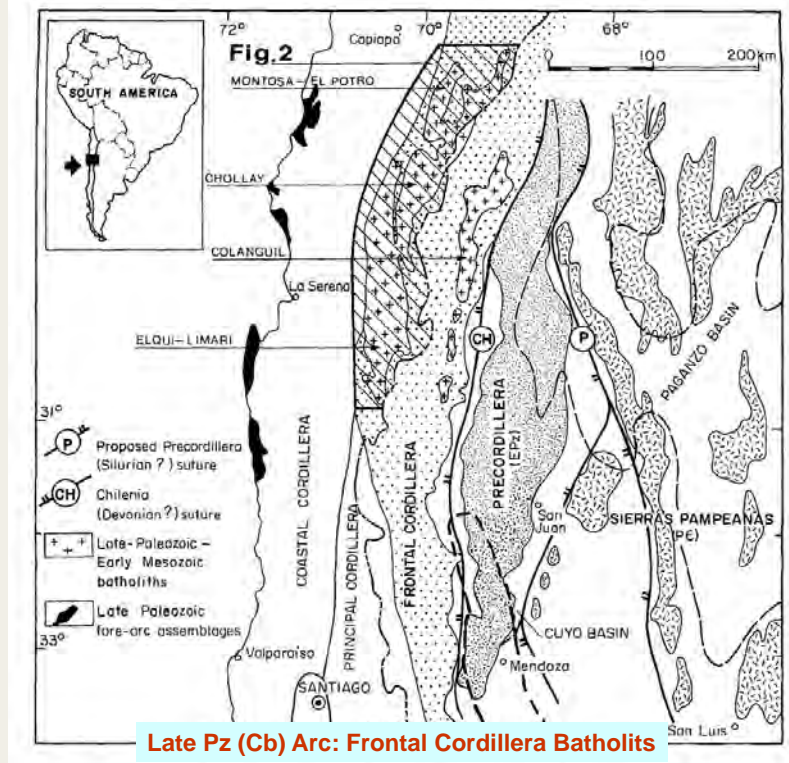
Thais et al,  
in press

Diapositiva 25.



Herve et al,  
2007

Diapositiva 26.



Mpodozis, s. XX

Diapositiva 27.



**Late Paleozoic accretionary complex  
ARRAYAN fm turbidites  
(Dev-Carboniferous)  
coast near Los Vilos**

Mpodozis, s. XX

Diapositiva 28.



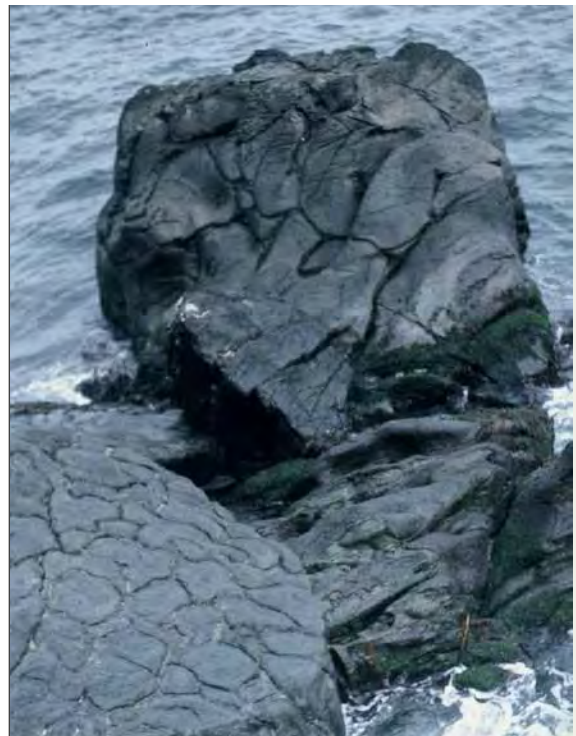
Diapositiva 29.



Diapositiva 30.

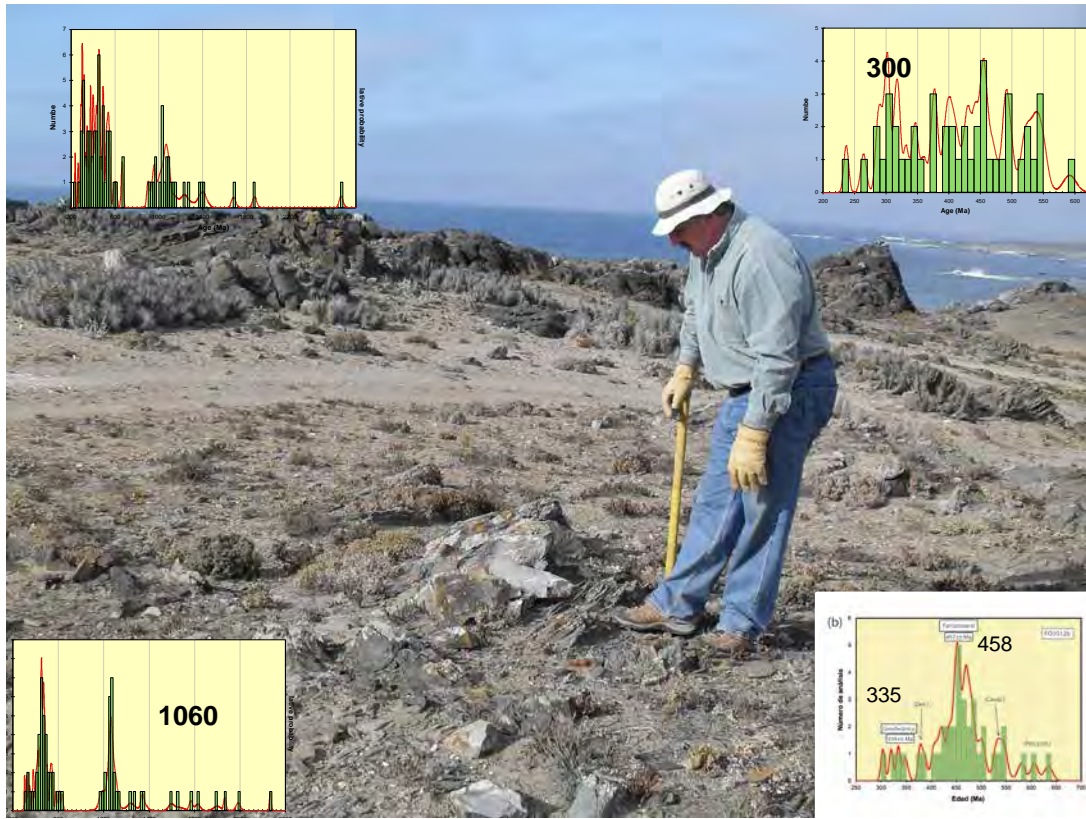


Diapositiva 31.

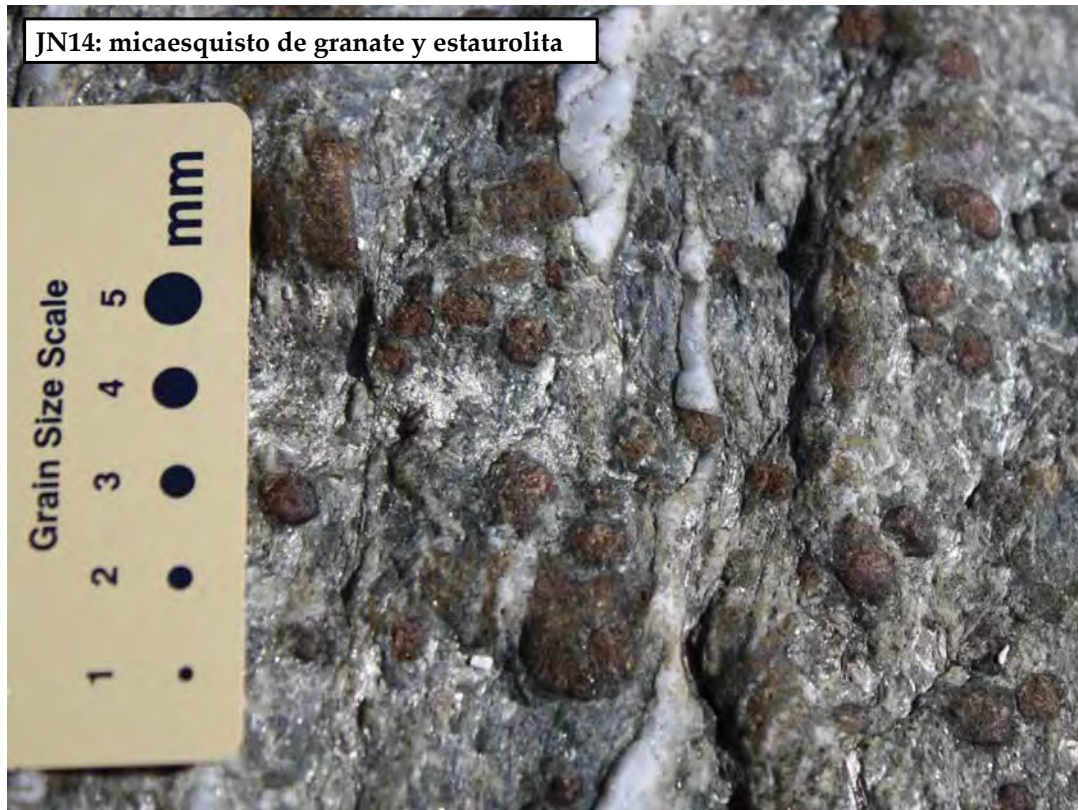


Deformed & undeformed pillow lavas, Choapa Metamorphic Complex

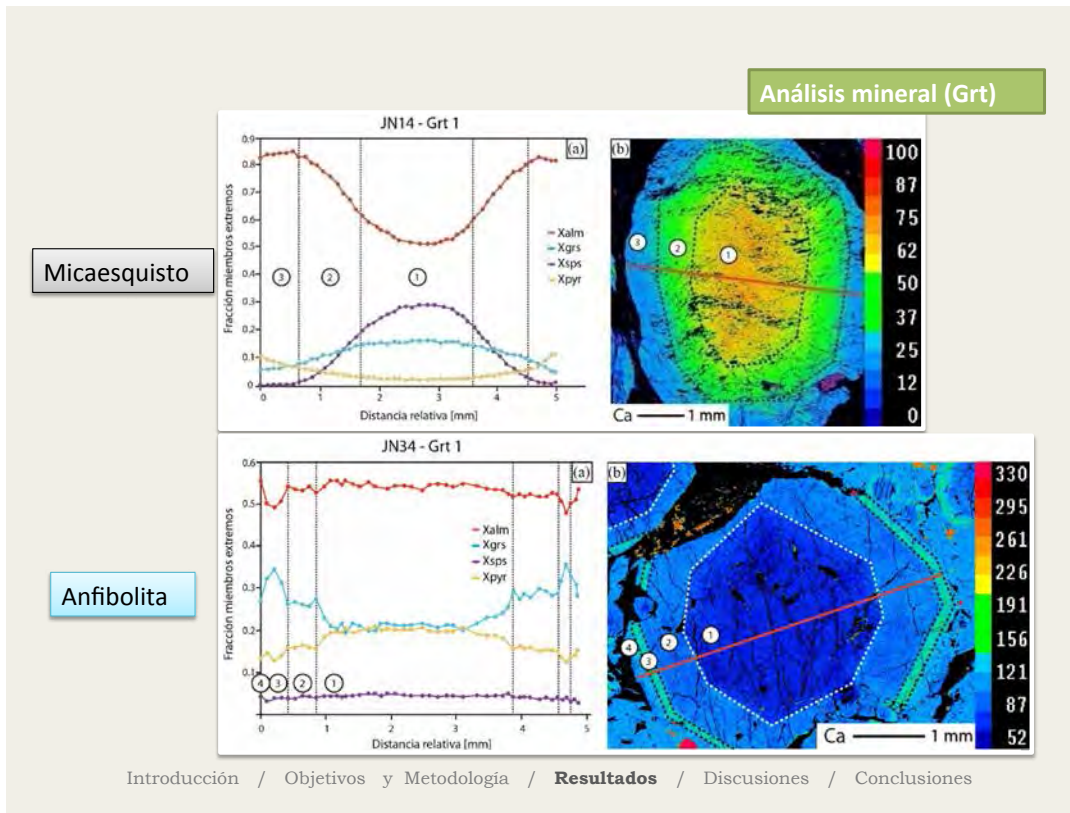
Diapositiva 32.



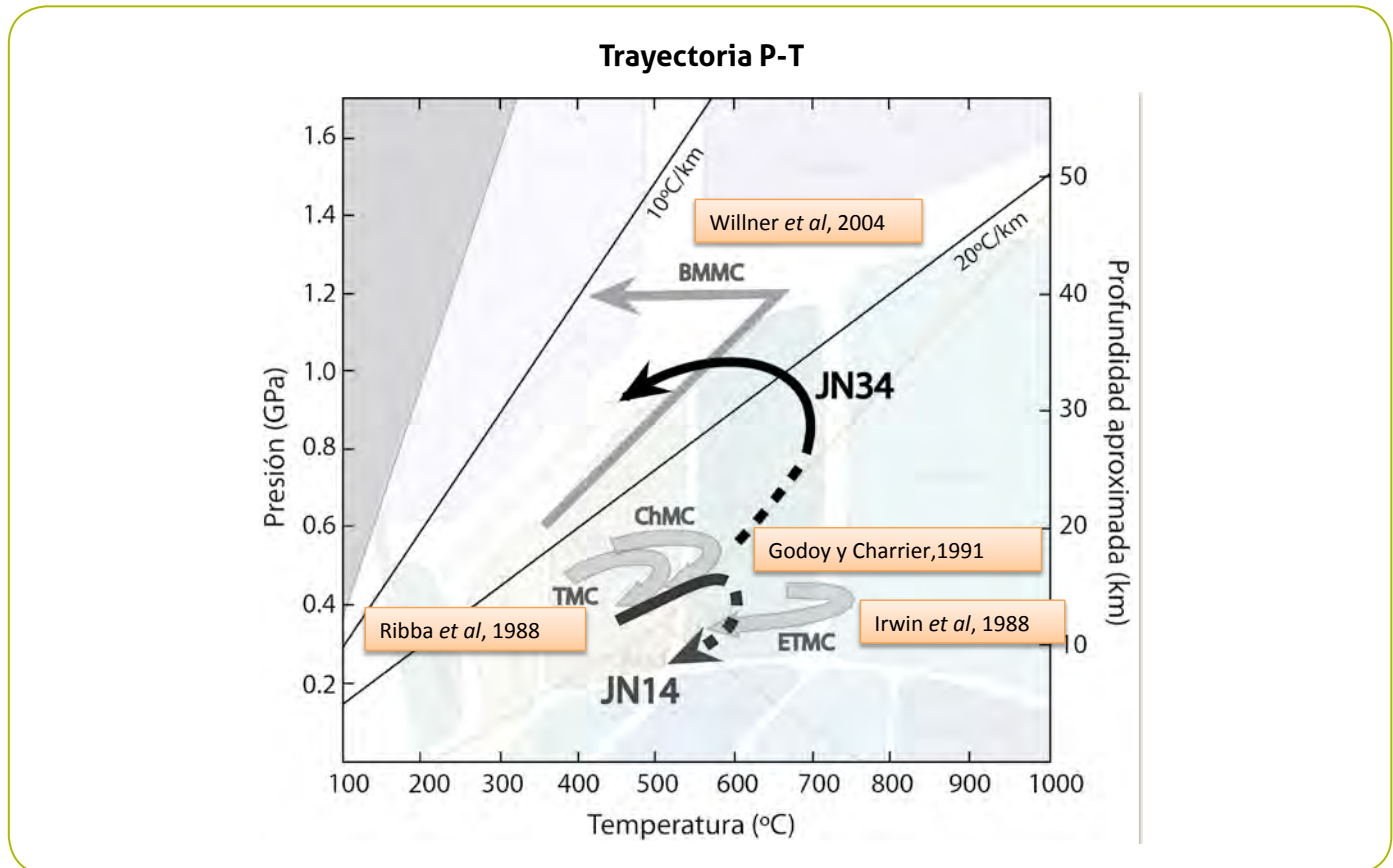
Diapositiva 33.



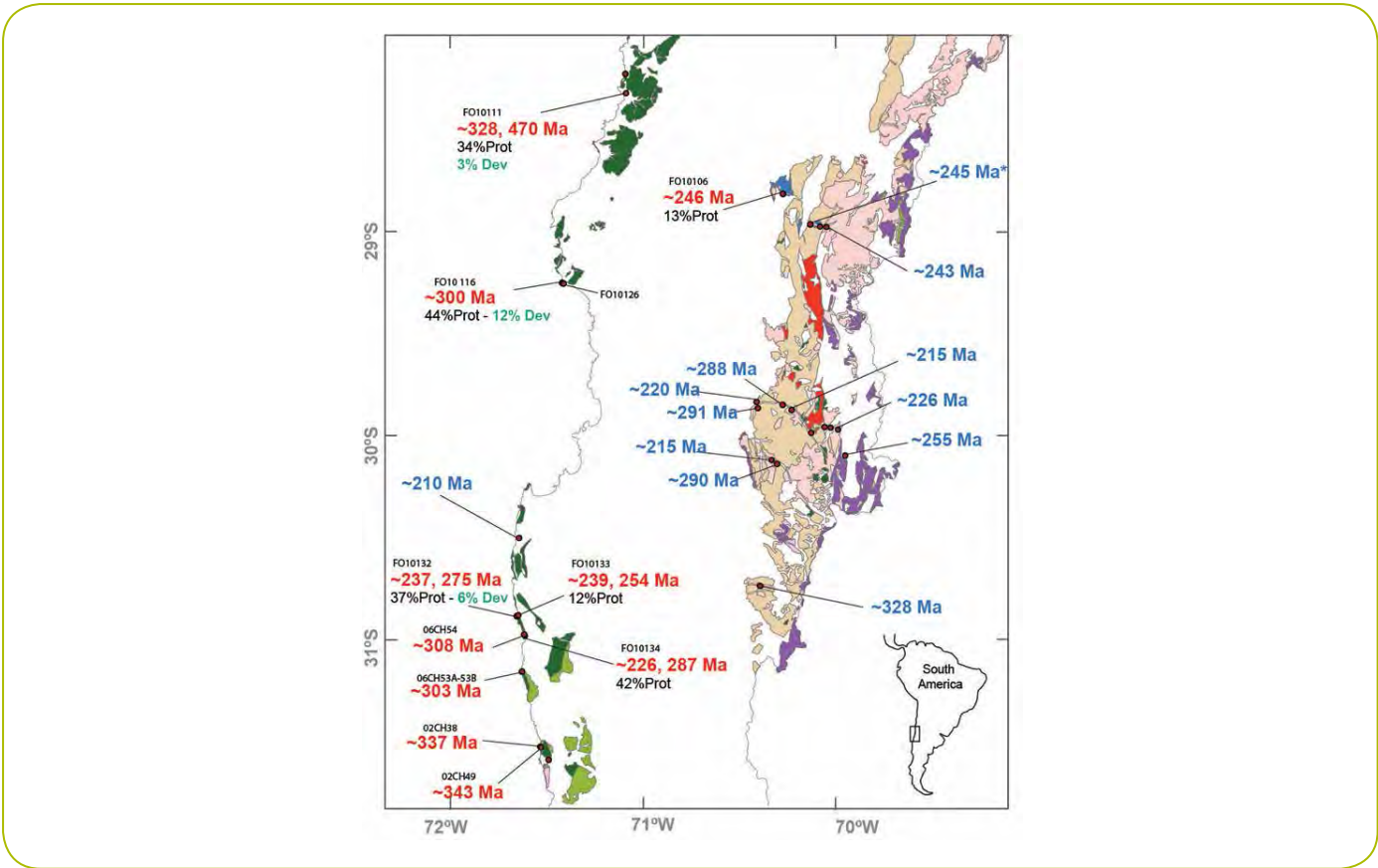
Diapositiva 34.



Diapositiva 35.



Diapositiva 36.

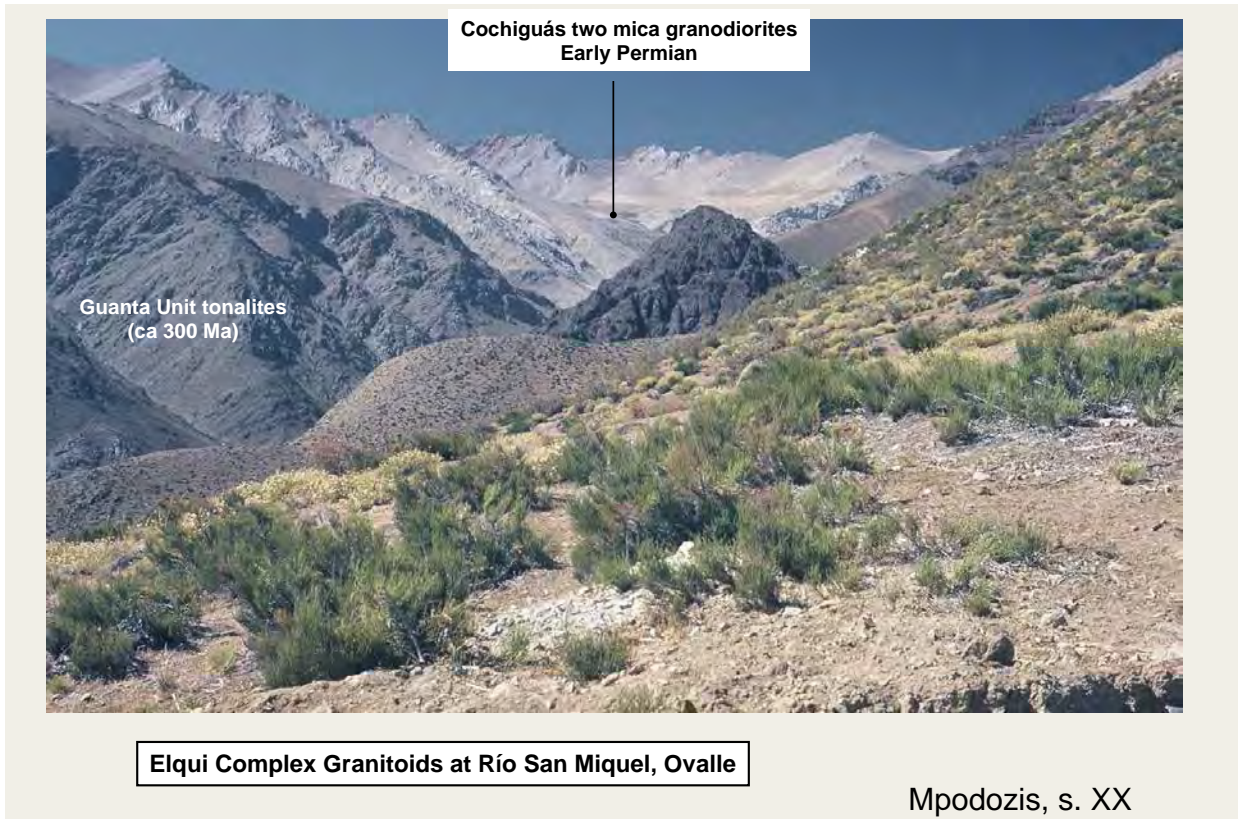


Diapositiva 37.

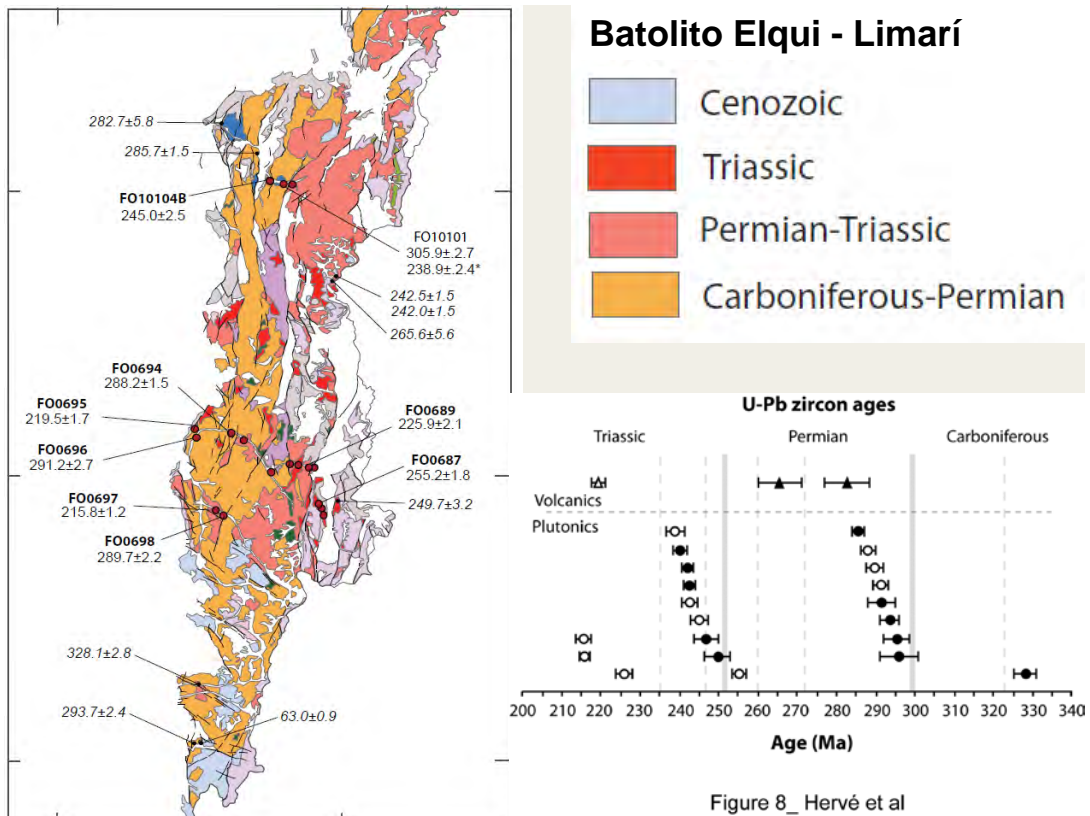


Diapositiva 38.

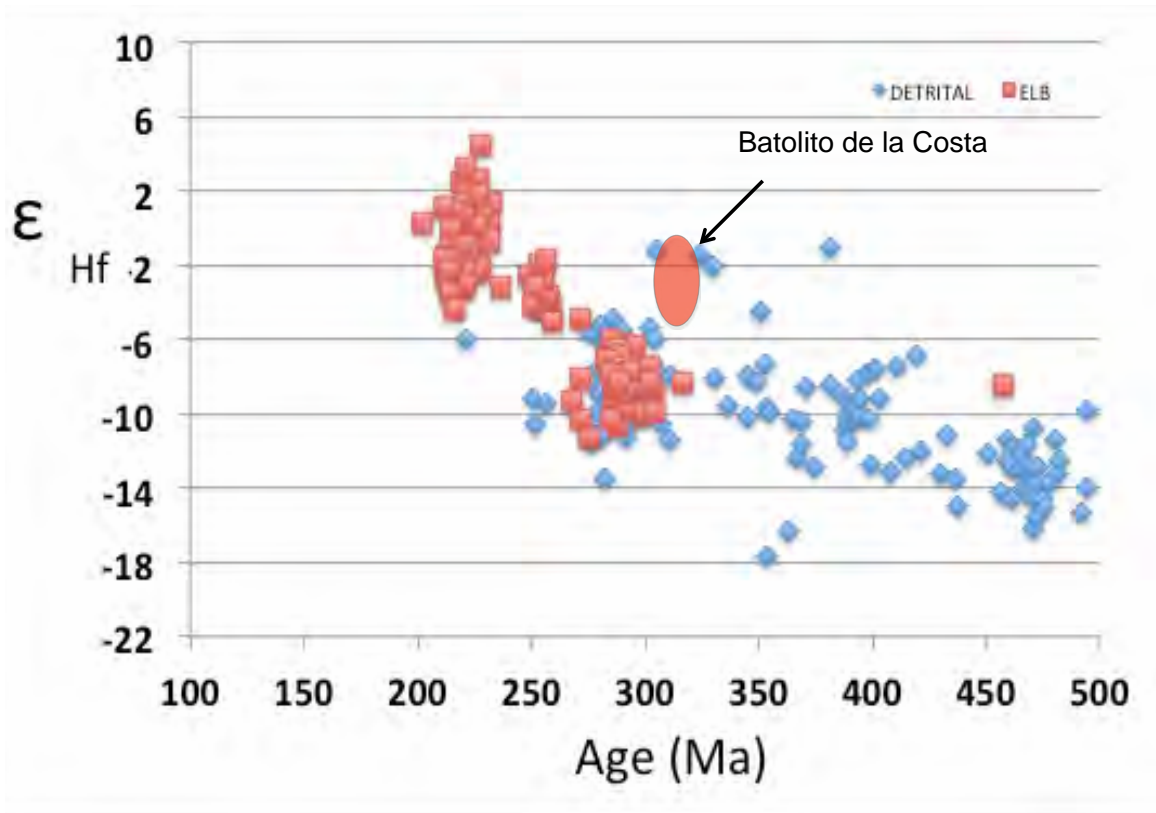




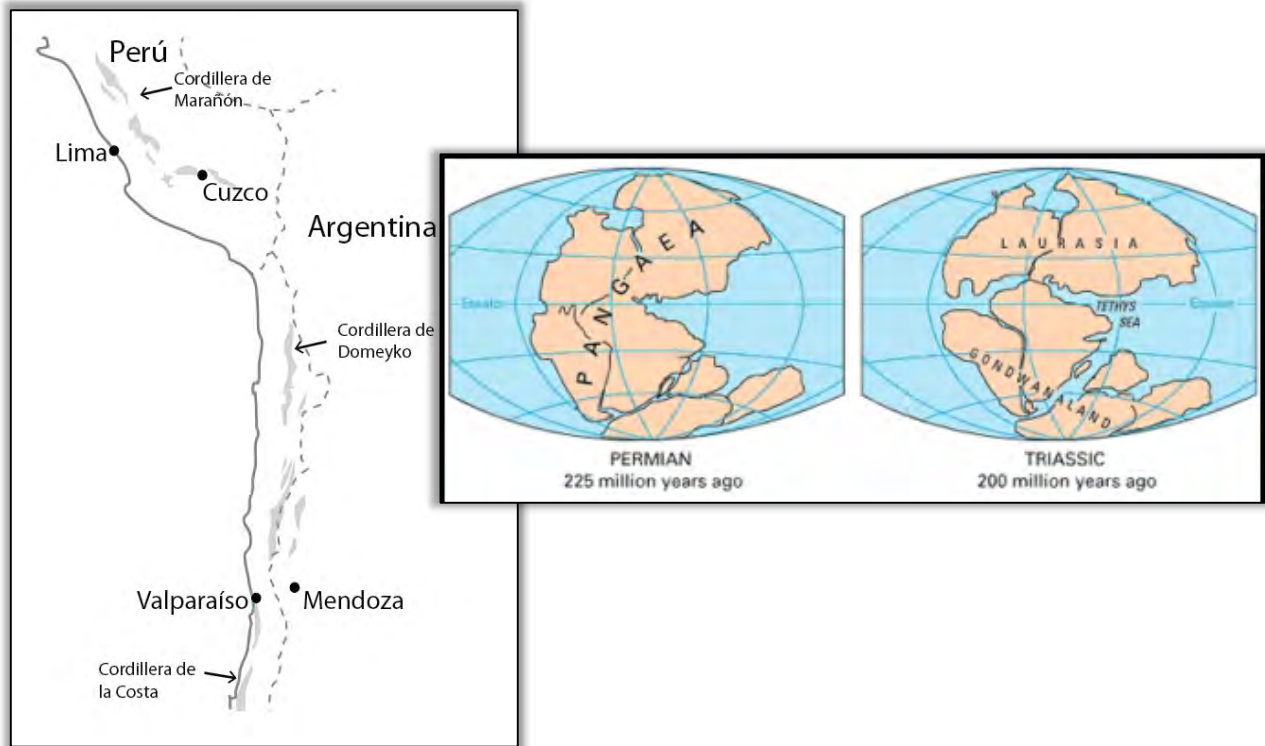
Diapositiva 39.



Diapositiva 40.



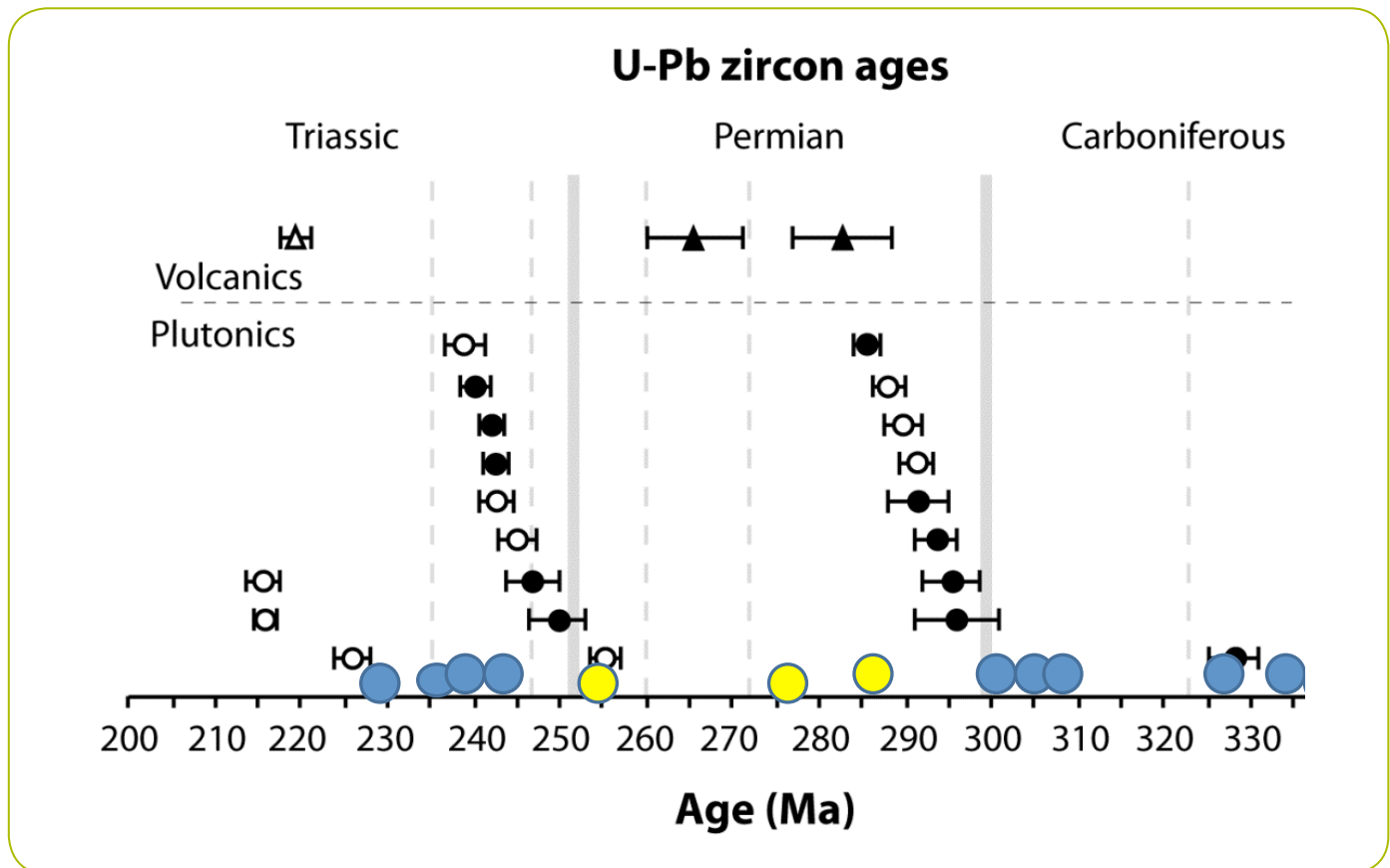
Diapositiva 41.



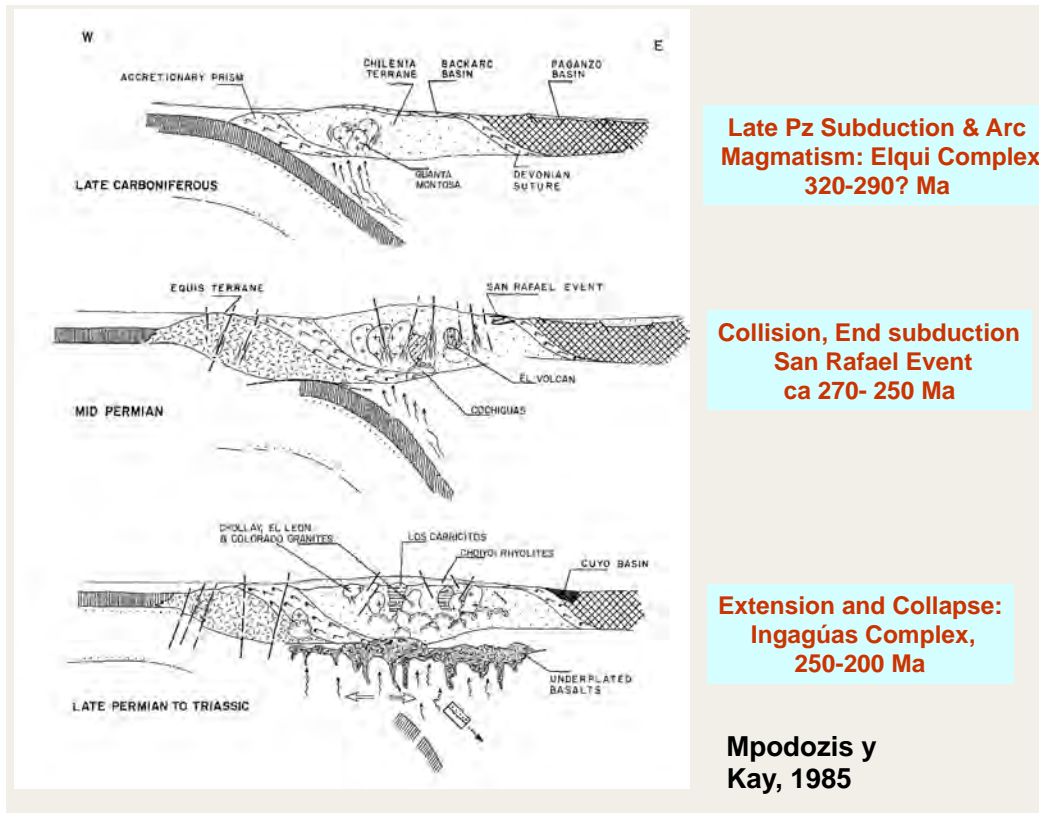
Diapositiva 42.



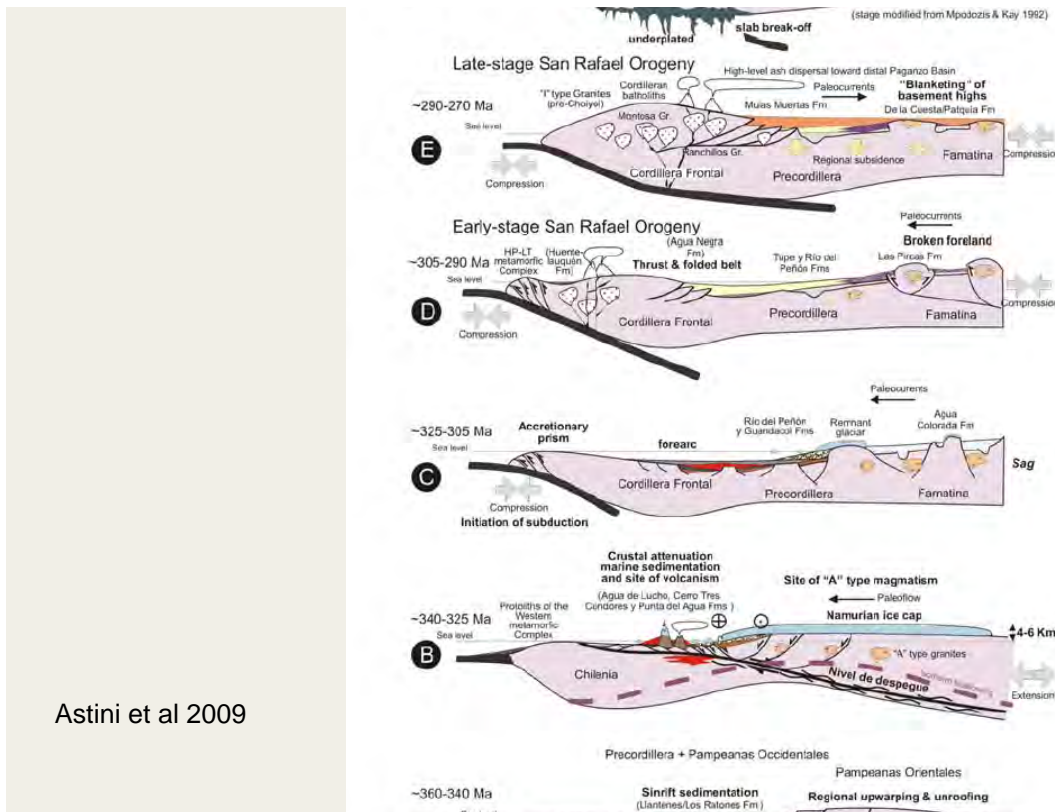
Diapositiva 43.



Diapositiva 44.



Diapositiva 45.



Diapositiva 46.

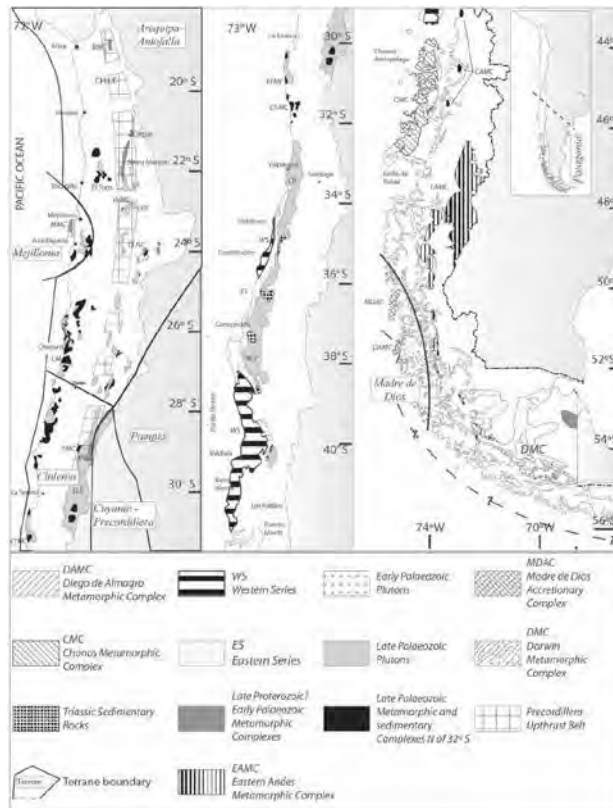
## Algunas dimensiones Chile Central

Metamorfismo	300 Ma ( 309–292 Ma)
Prisma de acrecion frontal :	345 Ma
Emplazamiento Batolito de la Costa :	310 Ma (320–300 Ma)
Prisma de Acrecion Basal :	325 a 310 Ma

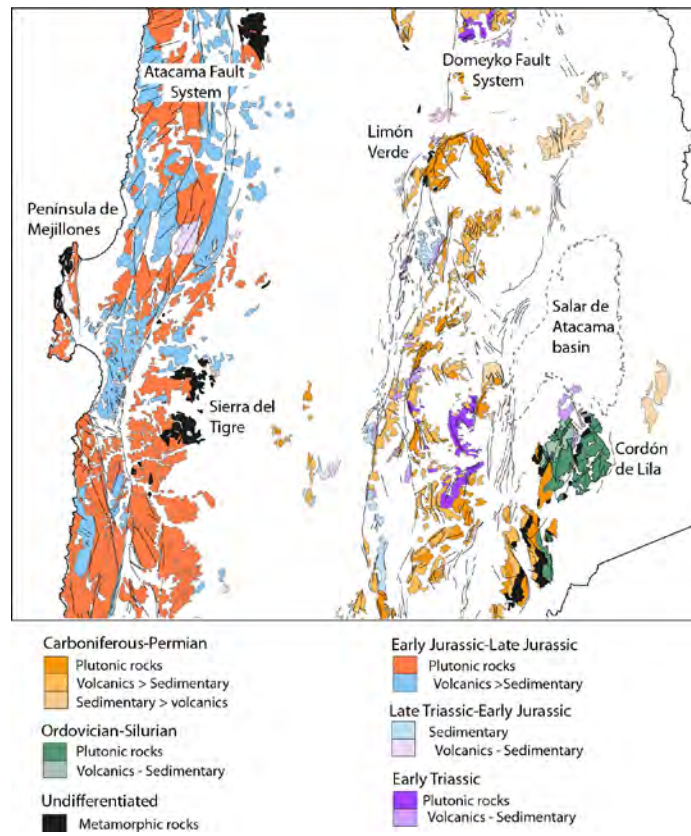
## Norte Chico

Metamorfismo	290 Ma ???
Acrecion frontal	335 +- 8 Ma
Acrecion basal	300 Ma
Intrusion Batolito	300–285 Ma

Diapositiva 47.



