

VOL 3, No 1

EDICION ESPECIAL

SEPTIEMBRE 1987

SELPER

REVISTA TECNICA, INFORMATIVA, DE COOPERACION IBEROAMERICANA Y MUNDIAL DE LA SOCIEDAD DE ESPECIALISTAS LATINOAMERICANOS EN PERCEPCION REMOTA (SELPER).

II SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE SENSORES REMOTOS

VII REUNION PLENARIA SELPER

III SIMPOSIO COLOMBIANO SOBRE SENSORES REMOTOS

COLOGUIO INTERNACIONAL SPOT







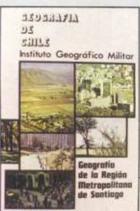
ORGANIZACION:

SELPER Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi de Colombia:

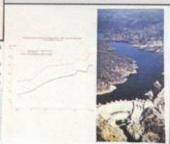
S C F Sociedad Colombiana de Fotogrametría y Percepción Remota

BOGOTA, COLOMBIA 16-20 NOV. 1987

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR



MAPAS · ATLAS · ASESORIAS · CARTOGRAFIA · FOTOGRAMETRIA · ORTOFOTOS · ARTES GRAFICAS



Por tradición y prestigio nos hemos convertido en una Institución que presta un permanente apoyo a la enseñanza de la Geografía y Cartografía en distintos niveles de la Educación, a través de la publicación de un variado material cartográfico.





Dieciocho 369 ★ 710731 · San Antonio 65 Local 107-A Télex 441677 IGM CZ · Fax 6988278

COMITE PUBLICACIONES SELPER - CHILE

Sr. Mauricio Araya F. **Director Editorial** Sr. Hernán Figueroa Editor Técnico Sr. Roberto Piña O. Arte y Dibujo Sr. Rodrigo Whipple C. Traducción e interpretación Sr. Millon Diaz G. Apoyo Técnico Srta. Adriana Vidaurre O. Secretaria Sr. Ricardo de la Fuente Diseño y Diagramación Sr. Hugo Adasme Diagramación y Composición Sra. Gloria Barros Coordinación

IGM (Chile) Brig. Roberto Castillo Viel Director Instituto Geográfico Militar

COMITE DE EXPERTOS

ARGENTINA

Ing. Miguel Sánchez - Peña Vice-Presidente SELPER Ing. Marcelo Campi Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE)

BRASIL

Dr. Roberto Pereira Da Cunha **INPE-Presidente SELPER** Ing. Paulo Cesar Gurgel instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)

Ing. Fritz P. Du Bois DATACAP/CIDA

COLOMBIA

Ing. Luis Carlos Molina Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (ex CIAF), SCFR

TCL. Jorge Tapia Castillo Instituto Geográfico Militar (IGM) Ing. Alberto Kühne Servicio Agrícola y Ganadero (SAG/DIPROREN), CONAF

ECUADOR

Ing. Patricio Toledo Centro de Levantamiento Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN)

EE.UU.

Dr. Luis Bartolucci Murray State University (MARC)

Dr. Jorge Lira Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Ing. Walter Danjoy Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), APAFA

SELPE

SOCIEDAD DE ESPECIALISTAS LATINOAMERICANOS EN PERCEPCION REMOTA SOCIEDADE DE ESPECIALISTAS LATINO-AMERICANOS EM SEMSORIAMENTO REMOTO **SPECIALISTS** ON REMOTE SENSING SOCIETY OF LATINAMERICAN

INDICE GENERAL	
PRESENTACION	3
ANTECEDENTES GENERALES DE SELPER	5
ACTIVIDADES LATINOAMERICANAS	6
ACTIVIDADES INTERNACIONALES	6
ARTICULOS TECNICOS O CIENTIFICOS	7
Selección de artículos del Seminario de Geología Regional IUGS/UNESCO-INPE/SELPER. Sao José dos Campos, Brasil, Diciembre 1985.	
- Informe Resumen del Seminario. C. Weber (IUGS, BRGM,	
Francia)	7
- SPOT-1: A New Tool for the Earth Sciences. J. P. Le Gorgeu	
y C. Weber.	10
- Estado Actual del Uso de los Sensores Remotos en	
Colombia, J. A. Triviño.	13
- Investigación de Riesgos Volcánicos en el Sur del País. IGAC	
(ex CIAF), Colombia	25
- Investigación Geobotánica en la Zona Comprendida entre	
Mocoa y Pitalito, Borde Oriental de los Andes Sur	
Colombianos. IGAC (ex CIAF), Colombia	30
- Actividades en Bolivia sobre Percepción Remota en	
Geología. Milton Suárez M. (Bolivia)	34
- Cartografia Geològica y Explotación de Recursos de la	
Guayana Venezolana. H. Briceño y V. Mendoza	. 41
RESUMEN DE ACTIVIDADES SELPER (1980-1989)	46
APOYO IBEROAMERICANO E INTERNACIONAL	. 48
PORTADA CONTRAPO	RTAD

Afiche Conmemorativo de la VII Reunión Plenaria SELPER y II Simposio Latinoamericano de Percepción Remota (Colombia, 1987).

Sector de Imagen del Satélite SPOT sobre una zona central de París, Francia, Escala aprox. 1:75.000. Autorización CNES y SPOT Image (Francia), COESPA (Chile).

EJEMPLAR DE DISTRIBUCION GRÂTUITA

PROHIBIDA SU VENTA



Impreso en los Talleres Gráficos del INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR Nueva Santa Isabel 1640-Santiago, Chile. F: 6968221. TLX: 441677 IGMCZ. Fax: 6988278 Composición de textos IMPRESORA AMERICA.