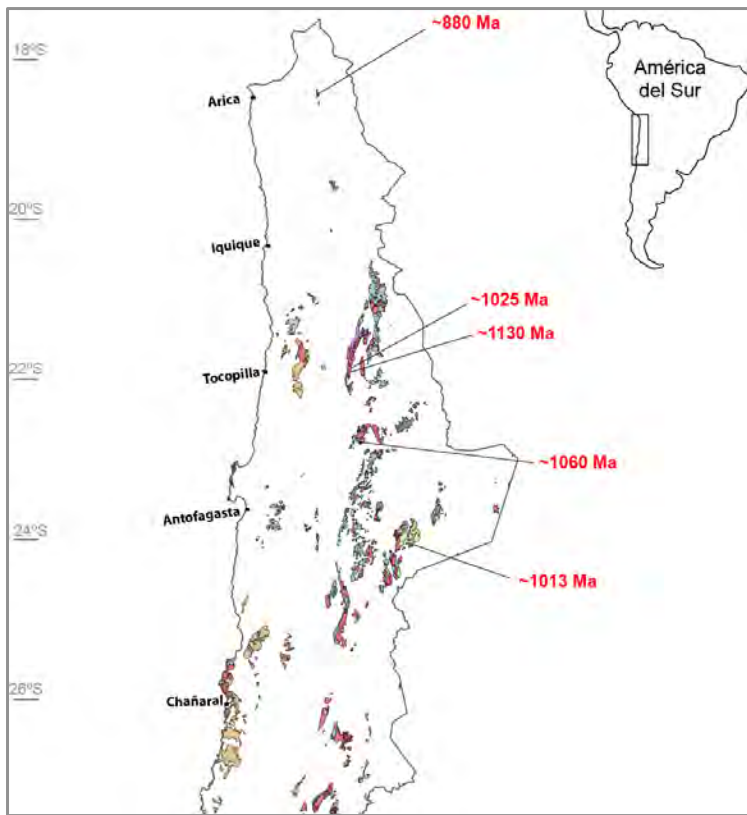
Diapositiva 48.



Diapositiva 49.



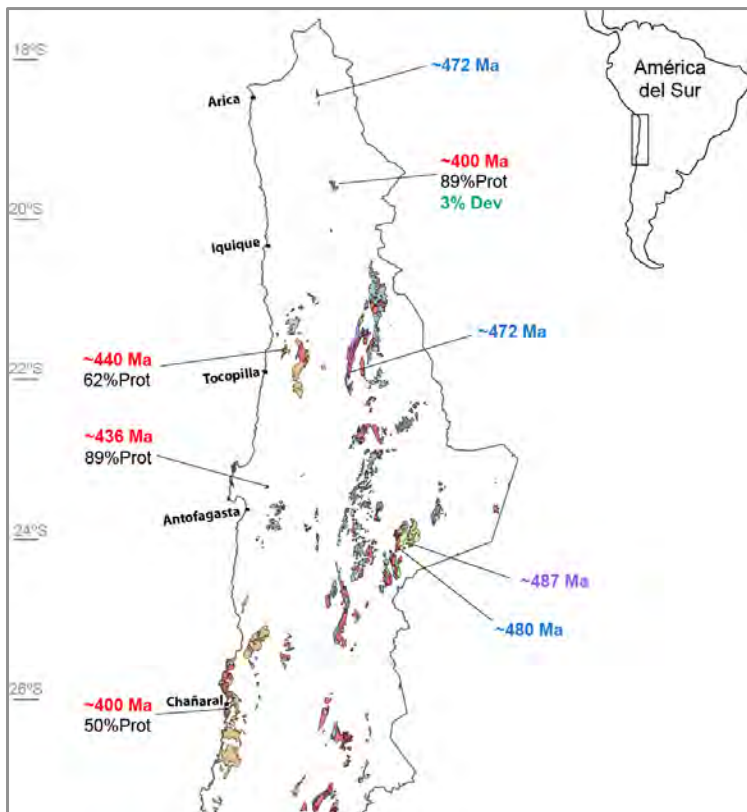
Diapositiva 50.



Edad máxima posible de sedimentación basada en edad de circones detríticos en esquistos y gneisses de la franja de la precordillera

Herve et al, inéditas

Diapositiva 51.



Intrusivos Famatinianos y edades maximas posibles de sedimentación de complejos turbidíticos Devónicos ?

Herve et al, inédito

Diapositiva 52.



Diapositiva 53.

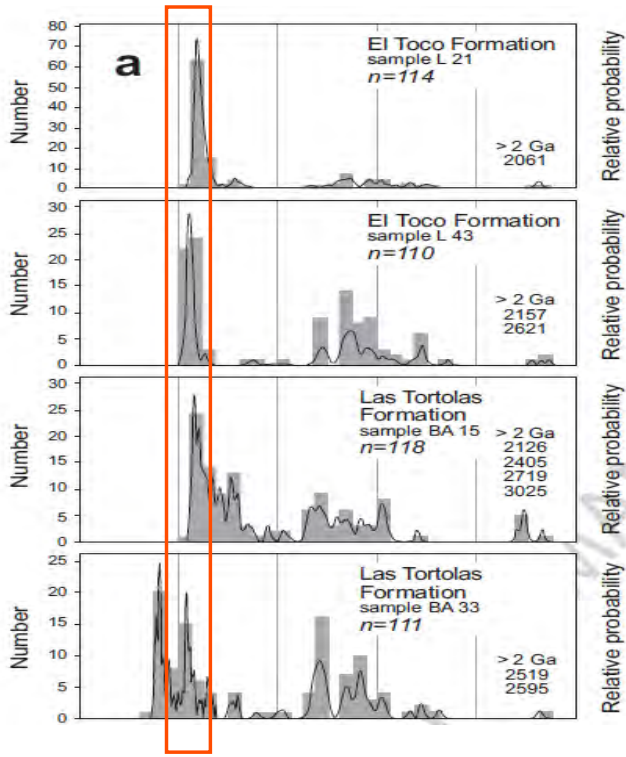


Diapositiva 54.





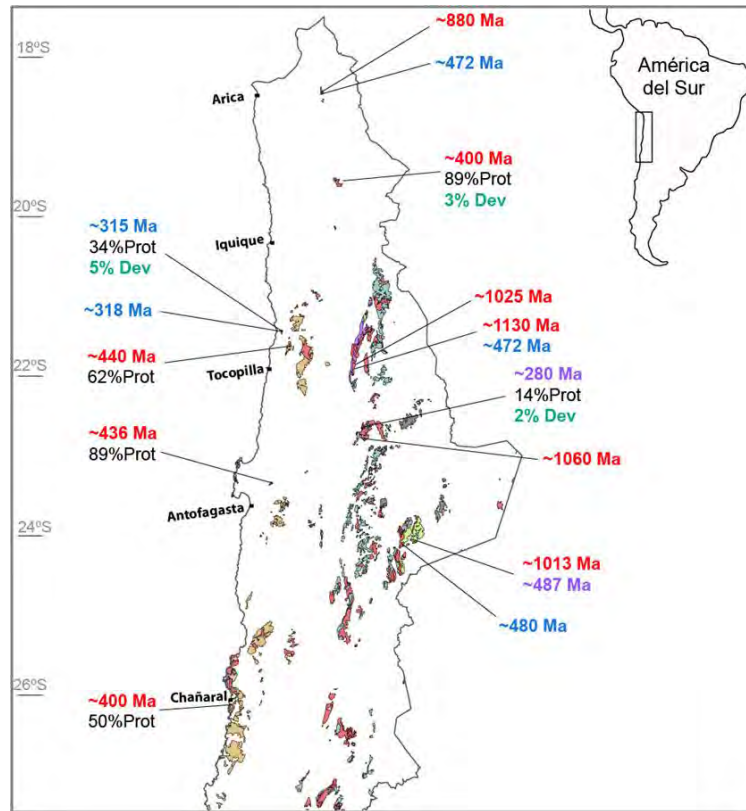
Diapositiva 55.



Devonian Turbidites of the accretionary prism

Bahlburg et al, 2009

Diapositiva 56.



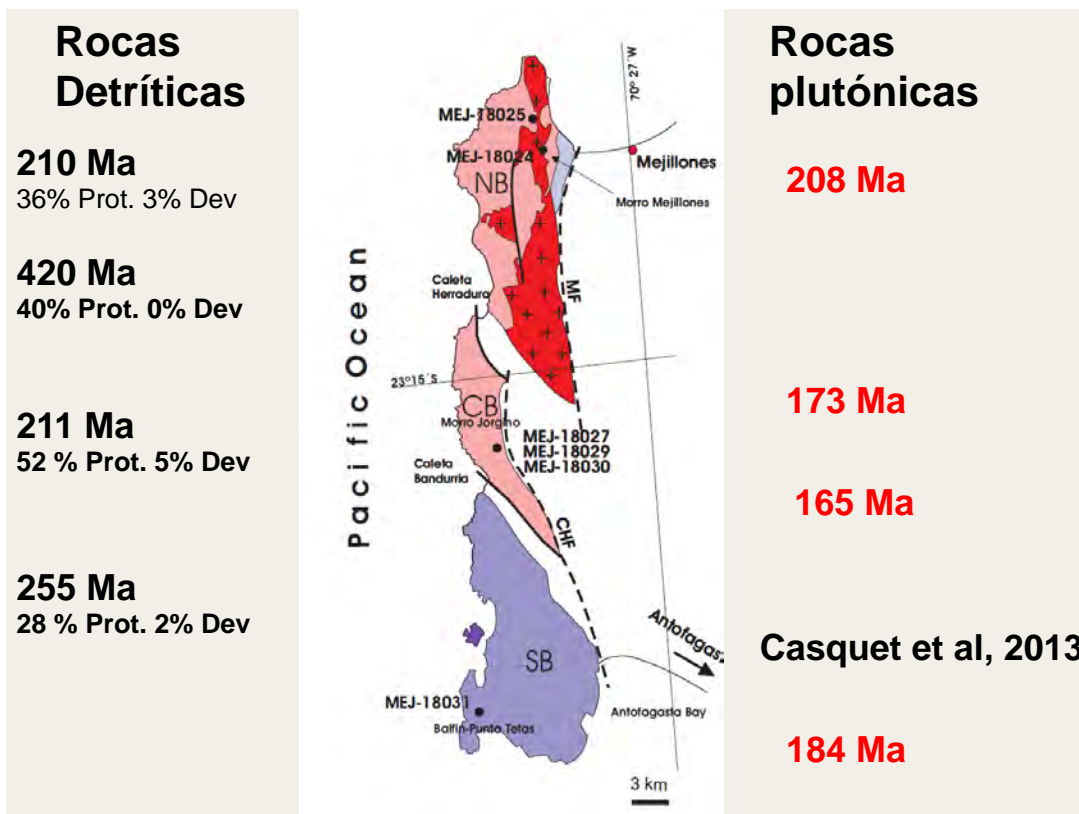
Diapositiva 57.



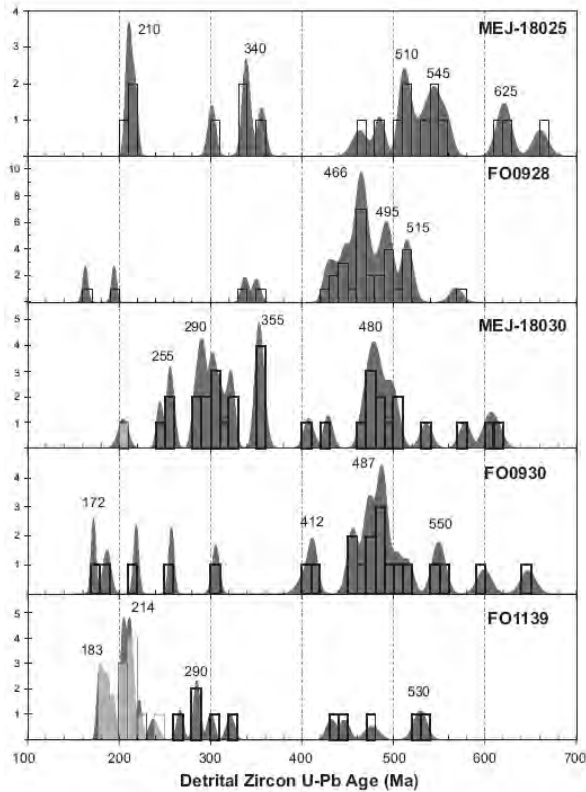
Diapositiva 58.



Diapositiva 59.



Diapositiva 60.



Patrones de edad de circones detríticos en el Complejo Metamórfico de Mejillones.

Casquet et al, 2013  
Gondwana Research

Diapositiva 61.

## Revelaciones acerca de Mejillones

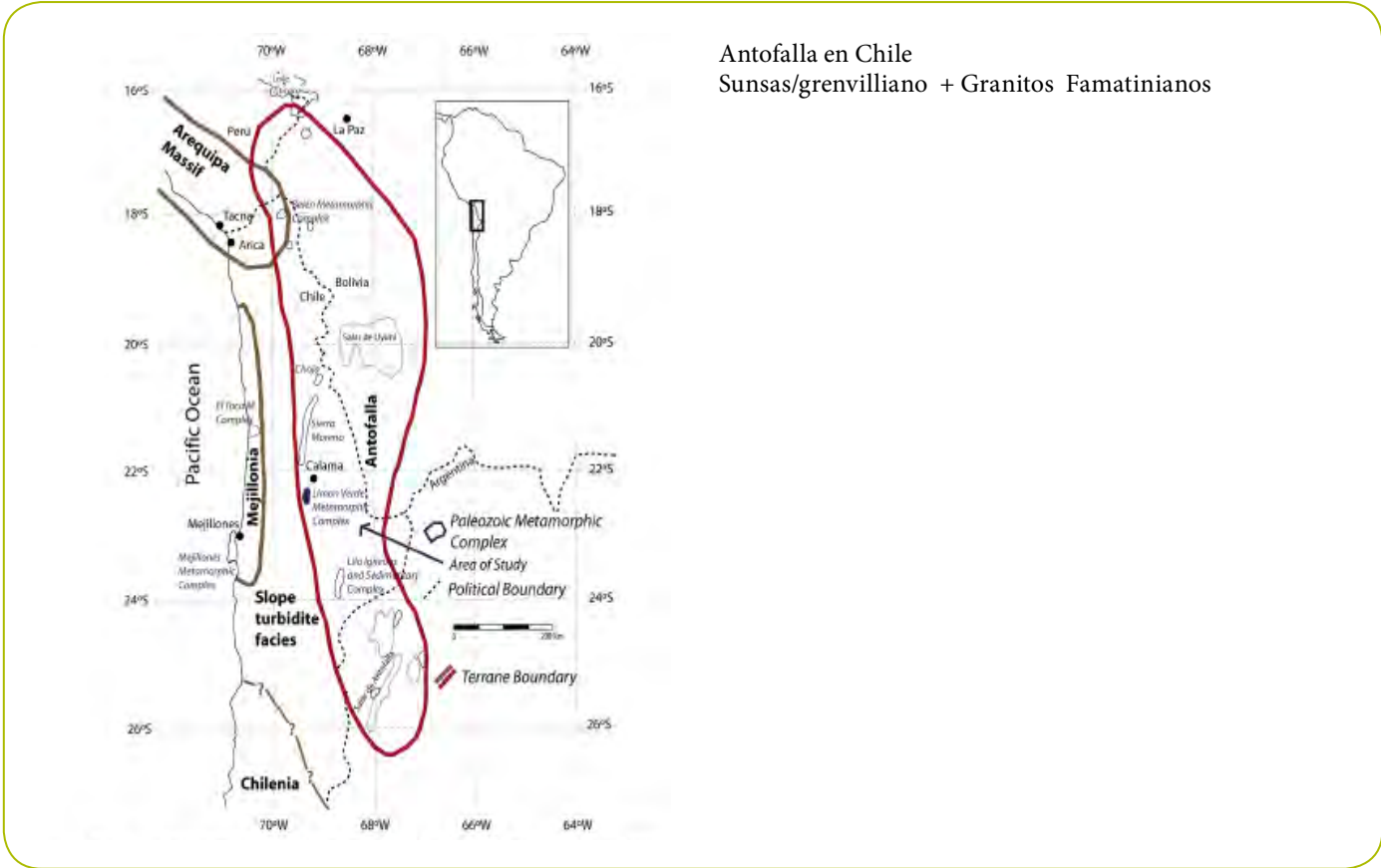
Evolución en el Triásico

- sedimentación
- metamorfismo
- Intrusivos

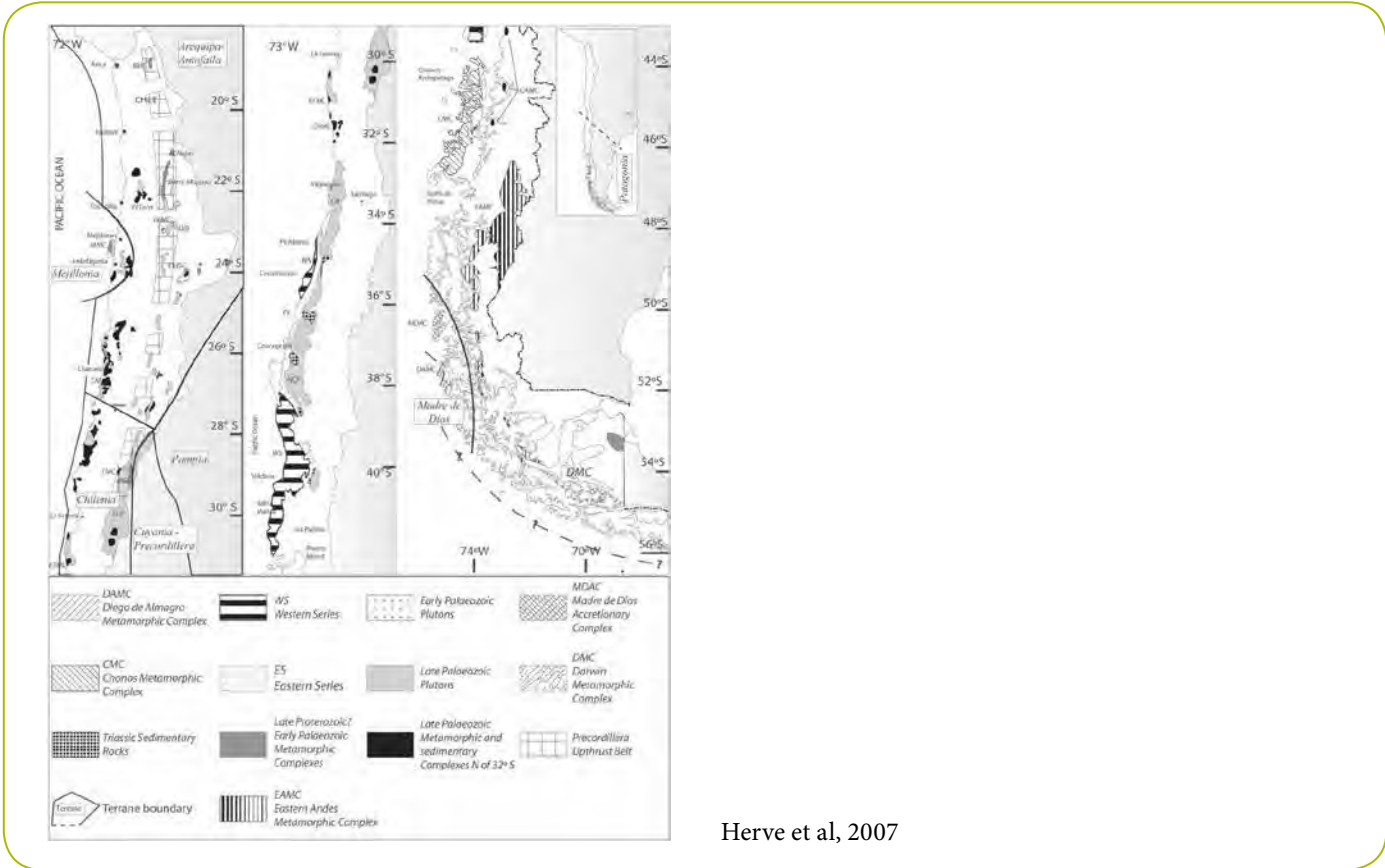
Es un terreno tectonoestratigráfico pero de probable emplazamiento Triásico superior a Jurásico inferior y no Paleozoico inferior como se suponía.

Tal vez un terreno desplazado por la Falla de Atacama

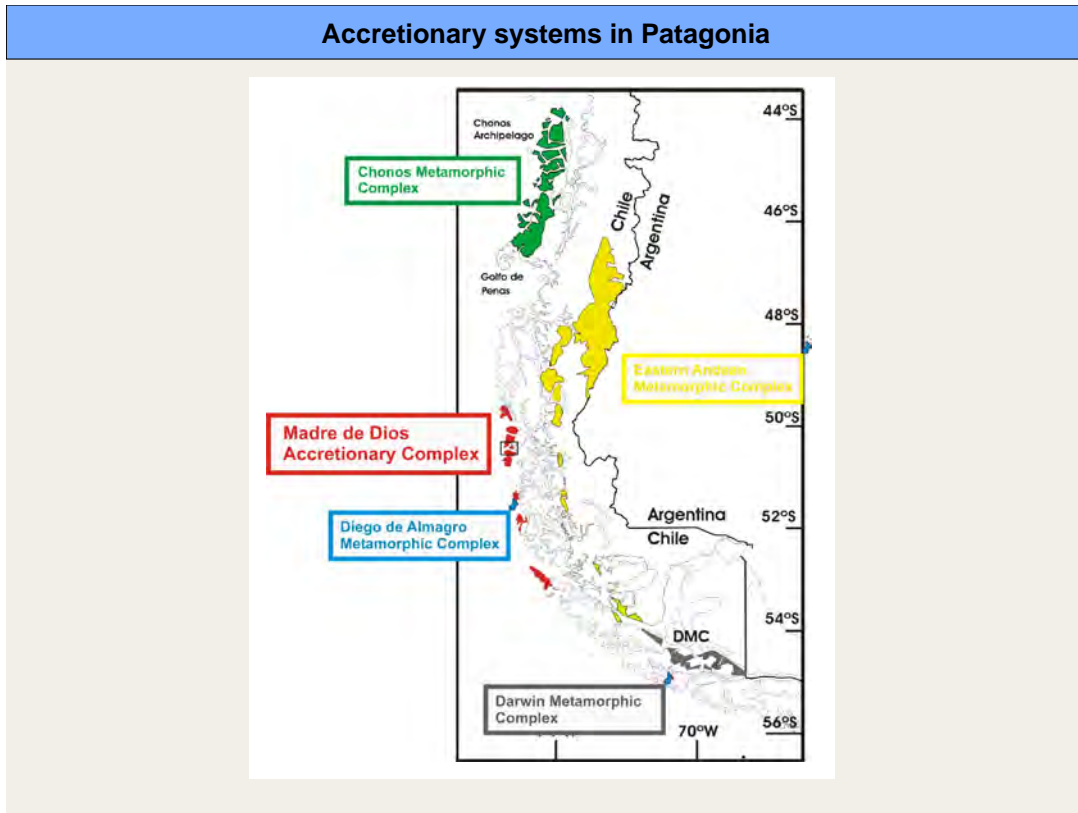
Diapositiva 62.



Diapositiva 63.



Diapositiva 64.



Diapositiva 65.

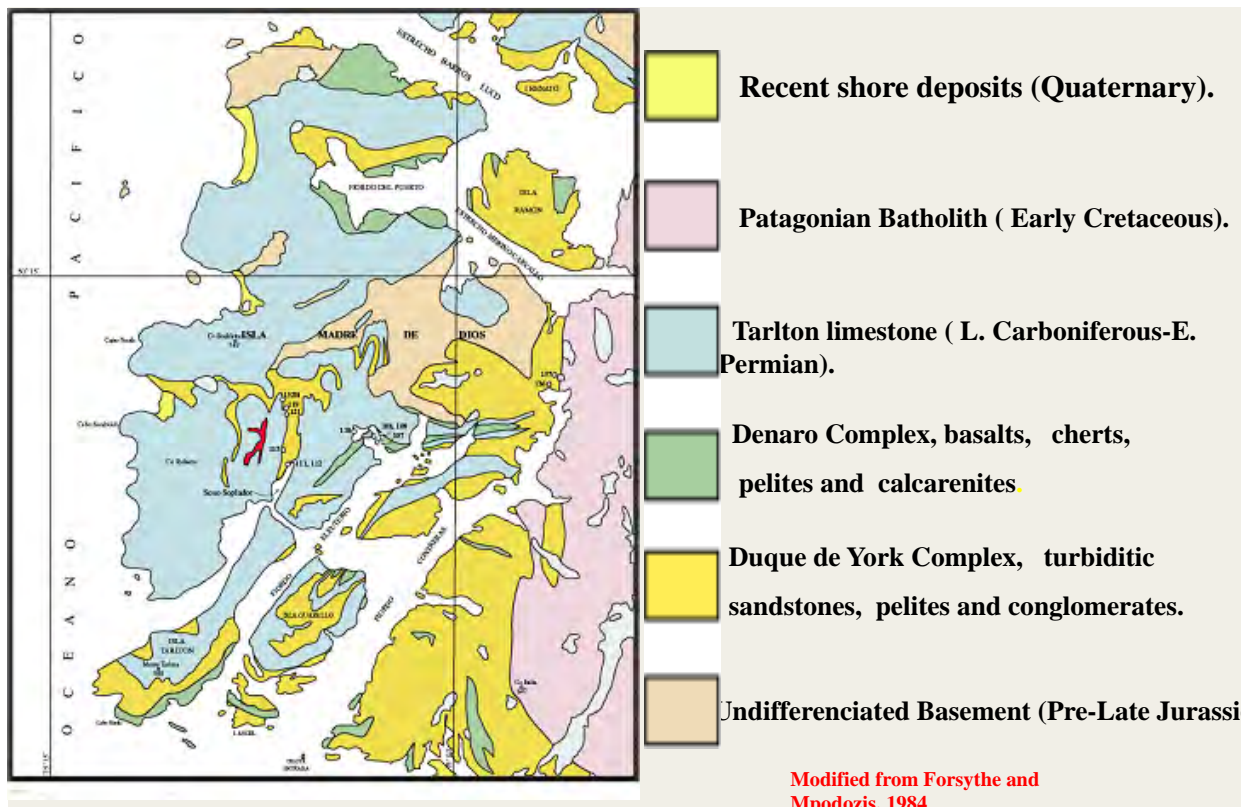


Diapositiva 66.

## Metamorphic complexes in the Patagonian Andes

- Eastern Andes Metamorphic Complex
- Main Range Metamorphic Complex
- Western coastal Complexes
  - Chonos Metamorphic Complex
  - Madre de Dios - Denaro Complex
  - Duque de York Complex
  - Diego de Almagro Complex
- The Cordillera Darwin Complex

Diapositiva 67.



Diapositiva 68.

## Tarlton limestones, Isla Guarello



Diapositiva 69.



Photographs by Lacassie and Fernandez, 2001

Diapositiva 70.



**The Tarlton limestone, Madre de Dios: an exotic terrane**

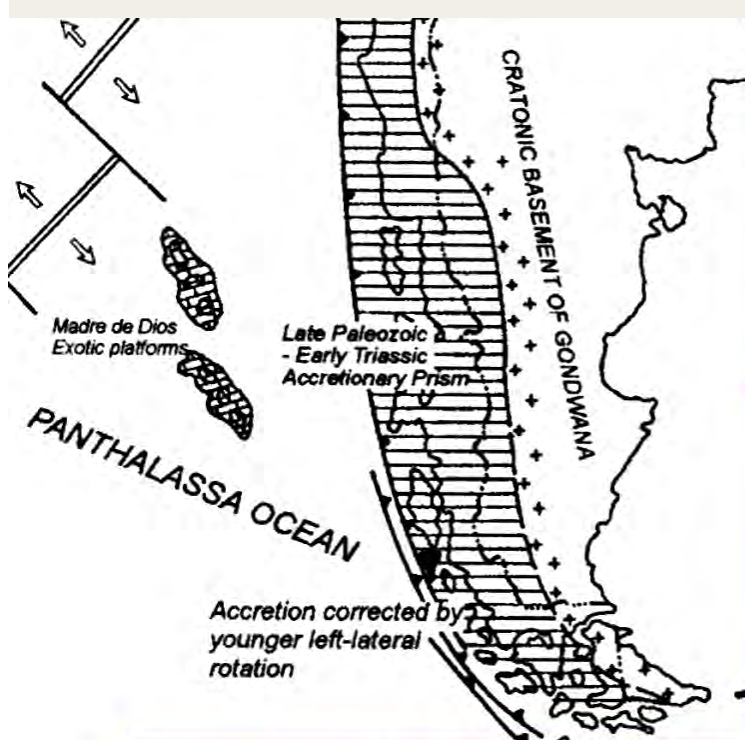


**Large  
counterclock  
wise rotation  
after the  
Early  
Cretaceous**

**Late Carboniferous-  
Early Permian  
fusulinids**



Diapositiva 71.



**Madre de  
Dios  
exotic  
terrane**

From Rapalini et al, 2002

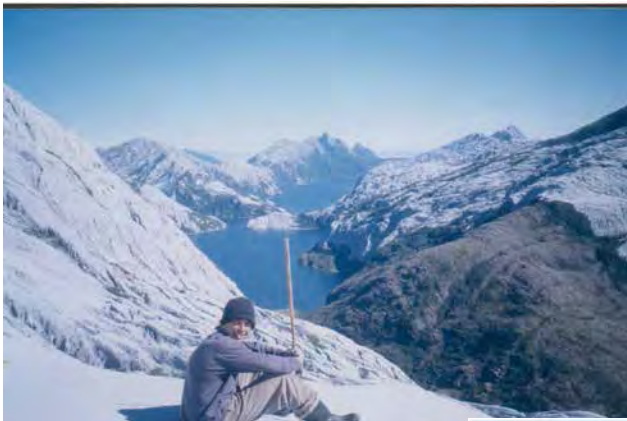
**Accretion from present NW**

Diapositiva 72.

## Metamorphic complexes in the Patagonian Andes

- **Eastern Andes Metamorphic Complex**
- **Main Range Metamorphic Complex**
- **Western coastal Complexes**
  - Chonos Metamorphic Complex
  - Madre de Dios - Denaro Complex
  - Duque de York Complex
  - Diego de Almagro Complex
- **The Cordillera Darwin Complex**

Diapositiva 73.



**Duque de York Complex overlies the Tarlton Limestone resting over a paleokarst surface at Seno Soplador**

The successions are here tectonically inverted. The base of Duque de York has Early (?) Permian fossils.



Diapositiva 74.

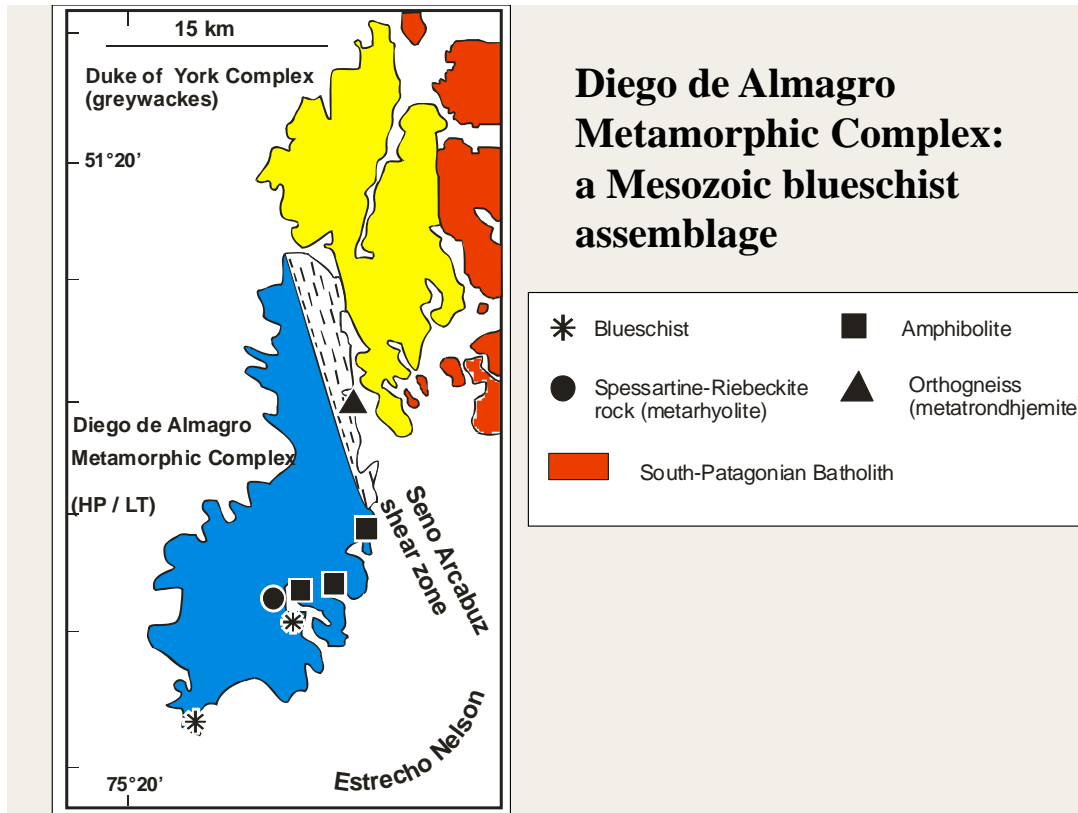


Diapositiva 75.

## **Metamorphic complexes in the Patagonian Andes**

- **Eastern Andes Metamorphic Complex**
- **Main Range Metamorphic Complex**
- **Western coastal Complexes**
  - **Chonos Metamorphic Complex**
  - **Madre de Dios - Denaro Complex**
  - **Duque de York Complex**
  - **Diego de Almagro Complex**
- **The Cordillera Darwin Complex**

Diapositiva 76.



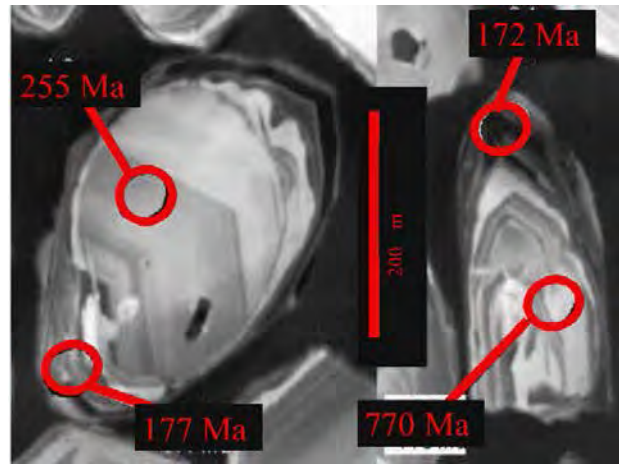
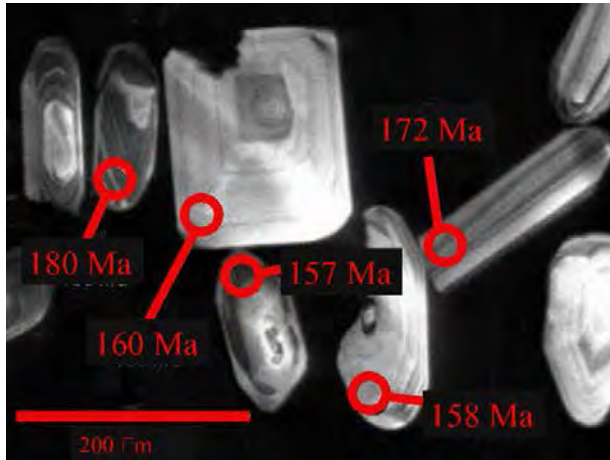
Diapositiva 77.



Blueschists, amphibolites and spessartine quartzites at Puerto Diego de Almagro.

Diapositiva 78.

Zircons in foliated granitoid from Isla Diego de Almagro.



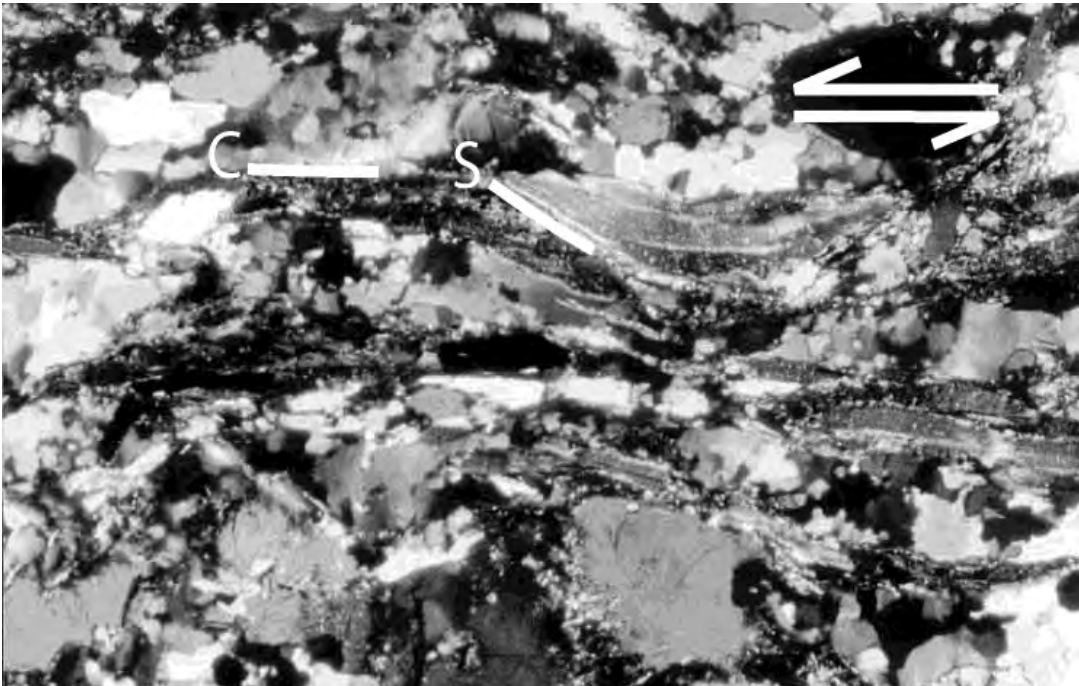
Inherited cores of different ages with Jurassic rims and individual igneous zircons

Diapositiva 79.

## Diego de Almagro Metamorphic Complex

- **Jurassic protolith**
- **Granites, rhyolites and E-MORB basalts metamorphosed together in a subduction zone**
- **P = 12 - 13 kb ; T = 500° C**
- **Early Cretaceous Metamorphism**
- **Tectonic erosion of the continental margin**

Diapositiva 80.



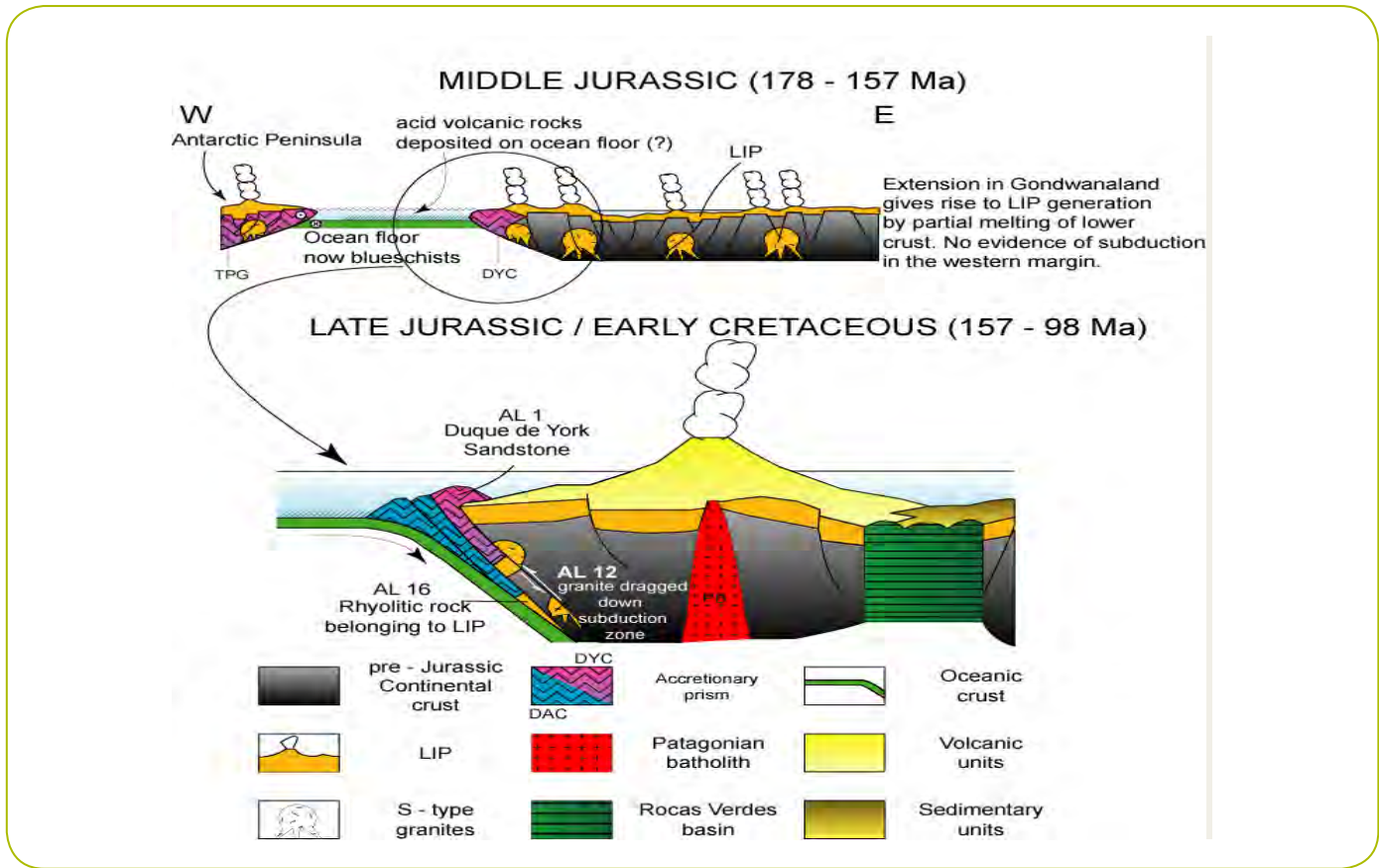
**Left lateral shearing of Jurassic granitoid at Seno Arcabuz shear zone.**

Diapositiva 81.