Avda, Bulnes 80, Of, 43, Santiago, Chile, F: 6968521

Separación de Colores (Contraportada): MACHADO, Chile.

DIRECTOR EDITORIAL SELPER: Ing. Mauricio Araya Figueroa

(Vice-Presidente SELPER 1980-83, Presidente SELPER 1983-86, Vice-Presidente SELPER 1986-89)

Presidente Madero 795 (Ñuñoa), Santiago, Chile. Fono: 6967583, Télex: 240501

BOOTH CL. Fax: 0056-2-6981474

DIRECCIONES DE CONTACTO CON SELPER DIREÇOES DE CONTATO COM SELPER SELPER CONTACT ADDRESSES

DIRECTORIO CENTRAL SELPER. SEDE BRASIL (1986-1989)

Dr. ROBERTO PEREIRA DA CUNHA

Presidente SELPER
Director Sensoriamento Remoto
Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)

Av. dos Astronautas 1758, C.P. 515, Sao José dos Campos, SP. Brasil

Telefone: (0123) 229977. Telex: (0123) 3530 INPE BR

Ing. PAULO CESAR GURGEL DE ALBUQUERQUE

Secretario General SELPER Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)

ETELVINA RENO DIAS ARBEX

Tesorera ELPER Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)

Ing. MAURICIO ARAYA FIGUEROA

Vice-Presidente y Director Editorial SELPER
Presidente Madero 795 (Nuñoa). Santíago, Chile
Teléfono: (0562) 6967583, Télex: 240501 BOOTH CL. Fax: 00562-6981474

Dr. PAULO ROBERTO MARTINI

Vice-Presidente SELPER Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE)

Ing. MIGUEL SANCHEZ-PEÑA

Vice-Presidente SELPER
Paunero 1821. (1640) Martínez. Buenos Aires.
Argentina. Teléfono: (0541) 7923418. Télex: (0541) 24037
AGEZA

CAPITULOS NACIONALES SELPER - COORDENAÇOES NACIONAIS SELPER

CAPITULOS CONSTITUIDOS

ARGENTINA:

Dra. Natalia Marlenko. Coordinadora Nacional. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE). Centro de Teleobservación. Av. Libertador 1513. (1638) Vicente López. Buenos Aires. Argentina. Teléfono: (0541) 795 0652 - 795 0358. Télex: 17511 LANBA AR.

BRASIL:

Dr. Placidino Machado Fagundes,

Coordenador Nacional, Sociedade Brasileira de Cartografía (SBC), Av. Pres. Wilson, 210-7* andar, Castelo, Flio de Janeiro, RJ, Brasil, Telefone; (921) 240-8901.

CHILE

Ing. Mauricio Araya Figueroa, Vice-Presidente SELPER. Depto. Geología y Geofísica, Universidad de Chile. Beaucheff 850, Casilla 2777. Santiago, Chile. Teléfono: 6982071, anexos 266 y 276. Télex: 240501 BOOTH CL.

COLOMBIA:

ing. Luis Carlos Molina, Coordinador Nacional. Presidente Sociedad Colombiana de Fotogrametría, Fotointerpretación y Sensores Remotos. Sub-Director Técnico Centro Inter-Americano de Fotointerpretación (CIAF), Carrera. 3047 A 57. Bogotá, Colombia. Teléfono: 2680108. Télex: 45656 OMOPT CO.

ECUADOR:

Ing. Patricio Toledo. Coordinador Nacional (P). CLIRSEN., Paz y Miño s/n, Edilicio LG.M., P.O. Box 8216. Guito, Ecuador, Teléfono: 545090, Télex: 2775 CLIRSEN ED.

MEXICO:

Dr. Jorge Lira, Coordinador Nacional. Jefe Depto. Percepción Remota, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). C. Instituos C.U., 04510 Coyoacán. México D.F., México. Teléfono: 5481375. Télex: 1760197 IGSSME.

PERU:

ing, Walter Danjoy, Coordinador Nasienal. Director de Percepción Remota, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). Calle 17 Nº 355, Urb. El Palomar, San Isidro. Lima, Perú. Teléfono: 414606.

CAPITULOS EN FORMACION

BOLIVIA:

Ing. René Valenzuela R., Coordinador Nacional (P). Director Centro Investigaciones Aplicadas de Sensores Remotos (CIASER), Servicio Geológico Boliviano (GEOBOL). P.O. Box 2729. La Paz, Bolivia. Teléfono: 370268.

COSTA RICA:

Lie. Carlos Elizondo S., Coordinador Nacional (P). Instituto Geográfico Nacional, Aptdo. Postal 2272. 1000 San José, Cesta Risa. Teléfono: 265415. Télex: 2493 MOP.

EL SALVADOR:

Ing. Jorge Carcía Escobar, Coordinador Nacional (P). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Rep. Los Rosales Pke. 2 Nº 14-C San Salvador, El Salvador.

GUATEMALA:

Ing. Carlos Lemmerhoffer A., Coordinador Nacional (P). Supervisor Técnico, Instituto Geográfico Militar, Avenida Las Américas 5-76, Zona 13. Ciudad de Guatemala, Guatemala.

PANAMA:

Prof. Moisés Solanilla, Coordinador Nacional (P). Escuela de Geografía, Facultad de Filosofía, Letras y Educación, Universidad de Panamá. Ciudad de Panamá. Panamá

REP. DOMINICANA:

Ing. Orlando Adams I. Coordinador Nacional (P). Instituto Geográfico Universitario. Calle El Vergel 57: Santo Domingo, Rep. Dominicana. Teléfono: 5672823.