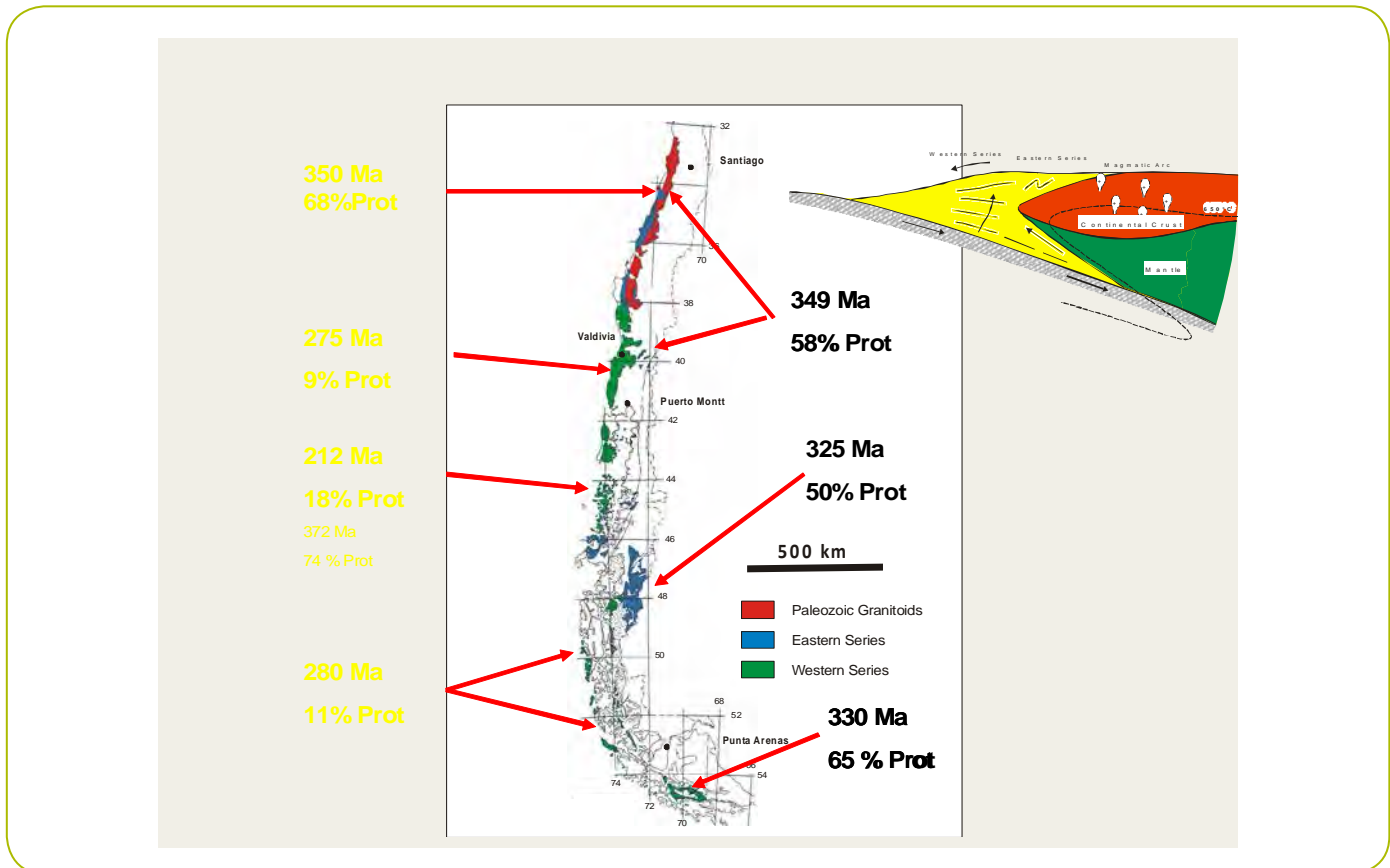
## **Geochronology of Diego de Almagro metamorphic complex**

<b>Age (Ma)</b>	<b>Method / mineral</b>	
• 157+2	U-Pb	zircon
• 122+21 & 117+11	K-Ar	blue amphibole
• 134+3	K-Ar	biotite in NPB
• 136 + 8 & 120+8	Ar-Ar	Muscovite I
• 89+8	Ar-Ar	Muscovite II
• 65 + 3	FT	zircon
• 11 + 2	FT	apatite

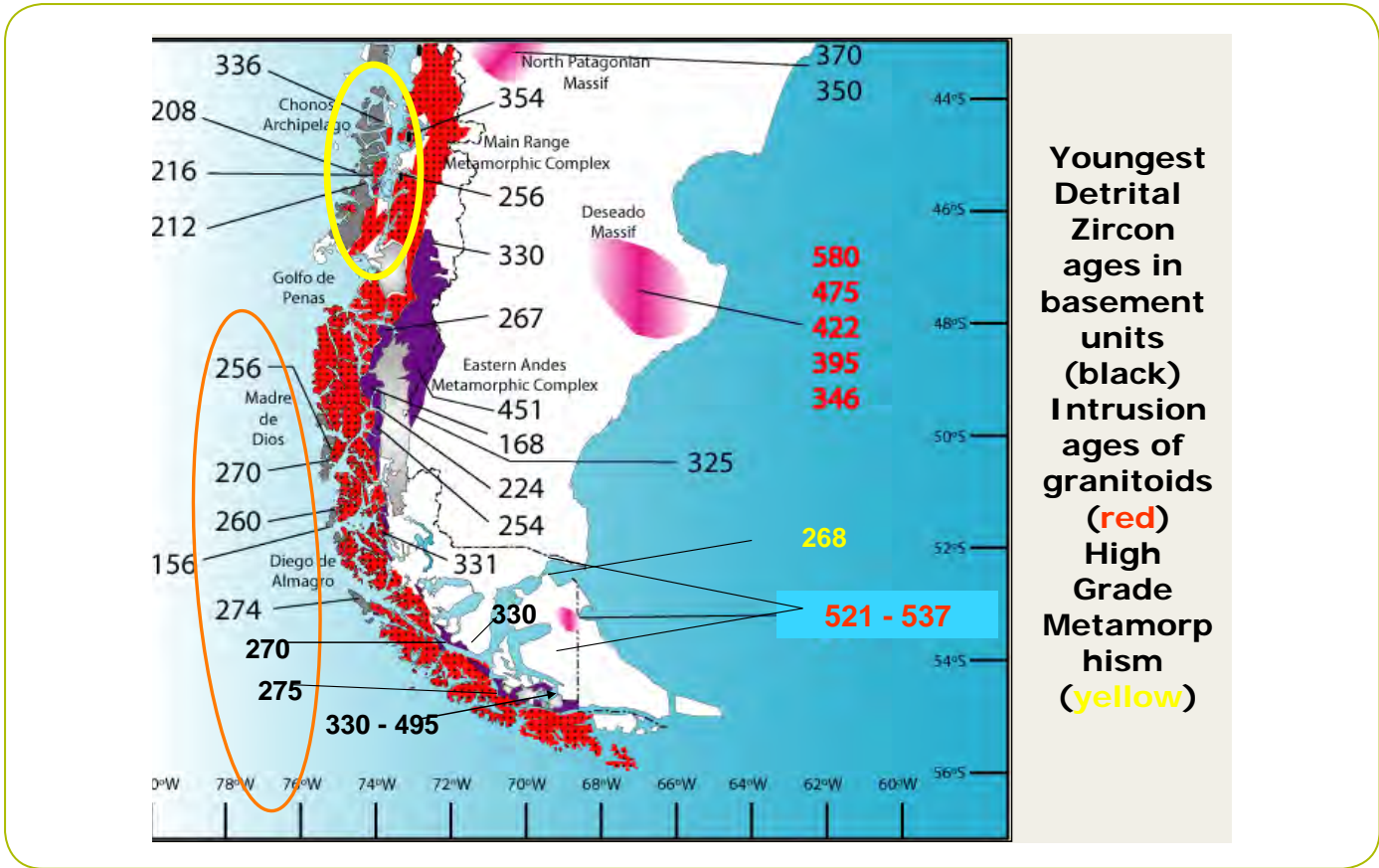
Diapositiva 82.



Diapositiva 83.



Diapositiva 84.

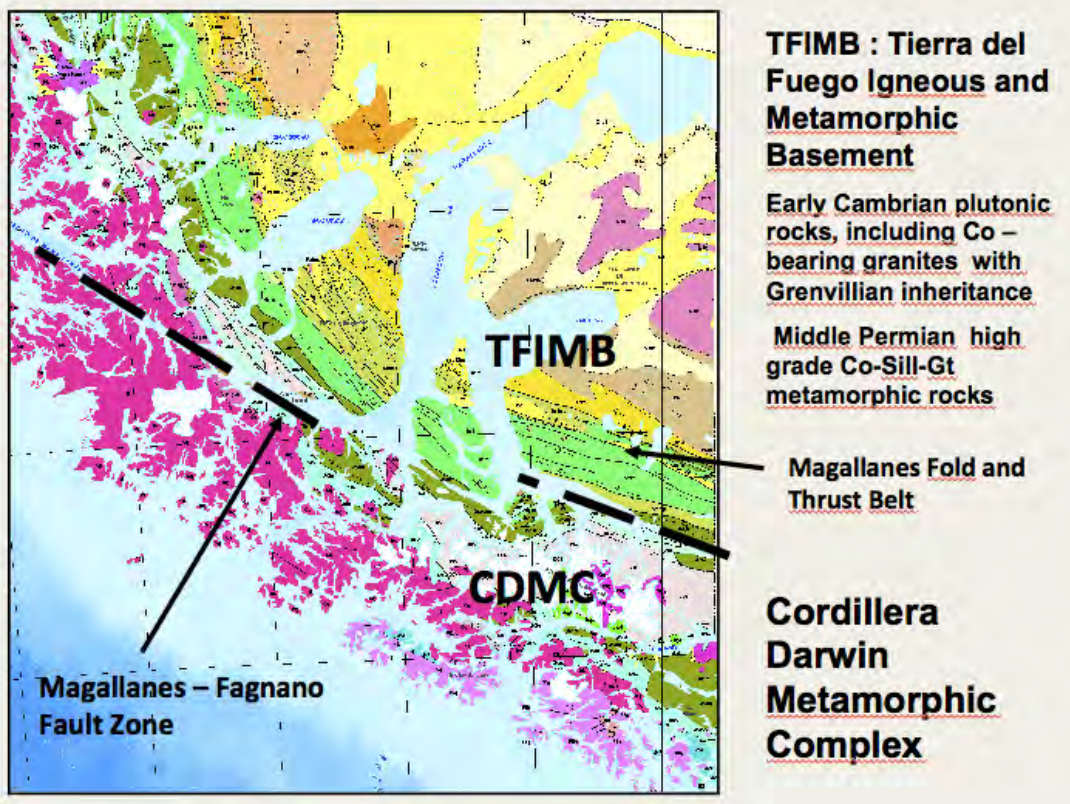


Diapositiva 85.

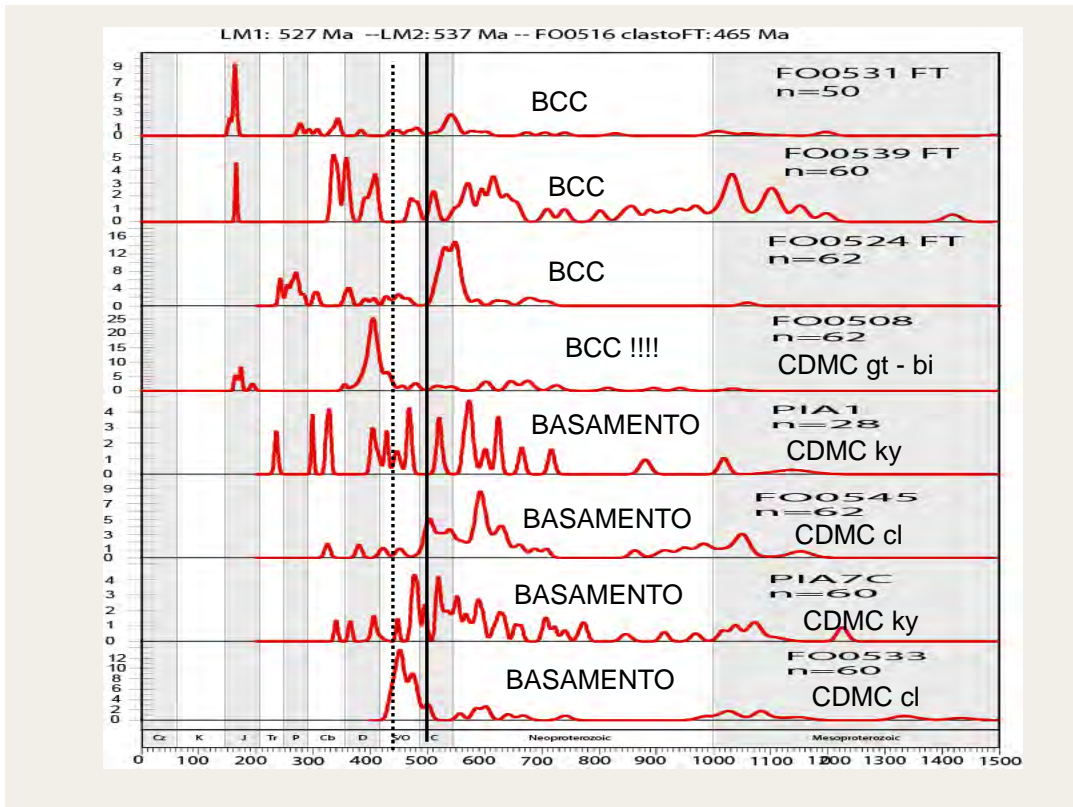


Diapositiva 86.





Diapositiva 87.

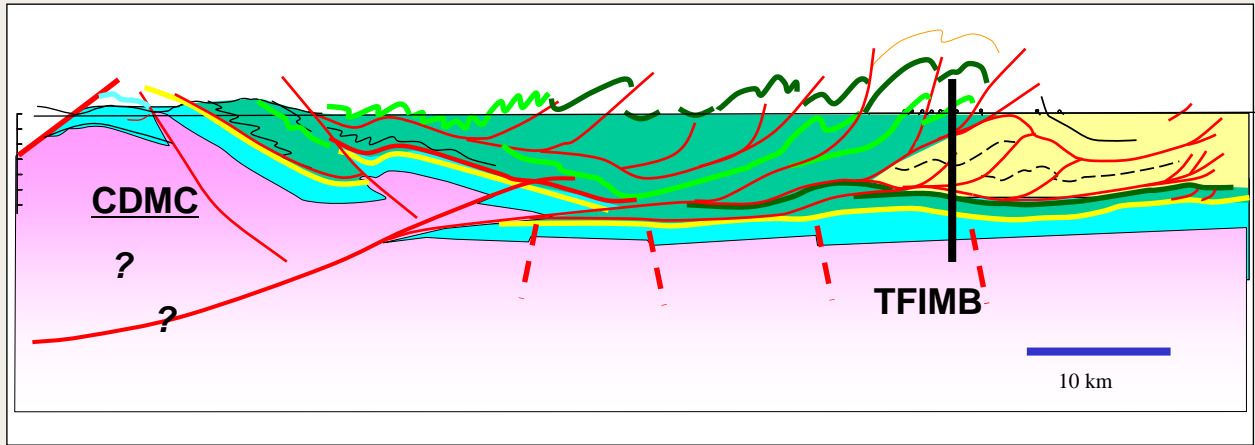


Diapositiva 88.

**Anticlinal Cerro Verde**

SW

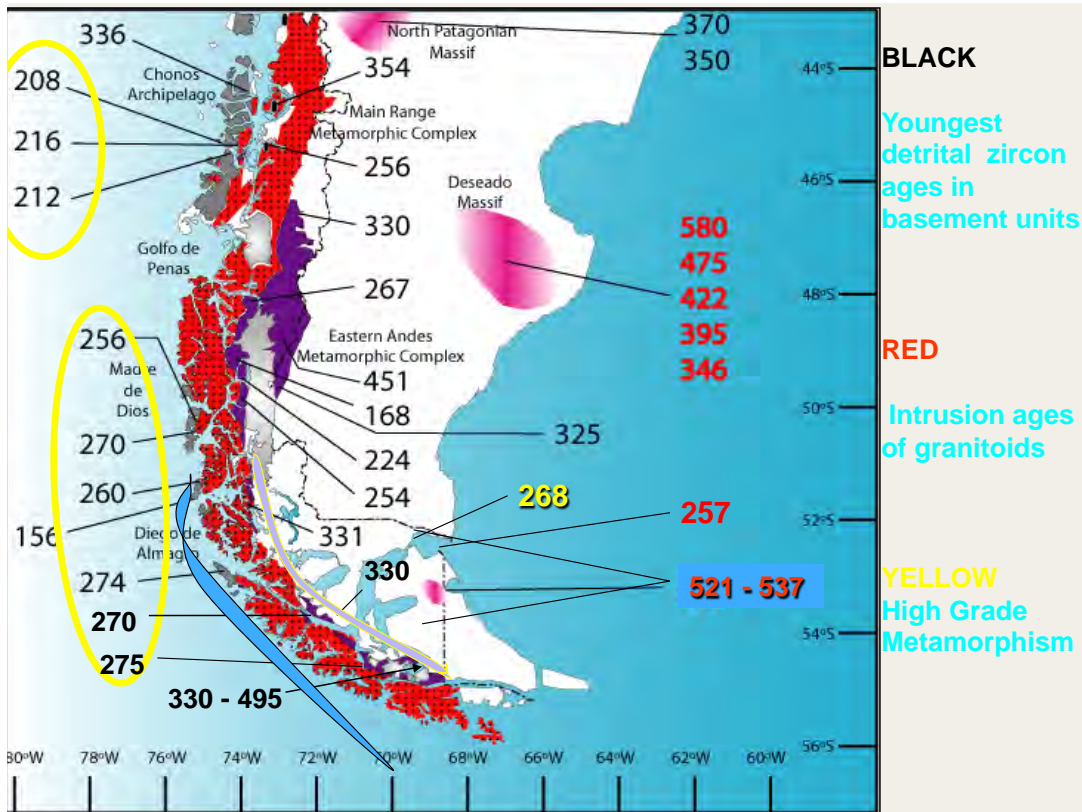
NE



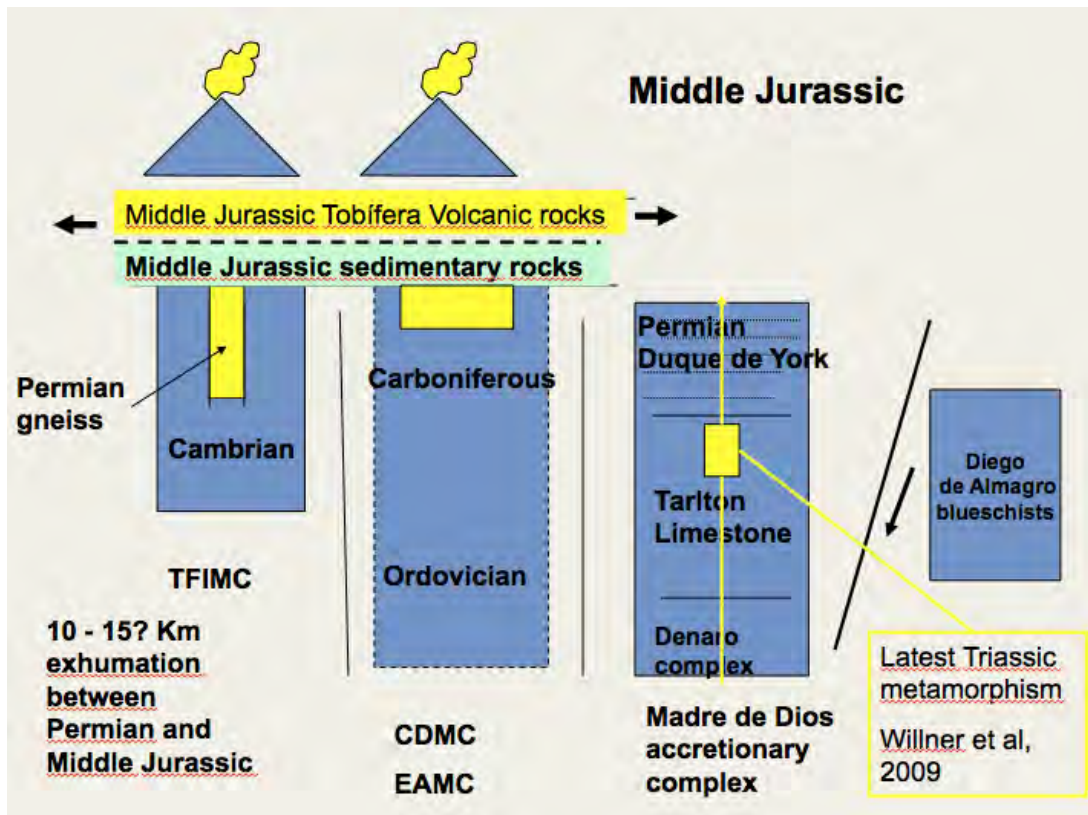
- Jurásico volcánico (rift)
- Terciario inferior (antepaís)
- Basamento Paleozoico
- Cretácico (plataforma y antepaís)

*Sección estructural regional, Tierra del Fuego (Rojas 20039)*

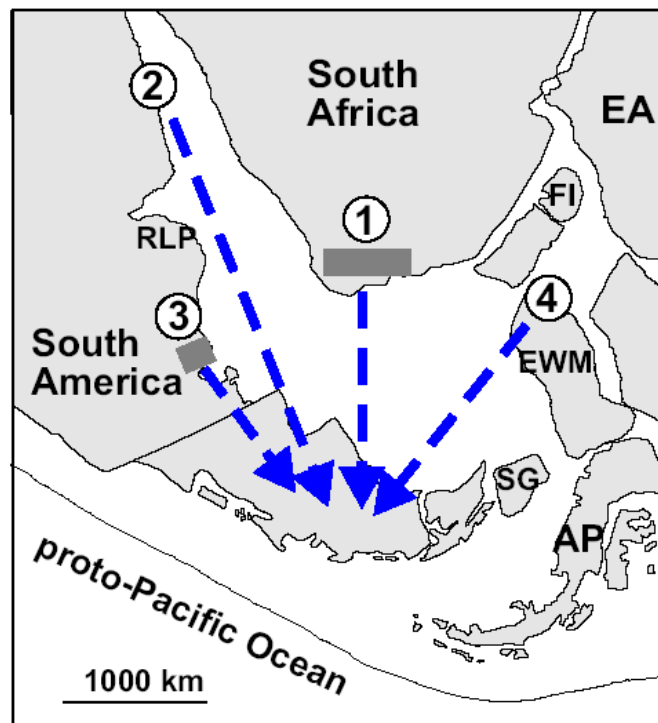
Diapositiva 89.



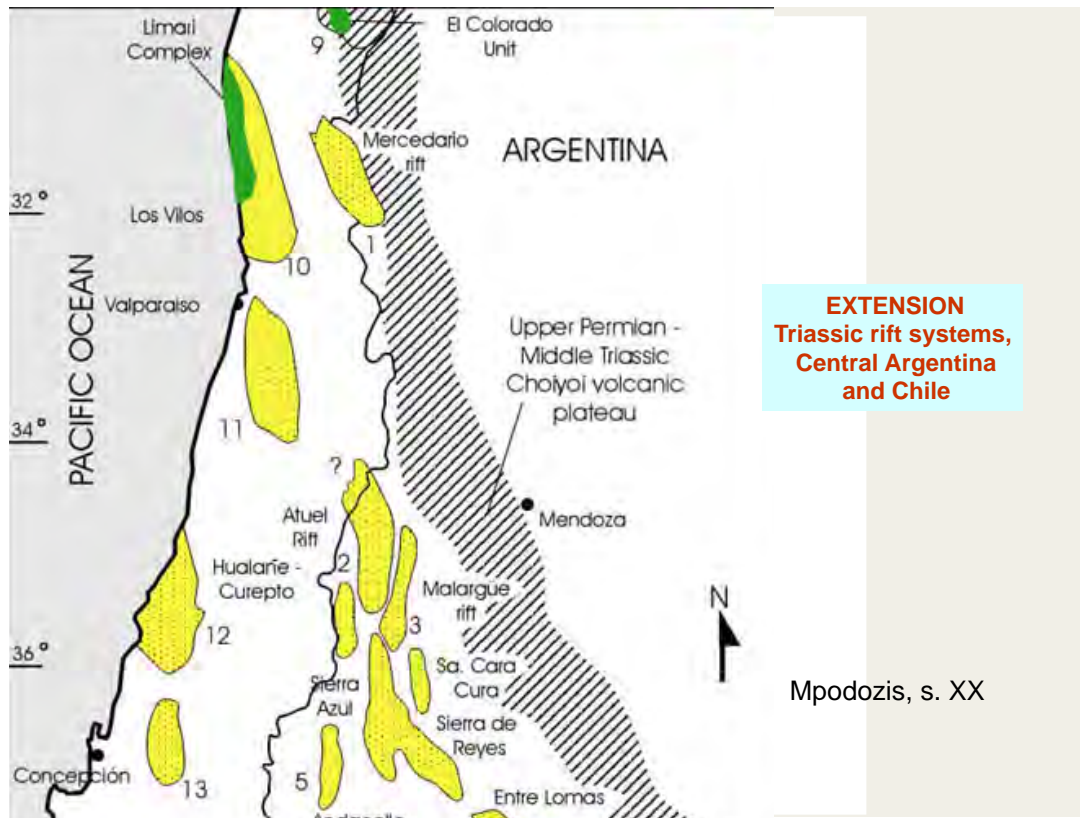
Diapositiva 90.



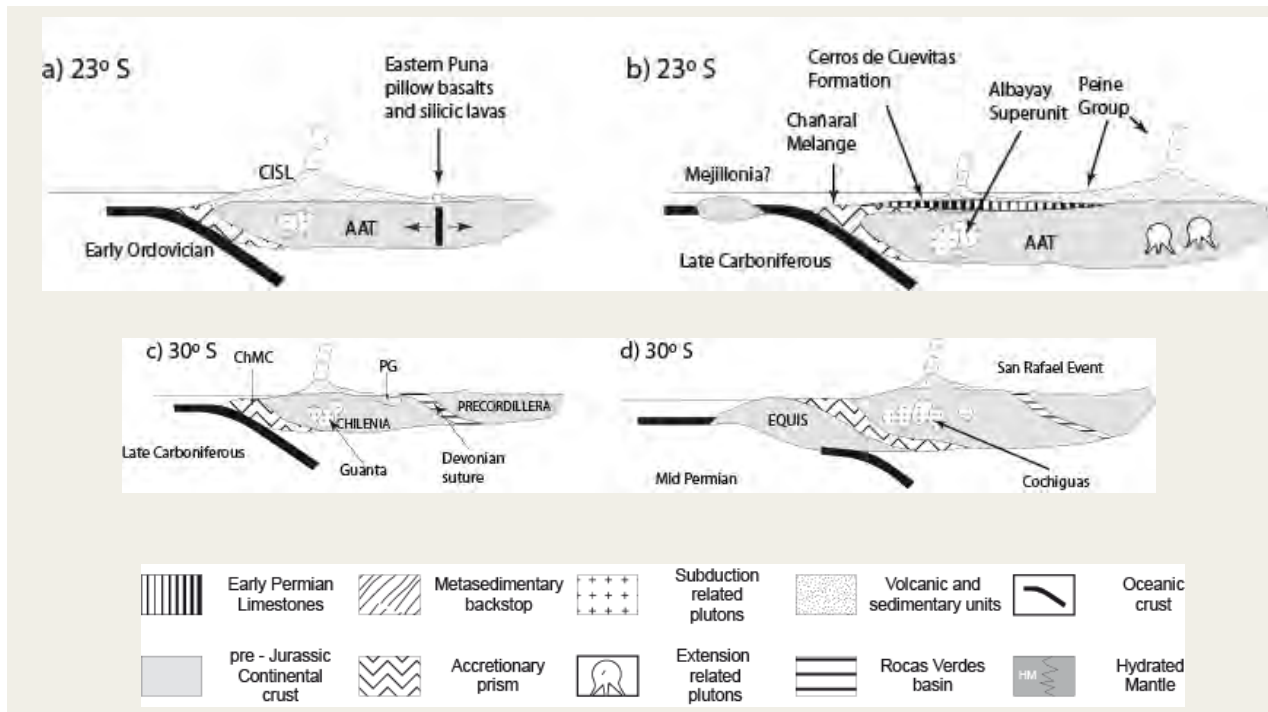
Diapositiva 91.



Diapositiva 92.



Diapositiva 93.



Diapositiva 94.



Diapositiva 95.

# Evolución tectónica del precámbrico boliviano

Gerardo Ramiro  
MATOS SALINAS\*



\* rmatoss@yahoo.com  
Instituto de Investigaciones  
Geológicas y del Medio Ambiente  
(IGEMA), Universidad Mayor de  
San Andrés, Campus Universitario  
Cota Cota, La Paz (Bolivia)



## GEOLOGICAL MAP OF SOUTH AMERICA WORKSHOP

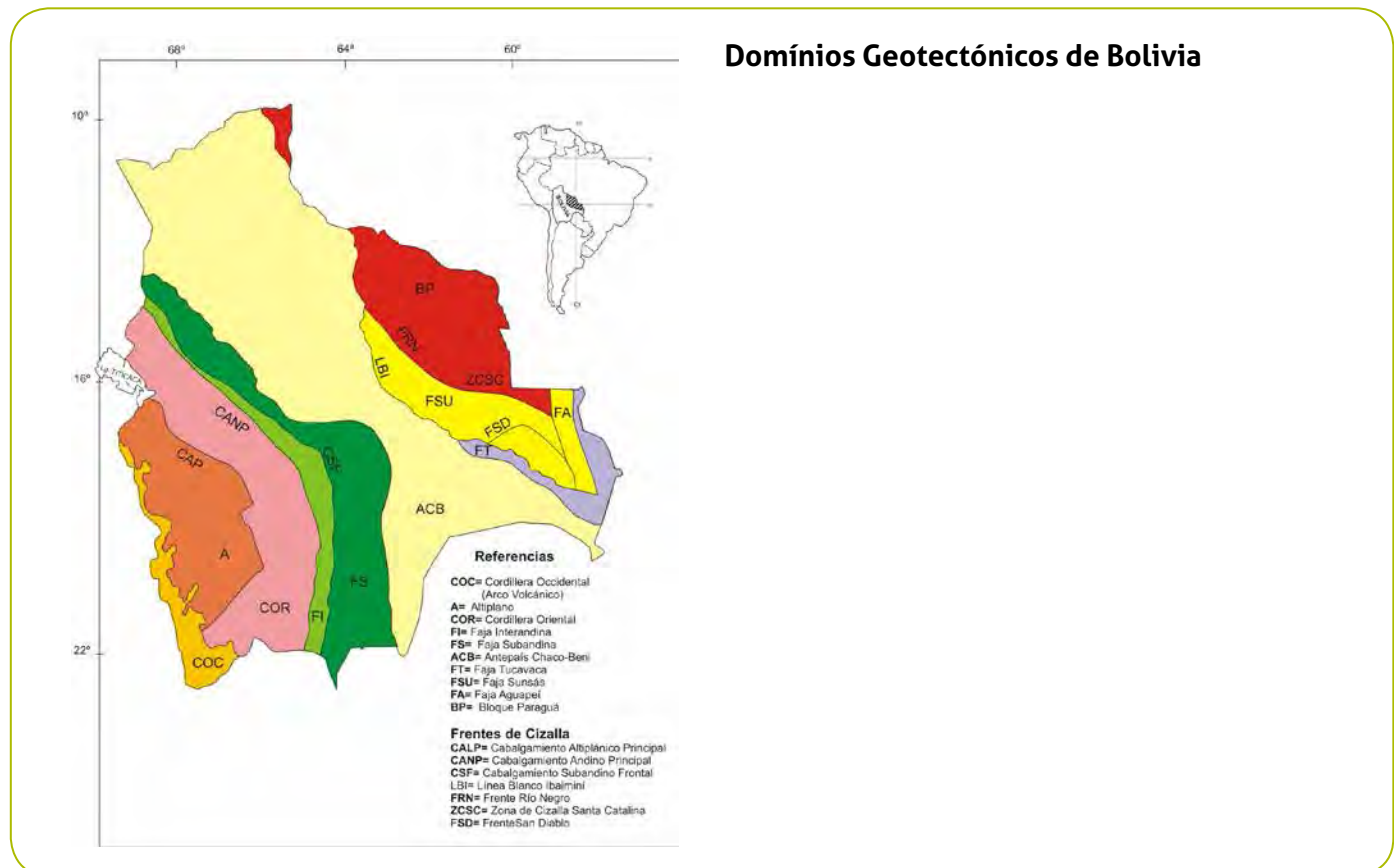
### EVOLUCIÓN TECTÓNICA DEL PRECÁMBRICO BOLIVIANO

R. Matos S.

Universidad Mayor de San Andrés  
La Paz, Bolivia.

Villa de Leyva, julio de 2014

Diapositiva 1.



Diapositiva 2.

## Introducción

- El área yace al Este de Bolivia (Santa Cruz, Beni y Pando)
- Forma parte del Cratón Amazónico (Prov. Rondoniana-San Ignacio y Sunsás)
- 220.000 km<sup>2</sup> de terreno
- Altitud de 150 a 1300 m
- Cubierta de selva tropical

Diapositiva 3.



Diapositiva 4.



## Nueva visión de la cronología de los eventos tectono-magmáticos del Precámbrico boliviano

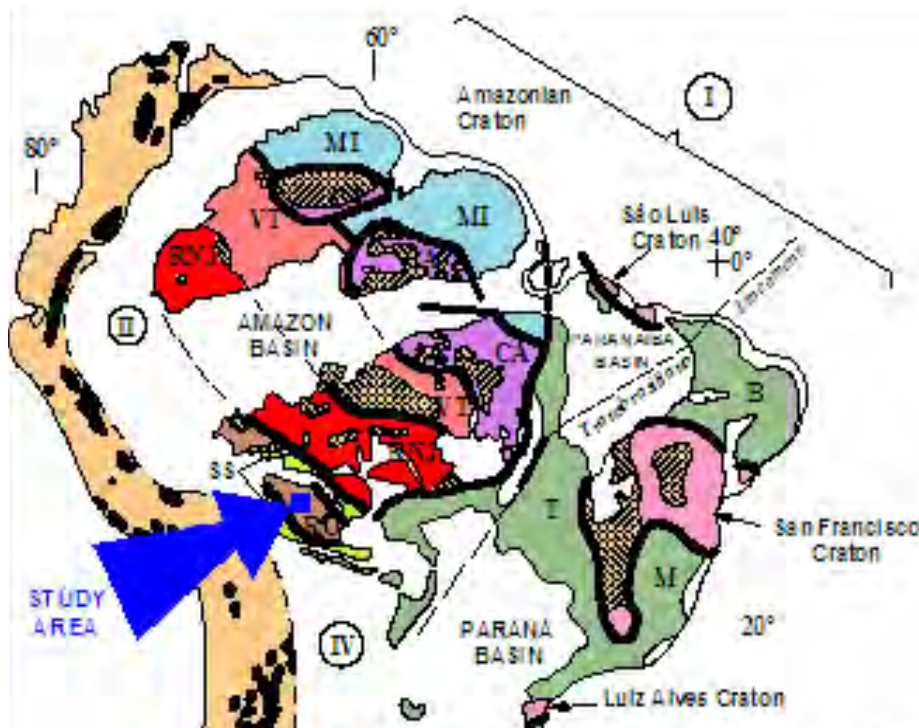
- i. Metodología U-Pb (SHRIMP, LA-ICP-MS, TIMS)
- ii. Método Sm-Nd para determinar la edad de las fuentes de los cuerpos plutónicos, complementada con la metodología Rb-Sr
- iii. Elementos mayores, traza y REE para la interpretación petrogenética en rocas graníticas.
- iv. Perfiles geológicos para análisis geoquímicos, petrográficos e geocronológicos

## Análisis estructural

- Con la integración de datos de campo, magnéticos y radiométricos e imágenes de satélite, definir 4 estilos tectónicos en la Provincia Sunsás

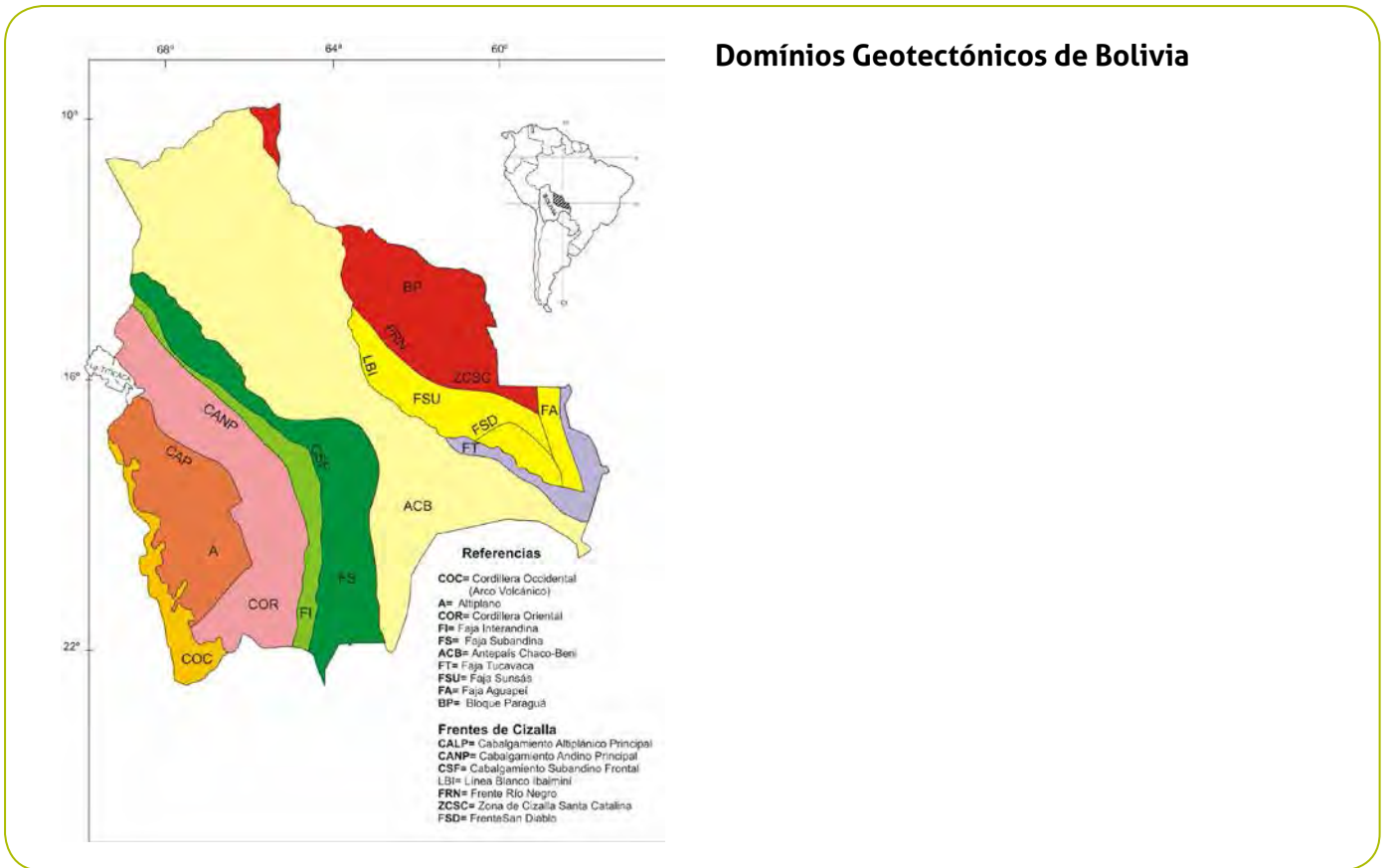
Diapositiva 5.

## Forma parte de las provincias Rondoniana-San Ignacio y Sunsás del Cratón Amazónico

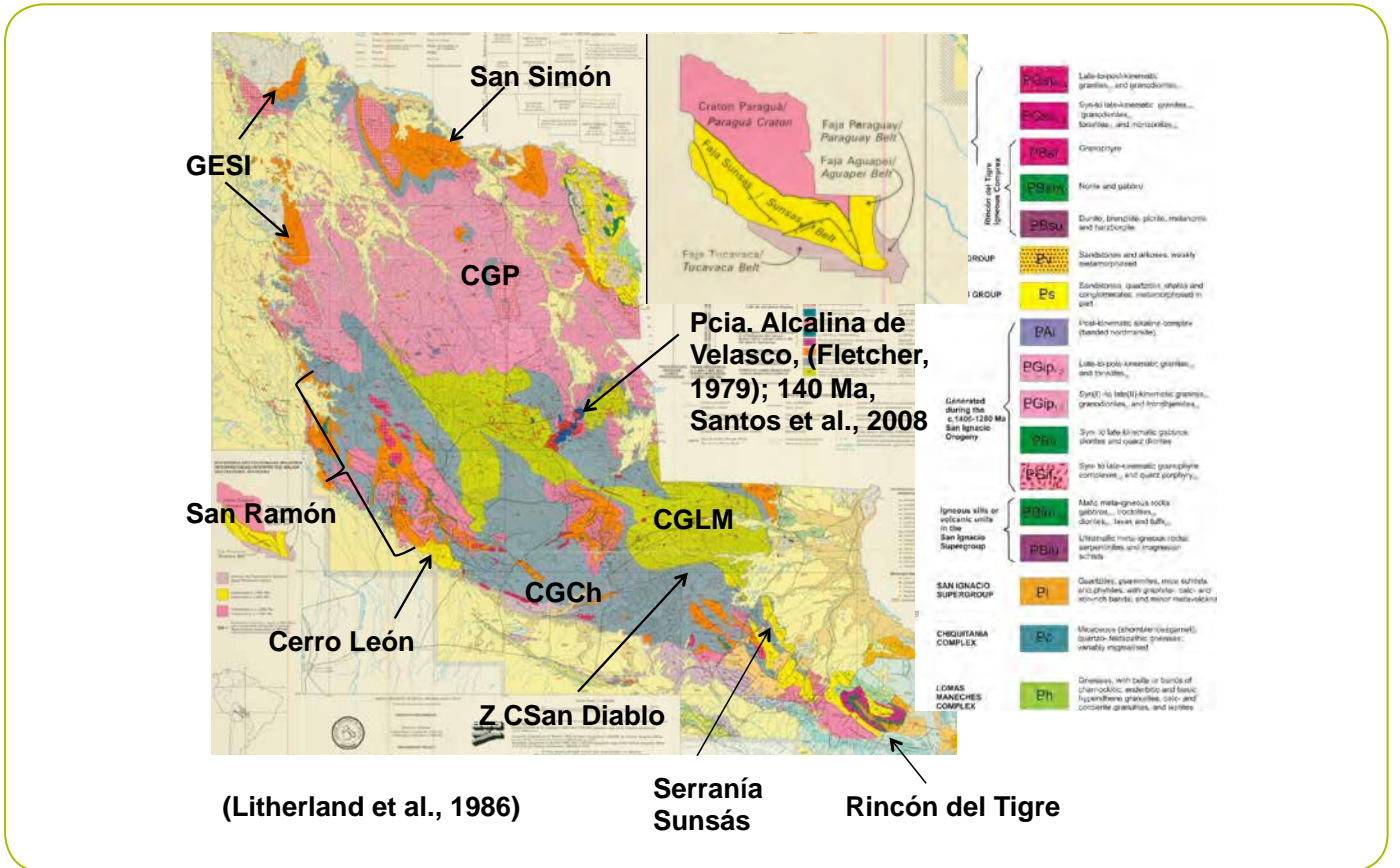


Cordani et al. (2000)

Diapositiva 6.



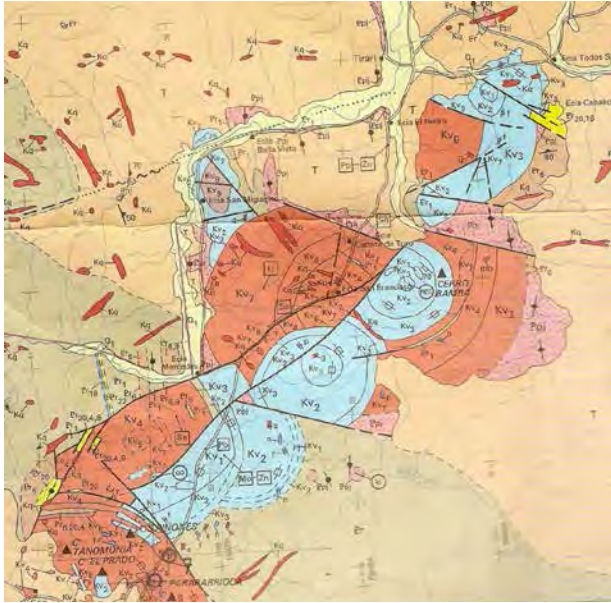
Diapositiva 7.



Diapositiva 8.

**Provincia Alcalina de Velasco**

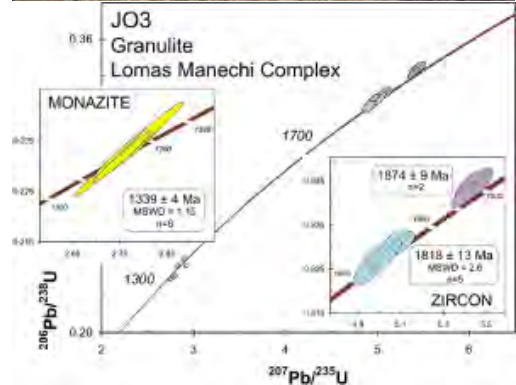
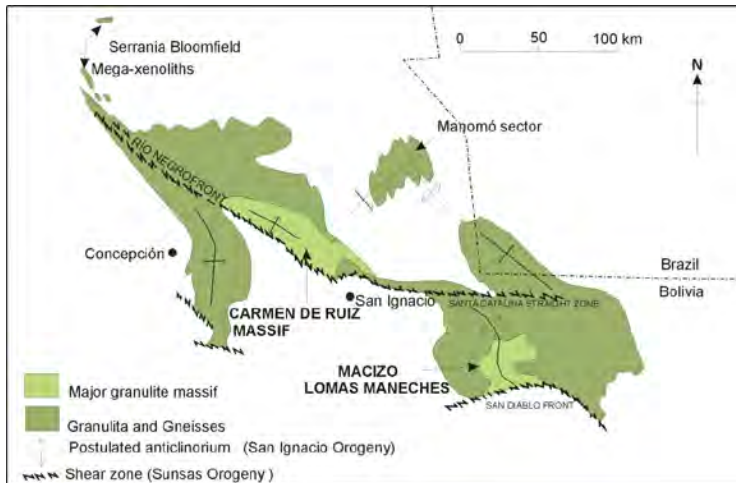
Fletcher (1979), Santos et al.(2008)



Diapositiva 9.

**Distribución regional del Complejo Granulítico**

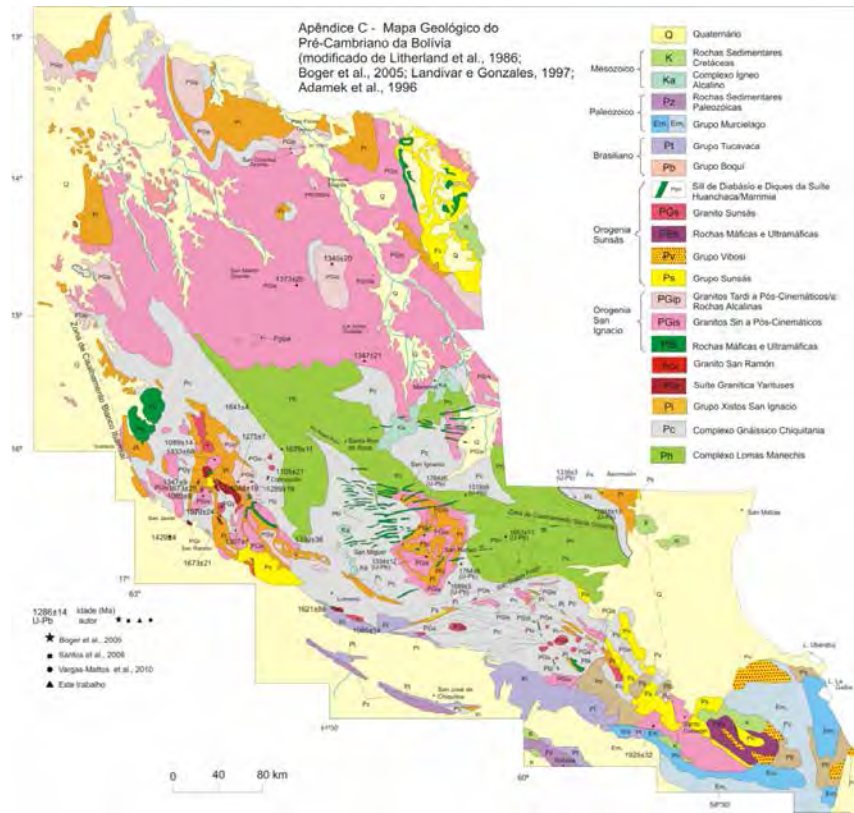
Lomas Manechis (Litherland et al., 1986)



Otras edades: 1677+21, 1658+15 and 1640+12 Ma  
Matos et al., 2014

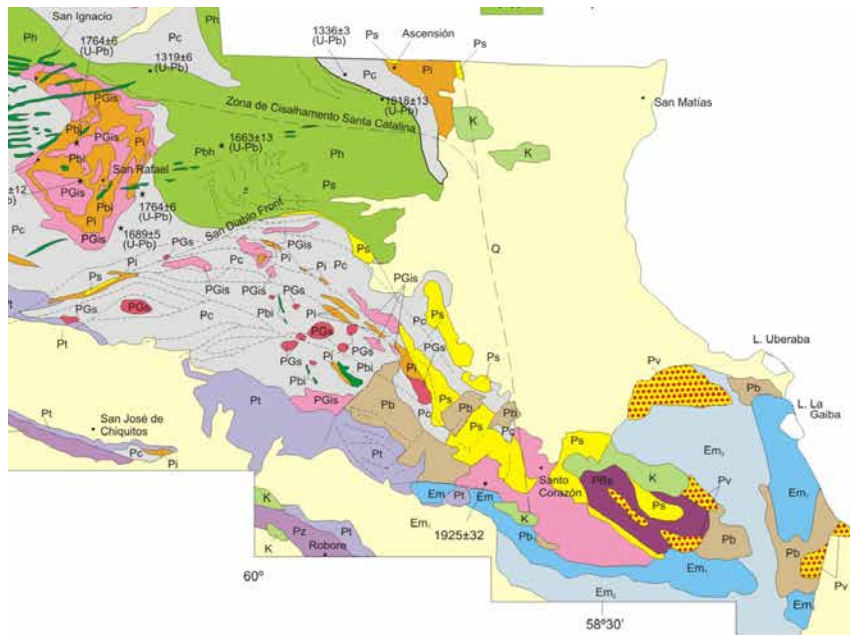
(Santos et al., 2008)

Diapositiva 10.



- Tres series graníticas distintas y anteriores a los granitos de la serie San Ignacio
- Granito Correcreca
- Serie Yarituses
- Granodiorita San Ramón

Diapositiva 11.



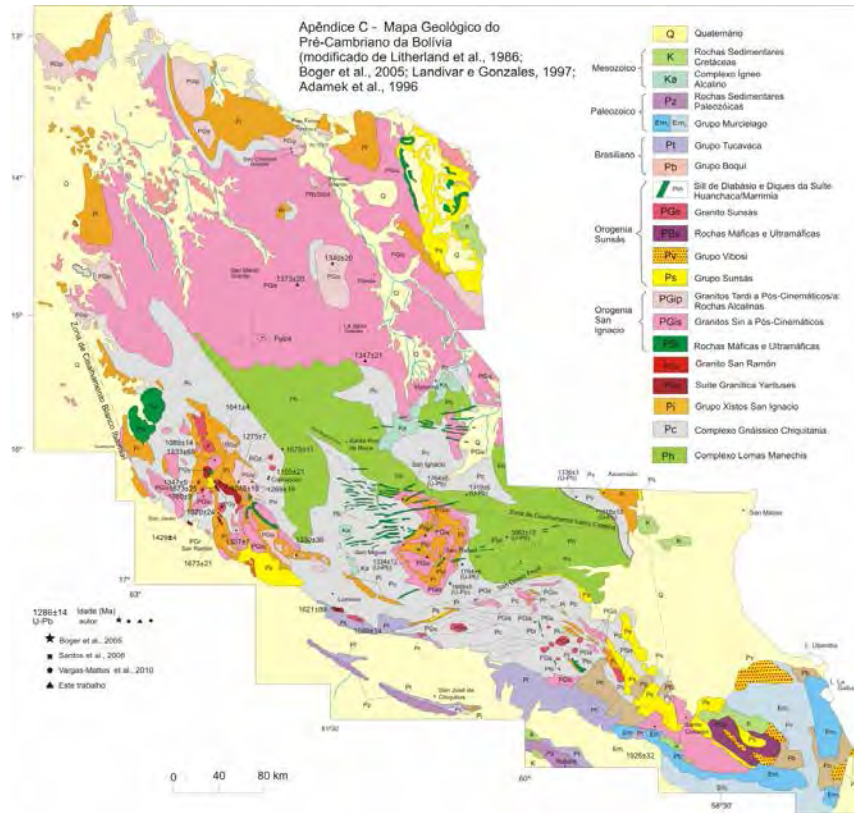
- Al sur de San Diablo
  - Tiene una edad  $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$  de 1,92 - 1.89 Ga (Evaporación Pb/Pb)
  - Edad modelo  $T_{\text{DM}}$  2,8 a 2,9 Ga
  - Valores  $\epsilon_{\text{Nd}(t)}$  de
  - -8,5 y -9,4
- (Vargas- Mattos, 2010)

Diapositiva 12.

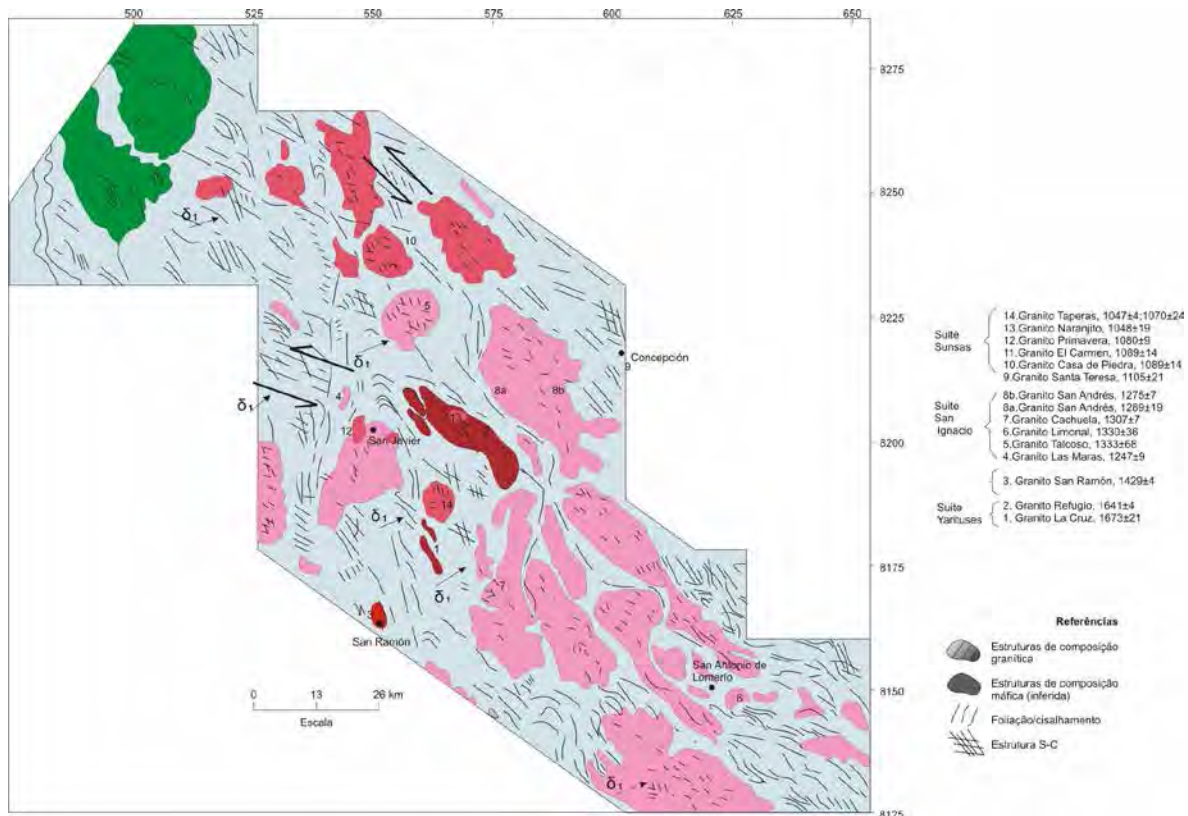


## Granitos San Ignacio

- Es el evento mayor del área de estudio.
- Representado por el Complejo Granitoide Pensamiento y los granitos de la Zona Sur.
- El CGP, edad de cristalización 1373 - 1340 Ma, edades modelo  $T_{DM}$  de 1,6 a 2,0 Ga,  $\epsilon_{Nd(t)}$  de 2,0 a -4,0.
- Los granitos de la Zona Sur con edades de cristalización de 1347-1275 Ma,  $T_{DM}$  1.9 a 1.3 y  $\epsilon_{Nd(t)}$  de +1,6 a -1,4



DiaPOSITIVA 15.



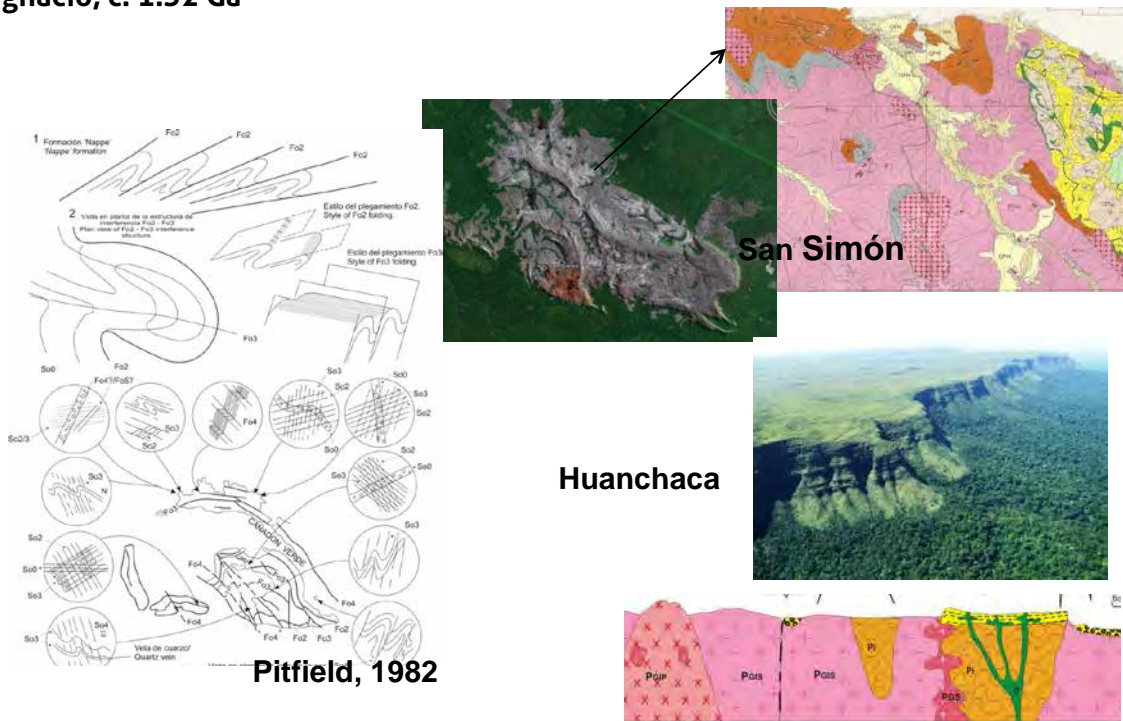
DiaPOSITIVA 16.

### ¿Qué importancia continental tiene?

El orógeno San Ignacio muestra la colisión del Bloque Paraguá contra la PRNJ  
La faja Sunsás es un área clave para estudiar la colisión Amazonia- Laurentia

Diapositiva 17.

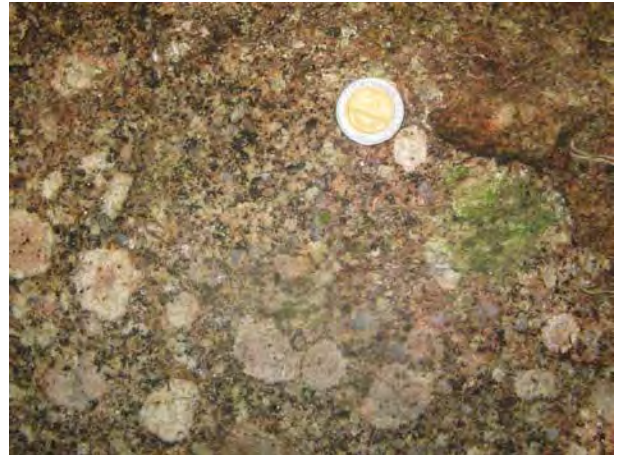
### Vestígios de la colisión durante la orogenia San Ignacio, c. 1.32 Ga



El orogeno San Ignacio representa la colisión del Bloque Paraguá contra la PRNJ

Diapositiva 18.

## Huanchaca(Bo), Serranía Ricardo Franco (Br)



**1.000 Ma??**

Diapositiva 19.

### **La faja Sunsás es un área clave para estudiar la colisión Amazonia- Laurentia**

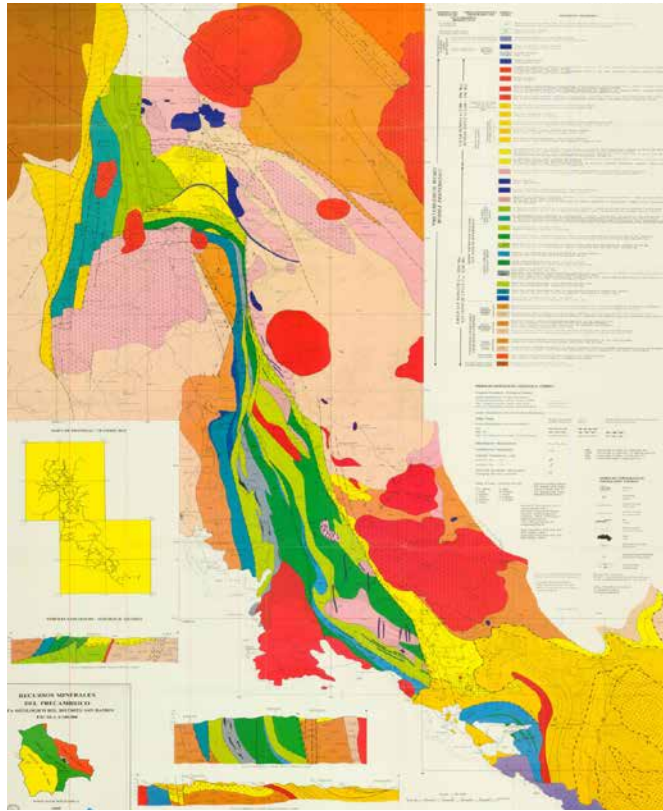
1. Tectónica oblicua de San Ramón
2. Tectónica frontal de Rincón del Tigre
3. Partición longitudinal
4. Mantos de cabalgamiento de Cerro León

Diapositiva 20.



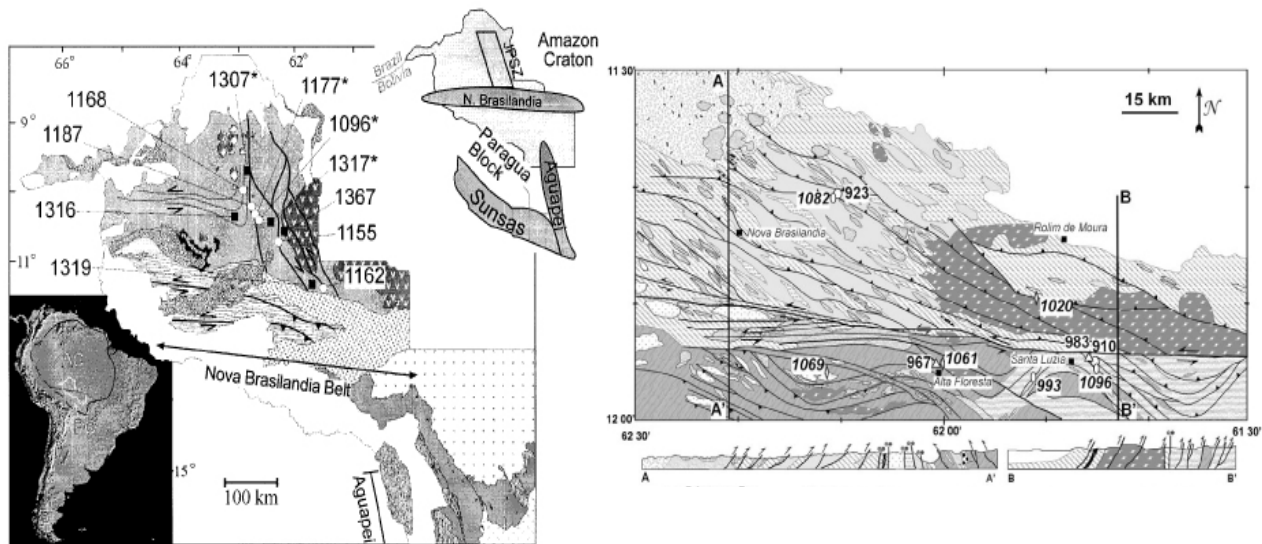
### 1. Tectónica oblicua de San Ramón

(Adamek et al., 1996)



Diapositiva 21.

### Similar a Ji-Paraná y Nova Brasilândia, en Rondonia

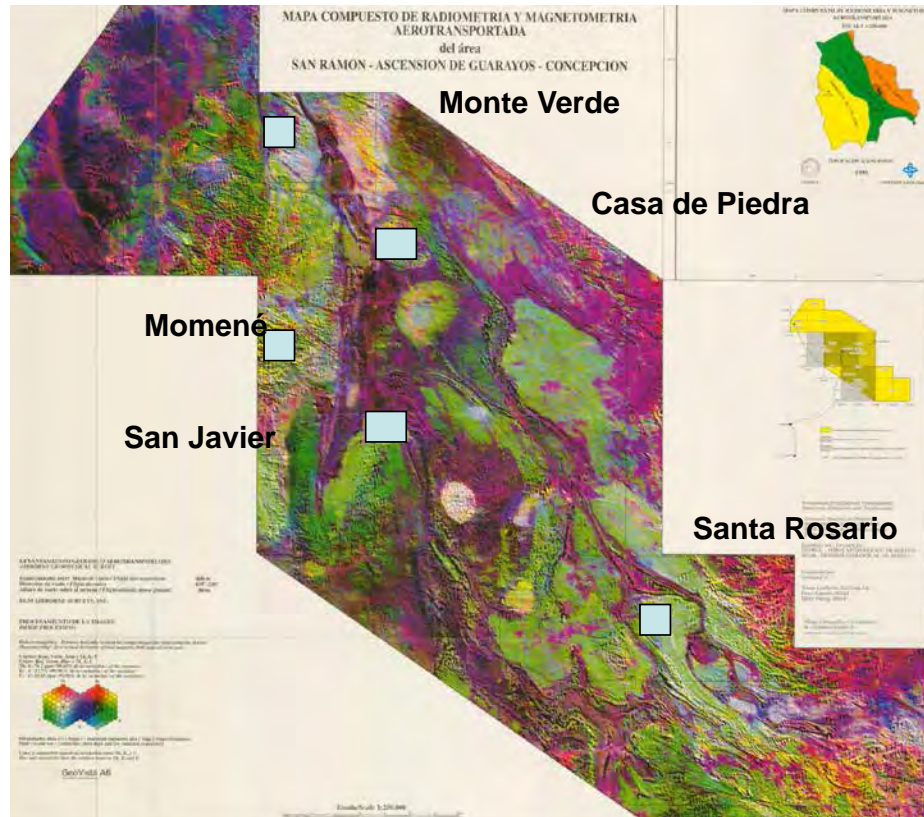


Tohver et al., 2005

Diapositiva 22.

Mapa compuesto de radio-  
metría y magneto-metría de  
la Hoja Concepción

(Adamek et al.,1996)

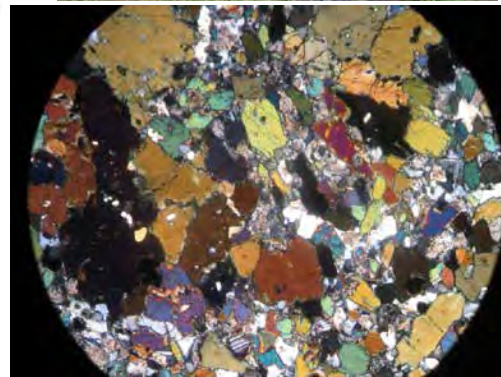


Diapositiva 23.

El horsetail de San Javier

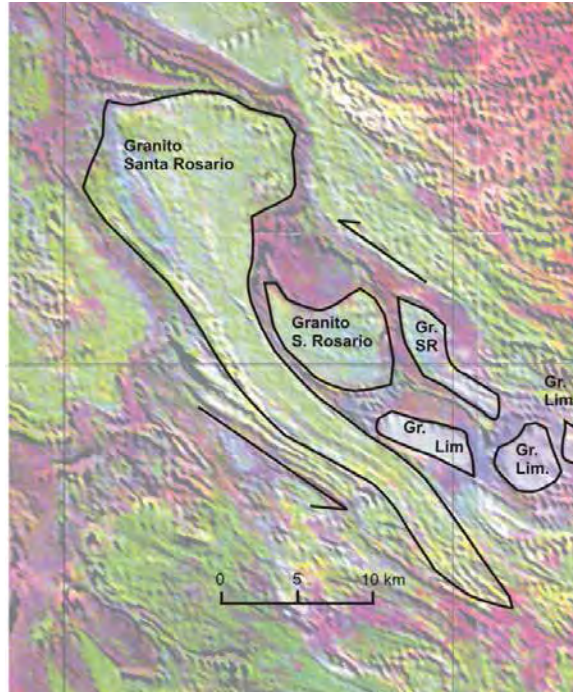
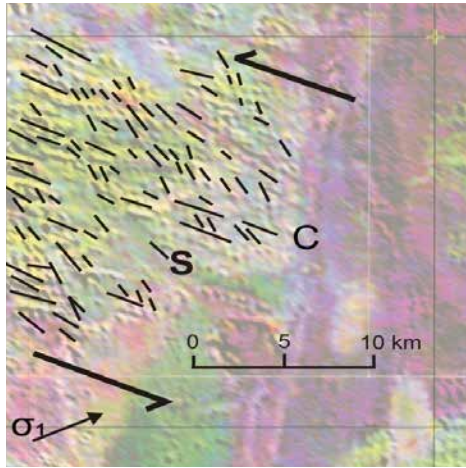


Gabro



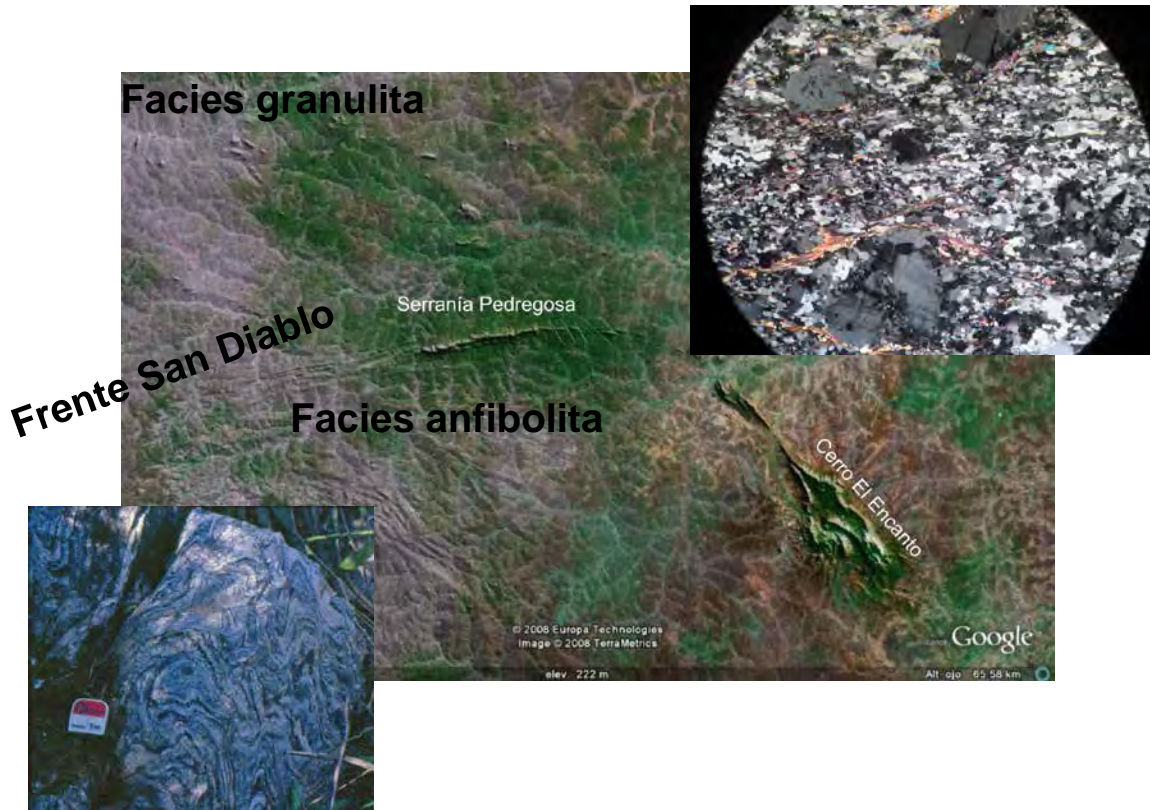
Diapositiva 24.

El esfuerzo compresivo  $\sigma_1$  hace un ángulo de  $45^\circ$  con la dirección C y es perpendicular a la dirección externa S

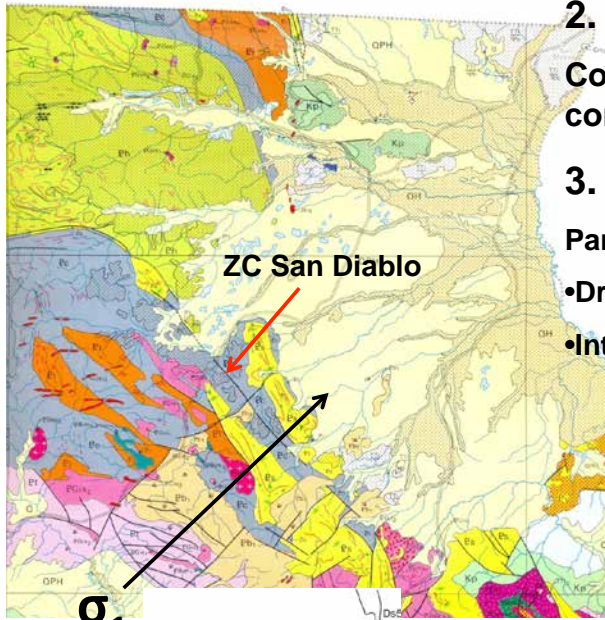


Cizalla siniestra tipo sigma

Diapositiva 25.



Diapositiva 26.



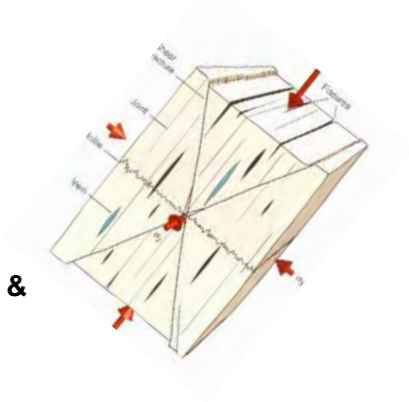
## 2. Tectónica frontal, RdT

Colisión del Bloque San Diablo  
contra el Bloque Paraguá

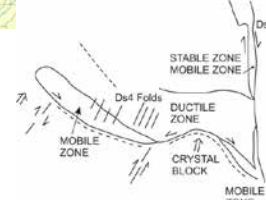
## 3. Fracturas SW-NE

Partición longitudinal

- Drenage
- Intrusiones alcalinas (reativación)



$\sigma_1$



Bloque Cristal, Klinck & Litherland, 1983

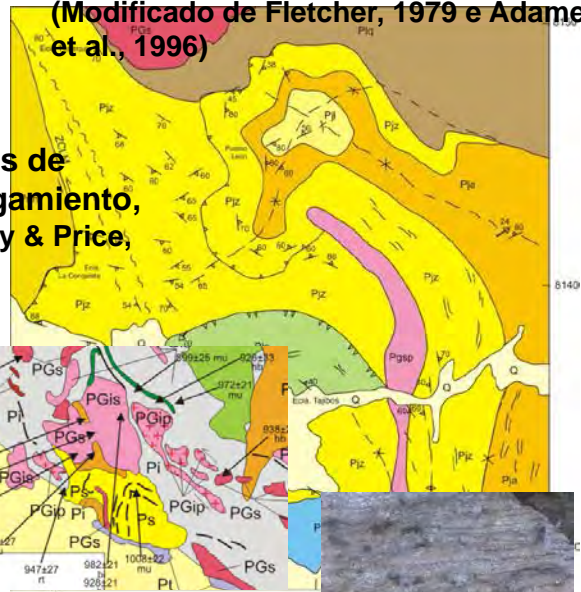
Diapositiva 27.



## 4. Cerro León, Sur de San Ramón

(Modificado de Fletcher, 1979 e Adamek et al., 1996)

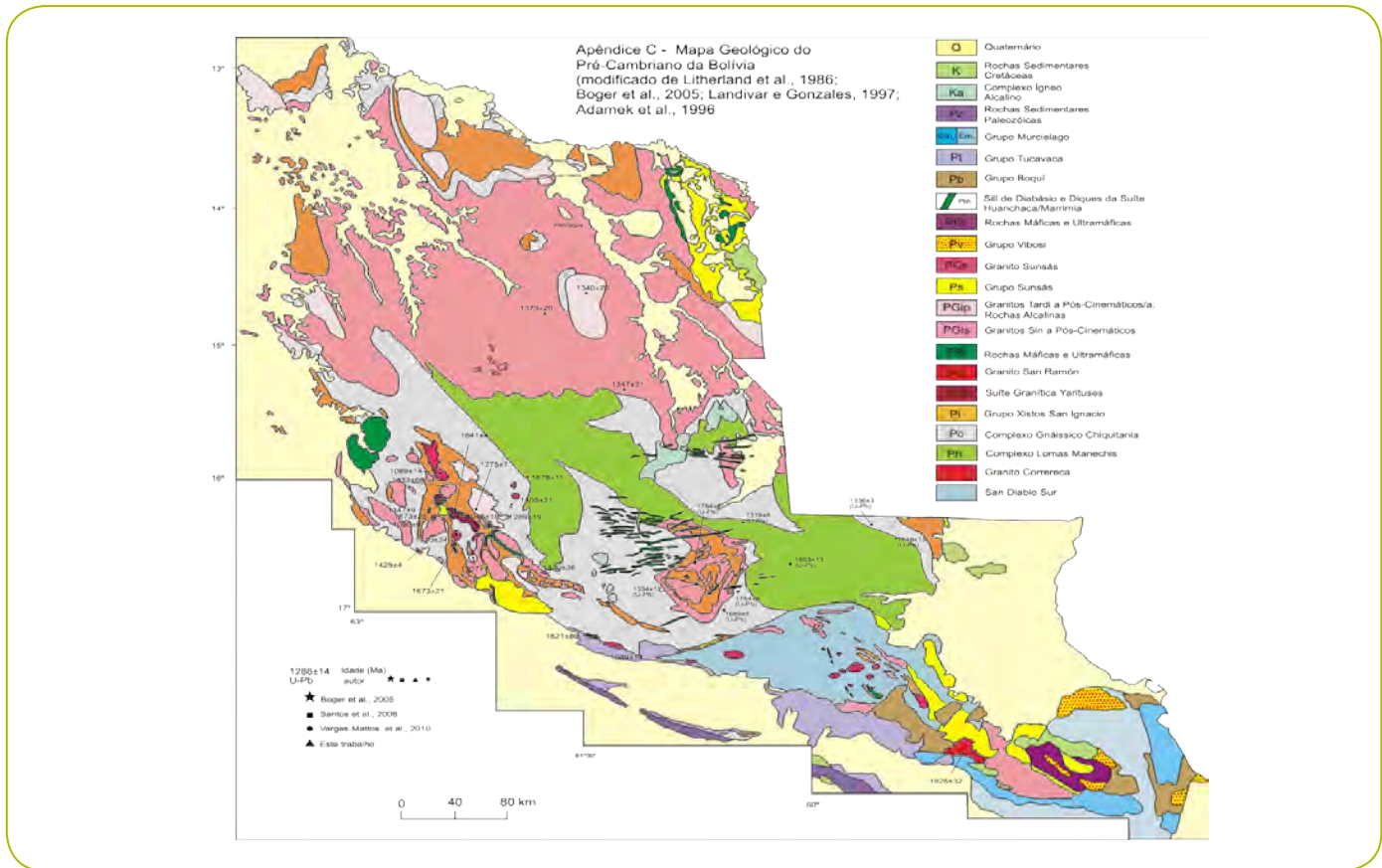
Mantos de cabalgamiento,  
Mc Clay & Price, 1981



K-Ar: 1008-947  
Ma



Diapositiva 28.



Diapositiva 29.

## Conclusiones

- Tres series graníticas distintas y anteriores a los granitos de la serie San Ignacio: i) Granito Correreca, ii) la serie Yarituses y iii) la granodiorita San Ramón
- La orogenia San Ignacio es el evento mayor del área de estudio y está representada por el Complejo Granitoide Pensamiento en el norte del Bloque Paraguá y los granitos de la Zona Sur
- La colisión del Bloque Paraguá contra la PRNJ fue durante la orogenia San Ignacio
- La colisión de la Faja Sunsás contra el Bloque Paraguá fue durante La orogenia Sunsás, caracterizada por una tectónica oblicua, frontal, partición longitudinal y mantos de cabalgamiento

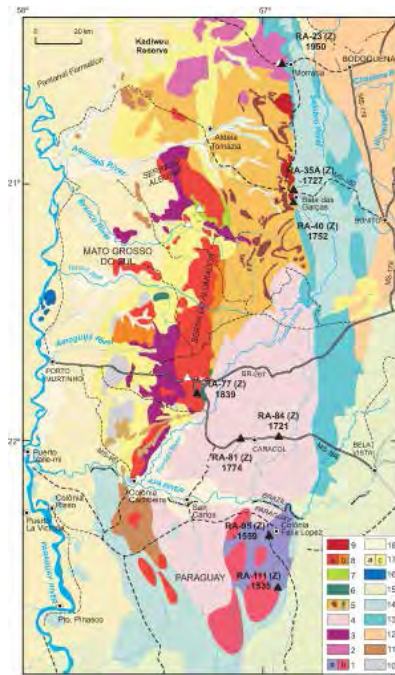
Diapositiva 30.



Muchas gracias!!!!

Diapositiva 31.

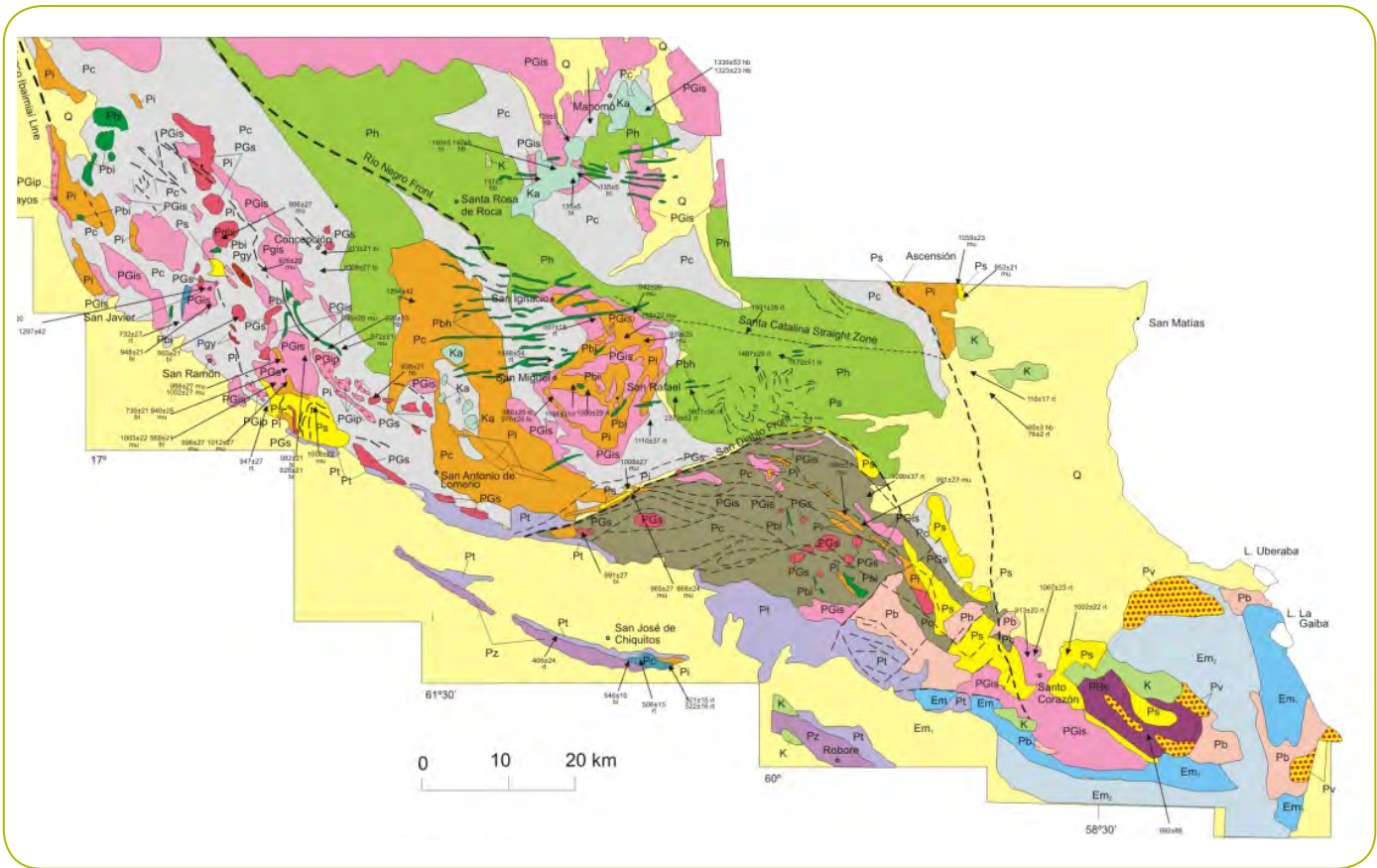
**Cordani et al. (2010)** **De dónde vino?**



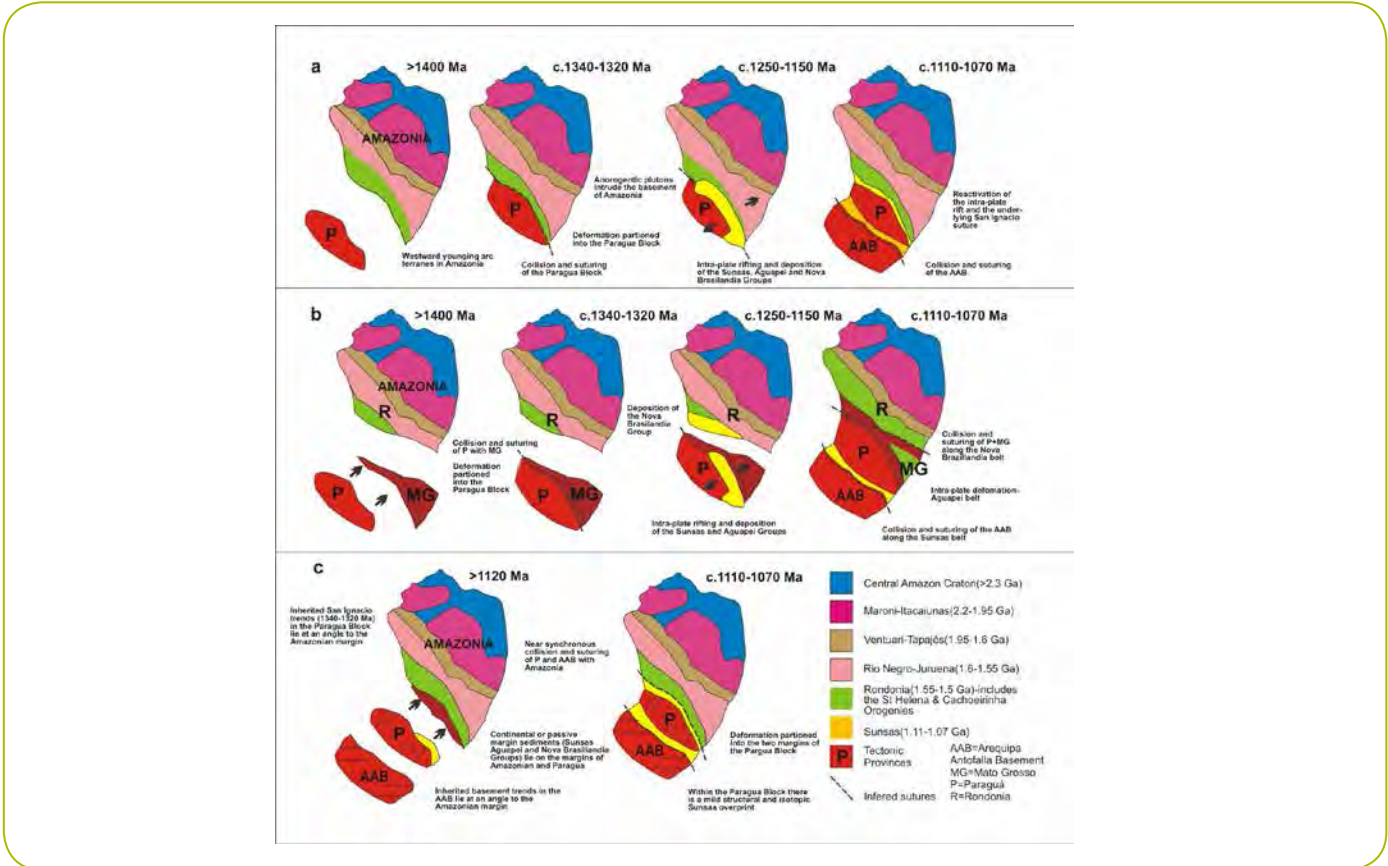
**Gneises bandeados de la región norte del Río Apa, 1950 Ma (500-600 km de distancia del sur de Bolivia)**

Diapositiva 32.