URUGUAY:

Ing. Alvaro Califra Sanguinetti, Coordinador Nacional (P). Dirección de Suelos del Ministerio de Agricultura y Pesca. Av. E. Garzón 456 P.O. Box 14005D4. Teléfono: 397067. Télex: MAR 6503 Constituyente 1476.

VENEZUELA:

Dr. Fernando Susach, Coordinador Nacional (P). Secretario Nacional de la Sociedad Venezolana de Fotogrametría, Percepción Remota y Fotointerpretación. Fundación Instituto de Ingenieria. Apartado 40.200. Caracas 1040-A, Venezuela. Teléfono: 572 4320. Télex: 21885 INING.

CAPITULOS ESPECIALES

ALEMANIA:

Está en preparación de programas de cooperación entre Revista SELPER y RFA.

CANADA:

Ing. Fritz Paul Du Bole. DATACAP, 220 Laurier Ave. W. Suite 600. Ottawa, ONT K19529. Canadá. F: (613) 238 6363. Télex: 053-4433. Fax: (613) 238-6376.

ESPAÑA:

Dr. Juan María Cisneros S., Jefe Sección Irvestigación, Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones de España. Apartado Postal 285. Ciudad Universitaria, Madrid-3. España. Teléfono: 244.3500. Télex: 22427 LEMMC.

E.U.A.:

Dr. Luis Bartolucci, Mid America Remote Sensing Center (MARC) Murray State University, Murray, Kentucky 42071, U.S.A. Teléfono: 502 762 2591.

FRANCIA:

Dr. Jean-Luc Devynck. Centre National d' Etudes Spatiales (CNES). Chef Dpt. Coopération et Dévelopement. 2, Place Maurice Quentin, 75039 Paris Cedex. 01. Francia. Telex: 214674 F CNESP. Teléfono: 45087568.

HOLANDA:

Desde hace veinte años Holanda apoya la formación de profesionales iberoamericanos a través de IGAC (ex-CIAF), Colombia.

PORTUGAL:

Actualmente en formación.

PRESENTACION

Este ejemplar de la Revista SELPER forma parte de una serie de cuatro (4) números que han sido lanzados, con gran esfuerzo, en un Plan Editorial de Emergencia, destinado a recuperar la continuidad editorial de nuestra Sociedad, iniciada durante la Sede de SELPER en Chile (1983-86), la que, lamentablemente por motivos de fuerza mayor, no se pudo seguir en la forma en que hubiésemos deseado. Es así como se han lanzado números especiales fechados simbólicamente como Septiembre 1986, Septiembre 1987, Septiembre 1988 y Septiembre 1989, para representar la continuidad en esos años y comenzar a publicar normalmente en 1990. Dado que son Revistas editadas con posterioridad (Septiembre 1989, fecha de materialización del Plan Editorial de Emergencia), no se han incluido Secciones de Noticias ni Actividades Iberoamericanas e Internacionales, las que sí aparecerán en los números regulares que serán publicados durante 1990 en forma semestral y, si el apoyo iberoamericano e internacional es

adecuado, en forma trimestral.

Los artículos técnicos seleccionados para la Revista SELPER 1986, corresponden a trabajos presentados en el Seminario de Geología Regional co-organizado por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS), UNESCO, SELPER y el Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) de Brasil (Sao José dos Campos, SP, Brasil, Diciembre 1985). La continuación de estos artículos técnicos conforman la parte medular de la Revista SELPER 1987. Para la Revista SELPER 1988 se ha seleccionado un importante y completo artículo del Dr. Jorge Lira (Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM), sobre Caracterización Matemática de Imágenes Digitales, el que se ha creído conveniente complementar con un resumido pero ejemplificador trabajo del Ing. Marcelo Campi (Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales de Argertina, CNIE), destinado a profesionales no tan especializados. Finalmente, para la Revista SELPER 1989, se continuó con el siguiente capítulo escrito por el Dr. Jorge Lira (UNAM), sobre Transformaciones Reversibles y Realces Globales. Esperamos que estos temas seán de interés y recibir a futuro, para las próximas Revistas SELPER, otras valiosas contribuciones de la comunidad profesional latinoamericana y mundial.

Probablemente llame la atención el por qué de este esfuerzo y la oportunidad en que éste se materializa. Las razones son profundas y constituyen un compromiso de honor, de continuidad y constante perfeccionamiento de las actividades de SELPER a lo largo de la rotación de sus Sedes. Durante la Sede de SELPER en Brasil (1986-89), se obtuvieron inmensos logros en ampliar la cooperación internacional, organización de Simposios Latinoamericanos en diversos países de Nuestra América en coordinación con la Sede SELPER en Brasil, reconocimientos internacionales hacia nuestra Sociedad y diversas actividades de apoyo dentro y fuera de Iberoamérica. Todo ello demuestra la madurez y consolidación que ha logrado SELPER. Lamentablemente, por razones de fuerza mayor, no fue posible reforzar la actividad editorial

de SELPER.

Conscientes de la importancia que tienen las Publicaciones como agentes de comunicación y perfeccionamiento permanente de nuestros Socios, ya que no es posible para todos participar en los diversos Cursos de Perfeccionamiento, Seminarios, Simpo-

sios y otras actividades organizadas o co-patrocinadas por SELPER y, con la misma visión y generosidad con que la Sede SELPER Brasil abordó la realización de Réuniones Plenarias y Simposios Latinoamerica-nos fuera de su país, también ha existido una apertura para realizar un Plan Editorial a más largo plazo, solicitando y traspasando importantes responsabilidades al Comité Editorial que tantos éxitos logró durante la Sede de SELPER en Chile. Ello, sumado a un representativo Comité de Expertos y de Arbitraje a nivel latinoamericano, compuestos por profesionales de probada excelencia y dedicación a SELPER, junto a la esperada decisión de las futuras Sedes de continuar con un Comité Editorial más estable -independientemente de la rotación de éstas- deberá permitir lograr la tan ansiada continuidad editorial que tanto necesita nuestra Sociedad para fortalecer y multiplicar aún más los éxitos cosechados en todos estos años, desde sus inicios en Ecuador, pasando por Chile, Brasil, Argentina y posteriormente otros países hermanos.

Deseamos agradecer la valiosa colaboración prestada por los diversos Socios e Instituciones de los Capítulos Nacionales SELPER, en particular los de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y otros países hermanos de América del Sur y América Central, sin cuyo apoyo y participación permanente, SELPER no hubiese sido una realidad. Igualmente, a los Socios, Instituciones y Empresas de los Capítulos Honorarios de Alemania, Canadá, España, EE.UU., Francia, Holanda y Portugal. Igualmente, a las organizaciones internacionales como la Agencia Espacial Europea (ESA), Naciones Unidas (ONU), IUGS, COSPAR/ICSU y otras, que tan decisivamente también han aportado a los logros de SEL-PER. Finalmente, para la realización de este Plan Editorial de Emergencia, vayan nuestros sinceros reconocimientos al Comité de Publicaciones SEL-PER Chile, Editorial Universitaria, Impresora América y, por supuesto, al Instituto Geográfico Militar (IGM) de Chile -en especial a su Director, Brigadier Don Roberto Castillo Viel; subdirector Técnico; TCL Lautaro Rivas, TCL Sergio Matus y MY. Mario Molina, pues esa colaboración será vital para consolidar este Plan Editorial a largo plazo de SELPER.

De esta forma, es un gran orgullo para la Sede SELPER Brasil poder entregar una situación Editorial al día al término de su gestión; para SELPER Chile, un gran honor poder continuar contribuyendo en forma tan decisiva a la mayor consolidación de SELPER; y, para SELPER Argentina, una gran satisfacción y un desafío el poder continuar avanzando cada vez más en estas actividades en beneficio de SELPER y sus ideales de cooperación y hermandad iberoamericana y universal.

Dr. ROBERTO PEREIRA DA CUNHA
Presidente de SELPER
Sede SELPER Brasil (1986-1989)
PROF. MAURICIO ARAYA-FIGUEROA
Vice-Presidente (Ecuador, 1980-83)
Presidente (Chile, 1983-86)
Vice-Presidente y Director Editorial
Sede SELPER Brasil (1986-89)
Ing. MIGUEL SANCHEZ-PEÑA
Vice-Presidente SELPER
Sede SELPER Brasil (1986-89)
Presidente Comité Organizador
Sede SELPER Argentina (1989-91)

EDITORIAL

This issue, that is part of a series of four (4) SELPER Reviews, constitutes a great effort to continue with the Editorial Programme that was begun by SELPER-Chile during 1983-86. Unfortunately and due to serious problems, this could not be continued. Because of this, we are publishing now these special editions which will represent the continuity along years 1986-1989. These issues have been symbollically dated September 1986, September 1987, September 1988 and September 1989. Due to the fact that these Reviews were edited in September 1989 (date of the materialization of this Emergency Editorial Plan), neither international and Iberoamerican Activities nor News were included. These Activities and News are going to appear in the normal sections in the regular issues which will be published during 1990, every six months but if the Iberomerican and International support is suitable, SELPER Review will be published quarterly.

The technical papers selected for SELPER Review 1986, come from the Seminar on Regional Geology, coorganized by International Union of Geological Sciences (IUGS), UNESCO, SELPER and INPE (Brasilian Space Research Institute), held in Sao Jose dos Campos, Brazil, on December 1985. SELPER Review 1987 was shaped with most of these papers available at the Editorial Committee. An important paper about Mathematical Characterization of Digital Images by Dr. Jorge Lira (UNAM, National University of Mexico) makes SELPER Review 1988 together with a summarized paper by Eng. Marcelo Campi (CNIE, Argentinian Space Research Commission). Finally, SELPER Review 1989 contains the next chapter written by Dr. Jorge Lira (UNAM) about Reversible Transformations and Global Enhancementes. We hope these papers will be of interest and hope to receive more contributions for the next SELPER Reviews from Latin American and worldwide community in the next future.

The reasons to do this Emergency Editorial Plan, at this time, constitute a commitment and a constant improvement in the activities of SELPER all along the rotation of its Seats. In Brazil (during 1986-89), SELPER got a lot of achievements in the international opening and coorganization of Latin-American Symposia -which took place in different Latin American countries. Our Society also received additional international recognition, as well as international support. The above showed that our Society had reached an important consolidation and maturity. In spite of this it was, unfortunately, not possible for our Society to reinforce SELPER's Editing activities.