Evolución tectónica del precámbrico boliviano



Diapositiva 33.



Diapositiva 34.

# Overview of Venezuelan Geology

Alí GÓMEZ<sup>\*</sup>  
Walter REÁTEGUI<sup>†</sup>  
Franco URBANI<sup>‡</sup>



<sup>\*</sup> agomez@funvisis.gob.ve  
Fundación Venezolana de  
Investigaciones Sismológicas  
(FUNVISIS), Universidad Central  
de Venezuela  
<sup>†</sup> Fundación Venezolana de  
Investigaciones Sismológicas  
(FUNVISIS), Universidad Central  
de Venezuela  
<sup>‡</sup> Fundación Venezolana de  
Investigaciones Sismológicas  
(FUNVISIS)



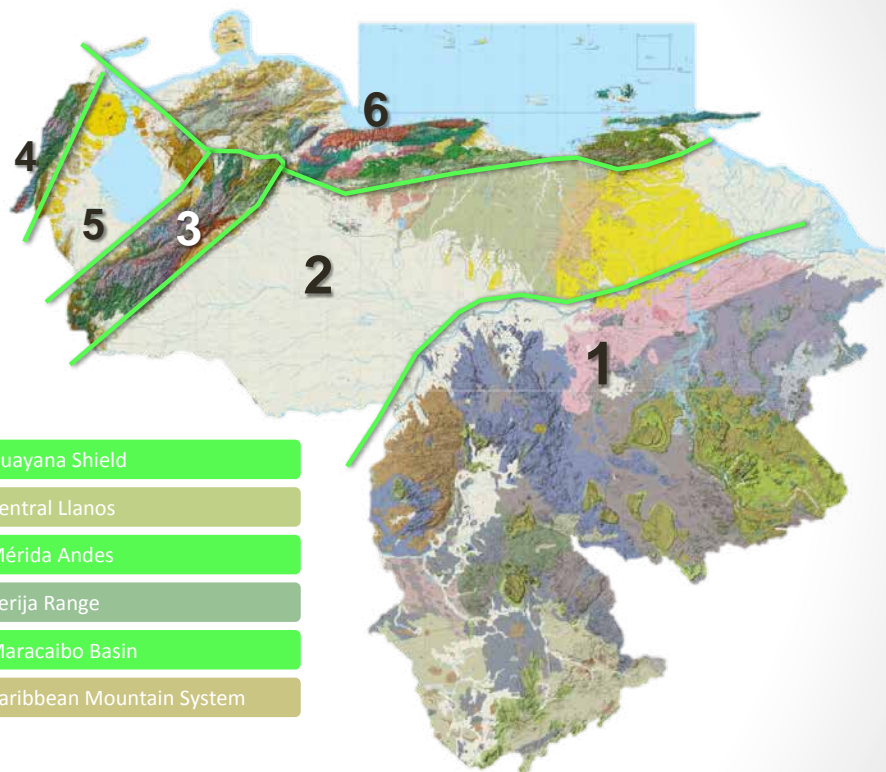
# Overview of Venezuelan Geology

Alí GÓMEZ, Walter REÁTEGUI & Franco URBANI

Universidad Central de Venezuela & Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas



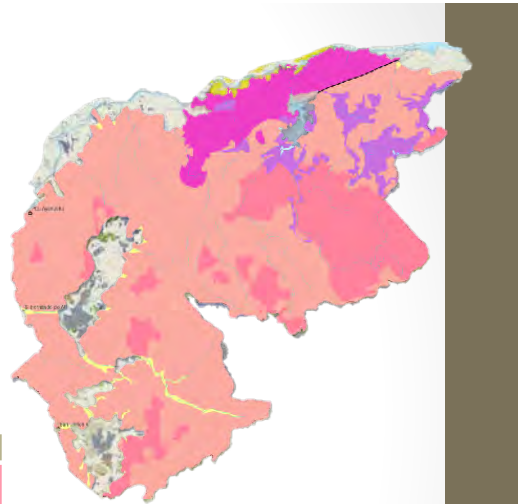
Diapositiva 1.



Diapositiva 2.

# 1.-Guayana Shield

- Gross subdivision



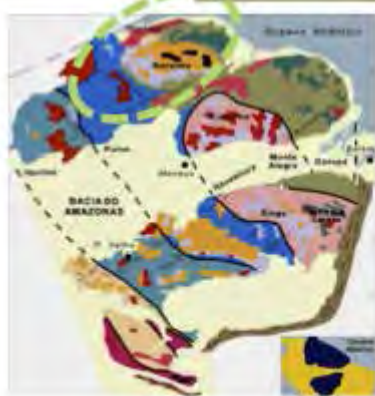
Code	Age	Type of rocks	Provinces
PPmP	Paleoproterozoic-Mezoproterozoic	Sedimentary	Roraima
PPMPsp	Paleoproterozoic-Mezoproterozoic	Plutonic + Volcanic + Sedimentary (up to médium grade metamorphism)	Cuchivero - Amazonas
PPMPu	Paleoproterozoic-Mezoproterozoic	Mafic-ultramafic (greenstone belts), up to médium grade metamorphism.	Pastora
AR	Archean	High grade metamorphic	Imataca

Diapositiva 3.

# 1.-Guayana Shield

## Provinces

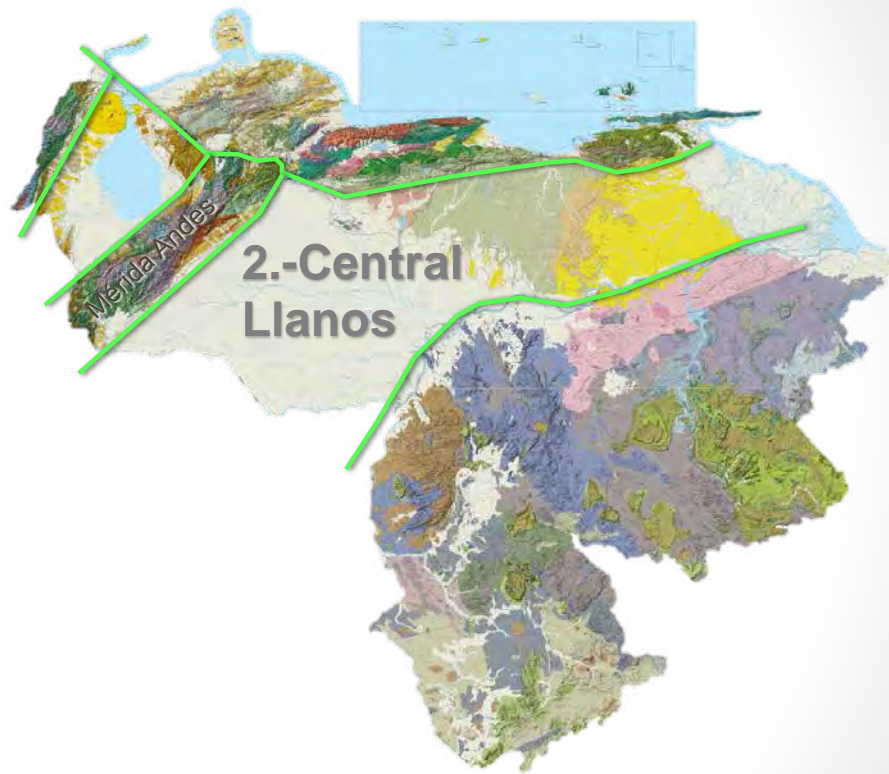
- Imataca (3,41-2,5 G.A.)
- Cuchivero (1,98 - 1,78 Ga)
- Pastora ( 2,3-2,0 Ga)
- Roraima ( 1,9 -1,3 Ga)



PROVINCIAS GEOCRONOLÓGICAS	UNIDADES GEOLÓGICAS
Amazônia Central - 2,5 Ga	Cobertura fanerozoica
Maroni - Itacaré - 2,2 - 1,9 Ga	Granitóide
Ventuari - Tapajó - 1,9 - 1,8 Ga	Cobertura sedimentar pré-cambriana
Rio Negro - Juruena - 1,8 - 1,55 Ga	Vulcanismo ácido intermediário
Rondônia - San Ignacio - 1,55 - 1,3 Ga	Vulcanismo máfico
Suruá - 1,25 - 1,0 Ga	"Greenstone belt"
	Complexo granulítico
	Faixas neoproterozoicas

Tassinari & Macambira 1999

Diapositiva 4.

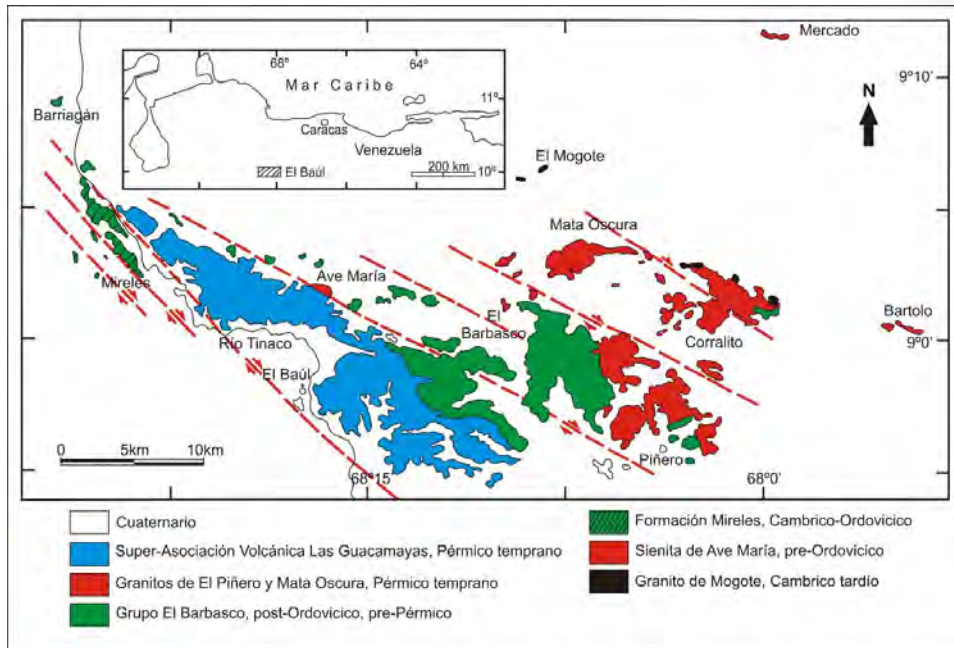


Diapositiva 5.

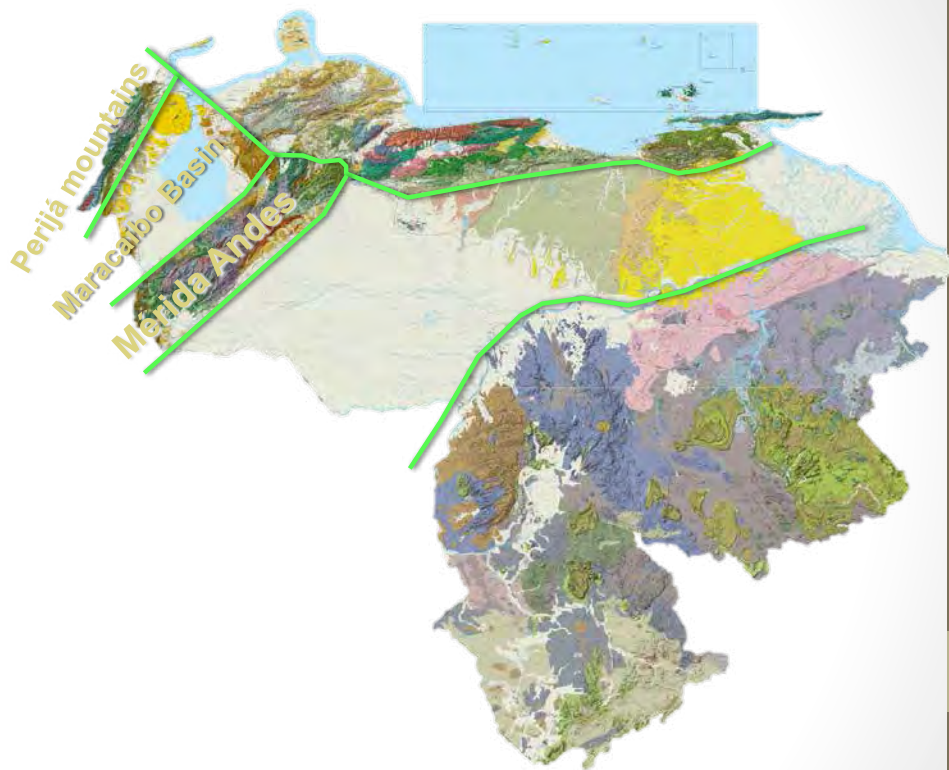


Diapositiva 6.

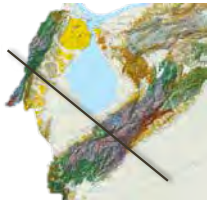
## El Baúl High



Diapositiva 7.



Diapositiva 8.



### 3.-Merida Andes and Perija Range

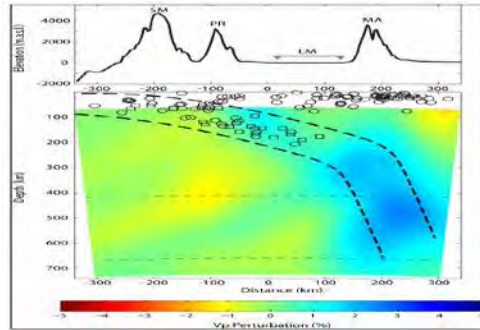


Figura 6.18. Perfil esquemático con los la topografía (arriba), y los resultados del modelado tomográfico (abajo), desde la Serranía de Santa Marta hasta Los Andes de Mérida (Bezada *et al.*, 2010a). Sismicidad del ISC (2009).

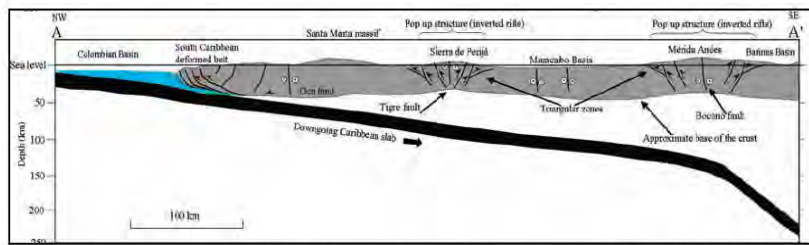
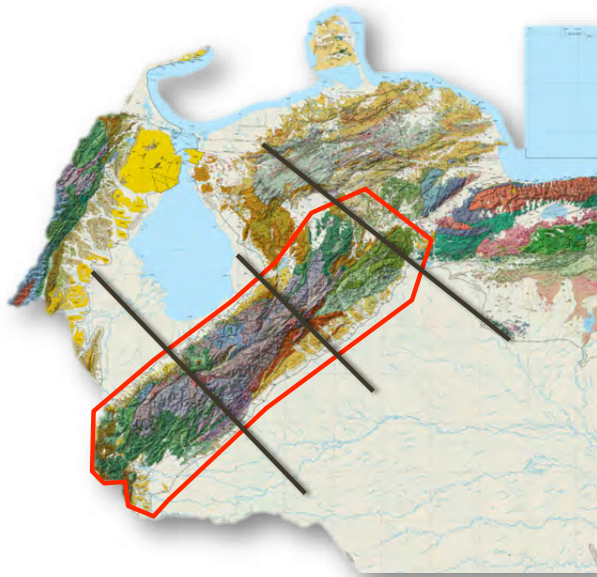


Figura 6.10. Sección esquemática AA' (ver figura 6.9), que muestra las estructuras *Pop-Up* y zonas triangulares asociadas en la Sierra de Perija y Andes de Mérida (Duerto *et al.*, 2006).

Diapositiva 9.



PROYECTO  
**GIAME** EN  
EJECUCION

(Geociencia Integral  
del los Andes de  
Mérida)

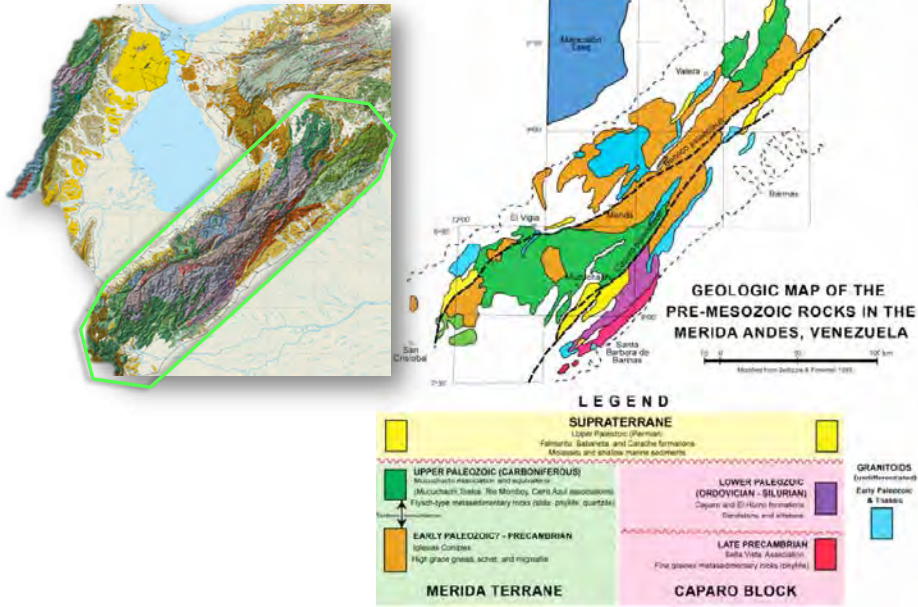
Geofísica integral  
(Sismica,  
Gravimetria,  
Magnetometria)

Cartografía geológica  
a escala 1:100.000

Termocronología

Diapositiva 10.

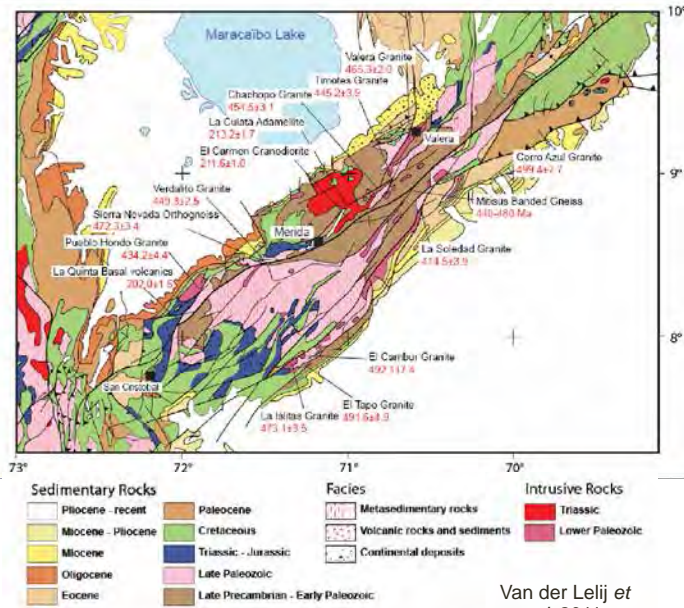
### 3.1-Merida Andes



DUGARTE, 2012

Diapositiva 11.

### 3.1.-Mérida Andes



Two main cycles of granite intrusions

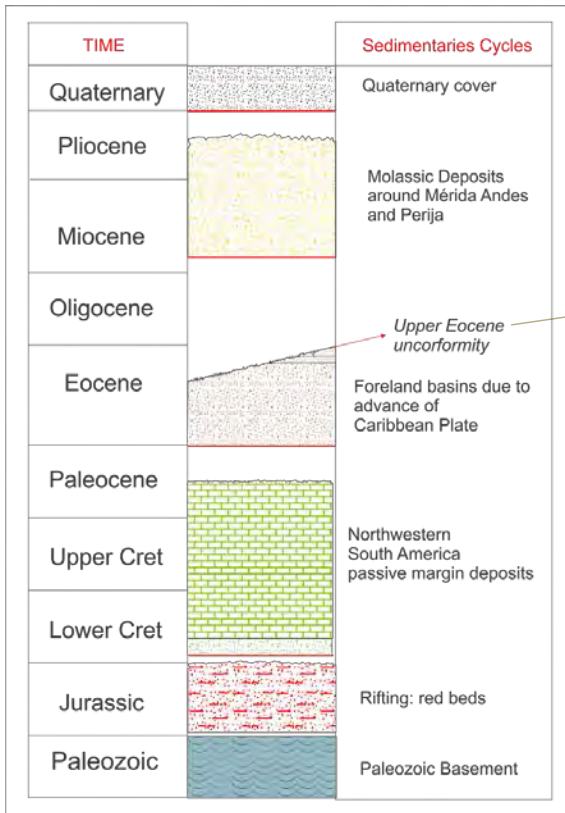
415-499 Ma

Early Paleozoic (Late Cambrian to Early Devonian).

Caledonian

210-248

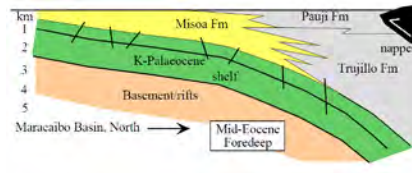
Diapositiva 12.



### 3.1.-Mérida Andes



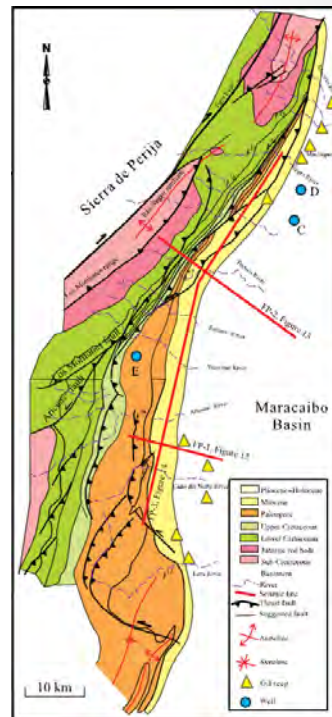
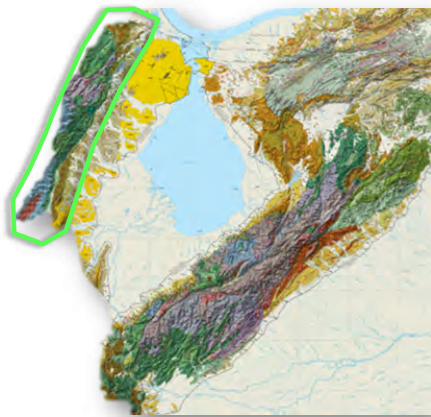
Generalized Post-Paleozoic rock cycles in Western Venezuela (Mérida Andes, Maracaibo basin)



Pindell (1999)

Diapositiva 13.

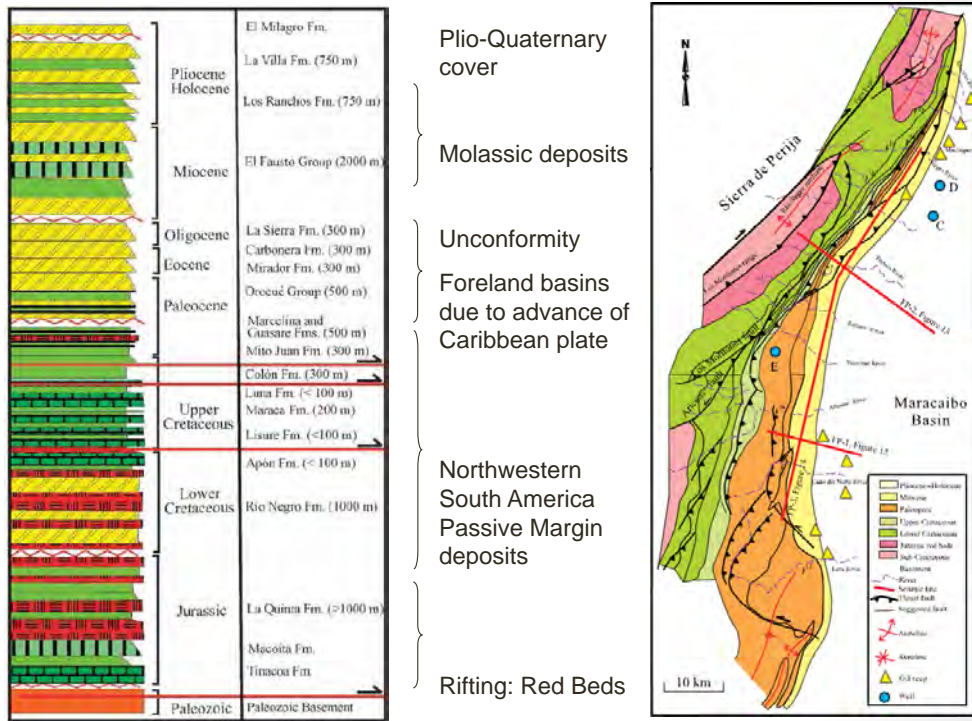
### 3.2.-Perija Range



Duerto et al, 2006

Diapositiva 14.

Generalized post-paleozoic rock cycles in western venezuela (Perija range)



Diapositiva 15.

### 3.3.- Oil deposits in Western Venezuela:

*Main Source Rocks:* Late Cretaceous Passive Margin.

*Organic Matter Rich Sediments*

*Main Reservoirs:* Eocene Foreland sandy units



Diapositiva 16.



## 4.-Northern Venezuela (Caribbean Mountain System)

**CARIBBEAN DOMAIN**  
Allochthonous and Para-Autochthonous Terranes

A.- Lara Nappes	B.- Cordillera de la Costa	C- Araya Paria Peninsulas & Margarita Island	E.- Paraguaná Peninsula
-----------------	----------------------------	--	-------------------------

E.- Falcón Basin (Neogene Cover) | F.- Serranía del Interior Oriental

Diapositiva 17.

## A. Lara Nappes

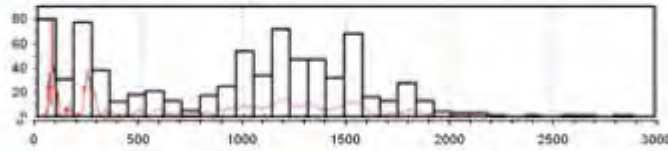
**Units involved**

- Early and Mid-Eocene Turbidites
- Early and Late Cretaceous Passive Margin Sediments
- Proto-Caribbean Ophiolite (Siquisique) «Mid»-Cretaceous

Diapositiva 18.

# A. Lara Nappes

Turbidites



**Detrital zircons:**

**8 samples, n = 777**

**Age range: 40 Ma - 2858 Ma**

(Noguera, 2008)

Diapositiva 19.

# A. Lara Nappes

Siquisique Ophiolite



- Pillow lavas with black chert interlayered

Chert contains "Mid"-Cretaceous radiolarians (Baumgartner *et al.* 2013).

- Basaltic lavas
- Diabase and basalt
- Gabbro, troctolite, norite

Gabbro and basaltic samples provide a 90-95 Ma Ar-Ar age (Kerr *et al.* 2008)



Proto-Caribbean Ophiolite | Neil *et al.* 2014

Diapositiva 20.

# 1. Lara Nappes



Imbrication of Late Cretaceous units with turbidites of Middle Eocene.

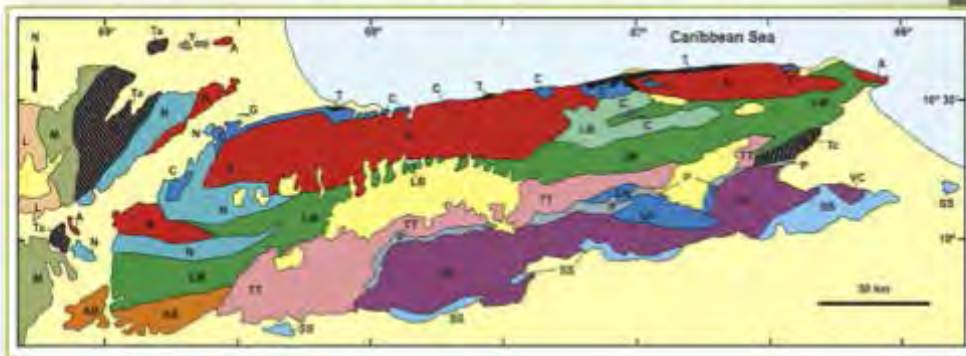


South America Passive Margin units of the Mérida Andes in contact with Caribbean terranes.



Diapositiva 21.

## B.- Cordillera de la Costa



Terrain distribution in Cordillera de la Costa. After Urbani (2013).

A: Ávila. AB: Agua Blanca. C: Carayaca. L: Lara nappes. LB: Las Brisas. LH: Loma de Hierro. LM: Las Mercedes. M: Mamey. N: Nirgua. P: Paracotos. SS: San Sebastián. T: Tacagua. Ta: Tacagua (Aroa). Tc: Tacagua (Caucagua). TT: El Tinaco- Tucutunemo. VC: Villa de Cura.



Diapositiva 22.

## B.- Cordillera de la Costa

Terranes synthesis by age, metamorphic grade and protolith type and environment. Colors as previous slide.

	North		Serranía del Litoral										Serranía del Interior				South
Domains	C	O	O	C	C	O	C	C	C	C	C	C	C	C	O	O	O
Abbreviation	Y		C	G	M	T	N	A	LB	LM	AB	TT	P	LH	VC	SS	
Color																	
Metamorphism	G	GSc	E-BS	G	GSc	GSc	GSc-GSg	EA-A	GSc	GSc	N	G-GSc	N	GSc	BS	N	
Environment	AMCG suite	Forearc volcano-sedimentary basin	Subduction melange	Extensional basin (rift or backarc)	South America passive margin	Forearc, eustatic basin	Partially evaporitic basin (rift or basin closure)	Eosialic backarc basin (with granitic basement)	South America passive margin (mainly psammitic)	South America passive margin (volcanic basin)	South America passive margin	Subcontinental mantle + continental crust + granulite - volcano-sedimentary cover	Turbidites	Ophiolitic complex + sedimentary cover	Subducted island arc complexes	Unsubducted island arc	
Paleogene																	
Late Cretaceous						Taca-gua											
Early Cretaceous		San Quintin															
Jurassic			Carayaca		Maney	?	Nirgua			Las Brisas							
Upper Paleozoic																	
Lower Paleozoic																	
Neoproterozoic	Yumare			El Guayabo				Avita									

Domains = C: Continental (South American Plate realm); O: Oceanic (proto-Caribbean oceanic lithosphere and Caribbean island arc realm).  
 Metamorphism = N: Non metamorphic or pre-green schist facies; GSc: Green schist (chlorite); GSB: Green schist (biotite); GSg: Green schist (garnet); EA: Epidote amphibolite; A: Amphibolite; G: Granulite; E: Eclogite; BS: Blue schist.

Diapositiva 23.

## B.- Cordillera de la Costa



- Φ<sub>g</sub>: frente de la napa del flysch piemontino.
  - Φ<sub>L</sub>: cabalgamiento basal de las unidades alóctonas igneo metamórficas (\*).
  - Φ<sub>V</sub>: superficie de cabalgamiento entre las napas de Villa de Cura y Loma de Hierro.
  - Φ<sub>O</sub>: superficie de cabalgamiento entre las napas de Loma de Hierro (ofiolita) y Cucagua-El Tinaco.
  - Φ<sub>E</sub>: superficie de cabalgamiento de la Napa Costera.
- (\*): frente equivalente al que limita al complejo de las napas de Lara.



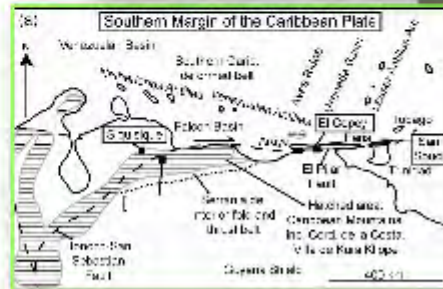
Diapositiva 24.

## C. Araya, Paria, Margarita

### Araya-Paria peninsulas

Northern tips:

Cretaceous volcanics of proto-Caribbean origin



Diapositiva 25.

## C. Araya, Paria, Margarita

### Araya-Paria peninsulas

Southern part:

Low grade metamorphosed Late Jurassic-Cretaceous Passive Margin sediments on basement of Ordovician gneisses



Diapositiva 26.

## C. Araya, Paria, Margarita

- Youngest volcanics in Venezuela.
- Porphyritic rhyolite (4-3 Ma).
- Same geochemistry and isotope signatures as rhyolites from Lesser Antilles Island Arc.

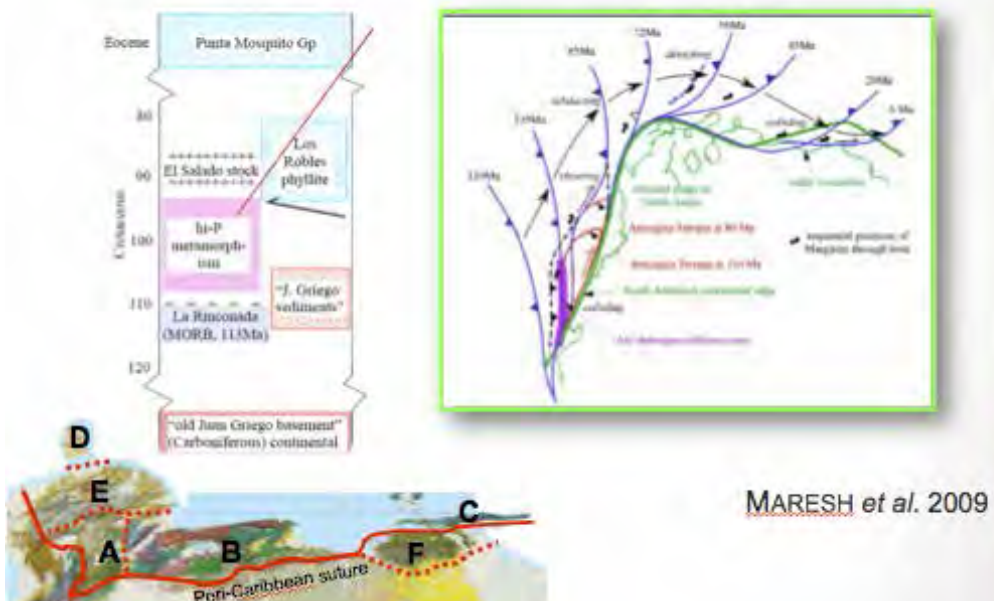


Diapositiva 27.

## C. Araya, Paria, Margarita

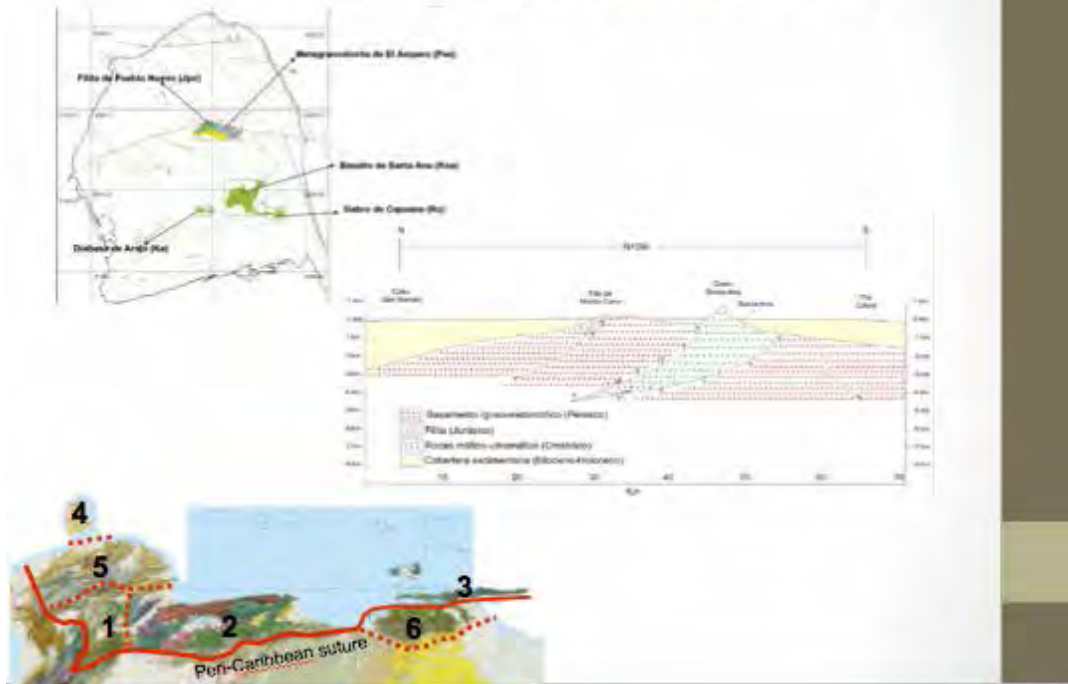
### Margarita Island

- Much studied for its HP-LT units (eclogites)



Diapositiva 28.

## D. Paraguaná Peninsula



Diapositiva 29.

## E. Falcón Basin

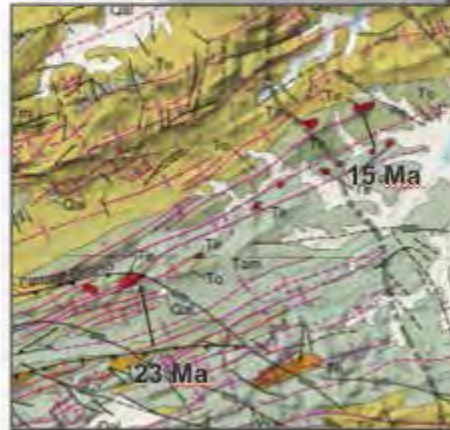
- By Late Oligocene after the Caribbean leading edge was in Eastern Venezuela in the Falcón area a NW-SE extension period started with crustal thinning
- Neogene sediments filled the basin covering unconformably most of the Lara Nappes



Diapositiva 30.

## E. Falcón Basin

- Between 22 and 14 Ma alkaly basaltic volcanism erupted as plugs and chimneys.
- Some carry decimetric xenoliths: Mantle (Iherzolite with Cr-spinel) and Lower Crust (granulite) derived.



Diapositiva 31.

## F. Serranía del Interior Oriental

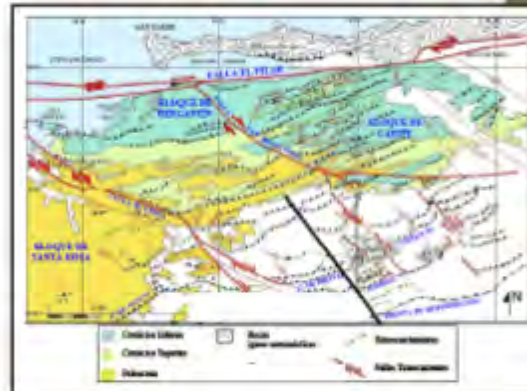
Time	North to South	Stratigraphy
Quaternary		Quaternary
Pliocene		Pliocene
		Pliocene
Miocene		Miocene
		Miocene
Oligocene		Oligocene
		Oligocene
Eocene		Eocene
		Eocene
Tertiary		Tertiary
		Tertiary
Upper Cret.		Upper Cretaceous
		Upper Cretaceous
Lower Cret.		Lower Cretaceous
		Lower Cretaceous
Jurassic		Jurassic
		Jurassic

Plio-Quaternary cover

Forland basin stage during approach of Caribbean Plate

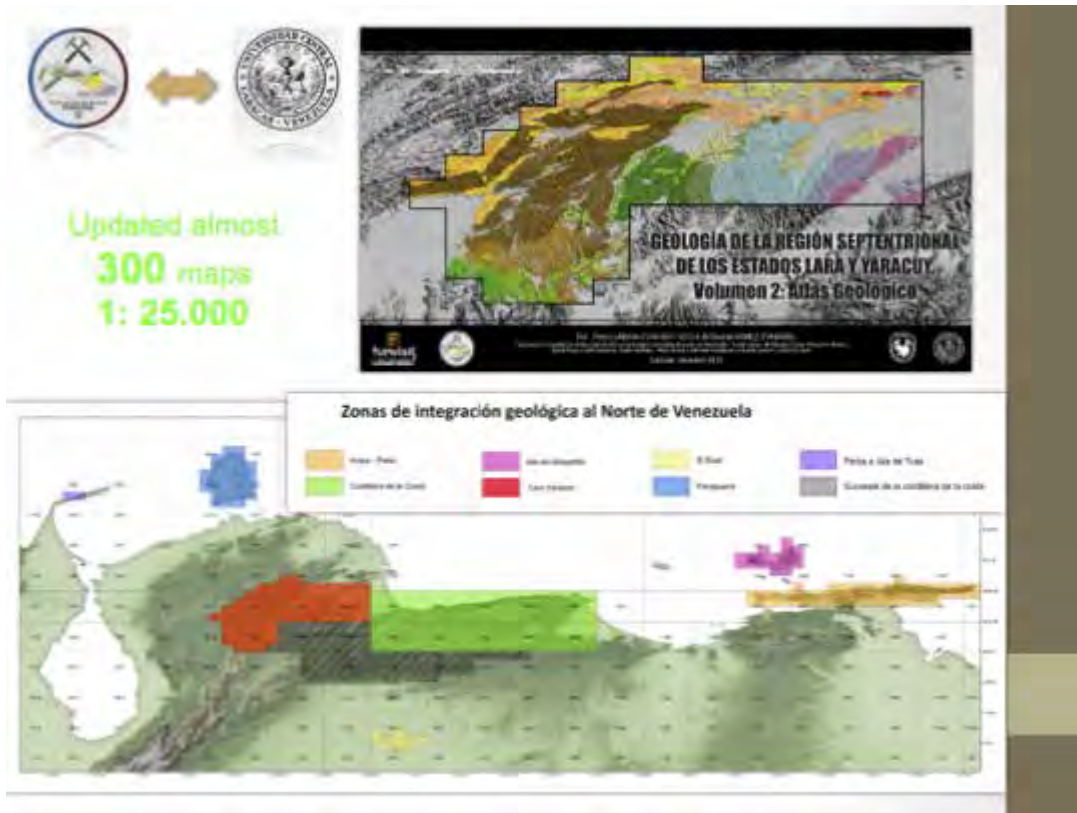
Passage of Caribbean peripheral bulge

Northern South America passive Margin

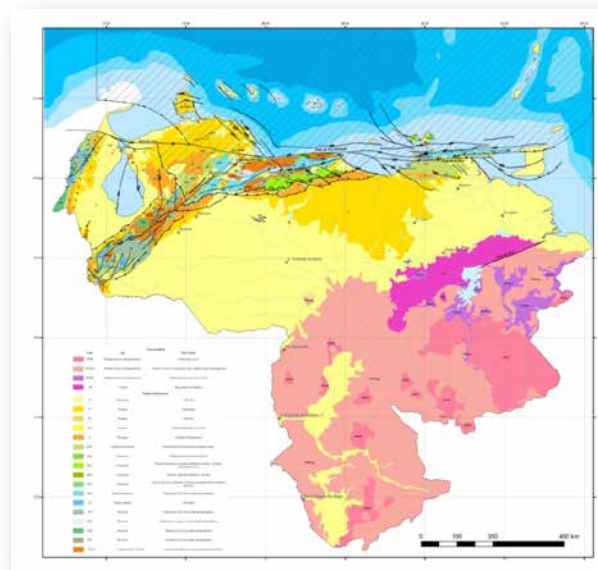


Diapositiva 32.





Diapositiva 33.



Diapositiva 34.