Aware of the importance that these publications have as agents of communication and constant tool of improvement for our members, since it is not possible for all of them to take part in the different training courses, seminars, symposia or anyother activities which are organized or co-sponsored by SELPER and, with the same view and generosity which SELPER/Brazil organized Plenary Meetings and Latin-American Symposia with abroad, there has also existed the same will to accept and to create a long-term Edition Program by applying and transfering

important and significant responsibilities to the Editing Committee that had so successful participation at the SELPER Seat in Chile (1983-86). All this, plus the integration of both a Specialists Committee and Referee Committee that are constituted by professionals of high excellence and devotion to SELPER, together with the expected decission of the future SELPER Seats in order to continue working with a more permanent Editing Committee that is not going to be affected by SELPER Seats rotation, we hope that it will allow to get the so expected editing continuity that our society needs to reinforce and multiply even more the achievements got in the past, since its begining in Ecuador, going through Chile, Brazil, Argentina and other brother countries in the near future.

We also want to thank the valuable cooperation given by the different members of SELPER and the institutions where the National Chapters of SELPER worked, specially those from Argentina, Brazil, Chile. Colombia, Ecuador, México, Perú and other brother countries of South America and Central America, whose support and cooperation and permanent participation were fundamental for the creation and existence of SELPER. We also want to thank to all the Members, Enterprises and Institutions of the SELPER Honorary Chapters, specially those of Canada, France, Germany, Holland, Portugal, Spain and U.S.A. Also to those international organizations like European Space Agency (ESA), United Nations, IUGS, COSPAR/ICSU and others who have been so decisive for SELPER success. Last but no least, we want to thank the valuable support given by the SELPER-Chile Editing Committee, Editorial Universitaria, Impresora América and Instituto Geográfico Militar (IGM) from Chile - specially to its Director, Brigadier General Mr. Roberto Castillo V.; Technical Subdirector, LTC Lautaro Rivas; LTC Sergio Matus and MY, Mario Molina whose colaboration will be of real importance to perform this SELPER's long-term Edition Programme.

In this way, it is a real proud for SELPER-Brazil to offer an updated edition programm at the end of its mandate; it is a real proud for SELPER-Chile to continue contributing in such a decisive way to the greater consolidation of SELPER; it is a real challenge and satisfaction for SELPER-Argentina to continue improving these activities for the benefit of SELPER and its important aims of Iberoamerican and Universal brotherhood and cooperation.

Dr. ROBERTO PEREIRA DA CUNHA President of SELPER SELPER Seat Brazil (1986-1989)

Prof. MAURICIO ARAYA-FIGUEROA Vice-President (Ecuador, 1980-83) President (Chile, 1983-86) Vice-President and Editing Director SELPER Seat Brazil (1986-89)

Ing. MIGUEL SANCHEZ-PEÑA Vice-President of SELPER SELPER Seat Brazil (1986-89) President of Organizing Committee SELPER Seat Argentina (1989-91)

ANTECEDENTES DE SELPER

La Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota (SELPER) es una organización Técnico-Científica sin fines de lucro. Los principales objetivos de SELPER son promover el perfeccionamiento de sus asociados y apoyar la cooperación eficaz entre diferentes países, con la finalidad de aprovechar al máximo la capacidad existente e incentivar la integración entre los mismos a través de la Ciencia y la Tecnología. Estos objetivos permiten una integración a nivel nacional, regional continental e inter-regional (Intercontinental) uniendo naciones con problemas similares.

SELPER fue creada en Quito, Ecuador, en noviembre de 1980, durante la Primera Reunión de Especialistas en Percepción Remota. En este sentido fue cumplida una aspiración de profesionales latinoamericanos, los cuales no contaban con una organización para el desarrollo de programas de integración y cooperación en América Latina. Esta integración, originalmente a nivel individual, fue extendida a nivel institucional y hoy varias organizaciones internacionales participan directa o indirectamente de las actividades de SELPER.

Para minimizar costos y para facilitar decisiones, la organización administrativa de SELPER es muy simple: (a) Un Consejo Central formado por profesionales del país designado como sede de SELPER (período normal de dos años) el cual toma las decisiones ejecutivas, llevando en cuenta el mayor beneficio de la sociedad y sus ideas. (b) Coordinadores nacionales, formados por profesionales de cada país y representada por un Coordinador Nacional que coordina las actividades de SELPER a nivel de su país y transmite las aspiraciones de sus miembros a la Sede Central de SELPER y/o durante las Reuniones Plenarias de SELPER. (c) Asamblea General, es organizada durante las reuniones plenarias de SELPER y está compuesta por socios o sus representantes (Coordinadores Nacionales).

La afiliación a SELPER incluye tres categorías principales: a) Socio Individual, normalmente profesionales con actividad en percepción remota; b) Socio Institucional, normalmente organizaciones sin fines de lucro como Universidades u otras; c) Socios Patrocinadores, normalmente organizaciones comerciales que deseen cooperar con SELPER.

La Sede de SELPER es rotativa y se ha ubicado en Ecuador (1980-83), Chile (1983-86), Brasil (1986-89) y próximamente Argentina (1989-91) y Perú (1991-93). SELPER realiza o co-patrocina Cursos, Seminarios, Simposios y otros eventos, destacando las Reuniones Plenarias asociadas con Simposios de carácter continental, las que se han desarrollado en Ecuador (1980 y 1982), Chile (1983 y 1984), Canadá (1985), Brasil (1986), Colombia (1987), México (1988), Argentina (1989) y al cumplirse diez (10) años de SELPER, Ecuador (1990). La Sociedad realiza diversas publicaciones, como Memorias Anuales (correspondientes a cada Reunión Plenaria y Simposio asociado), Calendarios Técnicos o Almanaques (anual o bianual), Revista Técnica (normalmente semestral o trimestral) y otras publicaciones especiales ocasionales.