**MUCHAS GRACIAS**

Diapositiva 35.

# La nueva serie Cartográfica Geocientífica Antártica

Los mapas geológicos y geomorfológicos de la isla  
marambio y de bahía esperanza (península antártica)

Roberto  
RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ\*



lr.rodiguez@igme.es  
IGME Ríos Rosas 23.28003. Ma-  
drid (España)

GOBIERNO DE ESPAÑA  
MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD  
Instituto Geológico y Minero de España

LA NUEVA SERIE CARTOGRÁFICA GEOCIENTÍFICA ANTÁRTICA

LOS MAPAS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DE LA ISLA MARAMBIO Y DE BAHÍA ESPERANZA (PENÍNSULA ANTÁRTICA)

Roberto Rodríguez Fernández  
Rodolfo del Valle , Sergio Marensi , Manuel Montes, Ángel Martín-Serrano, Francisco Nozal y Sergio Santillana

Diapositiva 1.

Instituto Geológico y Minero de España

CARTOGRAFIA GEOCIENTÍFICA EN LA ANTÁRTIDA

¿POR QUÉ HACER MAPAS GEOLÓGICOS EN LA ANTÁRTIDA?

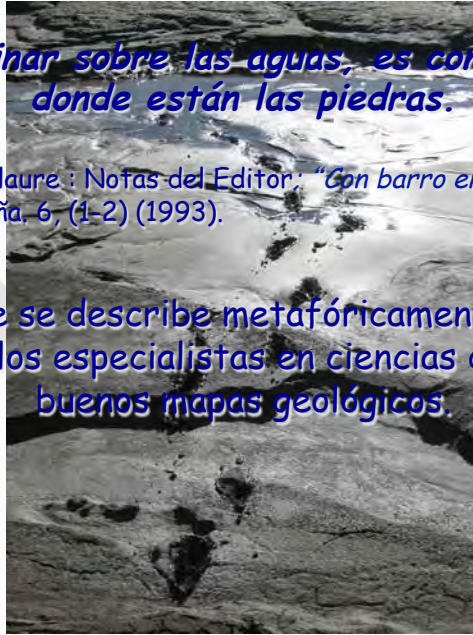
Geological Map of South America. Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014

Diapositiva 2.

*Antes de caminar sobre las aguas, es conveniente saber  
donde están las piedras.*

Alberto Marcos Vallaure : Notas del Editor, "Con barro en las botas".  
Rev. Soc. Geol. España, 6, (1-2) (1993).

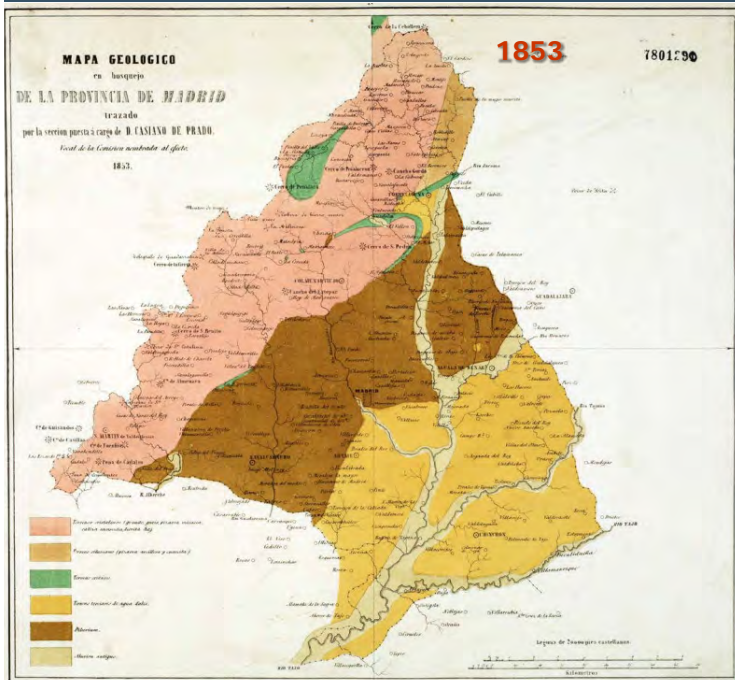
Con esta frase se describe metafóricamente la necesidad  
que tenemos los especialistas en ciencias de la tierra de  
buenos mapas geológicos.



Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

3

Diapositiva 3.



1849

Comisión para la  
Carta Geológica  
de Madrid y  
General del Reino  
(IGME)

Real Decreto de  
12 de julio de  
1849

1850

Comisión del Mapa  
Geológico de  
España

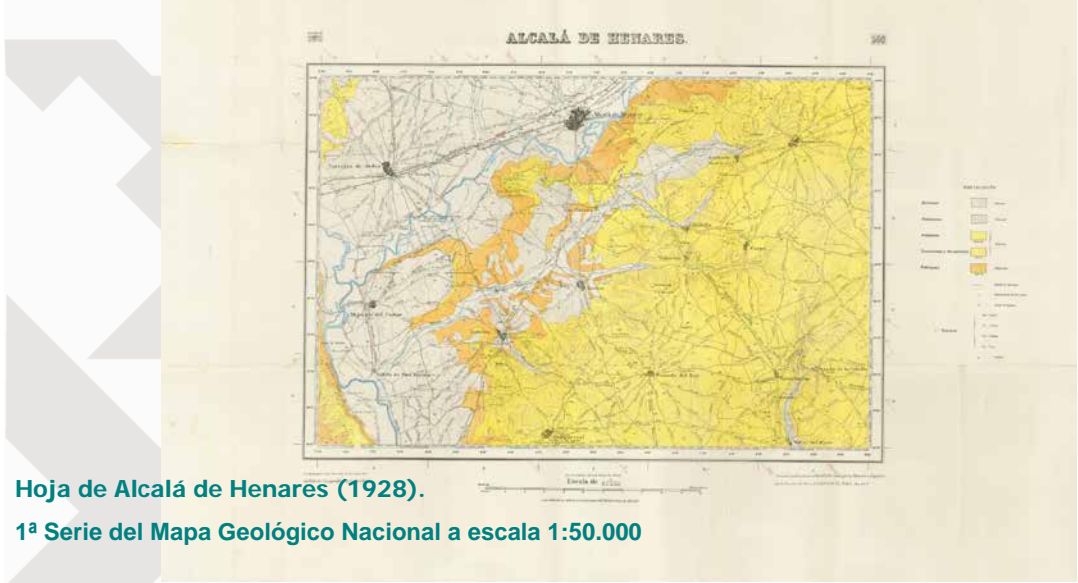
Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

4

Diapositiva 4.

**Instituto Geológico y Minero de España (1927)**

**Congreso Geológico Internacional de Madrid (1926)**



Hoja de Alcalá de Henares (1928).

1ª Serie del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000

Diapositiva 5.

**El Plan MAGNA es la Segunda Serie del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000**

- **Diseñado entre 1968 y 1970, enmarcado en el PNIM**
- **Período de ejecución 1971-2004**
- **Presupuesto en base a parámetros homogéneos: accesibilidad, dificultad geológica, climatología,...**
- **Programación en base a demanda, evaluada a través de encuestas**
- **Elaboración de una normativa de ejecución y control**



Diapositiva 6.

## CONTENIDOS Y FORMATOS de las hojas MAGNA

### Mapa Geológico 1:50.000 (1:25.000 en Canarias)

- Mapa a escala en la ventana central
- Leyenda cronoestratigráfica
- Simbología
- Esquemas auxiliares (regional y tectónico e hidrogeológico)
- Columnas estratigráficas
- Perfiles o cortes geológicos

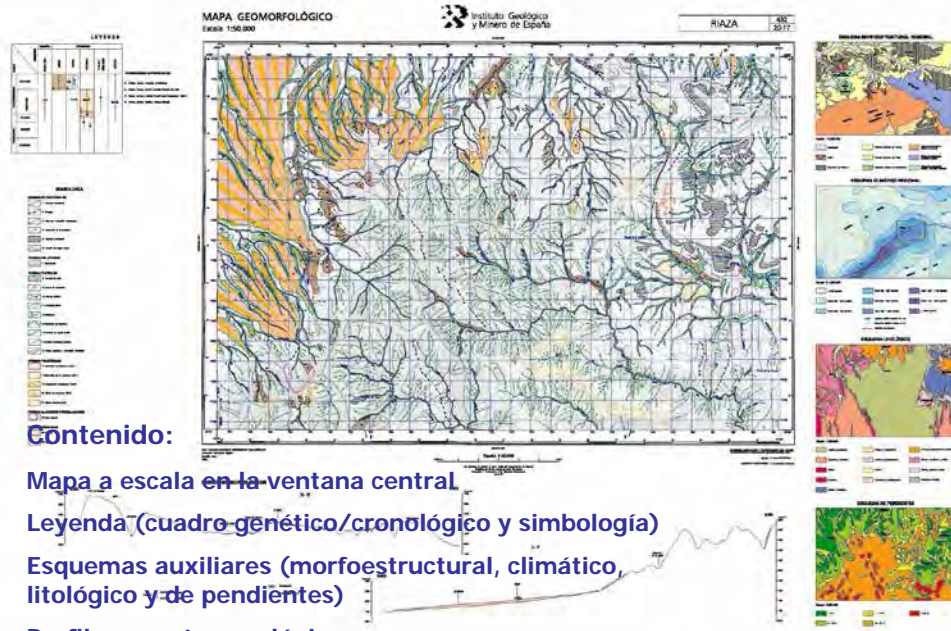
### Mapa Geomorfológico 1:50.000 ( a partir de 1991)

### Memoria explicativa

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

7

Diapositiva 7.



### Contenido:

#### Mapa a escala en la ventana central

#### Leyenda (cuadro genético/cronológico y simbología)

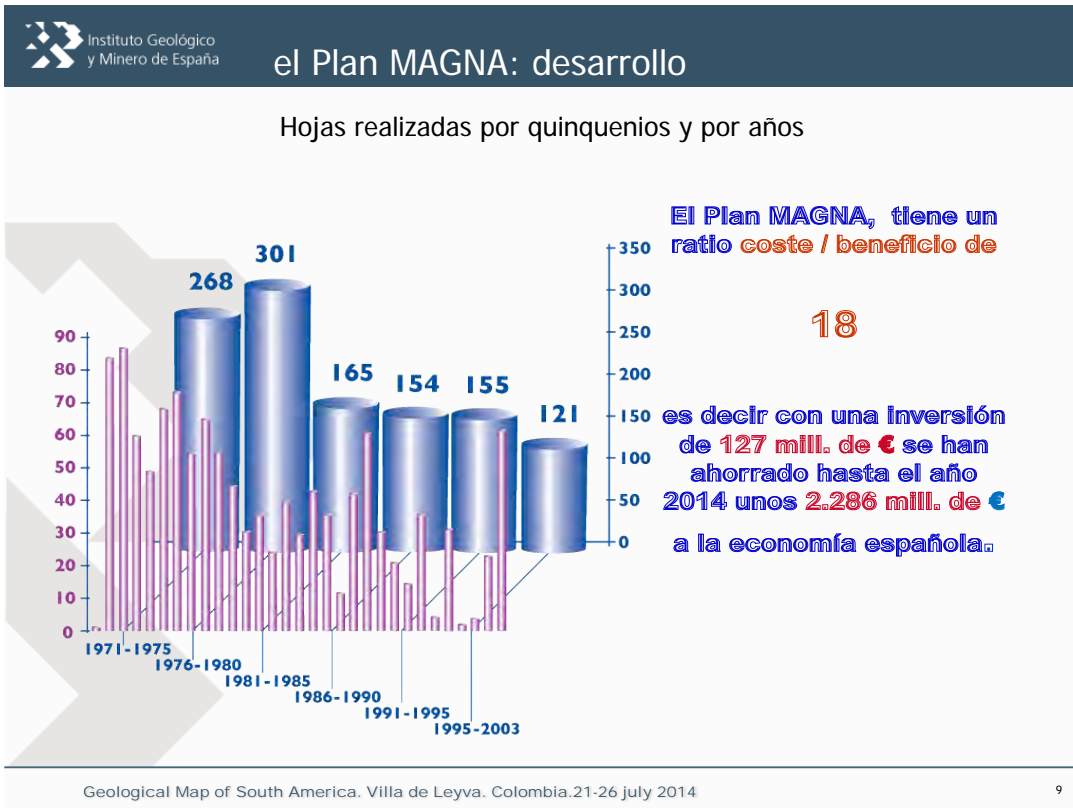
#### Esquemas auxiliares (morfoestructural, climático, litológico y de pendientes)

#### Perfiles o cortes geológicos

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

8

Diapositiva 8.



Diapositiva 9.

MINISTERIO DE ECONOMIA Y COMPETITIVIDAD

Instituto Geológico y Minero de España

**CARTOGRAFIA GEOCIENFICA EN LA ANTARTIDA**

**IGME**

**INSTITUTO ANTARTICO ARGENTINO (IAA)**

Instituto Geológico y Minero de España

DIRECCION NACIONAL DEL ANTARTICO

**NUEVA SERIE DE CARTOGRAFIA GEOCIENFICA EN LA ANTARTIDA**

**PROGRAMA DE COOPERACION ENTRE LA DIRECCION NACIONAL DEL ANTARTICO Y EL IGME**

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

Diapositiva 10.



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España **CARTOGRAFIA GEOCIÉNTIFICA EN LA ANTÁRTIDA**

Instituto Geológico y Minero de España **NUEVA SERIE CARTOGRÁFICA GEOCIÉNTIFICA EN LA ANTÁRTIDA**

**OBJETIVOS**

- Realización de **MAPAS GEOLÓGICOS**, **GEOMORFOLÓGICOS** y **GEOCIÉNTIFICOS**
- Elaborados por **GRUPOS DE INVESTIGACIÓN** del IGME y del IAA, en cooperación con otros grupos de investigadores argentinos españoles o internacionales.
- En áreas de interés común en **PENÍNSULA ANTÁRTICA** y especialmente donde ya existen datos cartográficos anteriores, e **INFRAESTRUCTURA LOGÍSTICA**
- Elaboración de un **FORMATO NORMALIZADO** de cartografía y memoria, adaptado a las especiales características geográficas de la Antártida.

**SOPORTE**

- PROYECTO DEL IGME COFINANCIADO POR AYUDAS ANUALES DEL PLAN NACIONAL DE I+D español (PLAN POLAR ESPAÑOL)** e inclusión en los programas del IAA

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

Diapositiva 11.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España **CARTOGRAFIA GEOCIÉNTIFICA EN LA ANTÁRTIDA**

 **PROGRAMA DE COOPERACIÓN ENTRE LA DIRECCIÓN NACIONAL DEL ANTÁRTICO Y EL IGME**

- Convenio firmado en 2007 que regula las **ACTIVIDADES BILATERALES** entre ambas instituciones en la península Antártica
- Por un periodo inicial de **5 AÑOS (2007-2012)**, renovables si las partes así lo estiman. Renovado en 2013.
- Permite a los integrantes del proyecto, la utilización del importante **APOYO LOGÍSTICO** (bases permanentes, transporte aéreo y/o marítimo comunicaciones, etc.) y la **gran experiencia en campañas antárticas** que posee el IAA.

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

Diapositiva 12.



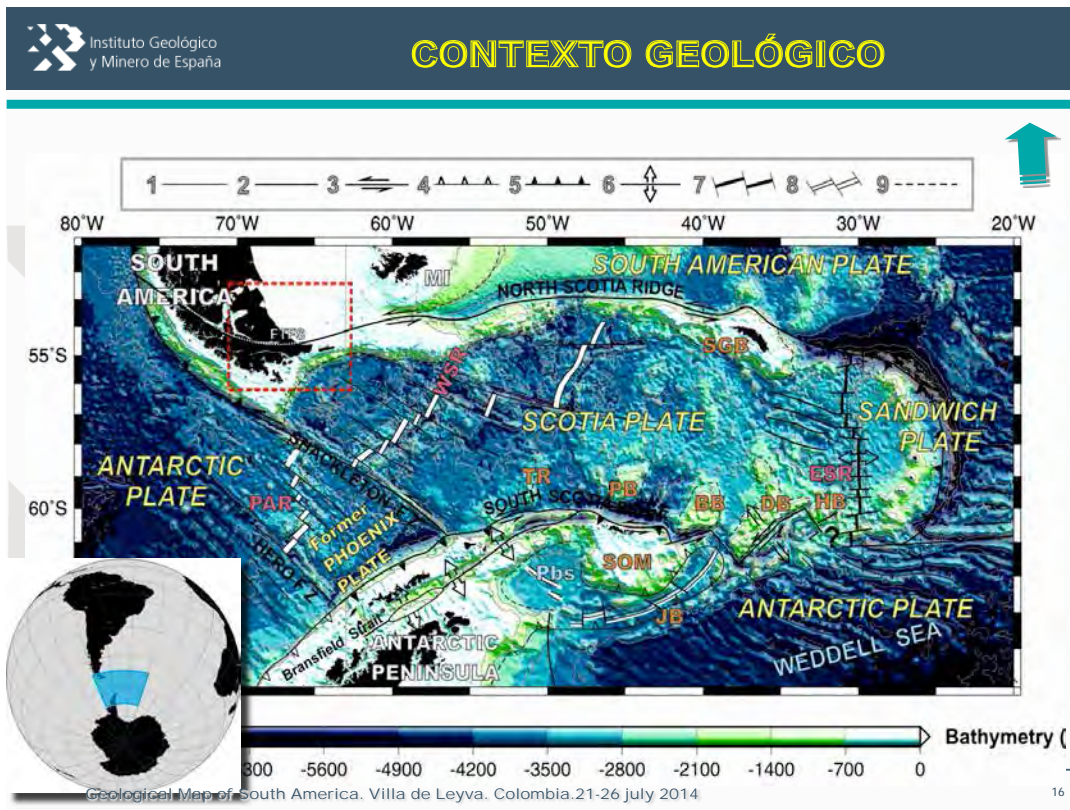
Diapositiva 13.



Diapositiva 14.



Diapositiva 15.



Diapositiva 16.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España

## CONTEXTO GEOLÓGICO

**PENINSULA TABARÍN**

**ZONA DE ESTUDIO**

**BAHÍA ESPERANZA**

HEREDIA *et al.* 2004

Geological Map of South America. Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014

Detailed description: This slide provides a geological context for the study area. It features a geological map of the Tabarín Peninsula on the left, showing various geological units such as the James Ross Volcanic Group, the Gustav Group, and the Sillero (S) group. The map also indicates recent normal faults, older normal faults, and thrust faults. To the right, a satellite image shows the Bahía Esperanza area, with a red box highlighting a specific site. The map includes labels for various bays (Bahía Düse, Bahía Corrientes, Bahía Myriam) and mountains (Cerro Cardhu, Monte Tarku, etc.). A legend at the bottom left explains the symbols used for different geological features.

Diapositiva 17.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España

## ESPERANZA: INTERÉS CIENTÍFICO

**SITIO HISTÓRICO EXPEDICION SUECA 1901-03**

Geological Map of South America. Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014

Detailed description: This slide focuses on the scientific interest of the Esperanza site. It includes a black and white photograph of three men sitting in front of a wooden building, likely the expedition's base. A large photograph shows a stone wall or structure, possibly a remnant of the expedition's site, with orange survey markers. A satellite image at the bottom shows the location of the site in Bahía Esperanza, circled in red. The text 'SITIO HISTÓRICO EXPEDICION SUECA 1901-03' is overlaid on the satellite image.

Diapositiva 18.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España

## ESPERANZA: BASE TOPOGRÁFICA

MAPA TOPOGRÁFICO DE BAHÍA ESPERANZA ESCALA 1:10.000

REALIZADO POR EL IGME CON DATOS TOPOGRÁFICOS (GPS) DEL IAA Y PROPIOS

Geological Map of South America. Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014

Diapositiva 19.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España

## MAPA GEOLÓGICO

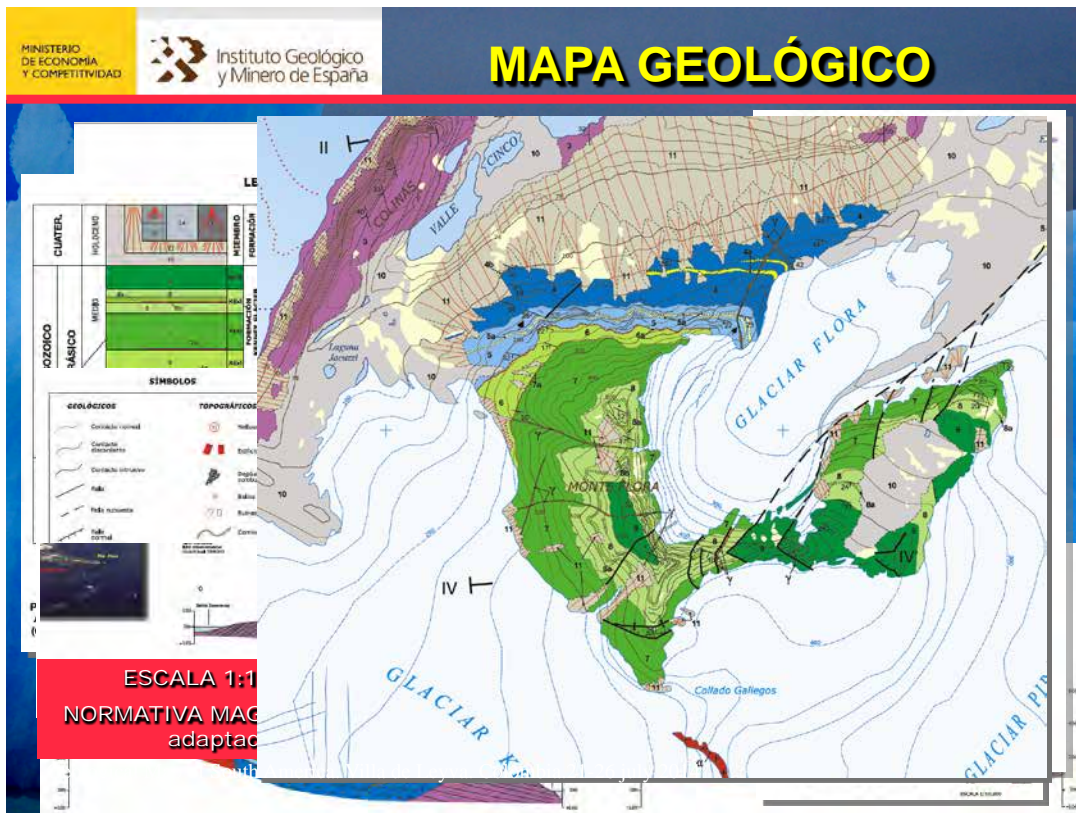
FOTO AÉREA BRITÁNICA NO RESTITUIDA: 1958  
FOTOS AÉREAS DEL SERVICIO DE HIDROGRAFÍA NAVAL DE LA A.A.: 1970

IMAGEN DE SATELITE QUICKBIRD (0,6 m, pancromático). 17/01/2005

ELABORACIÓN

Geological Map of South America. Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014

Diapositiva 20.



Diapositiva 21.



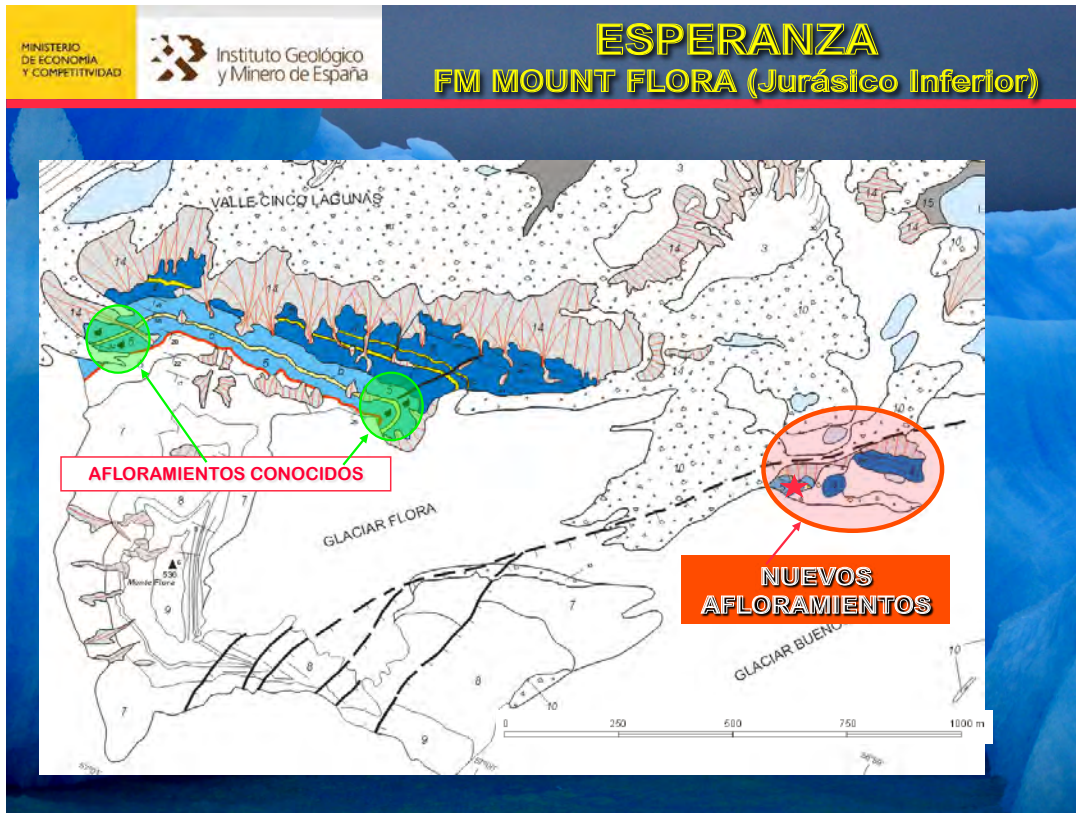
Diapositiva 22.



Diapositiva 23.



Diapositiva 24.

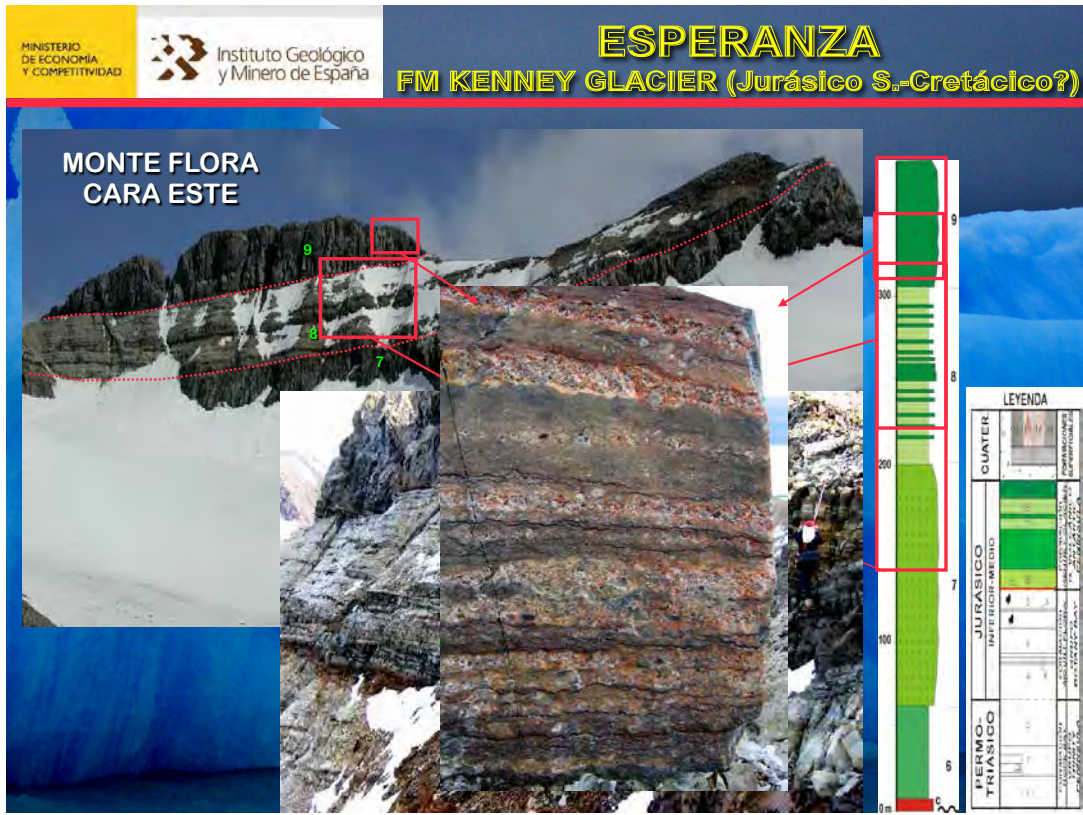


Diapositiva 25.

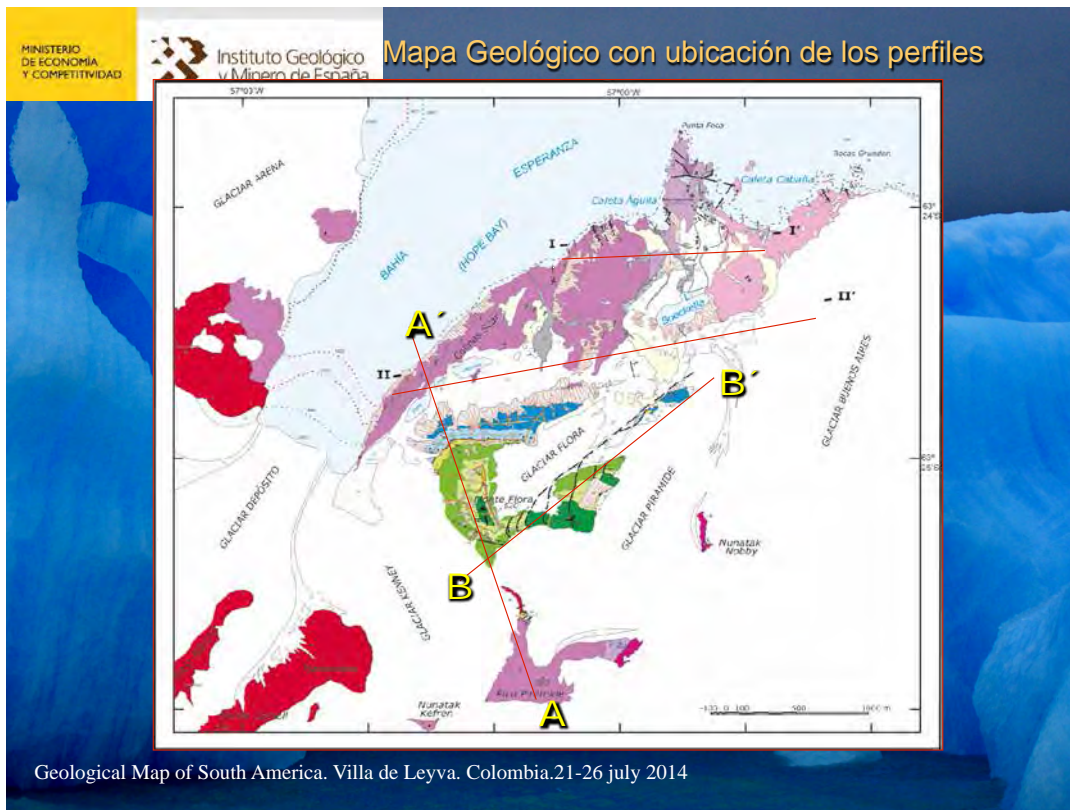


Diapositiva 26.

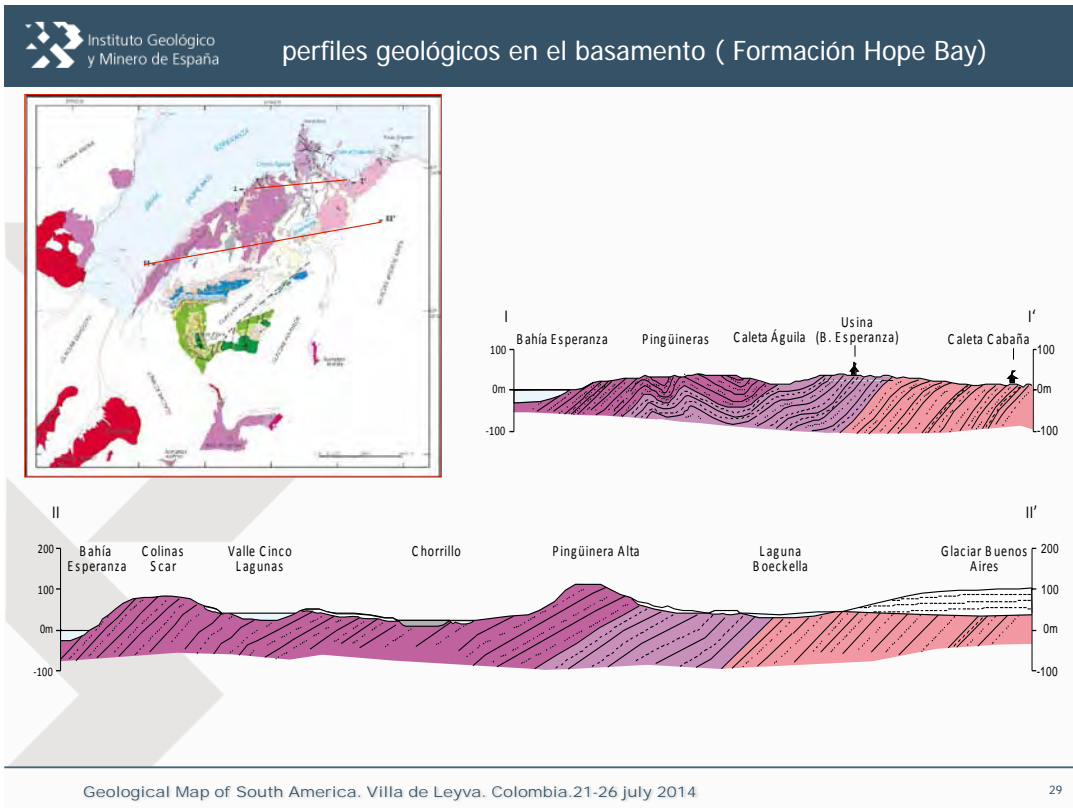




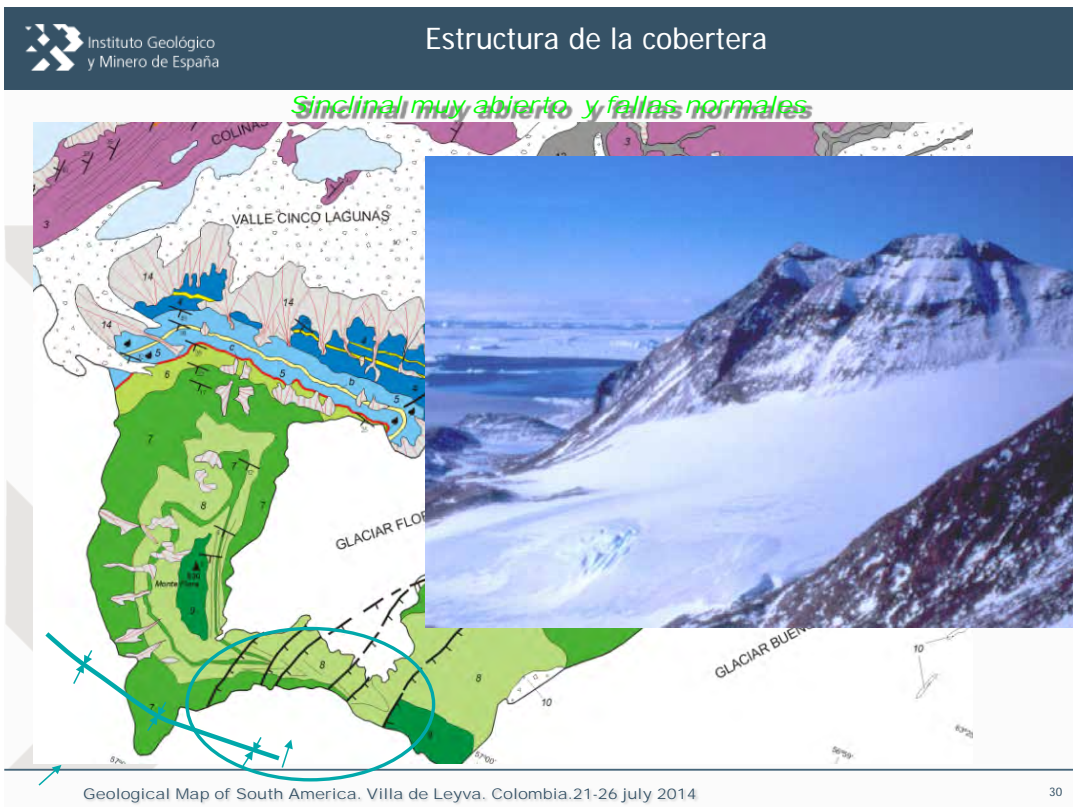
Diapositiva 27.



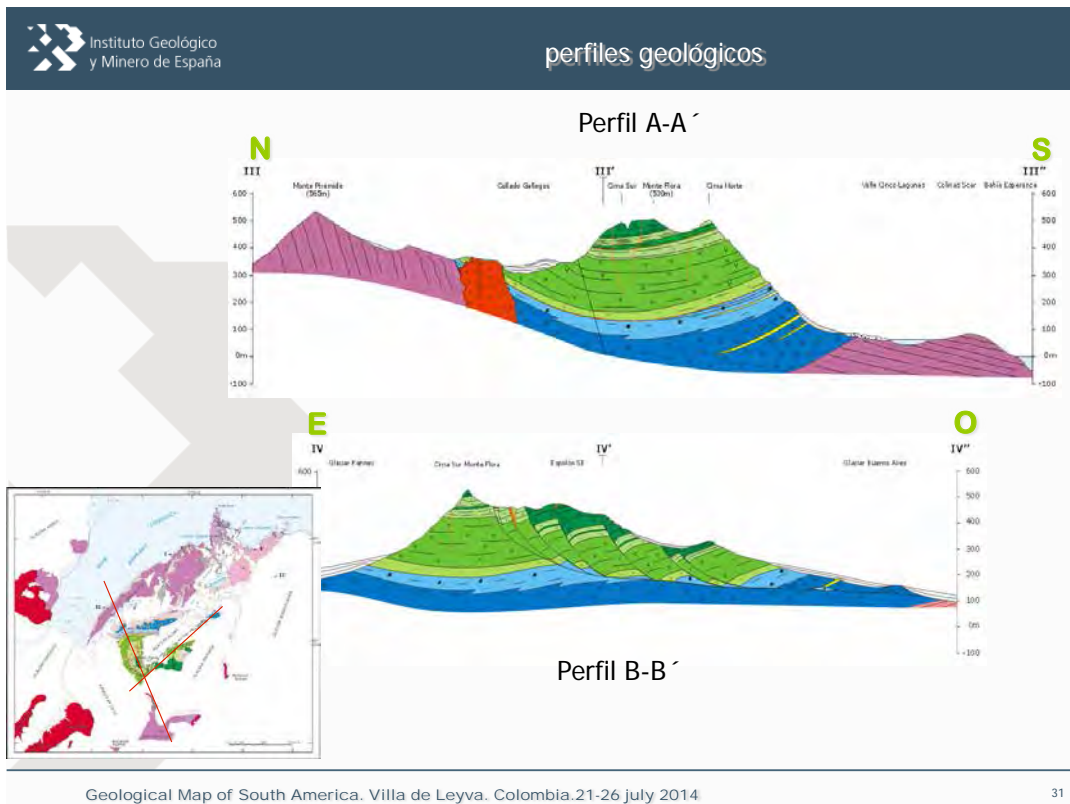
Diapositiva 28.



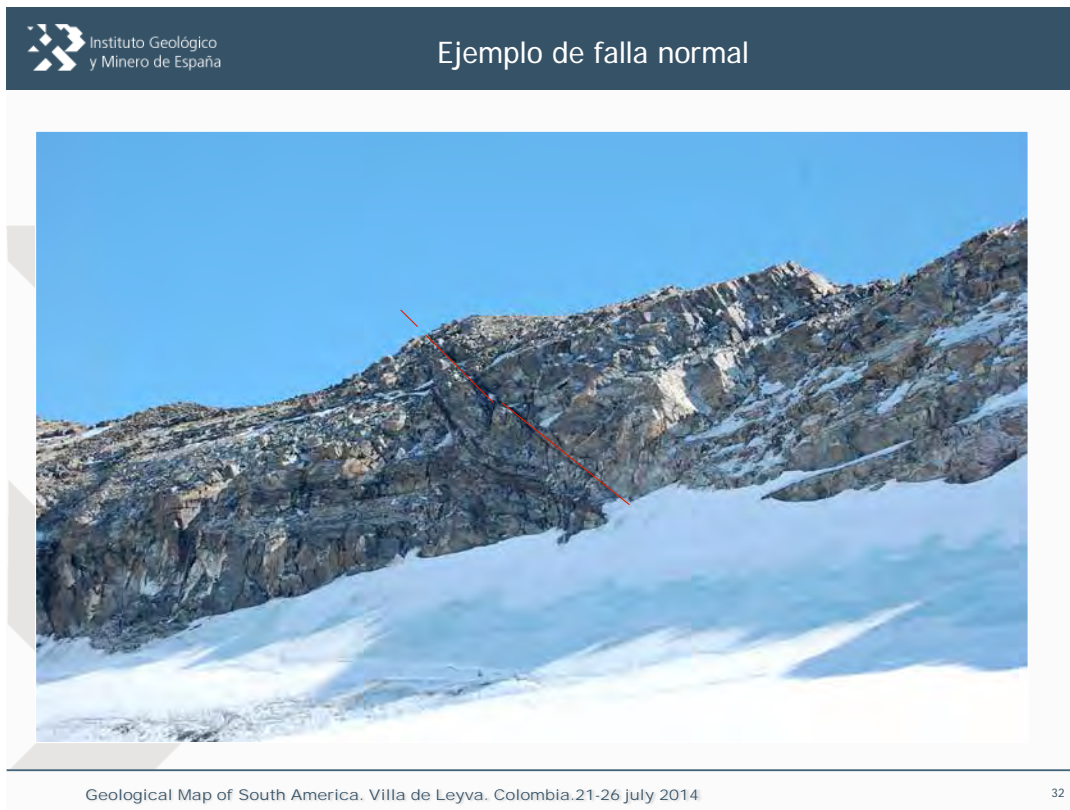
Diapositiva 29.



Diapositiva 30.



Diapositiva 31.



Diapositiva 32.



**Península Antártica-Península Tabarín.**  
Auténtico "paisaje antártico" tanto desde el aire como desde el mar: Cubierta glaciaria continua de la que sobresalen "nunatacks" y una pequeña zona deglaciada junto a la costa



Diapositiva 33.