SELPER ANTECEDENTS

The Society of Latin American Specialists on Remote Sensing (SELPER) is a technical scientific and non remunerative Society, which is aimed at the achievement of the steadfast professional improvement of its members and promoting or supporting the effective cooperation among different countries, in order to take advantage of the existing capacities to the extreme limit and to integrate the countries one to each other by means of science and technology. These purposes are looking for an integration to National, Regional, Continental and inter-regional level, joining in this way nations having similar problems.

SELPER was created in Quito, Ecuador, on november 1980, during the first meeting of Latin American Specialists on Remote Sensing. In this sense and old dream was performed by professionals of the region who did not have an organization to develop efficiently, programs of integration and cooperation in iberoamerica. This integration, at the begining, was to an individual level, being afterly extended to Institutional level by which several International Organizations are participating of the SELPER Activities directly or inderectly.

In order to reduce the administrations costs, and to enable the decisions, the SELPER administrative organization is very simple; a) Main board which is formed by professionals belonging to the SELPER Seat Country. (Normal time-period of two years). The Directory takes the executive decisions taking into account the best benefit of the Society and its ideals. b) National Chapters formed by professionals in every country have a representative that is the National Coordinator which coordinates the SELPER activities to national level besides transmiting the aspirations of the members (Nationals) to the SELPER Central Seat or during the SELPER Plenary Meeting.(c) General Assembly which is constituted or organized during the SELPER Plenary Meetings, is by Members of SELPER or its representatives (National Coordinators).

There are three main different categories for SELPER affiliation: a) Individual Member, usually professionals having activities on remote sensing; b) Institutional Member, usually entities having non remunerative purpose like Universities and others; c) Sponsor Member, usually companies or other institutions who wish to cooperate with SELPER.

SELPER Central Seat normally rotates every two years: Ecuador (1980-83), Chile (1983-86), Brazil (1986-89) and Argentina (1989-91) and Peru (1991-93) in the next future. SELPER organizes or co-sponsor Courses, Seminars, Symposia and other events, being the most relevants the Pienary Meeting and associated Symposia: Ecuador (1980 and 1982), Chile (1983 and 1984), Canada (1985), Brasil (1986), Colombia (1987), Mexico (1988), Argentina (1989) and Ecuador (1990) to celebrate the Tenth Aniversary of SELPER. The Society publishes Annual Proceedings (related to Plenary Meetings and associated Symposia), Technical Calendar, (annually or every two years), Technical Review (usually every six months or quarterly) and other special documents or books.

ACTIVIDADES LATINOAMERICANAS ACTIVIDADES INTERNACIONALES

Estas secciones serán incluídas en los números regulares de la Revista SELPER, a publicarse en 1990. Por ahora, conozcamos algo del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) de Colombia, cuya Subdirección de Docencia e Investigación contiene al ex-Centro Inter-Americano de Fotointerpretación (CIAF). Correspondió al IGAC ser co-organizador de la VII Reunión Plenaria SELPER en Bogotá, Colombia, 16-20 Noviembre 1987.



INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" (IGAC) DE COLOMBIA SUBDIRECCION DE DOCENCIA E INVESTIGACION (CIAF) Carrera 3047 A 57. Apartado 53754 y 6721. Bogotá 2. Colombia. Tel: 2680190. 2680106. Tiv: 45485 IGAC CO. Fax: ITC(571)2680004

Tel: 2680190, 2680106. Tlx: 45485 IGAC CO. Fax: ITC(571)2680004 ACTIVIDADES ACADEMICAS PARA CURSOS DE ESPECIALIZACION (Postgrado, 40 semanas) Interpretación de Imágenes de Sensores Remotos aplicada a: 1. GEOLOGIA, incluyendo módulos de: FEB - NOV a) Ingeniería Geológica b) Yacimientos Minerales 2. INGENIERIA CIVIL, incluyendo módulos de: 15 FEB - NOV a) Fotogrametría Escala Grande y Modelaje Digital del Terreno b) Ingeniería Geológica 3. INGENIERIA FORESTAL, incluyendo módulos de: FEB - NOV a) Ingeniería Forestal en el Desarrollo Rural b) Levantamientos Ecológicos o Forestales 4. LEVANTAMIENTOS EDAFOLOGICOS, inicuyendo módulos de: a) Erosión y Conservación de Suelos b) Sistemas de Información para Clasificación de Suelos 5. LEVANTAMIENTOS RURALES, incluyendo módulos de: a) Evaluación de Tierras b) Levantamientos Rurales (Postgrado, 4 a CURSOS INTENSIVOS 10 semanas) 1. Cartografía Automatizada 10 NOV - DIC 2. Cartografía y Manejo de Datos para Catastro 15 AGO - SEP 3. Evaluación de la Tierra para Planificación Rural 10 OCT - NOV 4. Fotogrametría Escala Grande y Modelaje Digital del MAY - JUN Terreno para Ingeniería Civil 5. Ingeniería Geológica 12 MAY - JUN 6. Levantamientos Ecológicos 15 JUL - OCT a) Curso Introductorio JUL - AGO b) Curso Principal AGO - OCT 7. Planificación y Levantamientos Urbanos OCT - DIC 15 8. Riesgos Naturales MAY - JUN 20 9. Sensores Remotos 15 JUN - JUL 10. Sensores Remotos Aplicados a Hidrología 20 FEB - MAR 11. Sistemas de Información Georeferenciada SEP - NOV 15 12. Yacimientos Minerales y Aplicación de la Teledetección SEP - OCT 25 CURSOS CORTOS INTENSIVOS PARA TECNOLOGOS (10 semanas) 1. CARTOGRAFIA BASICA (1) MAR - MAY 20 CARTOGRAFIA BASICA (2) 20 JUL - SEP JUL - SEP 20 3. BASICO DE LEVANTAMIENTOS EDAFOLOGICOS 15 OCT - DIC

INFORME RESUMEN DEL SEMINARIO SOBRE APLICACIONES GEOLOGICAS DE PERCEPCION REMOTA

Por: Christian Weber Secretario General IUGS; BRGM, Francia

Este Seminario ha sido la continuación de una Reunión de Especialistas organizada por IUGS y UNESCO en la ciudad de Orleans Francia, durante el mes de febrero de 1984. Durante ésta, se puso en marcha el programa UNESCO-IUGS sobre aplicaciones Geológicas de Percepción Remota (GARS). El seminario, estuvo destinado a elaborar un provecto piloto en el marco general del programa GARS, sobre las bases de un análisis de los vacios que existen en la Percepción Remota Geológica, especificamente para Sud América. El seminario se vió beneficiado debido a las excepcionales instalaciones y facilidades ofrecidas por el Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE); También SELPER proporcionó asistencia organizacional y a su vez ofreció publicar las memorias de dicho Seminario. A este seminario asistieron 64 participantes y a 10 de éstos, UNESCO e IUGS cubrieron sus gastos. El Seminario estuvo compuesto de dos partes:

- Presentación de notas Científicas, Presidente de

sesión Dr. Roberto Pereira da Cunha.

Discusión del Proyecto GARS Latinoamericano,
 Presidente de Sesión C. Weber. Asistido por C.
 Brockmann; Secretario de Sesión H. Briceño.

MENSAJES CIENTIFICOS:

El seminario fue inaugurado por el Sr. N. Barbosa, Director asociado de INPE. En esta oportunidad se presentaron 18 mensajes científicos, cuyos resúmenes se encuentran en los apéndices. C. Weber recalcó las conclusiones del seminario de Orleans, e indicó el marco general del Proyecto GARS. A su vez, éste presentó las nuevas perspectivas que SPOT proporciona particularmente en Percepción Remota para el Mapeamiento Geológico.

- V. Singhroy (Canadá), hizo una descripción del Programa RADARSAT y a su vez dió cuenta del "Estado del ARTE de la botánica en Percepción Remota Geológica, haciendo hincapié en los distintos problemas en los cuales aún se requiere de la Investigación: Uso de Espectrómetros de banda angosta en área de vegetación muy variada (dificultad para detectar influencia de metales) y Espectrómetros de banda ancha (TM) proporcionando el ejemplo de Guyana.
- J. Kimsa (Argentina, describió el Programa Nacional de Exploración de Minerales y proporcionó ejemplos muy interesantes sobre el Procesamiento de imágenes de Satélite, haciendo resaltar el filtrado direccional.

- M. Súarez (Bolivia), hizo una descripción de las actividades de Percepción Remota que se están llevando a cabo en su país.
- J. Triviño, describió los distintos proyectos de Percepción Remota, que se llevan a cabo en Colombia, en particular aquellos que se desarrollan con el Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF). A su vez, éste hizo hincapié en el mapeamiento de peligros (riesgos) volcánicos.
- M. Araya (Chile), presentó un estudio sobre el volcanismo de la región de los Andes, resaltando el monitoreamiento de la cobertura de nieve de los volcanes, basado en la interpretación visual de las imágenes.
- V. Encalada (Ecuador), describió un mapa de lineamientos mencionando en particular la correlación con las imágenes de Radar, disponibles en su país.
- H. Dueñas, presentó un estudio geológico regional, basado en los compuestos de color del MSS, del norte del país. Esto hizo posible identificar zonas consideradas riesgosas, respecto a los peligros naturales, en particular derrumbes.
- H. Briceño, presentó un inventario de recursos naturales para la Guayana venezolana, basado en la interpretación de imágenes del Radar de observación (mirada) lateral (Side Looking Radar) y del Landsat MSS. Los Especialistas de Brasil, presentes en el seminario entregaron varios mensajes, los cuales dieron una visión general de las actividades de investigación que se llevan a cabo en su país utilizando la Percepción Remota Geológica. J Rodriguez (INPE), demostró el uso de las imágenes MSS para la preparación de mapas geológicos. I. Vitorello (INPE), proporcionó ejemplos de discriminación litológica, basada en el análisis espectral de los datos MSS. O. Braun (CPRN), presentó un amplio panorama de los mapas geológicos en distintas escalas, preparado a través de los datos del Landsat y RA-DAM. La llegada de los datos SPOT es ansiosamente aguardada. F. Pellom (Petrobras) describió un estudio tectónico de Brasil, el cual fue efectuado por medio de una variedad de procesamientos de lineamientos en imágenes de satélite. R. Dyer (BP), presentó varios casos del uso de la geobotánica, basados en el detallado conocimiento de la disciplina. H. Schorscher (Universidad de Sao Paulo), descri-

- C. Weber, resumió las distintas intervenciones haciendo notar que las siguientes peticiones habían sido formuladas en el siguiente orden de importancia:
- Mapeamiento Geológico en terrenos densamente vegetados, en base a las características de la señal espectral, geobotánica e integración de otros datos aparte de los de satélite.

Peligros naturales. Distribución y disponibilidad de datos. Capacitación.