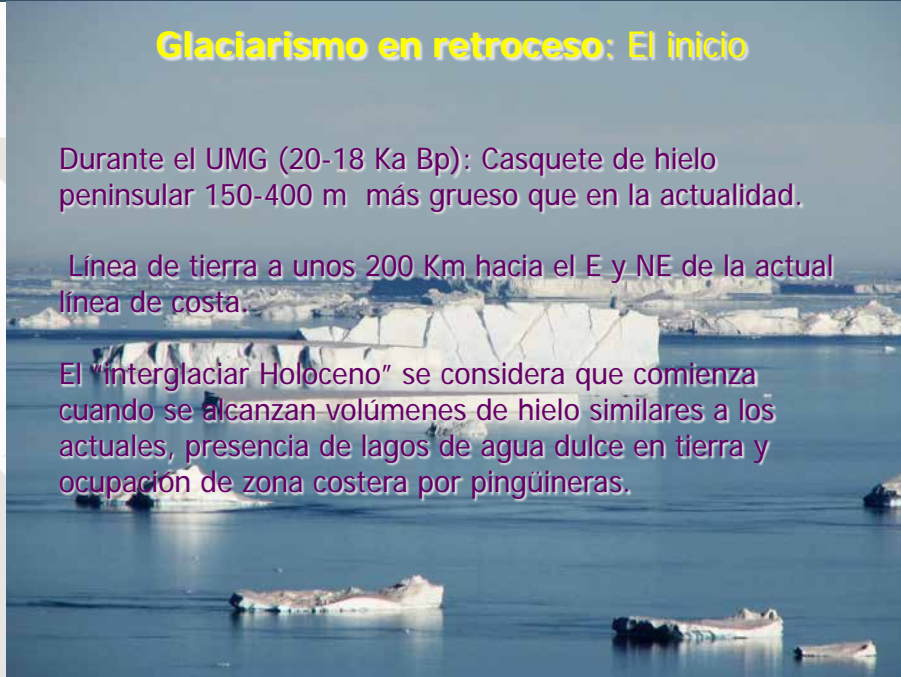


### Glaciarismo en retroceso: El inicio

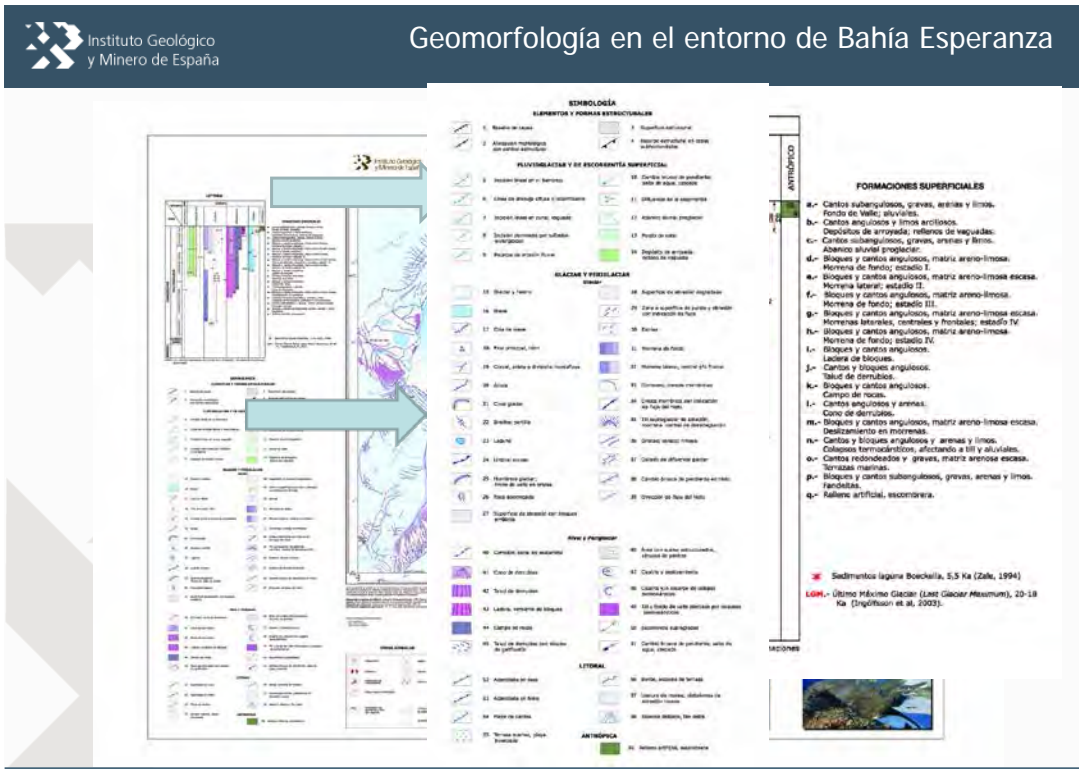
Durante el UMG (20-18 Ka Bp): Casquete de hielo peninsular 150-400 m más grueso que en la actualidad.

Línea de tierra a unos 200 Km hacia el E y NE de la actual línea de costa.

El "interglaciar Holoceno" se considera que comienza cuando se alcanzan volúmenes de hielo similares a los actuales, presencia de lagos de agua dulce en tierra y ocupación de zona costera por pingüíneras.



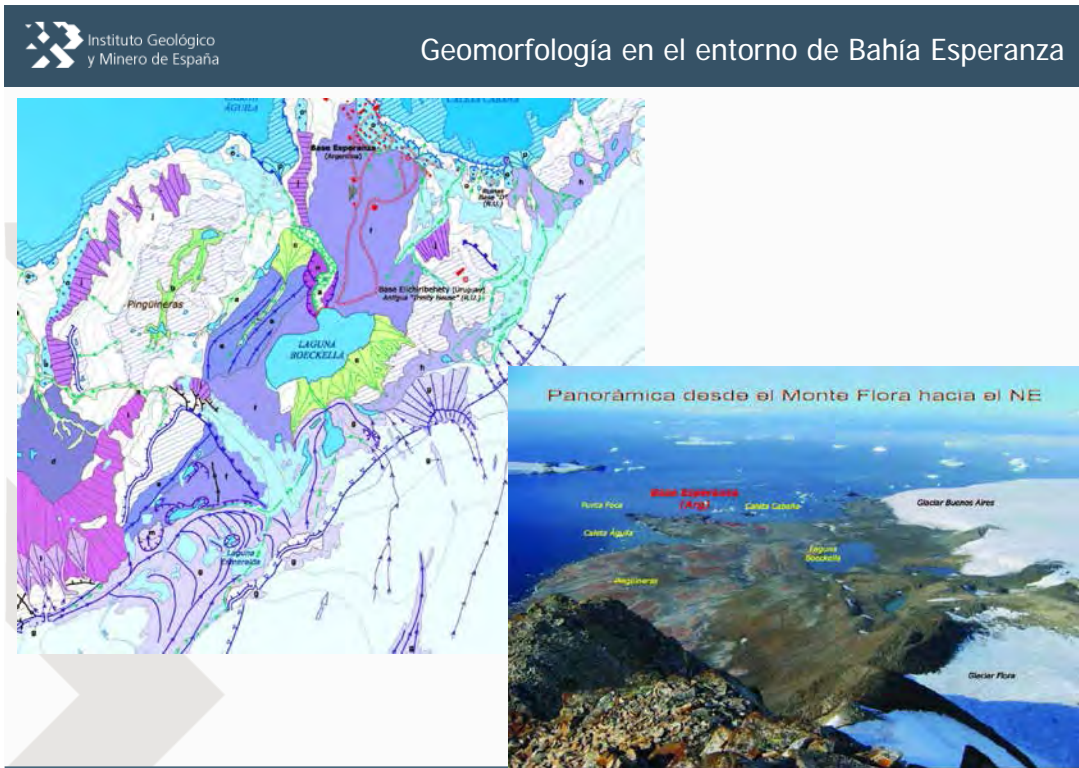
Diapositiva 34.



Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

35

Diapositiva 35.



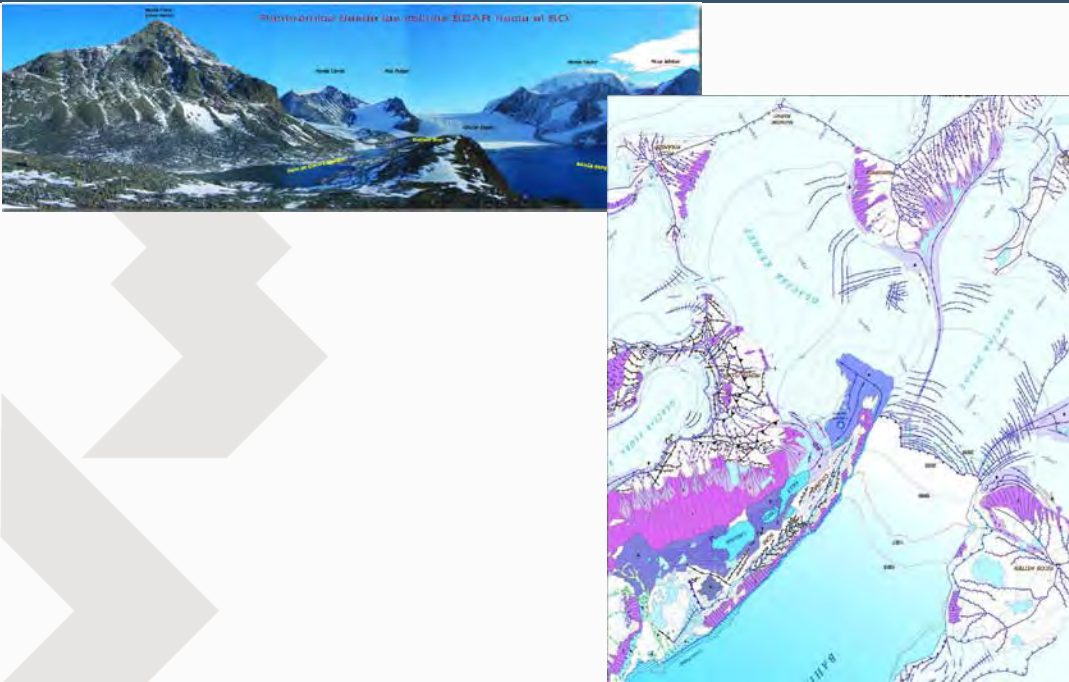
Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

36

Diapositiva 36.

Instituto Geológico y Minero de España

## Geomorfología en el entorno de Bahía Esperanza



Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

37

Diapositiva 37.

# MAPA GEOLOGICO DE LA ISLA MARAMBIO (SEYMOUR)

MAR DE WEDDELL

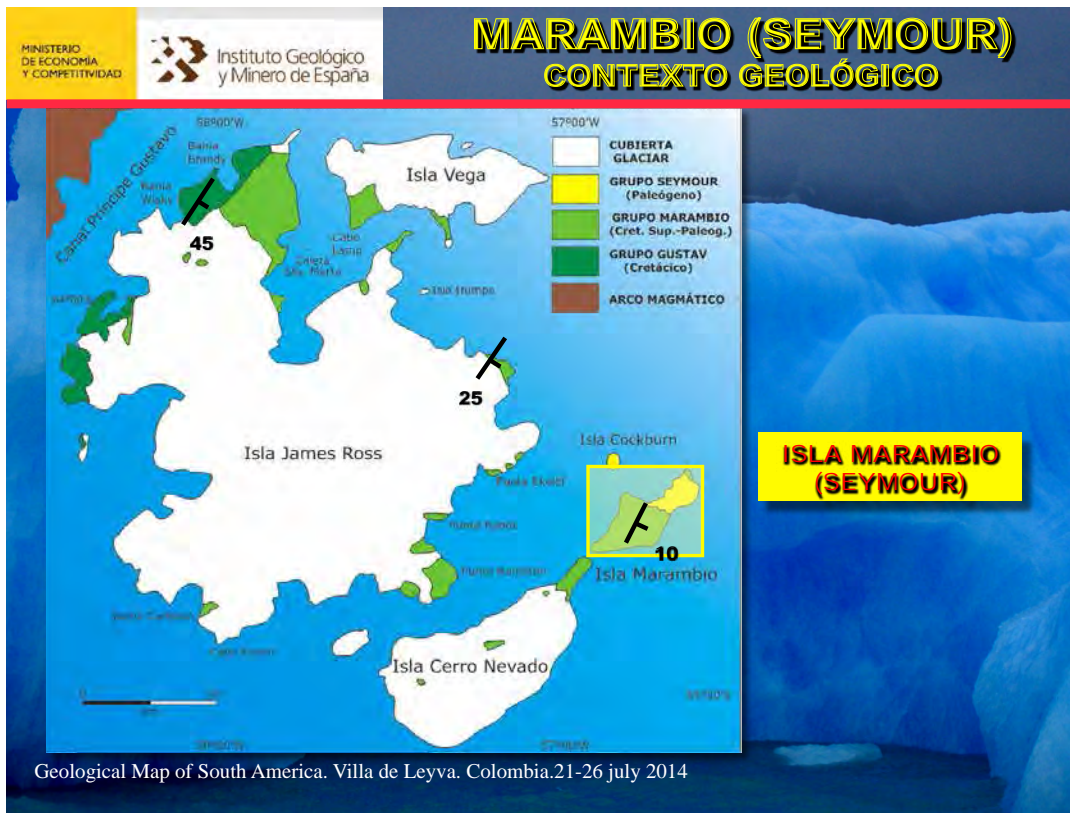
Manuel MONTES  
Francisco NOZAL

Sergio SANTILLANA  
Sergio MARENSSI  
Eduardo OLIVERO (CADIC)

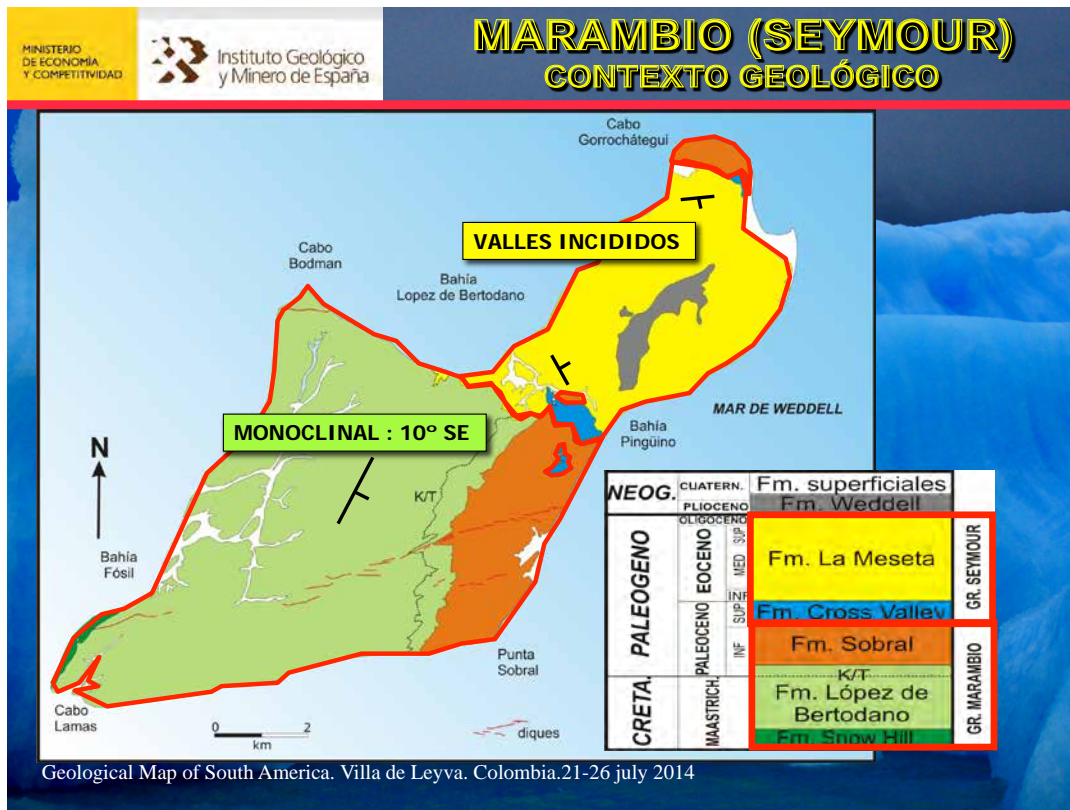
Campañs de verano austral 2006-11



Diapositiva 38.



Diapositiva 39.



Diapositiva 40.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



Instituto Geológico y Minero de España

## MARAMBIO (SEYMOUR)

### RELEVANCIA CIENTÍFICA

**AUSENCIA DE CUBIERTA GLACIAR**






**Sección tipo (anomalía de Ir)**

**LIMITE CRETACICO/PALEÓGENO (K/Pg) MAS AUSTRAL DEL PLANETA Y EL DEL MAS EXTENSION CARTOGRAFIADA**

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia. 21-26 July 2014

Diapositiva 41.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

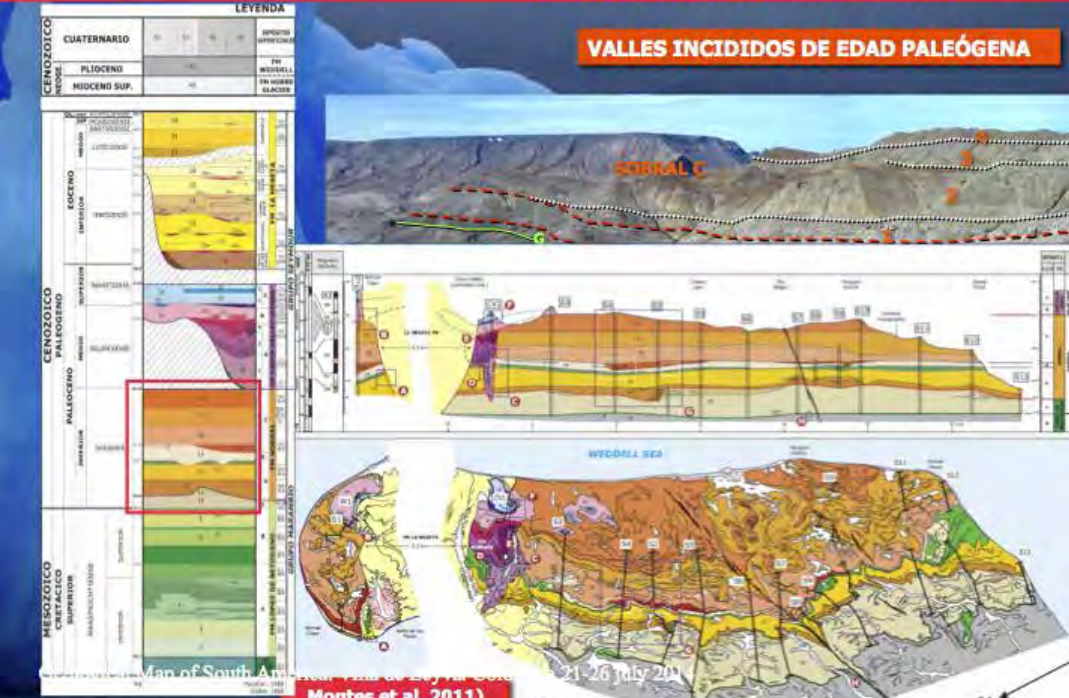


Instituto Geológico y Minero de España

## MARAMBIO (SEYMOUR)

### RELEVANCIA CIENTÍFICA

**VALLES INCIDIDOS DE EDAD PALEÓGENA**



**SERRAL C**

**Montes et al, 2011)**

Map of South America... 21-26 July 2014

Diapositiva 42.



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España

## MARAMBIO (SEYMOUR) RELEVANCIA CIENTÍFICA

**RIQUEZA PALEONTOLÓGICA**

PRIMEROS REGISTROS PALEONTOLÓGICOS DEL PLANETA: PINGÜINOS (55 Ma), BALLENAS (Arqueoceatos, 49 Ma)

**ÚNICA SERIE AFLORANTE EN LA ANTÁRTIDA DEL CRETÁCICO TERMINAL Y PALEÓGENO DONDE PUEDEN OBTENERSE DATOS EN EL TERRENO SOBRE LA HISTORIA DE LA TIERRA EN ALTAS LATITUDES AUSTRALES**

(Paleontología, Paleoclimatología, Paleogeografía, Tectónica, etc.)

EL 70% DE LAS PUBLICACIONES SOBRE PALEONTOLOGÍA ANTÁRTICA (junto con isla James Ross)

Geological Map of South America: Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014

Diapositiva 43.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España

## MARAMBIO (SEYMOUR) MAPA GEOLÓGICO

Cartográfica Geocientífica Antártica

MAPA GEOLÓGICO DE ISLA MARAMBIO (SEYMOUR)  
ESCALA 1:20.000

ESCALA 1:20.000  
NORMATIVA MAGNA (IGME)  
adaptada

21-26 July 2014

PH HASELHIM CRAG

28.- Areniscas silíceas y foliolas laminadas.  
29.- Microconglomerados y areniscas silíceas gruesas con laminación cruzada.  
30.- Areniscas gruesas silíceas.  
31.- Lutitas arenosas marrones. 31ol.- Brechas y olistolitos.  
32.- Arenas y lutitas grises interlaminares, con niveles de coquinas, 32br.- Brechas y conglomerados, 32bz.- Brechas y conglomerados con brizosos. c.- Niveles de areniscas con Cucullaea.  
32r.- Brechas y conglomerados, con niveles de coquinas, conglomerados y areniscas con coquinas.  
33.- Conglomerados y areniscas laminadas. 33br.- Brechas, Conglomerados y areniscas laminadas. 33bz.- Brechas y conglomerados con venterolitos. 33cz.- Niveles de areniscas con Cucullaea.  
34.- Arenas y lutitas interlaminares. Paleocanales con laminación cruzada, 34br.- Brechas y conglomerados, 34c.- Areniscas conglomeráticas masivas con coquinas, v.- Niveles de areniscas con venterolitos. 34cz.- Niveles de areniscas con Cucullaea.  
35.- Arenas y lutitas interlaminares. Paleocanales con laminación cruzada, 35br.- Brechas y conglomerados, 35c.- Niveles de areniscas con Cucullaea, n.- Niveles de areniscas con venterolitos.  
35a.- Arenas lutíticas grises laminadas, c.- Niveles de areniscas con Cucullaea, n.- Niveles de areniscas con venterolitos.  
35b.- Nivel canalizado con gravas y coquina de Cucullaea l. 35c.- Arenas lutíticas grises laminadas.  
35d.- Nivel canalizado con gravas y coquina de Cucullaea l. 35e.- Arenas lutíticas grises laminadas.

Diapositiva 44.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD Instituto Geológico y Minero de España

# MAGNETOESTRATIGRAFÍA

CHRONOSTRATIGRAPHIC U. STRATIGRAPHIC U. ABSOLUTE AGES AND SEDIMENTATION RATE OF LATE MAASTRICHTIAN-PALEOCENE (LÓPEZ DE BERTODANO, SCIRAL Y CROSS VALLEY-WIMAN FMS.) MARAMBIO (SEYMOUR) ISLAND, ANTARCTICA

Geological Map of South America. Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014

Diapositiva 45.

Instituto Geológico y Minero de España

## Geomorfología en Isla Marambio (Seymour)

### ISLA MARAMBIO (SEYMOUR)

Tanto desde el aire como desde el mar: Paisaje sin cubierta de hielo apreciable, árido frío "desértico" aunque con una red de drenaje muy desarrollada a partir de la fusión nival y del hielo de la capa activa del permafrost

Geological Map of South America. Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014

Diapositiva 46.

Instituto Geológico y Minero de España

## Geomorfología en Isla Marambio (Seymour)

Isla "camaleónica" según las condiciones climáticas del momento

Rescatando las botas...

Isla "barrambio"

Isla "cebra"

La "dama blanca"

Isla "desértica"

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

47

Diapositiva 47.

Instituto Geológico y Minero de España

## Geomorfología en Isla Marambio (Seymour)

MAPA GEOMORFOLÓGICO DE ISLA MARAMBIO (SEYMOUR) - ANTÁRTIDA  
ESCALA 1:20.000

LEYENDA

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

48

Diapositiva 48.

## La Isla Marambio presenta unas elevadas tasas de erosión durante el "verano austral":

**Erosión litoral** – Retroceso rápido de acantilados, valles colgados

**Incisión fluvial** – Red de drenaje bien desarrollada, capturas fluviales

**Gravitacional** – Vertientes erosivas (desnudas), retroceso de laderas

**Deflación eólica** – Cubetas de erosión y exportación de sedimento eólico (*Ermolin y De Angelis, 2002*) ¡ 5.000 Tn, unos aprox. 11.000m<sup>3</sup> anuales!



Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia. 21-26 July 2014

Diapositiva 49.

## MAPAS GEOLÓGICOS ANTÁRTICOS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

### BAHÍA ESPERANZA

**CARTOGRAFÍA**

**PUBLICACIONES**

MONTE, M., MARTÍN-SERRANO, A., NOZAL, F. y DEL VALLE, R. (2001). Geología de la costa austral de Bahía Esperanza (Península Antártica). *Geogaceta* 26, 91-94. ISSN: 0213-482X.

NOZAL, F., MARTÍN-SERRANO, A., MONTE, M. y DEL VALLE, R. (2007). Ablación glacial y procesos erosivos en la costa austral de Bahía Esperanza (Península Antártica). *II Simposio Argentino y 22 LATINOAMERICANAS SOBRE ZONOSTRUCIONES ANTÁRTICAS*. Comunicaciones. Buenos Aires: IAGLR. ISSN: 1651-552X.

DEL VALLE, R. A., PEREIRA, N., MONTE, M., NOZAL, F. y MARTÍN-SERRANO, A. (2007). El Oligo-Tipico Postglacial en la península Tabarín, extremo norte de la Península Antártica. *Anuario de la Asociación Geológica Argentina* 14 (1): 98-107. ISSN: 1604-4622.

ETC... (14 publicaciones)

### MARAMBIO (SEYMOUR)

**CARTOGRAFÍA**

**PUBLICACIONES**

HARSTEL, A., LÓPEZ MARTÍNEZ, J., BOHOVO, F., MONTE, M., NOZAL, F., SANTILLANA, S.N., MARINELLI, S.A. (2006). Geomorphologic indicators of the Cenozoic brine field on Seymour Island, West Antarctica. *Antarctic Science*, 18 (2), 173-184. ISSN: 0954-1020.

MONTE, M., SANTILLANA, S.N., NOZAL, F., MARINELLI, S.A. (2006). Cartografía de la Formación Glacial, Paleoceno inferior de la Isla Marambio (Mar de Weddell, Antártida). *Com. del VII Congr. Geol. Esp. Las Palmas*. Geo-Temas, 10 (66): 672. ISSN: 1567-5172.

NOZAL, F., MONTE, M., SANTILLANA, S.N. y MARTÍN-SERRANO, A. (2006). Unidades del relieve de la Isla Marambio (Mar de Weddell, Antártida). *Com. del VII Congr. Geol. Esp. Las Palmas*. Geo-Temas, 10: 747-750. ISSN: 1567-5172.

ETC... (14 publicaciones)

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia 21-26 July 2014

Diapositiva 50.



Instituto Geológico  
y Minero de España


## MAPAS GEOLÓGICOS ANTÁRTICOS

### DIVULGACIÓN



**EL MUNDO.ES octubre 2009**


Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014



**NATIONAL GEOGRAPHIC diciembre 2009**

51

Diapositiva 51.



Instituto Geológico  
y Minero de España

## MAPAS GEOLÓGICOS ANTÁRTICOS

### VECTOR DE CIENCIA ANTÁRTICA

ENTIDADES PARTICIPANTES (10) / Nº INVESTIGADORES (23)

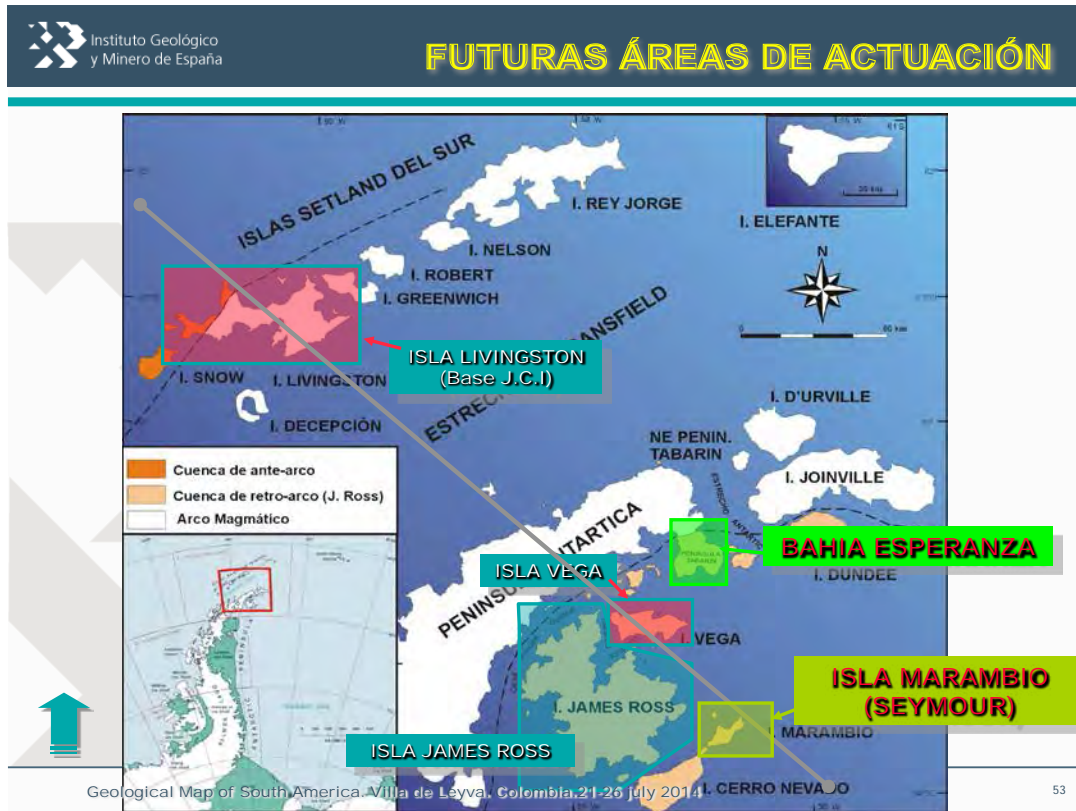
IGME (Área Cartografía, Geología Marina, Laboratorios... ):	8
CENTRO DE DATOS POLARES (IGME):	1
INSTITUTO ANTARTICO ARGENTINO (IAA). ARGENTINA:	5
CENTRO AUSTRAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS (CADIC-CONICET). ARGENTINA:	1
UNIVERSIDAD BARCELONA:	1
LAB. DE PALEOMAGNETISMO DEL ICT "JAUME ALMERA". CSIC. BARCELONA:	1
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID:	1
UNIVERSIDAD DE GRANADA:	1
UNIVERSIDAD DE JAEN:	1
IAA. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA:	1

PROYECTOS DEL PLAN NACIONAL BENEFICIADOS POR EL ACUERDO IGME/IAA

TIPO	AÑO	TÍTULO	REFERENCIA
ACCIONES ESPECIALES	2002 2004 2005	RELACIONES TECTÓNICA-SEDIMENTACIÓN DURANTE EL CICLO OROGÉNICO ANDINO EN LA PENÍNSULA DE TABARÍN (PENÍNSULA ANTÁRTICA)	(REN2000-2559E) (REN2002-1176E) (CGL2004-21123-E)
ACCIÓN ESPECIAL	2006	EVOLUCION TECTONOSEDIMENTARIA Y GEOMORFOLOGICA DE LA CUENCA LARSEN EN LA ISLA MARAMBIO (PENINSULA ANTARTICA)	CGL2005-25100-E
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	2006 2007	DINÁMICA GEOMORFOLÓGICA, PERI-GLACIARISMO TECTÓNICA RECIENTE Y ACTUAL, EN EL SECTOR SEPTENTRIONAL DE LA REGIÓN DE LA PENÍNSULA ANTÁRTICA: IMPLICACIONES HIDROLÓGICAS Y AMBIENTALES.	CGL2005-03256/ANT.
ACCIÓN ESPECIAL	2008 2009	REALIZACIÓN DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DE LA ISLA MARAMBIO (MAR DE WEDDELL) Y DE BAHIA ESPERANZA, (PENINSULA ANTARTICA) EN EL MARCO DE LAS ACTIVIDADES DEL IGME Y EL IAA EN EL AÑO POLAR	CGL2007-30867-E/ANT
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	2010	ESTRUCTURA PROFUNDA, NATURALEZA DE MÁRGENES CONTINENTALES Y EVOLUCIÓN DE LA APERTURA DE PASILLOS OCEÁNICOS EN EL EXTREMO NE DE LA PENÍNSULA ANTÁRTICA (ESTRECHO DE BRANSFIELD Y PASO DE DRAKE, ANTARTIDA)	POL2006-13836-C03-01
ACCIÓN ESPECIAL	2011	MAGNETOESTRATIGRAFIA DEL PALEOGENO DE LA ANTARTIDA. ISLA MARAMBIO (SEYMOUR), MAR DE WEDDELL	CTM2010-09995-E
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	2011- 2014	CONEXIÓN PACÍFICO-ATLÁNTICO: CORRELACIÓN TECTÓNICA TIERRA-MAR Y MÁRGENES CONTINENTALES	CTM2011-30241-C02-02

Geological-Map-of-South-America-Villa-de-Leyva-Colombia-21-26 July 2014

Diapositiva 52.



Diapositiva 53.

**Instituto Geológico y Minero de España**

### CARTOGRAFIA GEOCIENÉTICA EN LA ANTÁRTIDA

Hacer "GEOLOGÍA" EN LA ANTÁRTIDA, para nosotros , ha sido y es:

- UN PRIVILEGIO

The slide contains two photographs. The top photo shows a group of about 15 people in winter gear posing in front of a red building on a snowy Antarctic site. The bottom photo shows a group of people in a laboratory or workshop setting, with shelves of equipment and supplies in the background. The text 'Geological Map of South America. Villa de Leyva, Colombia. 21-26 July 2014' is at the bottom left, and the number '54' is at the bottom right.

Diapositiva 54.

Instituto Geológico y Minero de España

**CARTOGRAFIA GEOCIÉNTIFICA EN LA ANTÁRTIDA**

Hacer "GEOLOGÍA" EN LA ANTÁRTIDA:

**- UN "RETO " PROFESIONAL**



Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

55

Diapositiva 55.

Instituto Geológico y Minero de España

**CARTOGRAFIA GEOCIÉNTIFICA EN LA ANTÁRTIDA**

Hacer "GEOLOGÍA" EN LA ANTÁRTIDA:

**- EXPERIENCIA VITAL PERSONAL**



Participar en el "top chef antártico"

do" o, al

Geological Map of South America. Villa de Leyva. Colombia.21-26 July 2014

56

Diapositiva 56.

**“Los mapas no solo representan la posición mas o menos exacta del lugar de las cosas, sino que entre sus líneas, colores y puntos, también relatan las aventuras de aquellas personas que los hicieron”**

(“La carta esférica” A. Pérez Reverte)



Instituto Geológico  
y Minero de España



Diapositiva 57.

Muchas gracias por su atención



Diapositiva 58.



# Sig da América do Sul 1:1 M Folhas NA.19 (Pico da Neblina) e SA.19 (Içá)

Marcelo Esteves ALMEIDA\*



\* marcelo\_almeida@ma.cprm.gov.br  
Serviço Geológico do Brasil  
(CPRM), Ministério de Minas e  
Energia



**CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral  
Ministério de Minas e Energia

**BRASIL**  
OS BONS E OS MAUS ESTÃO POR AÍ

# SIG DA AMÉRICA DO SUL 1:1 M

## Folhas NA.19 (Pico da Neblina) e SA.19 (Içá)

# GIS SOUTH AMERICA 1:1 M

## NA.19 (Pico da Neblina) e SA.19 (Içá) sheets

 **Villa de Leyva, 21-26 Julho 2014** 

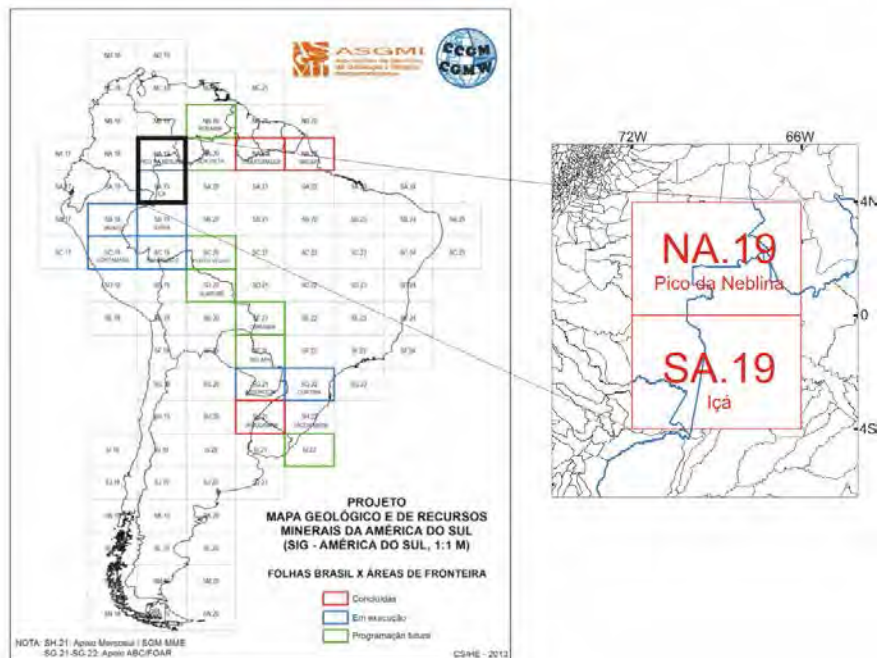
**Coordenadores Nacionais**  
Carlos Schobbenhaus Filho (CPRM/Brasília)  
Jorge Gomez Tapias (Col. Geol. Surv./Bogotá)

**Executores**  
Marcelo Esteves Almeida (CPRM/Manaus)  
[marcelo.esteves@cprm.gov.br](mailto:marcelo.esteves@cprm.gov.br)  
Nohora Emma Montes Ramirez (Col. Geol. Surv./Bogotá)  
[nmontes@ingominas.gov.co](mailto:nmontes@ingominas.gov.co)



Diapositiva 1.

### Location



Diapositiva 2.

## OBJECTIVES

- To contribute with the Geological Map of the World and with the Tectonic Map of the South America in 1:1 M scale (ASGMI-CGMW)
- To integrate, to re-value, to interpret, and to systematize the geology and mineral resources of the South America.

## JUSTIFICATIONS

- To give support to the strategic planning of government and private investments;
- To establish a geological South American base in Geographic Information Systems-GIS unified (1:1 M), containing integrated information along the frontiers (geology, structural, tectonics, mineral resources and geodiversity).

Diapositiva 3.

## OTHER IMPORTANT ASPECTS

- Structuration of base data from several other subjects related to geology, generating a Data Bank of Geological informations of the South America (GEOBANK-SouthAmerica);
- Preparation of a Stratigraphic Lexicon of the South America (digital format);
- Development of programs of training (on the job) in the geoprocessing methods;
- Interaction between teams of different geological services of the South America, making possible the exchange of informations and the development of new projects of common interest.

Diapositiva 4.

## NA.19 and SA.19 sheets: Previous Works (BRAZIL) Consultation

RADAMBRASIL (IBGE)  
PINHEIRO ET AL. (1976), FERNANDES ET AL. (1977), MONTALVÃO ET AL. (1974)

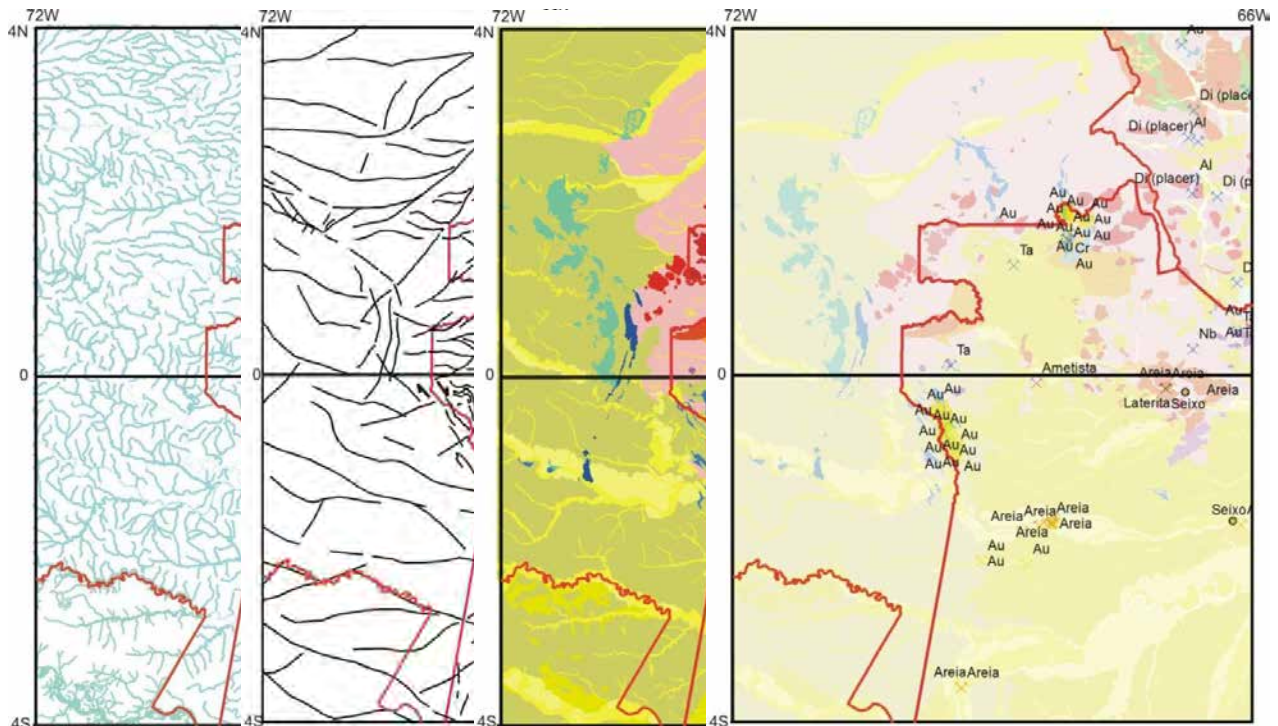
CPRM (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL)  
CPRM 1974 - PROJETO NORTE DA AMAZÔNIA (1:1 M)  
CPRM 1993\* (PROJETOS RIO NEGRO E SERRA IMERI 1:500.000)  
CPRM 1995\* (PROJETO INTEG. RIO NEGRO-IMERI 1:500.000)  
CPRM-PROJETO GIS DO BRASIL 2003 (1:2,5 M) e 2004 (1:1 M)  
CPRM-PROJETO GIS DO AMAZONAS 2006 (1:1 M)  
CPRM-PROJETO AEROGEOFÍSICO EXTREMO NOROESTE

## Field Trip

FOLHA NA.19:  
Alto médio rio Içana e afluentes (abril-maio 2010, 20 dias)  
Rio Negro entre São Gabriel-Cucuí (outubro 2013, 10 dias)  
Rio Negro entre Santa Isabel-Foz rio Marié (fevereiro 2014, 10 dias)

Diapositiva 5.

## LAYERS



Diapositiva 6.



### MINERAL RESOURCES

**BRAZIL**

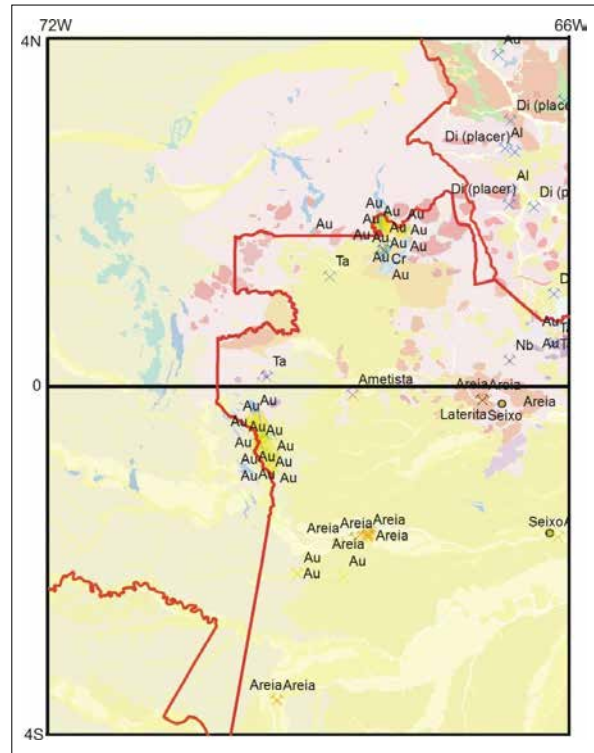
NA.19 (total: 59)  
 Au: 48 (81,4%)  
 Ta: 8 (13,6%)  
 Cr: 2 (0,5)  
 REE, Nb-Ta, Th, Ba, Al-Mn: 1 (0,01 %)

**SA.19 (total: 103)**

Au: 81 (78,6 %)  
 Fe: 1 (1,0 %)  
 Amethyst: 1 (1,0 %)  
 Sand: 17 (16,5 %)  
 Pebble: 2 (1,9 %)  
 Laterite: 11 (10,7 %)

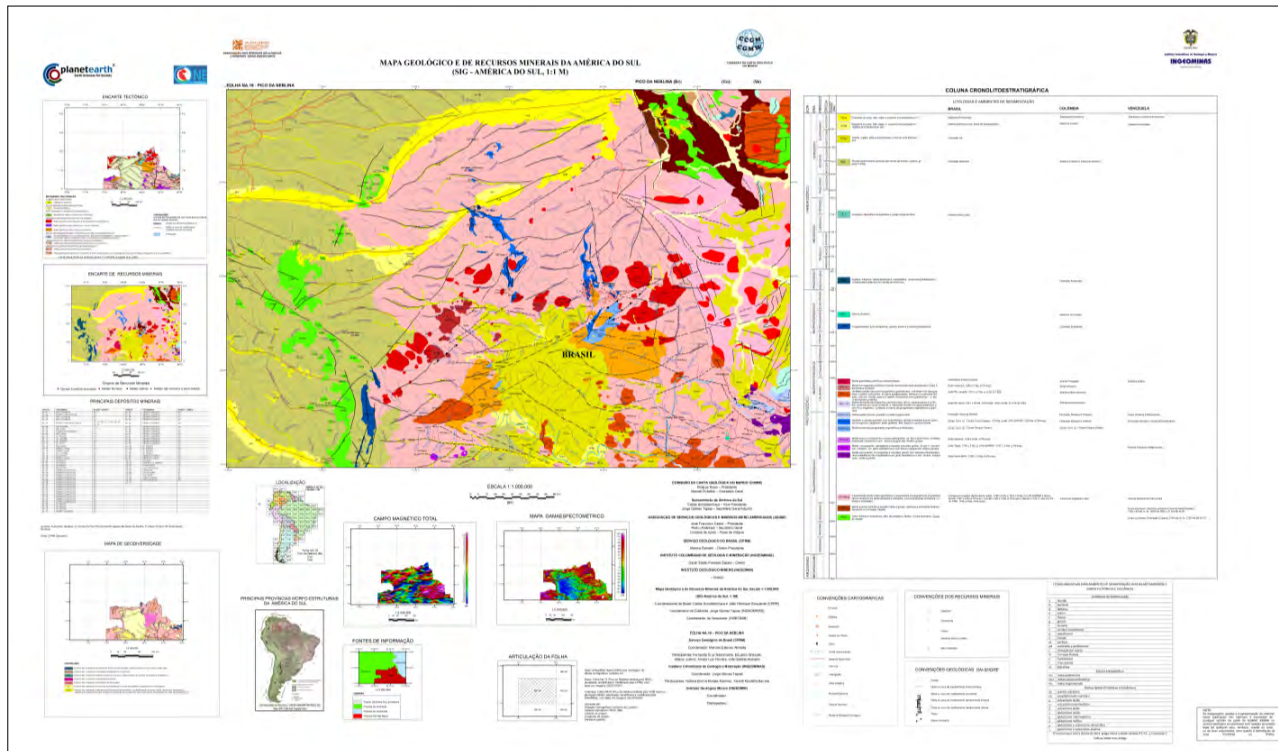
**VENEZUELA (total: 9)**

Diamond: 5 (55,6 %)  
 Al: 2 (22,2 %)  
 Others: 2 (22,2 %)



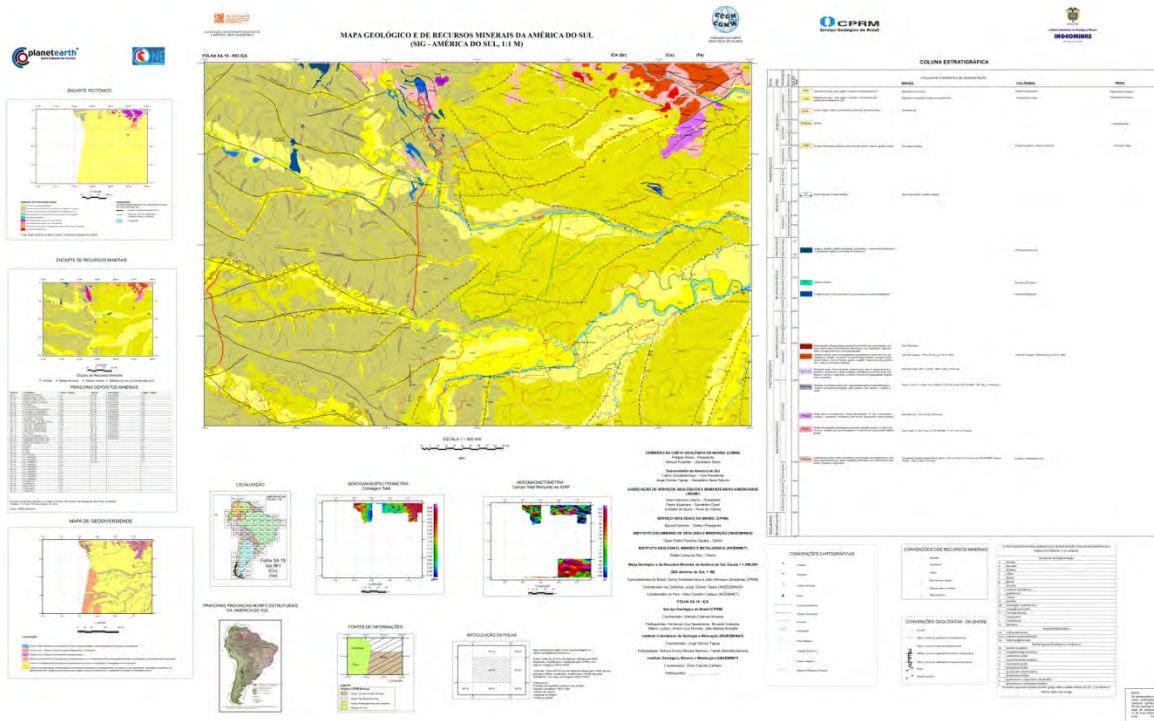
Diapositiva 9.

### NA.19 SHEET- PICO DA NEBLINA



Diapositiva 10.

## SA.19 SHEET-IÇÁ



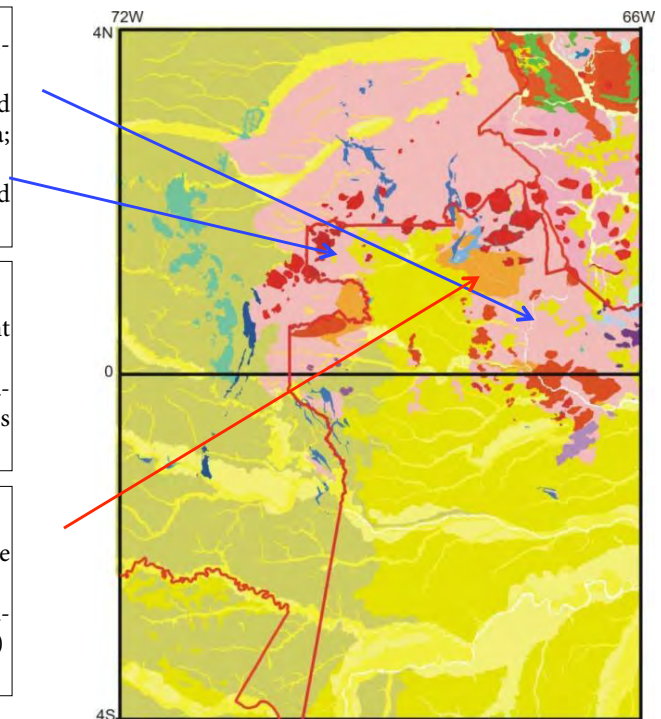
Diapositiva 11.

## GEODYNAMIC EVOLUTION: A SYNTHESIS

- “Calc-alkaline basalments” – different magmatic arc systems (accretionary orogens):
- Cauaburi Arc 1.81-1.78 Ga (juvenile+crustal-derived contribution) and late to post orogenic granites 1.75 Ga;
- Querari Arc 1.74-1.70 Ga (juvenile-derived origin);
- Supracrustal rocks – arc-related basins, deformed and metamorphised (low to high-grade)

- Collisional events (higher T):
- 1.76 Ga (Cauaburi Arc-Tapajós-Parima Continent collision?)
- 1.54-1.48 Ga (Cauaburi and Querari arcs amalgamation?): widespread crustal-derived origin granites generation: S-types and I-types granites

- 1.33-1.20 Ga (K’Mudku Event, lower T) - withinplate Grenville Orogeny effects?
- Mafic magmatism (Taphrogenetic events): Tapuruquara (1.17 Ga); Cujubim (0.90 Ga) e Uaraná (0.20 Ga)



Diapositiva 12.

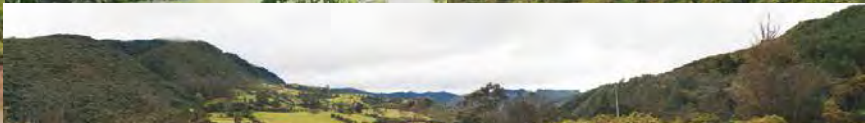


Diapositiva 13.



**Excursión geológica /**  
*Geological field trip*





# Excursión Geológica: El Cretácico de la cordillera Oriental de Colombia entre Santa María de Batá–embalse del Sisga (Chocontá)

Diana María  
MONTOYA ARENAS\*

## Introducción

En esta excursión se realizará un reconocimiento geológico de las unidades sedimentarias que afloran en la parte central de la cordillera Oriental de Colombia, entre Santa María de Batá (muro del embalse La Esmeralda) y Chocontá (embalse del Sisga).

El área visitada está localizada en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, se parte desde el municipio de Villa de Leyva tomando una carretera de segundo nivel para llegar al municipio de Samacá, para tomar luego una vía de primer orden que comunica a las ciudades de Bogotá y Tunja, la cual pasa por los municipios de Ventaquemada, Villapinzón y Chocontá, en este último municipio empieza la excursión geológica con la estación uno.

Finalmente, se toma una vía alterna de segundo nivel cuyo destino final son los Llanos Orientales de Colombia, esta vía es paralela al embalse la Esmeralda y por ella se accede a los municipios de Machetá, Guateque, Garagoa, Macanal y Santa María de Batá; en donde se localizan las estaciones restantes.

El relieve que se observará corresponde a la parte central de la cordillera Oriental que hace parte de la región fisiográfica de montaña (1000–3800 msnm); el viaje transcurrirá entre las cotas 2200 a 2700 en los municipios Ventaquemada, Villapinzón y Chocontá y; a partir de Chocontá, empezará el descenso topográfico hasta la cota 1200, donde está localizada la última estación.

## Estratigrafía

En este recorrido se observarán las unidades geológicas de la parte central de la cordillera Oriental. En los sinclinales del Sisga, Sueva y en el anticlinal de Machetá, afloran las rocas que conforman secuencias del Neógeno, Paleógeno y Cretácico Superior; mientras que la sucesión del Cretácico Inferior hace parte de un anticlinorio afectado por fallas y pliegues. La datación de la secuencia cretácica ha sido asignada por medio de amonitas y, para las rocas del Paleógeno y Neógeno, por medio de polen.

*Formación Santa Rosa* (Terraza *et al.*, 2007): Es una unidad de rocas siliclásticas berriasianas, conformada por lodolitas, limolitas, con arenitas de cuarzo y escasos conglomerados; acumuladas en ambientes marinos transicionales, poco profundos. Estas rocas reposan discordantemente con baja angularidad sobre las rocas sedimentarias paleozoicas del Grupo Farallones.

*Formación Lutitas de Macanal* (Ulloa & Rodríguez, 1979; redefinido en Terraza *et al.*, 2007): Es una sucesión siliclástica valanginiana, está compuesta por arcillolitas y lodolitas; en ellas se pueden separar dos horizontes arenosos, uno localizado en la parte más inferior, y el segundo en la parte media–baja de la secuencia. Esta formación se depositó en un ambiente marino poco

dmontoya@sgc.gov.co

Dirección de Geociencias Básicas  
Servicio Geológico Colombiano

profundo, influenciado por flujos de gravedad (próximos y distales) que dieron origen a los horizontes arenosos.

*Formación Las Juntas* (Ulloa & Rodríguez, 1979, redefinido en Terraza *et al.*, 2007): Las rocas de esta formación tienen una edad Hauteriviano y está representada por arenitas y lodolitas de cuarzo; se han diferenciado tres miembros: el inferior es arenoso, denominado Miembro el Volador; el intermedio es arcilloso y es llamado Miembro Lutitas intermedias y, el superior es arenoso y fue denominado Miembro Almeida. Esta unidad se depositó en ambientes marinos someros y deltaicos costeros.

*Formación Fômeque* (Hubach, 1931 y Hubach, 1957): Esta unidad se compone de segmentos siliclásticos representados por arcillolitas y lodolitas negras, carbonosas, que se intercalan con segmentos calcáreos compuestos por *mudstone*, *wackstone* y *packstone*. Los sedimentos que se agrupan en esta unidad se depositaron en condiciones marinas de costa afuera y se les ha asignado una edad Barremiano–Aptiano tardío.

*Formación Une* (Hubach, 1931 y Hubach, 1957): Arenitas de cuarzo moscovíticas dispuestas en capas muy gruesas y gruesas, tabulares y cuneiformes; en el segmento intermedio, se intercalan estas arenitas con paquetes de lodolitas y algunos mantos de carbón. En el segmento superior las arenitas son glauconíticas y hay presencia abundante de bivalvos. Esta sucesión se depositó en ambientes marinos someros y deltaicos costeros en el Albiano–Cenomaniano.

*Formación Chipaque* (Hubach, 1931 y Hubach, 1957, redefinido por Renzoni, 1962): Lodolitas y arcillolitas gris oscuras, en la parte inferior se diferencia un horizonte de 25 m de porcelanitas y capas de *packstone* de bivalvos. Hacia la parte superior se intercalan esporádicas arenitas de cuarzo. Esta sucesión de rocas se depositó en un ambiente marino costa afuera, en el intervalo de tiempo Cenomaniano (mal definido)–Santoniano.

*Grupo Guadalupe* (Hubach 1931 y 1957, redefinido por Renzoni, 1962): Este grupo está constituido por tres formaciones, la basal es denominada *Formación Arenisca Dura*, representada por arenitas de cuarzo en capas gruesas con esporádicas lodolitas en capas medias a gruesas; es constante un nivel de porcelanitas en la parte baja–media de la secuencia y, es hospedera de fosforitas. La *Formación Plaeners* está compuesta por lodolitas ricas en foraminíferos bentónicos que se alternan con paquetes de chert y, finalmente, la *Formación Tierna* que son arenitas de cuarzo friables, dispuestas en capas muy gruesas. Estas formaciones se depositaron en un ambiente litoral y sublitoral en una zona de llanuras intermareales. La edad reportada para la *Formación Arenisca Dura* es Campaniano inferior, para la *Formación Plaeners* es Campaniano tardío y, para la *Formación Arenisca Tierna*, parte del Maastrichtiano.

*Formación Guaduas* (Hettner, 1892 en De Porta, 1974): Es una secuencia arcillo–arenosa con mantos de carbón a lo largo de toda la sucesión, los explotables están localizados en la parte inferior y por debajo del horizonte guía denominado Arenisca la Guía. Esta unidad se depositó en una llanura costera que fue migrando a ciénagas y lagos conectados con el mar, para terminar en ambientes de llanuras bajas cercanas a la costa con ríos meandriformes. La edad reportada es Maastrichtiano tardío a Paleoceno temprano.

*Formación Cacho* (Hubach, 1931): Son arenitas líticas, tier-nas, de colores cremas y rosados, dispuestas en capas muy gruesas con estratificación inclinada; se intercalan con bancos de arcillolitas abigarradas. La edad asignada es Paleoceno tardío (van der Hammen, 1958).

*Formación Bogotá* (Hubach, 1931): Es una sucesión fluvial de arcillolitas abigarradas entre las cuales se intercalan bancos gruesos de areniscas con estratificación inclinada. La edad reportada es Paleoceno tardío y Eoceno inferior (van der Hammen, 1958).

*Formación Regadera* (Julivert, 1963): Es una sucesión de grano grueso, en ella se agrupan areniscas friables de grano grueso y capas de conglomerados que se alternan con arcillas rosadas y rojizas, con estratificación inclinada y gradada. La edad asignada es Eoceno medio (van der Hammen, 1958).

*Formación Tiltá* (Scheibe, 1933): Sucesión siliclástica de ambientes fluviales y fluviolacustres, de edad Plioceno; hacia los bordes de este depósito y la parte inferior, afloran secuencias de hasta 83 m constituidas por arenas de grano medio y grueso que alternan con gravas grano soportadas y, finalmente, la parte superior son intercalaciones de gravas granosoportadas. Hacia la parte central del depósito se presentan arenas de grano medio y grueso con lentes de arcilla y, menos comúnmente, lentejones de gravas matriz–soportadas y grano–soportadas con cantos de cuarzo y chert.

## Itinerario

### Estación 1

Km 0 (N 5° 05' 29,7"; W 73° 42' 48,6"). Formación Tiltá. Esta estación se localiza en el flanco occidental del Sinclinal del Sisga, en donde se apreciará una vista panorámica hacia el sur, para observar la morfología que genera la Formación Tiltá, la cual reposa discordantemente sobre las rocas del Cretácico Superior.

### Estación 2

Km 8,2 (N 5° 05' 55,3"; W 73° 39' 28,4"). Formación Regadera. Este lugar se localiza en el flanco oriental del Sinclinal del Sisga. La vista panorámica tendrá una dirección suroccidente, en la que se observará la morfología de la Formación Regadera, y a lo lejos, algunos de sus afloramientos. En la Formación Regadera se alternan tres filos y dos valles, en los filos las rocas son lito y sublitoarenitas, con presencia de conglomerados de guijos y arenitas conglomeráticas; los valles están constituidos por lodolitas arenosas en ocasiones conglomeráticas con esporádicas capas de conglomerados de guijos.

Al oriente, se observará el valle que generan las rocas de la Formación Bogotá, conformada por lodolitas varicoloreadas y arenitas con estratificación inclinada.

### Estación 3

Km 11,2 (N 5° 05' 40,9"; W 73° 38' 35,4"). Esta estación se localiza en el flanco oriental del Sinclinal del Sisga, en rocas de la Formación Guaduas. A la derecha (occidente) se observan rocas de la Formación Cacho constituyendo un filo, por debajo estratigráficamente afloran las rocas de la Formación Guaduas y a la izquierda (oriente) se apreciará la montaña conformada por rocas del Grupo Guadalupe, limitada por una falla cabalgamiento con vergencia al occidente denominada Falla de Suralá.

#### Estación 4

Km 12,3 (N 5° 05' 27,0"; W 73° 38' 03,4"). Grupo Guadalupe. Esta estación está ubicada en el flanco occidental del Anticlinal de Machetá. En este afloran las rocas de la unidad basal del Grupo Guadalupe (Formación Arenisca Dura); al oriente se observa un escarpe también representado por rocas de la Formación Arenisca Dura, en contacto con rocas de la Formación Une por medio de la Falla de Machetá.

#### Estación 5

Km 22 (N 5° 04' 32,2"; W 73° 34' 37,3"). Grupo Guadalupe. En esta vista panorámica se observa un escarpe en el flanco oriental del Sinclinal de Sueva. En el escarpe se diferencian las tres formaciones del Grupo Guadalupe, la basal es la Formación Arenisca Dura, la intermedia es la Formación Plaeners y la superior, la Formación Arenisca Tierna.

#### Estación 6

Km 25 (N 5° 04' 39,0"; W 73° 33' 15,1"). Formación Chipaque. Seguiremos en el flanco oriental del Sinclinal de Sueva, la vista panorámica muestra la morfología que generan las rocas de la Formación Chipaque y sus contactos con las formaciones infra y suprayacente. Al occidente, se observan las rocas de la Formación Arenisca Dura y, al oriente, la pared estructural que marca el contacto con la Formación Une.

#### Estación 7

Km 31,4 (N 5° 02' 18,8"; W 73° 31' 37,0"). Formación Une. Hacia al sur se apreciará una panorámica de la Formación Une, hacia la base se observaran siete conjuntos arenosos separados por intervalos constituidos por lodolitas negras, con restos de plantas. En el segmento B, aunque predominan las arenitas de cuarzo, es el segmento con mayor contenido de lodolitas, además hay presencia de lentes de carbón. En el segmento superior las intercalaciones entre arenitas y lodolitas son más rítmicas, las arenitas son de cuarzo con importantes cantidades de glauconita y chamosita.

#### Estación 8

Km 34,2 (N 5° 00' 22,6"; W 73° 30' 21,0"). Formación Fómeque. Panorámica con vista al sur donde se aprecian las rocas de la Formación Fómeque afectadas por plegamientos y, al fondo, las rocas de la Formación Une sin deformación.

*Nota: En el km 39,3 se encuentra la entrada a la cabecera municipal del municipio de Guateque.*

#### Estación 9

Km 60,1 (N 5° 00' 59,1"; W 73° 23' 15,4"). Formación Las Juntas. Se tomará la vía a Chivor para observar la panorámica hacia el norte, en donde se apreciarán los tres miembros cartografiables de la Formación Las Juntas: el inferior es principalmente arenoso (Miembro El Volador), el intermedio es denominado Lutitas Intermedias y, sobre este, reposa el miembro arenoso (Miembro Almeida).

#### Estación 10

Km 69,6 (N 4° 58' 44,4"; W 73° 20' 25,0"). Formación Macanal. Vista panorámica de la Formación Macanal y el relieve deprimido que genera, a la izquierda se observa el contacto con la Formación Las Juntas y a la izquierda, la pared estructural es el contacto con la unidad infrayacente (Formación Santa Rosa).

#### Estación 11

Km 74 (N 4° 57' 22,9"; W 73° 19' 16,1"). Esta estación tendrá una panorámica al suroriente. Se observaran algunas superficies estructurales, las más superiores corresponden a la base de la Formación Macanal y, las localizadas por debajo, serían las rocas superiores de la Formación Santa Rosa.

#### Estación 12

Km 83,5 (N 4° 54' 09,1"; W 73° 17' 45,8"). Grupo Farallones. Muro del embalse La Esmeralda (Chivor). Panorámica con vista hacia el norte en donde se observara las rocas paleozoicas del Grupo Farallones y, discordantemente, las rocas berriasianas de la Formación Santa Rosa. 📍

## Referencias

- De Porta, J. 1974. *Lexique Internationale Stratigraphique. Amerique Latine. Fascicule 4b. Colombie. Tertiaire et Quaternaire.* Centre National de la Recherche Scientifique. 918p. París.
- Hubach, E. 1931. Geología petrolífera del departamento de Norte de Santander. INGEOMINAS. *Compilación de los Estudios Geológicos en Colombia*, 12:1–337. Bogotá.
- Hubach, E. 1957. Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. Instituto Geológico Nacional. *Boletín Geológico*, 2:93–112. Bogotá.
- Julivert, M. 1963. Los rasgos tectónicos de la región de la Sabana de Bogotá y los mecanismos de formación de estructuras. *UIS. Boletín Geológico*, 13–14:5–102. Bucaramanga.
- Pérez, G. & Salazar, A. 1978. Estratigrafía y facies del Grupo Guadalupe. Universidad Nacional de Colombia. *Geología Colombiana*, 10:7–113. Bogotá.
- Renzoni, G. 1962. Apuntes acerca de la litología y tectónica de la zona al este y sureste de Bogotá. Servicio Geológico Nacional. *Boletín Geológico*, 1–3: 59–79. Bogotá.
- Scheibe, R. 1933. Informe sobre el yacimiento de sal de Nemocón: Bogotá.
- INGEOMINAS, *Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia*, tomo 1: 51–59. Bogotá.
- Terraza, R., Montoya, D., Reyes, G., Moreno, G. & Fuquen, J. 2008. Geología del Cinturón Esmeraldífero Oriental, Plancha 210, 228 y 229. INGEOMINAS, informe 2877, 126p.
- Ulloa, C. & Rodríguez, E. 1979. Geología del Cuadrángulo K–12 Guateque, Colombia. INGEOMINAS, Informe 1701, *Boletín Geológico*, 22(1):3–56. Bogotá.
- van der Hammen, T. 1958. Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental de Colombia. INGEOMINAS, *Boletín Geológico*, 5(2):189–203. Bogotá.

## Anexo 1 Fotografías de las paradas



Estación 1



Estación 2



Estación 3



Estación 4



Estación 5





Estación 6



Estación 7



Estación 8



Estación 9



Estación 10



Estación 11



Estación 12



# Actas



# Acta del *Geological Map of South America Workshop* llevado a cabo en el municipio de Villa de Leyva (Boyacá, Colombia) del 21 al 26 de julio de 2014

Se reunieron en el municipio de Villa de Leyva (Colombia) representantes de los servicios geológicos y universidades de Venezuela, Surinam, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil y Colombia, así como geólogos colaboradores de Holanda y España, y tres representantes de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CGMW) de Francia, incluyendo su presidente. Esta comisión científica se reunió con el firme objetivo de avanzar en la nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M, y en general, en los proyectos de la Subcomisión para Suramérica de la CGMW.

## Considerando:

1. Que la Subcomisión por Suramérica de la Comisión del Mapa Geológico del Mundo (CGMW) ([www.cgmw.org](http://www.cgmw.org)) viene adelantando cuatro proyectos de carácter continental:
  - Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M
  - Mapa Geológico y de Recursos Minerales de Suramérica (MGRMS) que consta de 92 planchas a escala 1:1 M
  - Mapa Tectónico de Suramérica a escala 1:5 M
  - Mapa Geológico del Cratón Amazónico (Escudo de la Guyana y Escudo Central de Brasil) a escala 1:2 M.
2. Que se realizan bajo el liderazgo del Dr. Carlos SCHOBENHAUS (Vicepresidente por Suramérica de la CGMW) del Servicio Geológico de Brasil (CPRM), Jorge GÓMEZ TAPIAS (Secretario General por Suramérica de la CGMW) del Servicio Geológico Colombiano (SGC) y la Dra. Lêda Maria FRAGA BARRETO (Secretaria General Adjunta por Suramérica de la CGMW) del CPRM, con la colaboración de la mayoría de los servicios geológicos y varias universidades del continente.
3. Y que este taller técnico-científico fue aprobado durante la pasada XIX Asamblea General del ASGMI realizada en septiembre de 2013 en Buenos Aires (Argentina), donde se acordó celebrar el taller por ofrecimiento del SGC, en Villa de Leyva (Colombia) del 21 al 26 de julio de 2014 y que tendría como objetivo dar continuidad al proyecto de cooperación horizontal para la realización del MGRMS a escala 1:1 M y el Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M.

## Los asistentes al *Geological Map of South America Workshop* manifiestan que:

El 21 de julio de 2014 arribó a Villa de Leyva (Boyacá, Colombia), una comisión científica de 46 profesionales en ciencias de la tierra y funcionarios de diversas nacionalidades: franceses, holandeses, un español y 10 naciones suramericanas, encargados de avanzar en la nueva versión del

Mapa Geológico de Suramérica que será publicada en el 2016. Durante la inauguración se escucharon las palabras de:

- PhD. Philippe ROSSI, presidente de la CGMW, quien realizó un recuento histórico de la cartografía geológica del mundo y especialmente de Suramérica.
- PhD. Carlos SCHOBENHAUS, vicepresidente de la subcomisión del CGMW, quien ahondó en la historia de los mapas geológicos de Suramérica, y fue quien llamó la atención sobre los proyectos que adelanta y ha adelantado la Subcomisión por Suramérica del CGMW.
- Y las últimas del Dr. Óscar PAREDES, director del SGC, quien expresó el apoyo y compromiso del SGC con este proyecto suramericano, que tiene como objeto publicar la nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica para el 2016.

Posteriormente, se procedió a iniciar las actividades continentales programadas en las que se acordó lo siguiente:

## 1. Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M

En una jornada de dos días, se realizaron con éxito todas las presentaciones programadas de cada una de las naciones suramericanas asistentes al *Geological Map of South America Workshop*. Estas estuvieron a cargo de cada uno de los representantes, en su mayoría, hicieron recuentos históricos de la cartografía geológica nacional, reflexiones acerca de la labor cartográfica y sobre las experiencias propias en la elaboración de mapas con este grado de simplificación. Posteriormente, los geólogos entraron en una fase de armonización de los mapas geológicos, así como de discusión entorno a la leyenda del mapa continental que necesitará nuevos y mejores ajustes que se acomoden a las particularidades cartográficas suramericanas.

El jueves 24 de julio de 2014 en la mañana, se les entregó a los representantes de cada país una copia de la leyenda para que fuera evaluada y adaptada a las necesidades cartográficas de la nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M. En horas de la tarde se discutió y se llegó al acuerdo general de que la leyenda del mapa será:

### Rocas Sedimentarias

Siliciclásticas  
Carbonáticas  
Indiferenciadas

### Rocas Volcánicas

Andesíticas y afines  
Basálticas  
Riolíticas  
Alcalinas  
Indiferenciadas

### Rocas Plutónicas

Graníticas  
Gábricas y Ultramáficas  
Alcalinas  
Indiferenciadas

### Rocas metamórficas

Bajo a medio grado

Medio a alto grado

Alta P/T

Indiferenciadas

Se dejó claro que esta sería una versión preliminar y que se examinarían ajustes posteriores de acuerdo al avance en la armonización, además, se acordó flexibilizar la nomenclatura de las unidades cronoestratigráficas (e.g. intervalo Jurásico-Cretácico en una misma unidad).

Con respecto a los colores del mapa, se llegó al común acuerdo de que es necesario realizar modificaciones a los colores, sobre todo del Precámbrico, ya que los tonos son insuficientes; así mismo, se planteó diferenciar el Cretácico, Cretácico Temprano y Cretácico Tardío, por su utilidad cartográfica en la nueva versión.

Los representantes de Brasil, Ecuador, Argentina, Chile, Perú, Uruguay, Venezuela y Bolivia entregaron el mapa geológico digital de cada país, para avanzar con los compromisos que lleven a culminar el Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M.

Asimismo, se propuso cuál era la forma de hacer el mapa y se deliberó si era conveniente que cada país hiciera su parte, o si el SGC y el CPRM (de ahora en adelante denominados compiladores), lo harían y posteriormente lo enviarían para que fuera avalado por cada servicio geológico, universidad o instituto representante. Al final de la reunión se llegó al acuerdo de que:

1. Argentina, Venezuela y Ecuador harían su parte a escala 1:5 M y lo enviaría al grupo compilador. Argentina y Venezuela se proponen entregarlo en el mes octubre del 2015.
2. Chile estudiará la posibilidad de hacerlo, y de no ser posible, la próxima semana lo comunicaría a los compiladores para que ellos lo hicieran.
3. El grupo compilador hará la armonización de la frontera compartida por Perú, Bolivia y Uruguay, este documento será enviado al correspondiente servicio geológico y universidad para que sea discutido y avalado.

Para llevar a feliz término el Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M, se acordó que el SGC se encargará de armonizar la parte andina y el CPRM haría la par, con la armonización de la Plataforma Suramericana. Una vez este trabajo esté culminado, se hará una reunión de una semana entre estos dos grupos en Brasilia o Río de Janeiro (Brasil) en el segundo semestre del año 2015, para armonizar estas dos partes y tener un primer borrador para ser discutido y avalado.

También se obtuvo el compromiso de los geólogos senior: Prof. Víctor RAMOS, Prof. Emond W.F. DE ROEVER, Prof. Francisco HERVÉ ALLAMAND, Prof. Benjamin B. de BRITO NEVES y Prof. Salomón KROONENBERG para hacer sus aportes sobre el borrador que se obtenga del Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:5 M.

## 2. Mapa Geológico y de Recursos Minerales de Suramérica a escala 1:1 M

Con respecto al Mapa Geológico de Recursos Minerales de Suramérica, el trabajo se llevó a cabo por grupos y se avanzó en lo siguiente:

**Plancha NA.18**

Se armonizó parte de la frontera con Ecuador, y se aclara que hace falta la base de datos de recursos minerales actualizada de Colombia. El compromiso de los representantes, Fabián VILLARES y Nohora MONTES, es terminar de armonizar los límites prontamente.

**Plancha NA.19**

Se armonizaron las fronteras de Colombia y Brasil con Venezuela en la base geológica y estructural, también se hizo la clasificación de las unidades, y se aclara que falta la base de datos de recursos minerales actualizada de Venezuela y Colombia. El compromiso es enviar a Marcelo ALMEIDA las bases actualizadas de cada país para terminar el mapa.

**Plancha NA.20**

Los representantes de Venezuela se comprometieron a actualizar la base de datos de recursos minerales y posterior armonización de la información fronteriza, para finalmente ser enviada a Marcelo ALMEIDA y así actualizar esta plancha.

**Plancha SA.19**

Se hizo la clasificación de las unidades y se reconoció que hace falta la base de datos de recursos minerales actualizada de Colombia. El compromiso es enviar a Marcelo ALMEIDA las bases actualizadas de cada país para poder terminar el mapa.

**Plancha SE. 19**

Los representantes de Chile, Perú y Bolivia han manifestado su intención de reunirse en Bolivia en el marco de congreso geológico nacional en el mes de octubre del 2014, con el fin de avanzar en la armonización.

**Otras planchas**

De la misma forma, los representantes de Chile y Argentina, Argentina y Bolivia y, Argentina y Uruguay, han manifestado su intención de encontrarse para discutir la armonización de la geología de la frontera común en los próximos meses.

**3. Mapa tectónico de América del Sur**

El Dr. Víctor RAMOS y la Dra. Lêda FRAGA procedieron a revisar, en los primeros dos días del *Geological Map of South American Workshop*, la última versión del mapa producido por la CPRM y el SEGEMAR, prestando especial atención al ensamble de la parte oceánica con la continental. Se revisaron los criterios para definir los límites de placa y las suturas con especial atención a las indicadas en la Plataforma Sudamericana. Se revisaron las leyendas y referencias en su formato final para que tuviesen la necesaria coherencia. Se aprobó la necesidad de producir un *inset* donde se mostrase las relaciones de las principales estructuras con las de Gondwana occidental.

Se analizó la necesidad de generar un nuevo *inset* para que pudiese tener cabida la delimitación de las principales cuencas sedimentarias. Se decidió, además, que en ese *inset* se pudiesen indicar las provincias geológicas mayores de la Plataforma Sudamericana.

Se procedió a revisar la región del margen caribeño tomando como base la última versión del Mapa del Caribe realizado por la CCGM, ajustándose la zona de subducción, el

Prisma de Barbados y el Arco Magmático Antillano. Además, se procedió a mejorar la precisión del trazado del límite de placas en el sector venezolano, con el asesoramiento de los delegados de Venezuela.

El tercer día, se procedió a analizar las observaciones presentadas por el revisor Dr. Bley de BRITO NEVES en las diferentes estructuras de la Plataforma Sudamericana, destacando la necesidad de indicar en el mapa los arcos como los de Punta Grossa, Rio Grande do Sur y el del azimut 125°, entre otros.

Se analizaron, además, los criterios para indicar la batimetría en la plataforma continental y las edades de los fondos oceánicos, que permitiesen resaltar mejor las diferencias entre esos ambientes. Asimismo, se decidió aumentar el contraste de las isopacas de las cuencas sedimentarias para destacar éstas en las regiones costa afuera.

El Dr. Víctor RAMOS y la Dra. Leda FRAGA, pasaron revista a las observaciones recibidas y se planificaron las medidas a tomar para que las mismas queden reflejadas en la versión final del Mapa Tectónico de América del Sur.

**4. Mapa Geológico del Cratón Amazónico**

El primer encuentro del Mapa Geológico del Cratón Amazónico, fue llevado a cabo durante *Geological Map of South America Workshop* en Villa de Leyva (Colombia), el 24 de julio de 2014.

Los participantes fueron:

Lêda Maria FRAGA (líder del proyecto y funcionaria del CPRM, [leda.fraga@cprm.gov.br](mailto:leda.fraga@cprm.gov.br))

Philippe ROSSI (presidente de la CGMW, [cgmw@sfr.fr](mailto:cgmw@sfr.fr))

Carlos SCHOBHENHAUS (presidente para Suramérica de la CGMW, [carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br](mailto:carlos.schobbenhaus@cprm.gov.br))

Jorge GÓMEZ TÁPIAS (secretario general para Suramérica de la CGMW, [SGC] [mapageo@sgc.gov.co](mailto:mapageo@sgc.gov.co))

Gerardo Ramiro MATOS SALINAS (Universidad Mayor de San Andrés [Bolivia], [rmatoss@yahoo.com](mailto:rmatoss@yahoo.com))

Salomon KROONENBERG (Delft University of Technology, [s.b.kroonenberg@tudelft.nl](mailto:s.b.kroonenberg@tudelft.nl))

Emond DE ROEVER (Free University of Amsterdam, [ederoever@ziggo.nl](mailto:ederoever@ziggo.nl))

Theo WONG (Anton de Kom University of Surinam, [t.wong@uvs.edu](mailto:t.wong@uvs.edu))

Alí Ricardo GÓMEZ RAMOS (Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas [FUNVISIS], [agomez@funvisis.gob.ve](mailto:agomez@funvisis.gob.ve))

Walter REATEGUI (FUNVISIS, [wreategui@funvisis.gob.ve](mailto:wreategui@funvisis.gob.ve))

Marcelo Esteves ALMEIDA (CPRM, [marcelo.esteves@cprm.gov.br](mailto:marcelo.esteves@cprm.gov.br))

Nohora Emma MONTEZ RAMÍREZ (SGC, [nmontes@sgc.gov.co](mailto:nmontes@sgc.gov.co))



Después de las discusiones del primer encuentro del Mapa Geológico del Cratón Amazónico, los participantes llegaron a los siguientes acuerdos:

- a) En la figura anexa, se encuentra el marco general y los límites del Mapa Geológico del Cratón Amazónico;
- b) El CPRM va a dar apoyo para la preparación de la primera versión del Mapa Geológico del Cratón Amazónico, que se espera que sea terminado para la mitad del año 2015;
- c) La primera versión será preparada mediante el uso de la base de datos del Sistema de Información Geográfica (GIS) del proyecto Mapa Geológico de Suramérica a escala 1:1 M (proyecto CGMW-ASGMI) y de la información GIS disponible de los diferentes países.
- d) Los colores representarán la edad de la unidad estratigráfica;
- e) La elección de los colores será hecha con base en la mejor adaptación, con el fin de garantizar la mejor legibilidad del mapa;
- f) Se usarán los colores de la Tabla Cronoestratigráfica Internacional, con las respectivas subdivisiones de acuerdo a la cronología detallada del Cratón Amazónico;
- g) Se espera que la duración del proyecto sea de 4 años. Para el final del 2015 y durante el 2016, se habrán realizado 3 encuentros regionales transfronterizos que serán organizados por los participantes locales. Los objetivos de los encuentros serán: 1) asegurar la mejor armonización entre las diferentes unidades estratigráficas en las fronteras de los diferentes países y 2) asegurar que la leyenda sea la más adecuada y conveniente;
- h) La porción más noroccidental del Cratón Amazónico es la zona donde la información geológica es la más pobre, por lo tanto, se deberá llevar a cabo un esfuerzo geocronológico especial sobre muestras seleccionadas disponibles, lo que incrementará considerablemente el conocimiento y, así mismo, facilitará la armonización con otras partes del basamento y, por supuesto, contribuirá a mejorar el Mapa Geológico del Cratón Amazónico;
- i) Se espera hacer uso de datos geofísicos para mejorar el conocimiento de la relación entre la zona norte y sur del Cratón Amazónico, en este sentido la CGMW va a preparar los mapas geofísicos haciendo uso de una grilla disponible de información magnetométrica de 5 km;
- j) Durante el desarrollo del proyecto, un sitio en la *web* va a proveer información a todos los miembros del grupo de trabajo sobre el estado del avance del Mapa Geológico del Cratón Amazónico;
- k) A través de la *web* se hará el intercambio de información, así como contribuciones al mapa;
- l) El proyecto será finalizado en un encuentro científico, probablemente en la ciudad de Belém (Brasil). Este encuentro tendrá como objetivo presentar el nuevo Mapa Geológico del Cratón Amazónico y su logro científico. Contribuciones de parte de la comunidad científica y de los grupos de trabajo que asistan a este encuentro, serán publicadas en una revista científica a través de una publicación especial;
- m) El primer paso del proyecto, antes de la preparación de la primera versión del Mapa Geológico del Cratón Amazónico, será acordar una versión de la leyenda del mapa;

- n) El proyecto se propone poner a disposición una versión en formato pdf y una versión impresa, junto con una base de datos GIS que incluya principalmente: litología, geocronología, estructura y recursos minerales.

## 5. Mapa Hidrogeológico de América del Sur

De forma paralela al *Geological Map of South America Workshop*, se realizó una reunión para tratar el tema del Mapa Hidrogeológico de Suramérica (proyecto de la ASGMI) que fue solicitada por del director general del SGC, Dr. Óscar PAREDES.

Se reunieron:

Roberto PAGE (SEGEMAR, Argentina), Ramiro MATOS (Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia), Fabián VILLARES (INIGEMM, Ecuador), Agapito SÁNCHEZ (INGEMMET, Perú), Renate WALL (SERNAGEOMIN, Chile), Rodrigo CARRASCO (SERNAGEOMIN, Chile), Jorge SPORTURNO (DINAMIGE, Uruguay) y Alberto OCHOA (SGC, Colombia).

Acordaron que es necesario:

- Una actualización del Mapa Hidrogeológico de Sur América;
- preparar un proyecto para la consecución de recursos, e
- identificar avances de cada uno de los países en el conocimiento de los acuíferos.

Finalmente se decidió:

- Conformar un nodo de agua subterránea para Suramérica,
- que la convocatoria será liderada por el SGC (Alberto OCHOA) y,
- que se va a hacer la primera reunión en el mes de octubre o noviembre del 2015, en el marco del evento de medio ambiente en Colombia, con los países integrantes del ASGMI.

## 6. Proyecto Gondwana

Paralelamente, el estudiante de geología Rafael DE ARAÚJO FRAGOSO en representación del Proyecto Gondwana que es liderado por la Dra. Renata DA SILVA SCHMITT, avanzó en el proyecto en el sentido en que:

- Se va a celebrar un debate en el Proyecto Gondwana para mejorar los colores del mapa (especialmente los colores del Precámbrico), de acuerdo a lo sugerido por varios de los asistentes al taller.
- Se acordó que se va a tener un mayor contacto entre el Proyecto Gondwana y los representantes que se encuentran trabajando en la nueva versión del Mapa Geológico de Suramérica, de acuerdo a lo sugerido por el PhD. Carlos SHOBENHAUS.
- Se estableció una cooperación con los equipos de Colombia (SGC) y Venezuela (FUNVISIS) para la colaboración con el Proyecto.
- Se realizó la armonización de la frontera NW del estado de Amazonas (Brasil).

**De acuerdo a lo anterior, firman los asistentes al *Geological Map of South America Workshop*:**

# Meeting on the CGMW Structural Map of the Caribbean, July 26<sup>th</sup>, 2014, Villa de Leyva, Colombia

This meeting was especially devoted to the Southern part of the map

## Participants:

- Philippe BOUYASSE, CGMW, Paris, France
- David FARRIS, University of Florida, USA
- Lêda Maria FRAGA BARRETO, CPRM, Brazil
- Alí Ricardo GÓMEZ RAMOS, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas–FUNVISIS & Universidad Central de Venezuela–UCV
- Jorge GÓMEZ TAPIAS, Servicio Geológico de Colombia
- Nohora Emma MONTES RAMÍREZ, Servicio Geológico de Colombia
- Álvaro NIVIA GUEVARA, Servicio Geológico de Colombia
- Fabián Marcello VILLARES JIBAJA, Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico–INIGEMM
- Walter REATEGUI, FUNVISIS & UCV
- Philippe ROSSI, CGMW, Paris, France

The principles and main characteristics of the mapping project were recalled to each of the participants by the General coordinator Ph. BOUYASSE.

A state of the art of the compilation made by Ph. BOUYASSE was presented. The paper draft displayed the onshore compilation linking Santo Domingo, Cuba, the eastern part of Mexico, Central America to the Sierra de Baudó–Colombia.

The discussions focused on three main areas: Panama arc, Colombia, Venezuela. Each of the geographical working groups was provided with copies of the relevant drafts of the compilation made by Ph. BOUYASSE. The outcomes of the discussions are as follows.

## 1. Panama arc–D. Farris

D. FARRIS agreed to participate to the mapping project by correcting with new data some plotted features and adding new polygons (plutonic intrusions, volcanic extrusives, etc.). He also provided the project with new recent authoritative publications. D. FARRIS committed himself to deliver a corrected and improved draft by October 2014.

## **2. Venezuela—A.R. Gómez & W. Reátegui, collaborators of Prof. Franco Urbani who attended on his behalf due to unforeseen circumstances**

A first draft of this area that was compiled by the Venezuelan team following the lines communicated to F. URBANI by Ph. BOUYSSE was presented for the first time to the coordinator, and subject to critical scrutiny. Some adjustments remained to be done in order to organize the presentation of the data in more structural way. The commitment of the Venezuelan geologists is to send the revised draft by September 2014.

## **3. Colombia—J. Gómez, A. Nivia, & N. E. Montes**

The Colombian team presented a basemap representing a simplified geology from the Geological Map of Colombia at a scale of 1:1 M (2014). The document was useful to support the technical discussions. Next step is to simplify (regrouping units) and adapt this draft into a more structural presentation. The commitment of the Colombian geologists is to send the revised draft by September 2014.