Por lo tanto, se propone estudiar dos tipos de proyectos en el contexto GARS; uno está relacionado con las áreas de espesa vegetación en la cuenca del Amazonia, el otro concierne a los peligros naturales en los Andes.

CRITERIO DE SELECCION PARA EL PRO-YECTO GARS.

Después de un largo período de discusión se decidió que el criterio de selección para las áreas de pruebas del GARS, deberían ser las siguientes:

- Ecistencia de una apropiada base de datos, en particular en Geología, Geoquímica y Geofísica.
- Accesibilidad de los datos de Percepción Remota para equipos Multinacionales.
- Facilidad de acceso geográfico hacia el área.
- El área deberá ser del orden de 50 km x 50 km.
- Un proyecto similar, ya deberá proponerse a nivel nacional, de modo de asegurar una contribución cooperativa por parte del país interesado.
- Deberá ser posible publicar los resultados del proyecto.

En relación al procedimiento de selección, C. Weber recalcó las restricciones a las cuales las organizaciones que patrocinan el proyecto están sujetas: Reunión del Comité Ejecutivo del IUGS, para comienzos de febrero de 1986 y el establecimiento de un presupuesto anual de la División de Ciencias Terrestres de UNESCO; Cualquier propuesta que emane de los países deberá ser analizada o estudiada cientificamente por el Comité Permanente de Percepción Remota del IUGS. De acuerdo a lo solicitado, las propuestas deberán ser enviadas a la secretaría del IUGS/SCRS, conjuntamente con una copia al Sr. C. Brockmann, antes del 15 de enero, 1986.

PROPUESTAS PARA PROYECTOS

Zonas de densa vegetación forestal:
 Se efectuaron varias propuestas;

a.— El DNPM e INPE, hicieron una proposición de proyecto en la región de Carajas, del Amazonia Brasileña. Un importante programa nacional, el cual es respaldado por el BID, ya es una realidad.

b.- Propuesta para la zona forestal costera en Minas Gerais y el valle Ribera, cerca de Sao Paulo (Universidad de Sao Paulo).

 c.- Propuesta en un área al este de Venezuela (en la zona del escudo) en donde ya existe un proyecto de inventario.

PELIGROS NATURALES:

Entre los distintos riesgos, se manifiesta que el mapeamiento de los peligros volcánicos corresponde en mejor forma a los objetivos del GARS. Los aspectos de vigilancia e incluso aquellos de predicción no pueden ser considerados. Un planteamiento original para el problema empleando esencialmente información geológica, consistiría en efectuar una evaluación morfológica de cada problema. En Perú se presentaron varios proyectos los cuales expresaban el deseo de elaborar un mapa de zonificación general permitiendo la planificación de peligros en Colombia, Bolivia y Ecuador. Los datos de Percepción Remota deberán incluir una detallada cobertura fotográfica complementada para los datos del Mapeador Temático TM) y SPOT.

V. Singhroy, recalcó la necesidad de tomar en cuenta la conducta del suxelo y el potencial de erosión, de esta forma las restricciones sobre el tema de detección de áreas podría ser menos estricta que las de copiosidad vegetacional. En particular se podrían haber escogido varias áreas de modo que los resultados obtenidos podrían ser extendidos para la cordillera de los Andes en una segunda fase.

En conclusión, se les recordó a los participantes que las respuestas deberán ser dirigidas al IUGS/SCRS, antes del 15 de enero, 1986. Después que el SCRS, haya efectuado un estudio de éstos, se llevará a cabo una reunión para presentar los proyectos en moción. Se propuso que esta reunión se llevara a cabo cuando se celebre la VI Reunión Plenaria SELPER programada para el 10-15 agosto, 1986 en Gramado Brasil

Al finalizar la reunión, R. Pereira agradeció tanto a los participantes como a las Instituciones u Organismos que patrocinaron la reunión, la cual demostró ser especialmente fructifera. En ese momento los participantes se propucieron consolidar el inicio del Proyecto GARS en Latinoamérica, al preparar proyectos, de acuerdo a las pautas de acción que se habían establecido.

bió un meticuloso estudio geológico regional de una área que contiene hierro en Minas Gerais.

PROYECTO GARS:

Después de recalcar los objetivos generales del proyecto GARS, C. Weber, propuso la siguiente agenda, la cual fue aceptada.

- Presentación de una mesa redonda, sobre los problemas encontrados en la utilización geológica de las imágenes de satélite en cada país.
- Criterios de selección para el establecimiento del proyecto GARS.
- 3. Proposición de los Proyectos.

PROBLEMAS DE LA UTILIZACION DE IMA-GENES DE SATELITE EN GEOLOGIA

Brasil: Roberto Pereira, dió una visión general de los diferentes tipos de investigación que está llevando a cabo el grupo Geológico de INPE, en particular en Geología botánica (en cooperación con USGS) y sobre mapeamiento geológico en bosques tropicales (convenio con JPL).

Venezuela: H. Briceño, señaló que las instalaciones para el procesamiento de imágenes habían sido establecidas, solamente en el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes. La totalidad del territorio venezolano, había sido barrida (cubierta) por el radar el cual se había empleado para el mapeamiento de áreas forestadas. En la Guayana venezolana, se está desarrollando un programa interdisciplinario. Desafortunadamente, no existen experiencias del Mapeador Temático (TM) o de la correlación entre las características espectrales de la vegetación y geología en áreas copiosamente forestadas.

Argentina: J. Kimsa, manifestó que el CNIE ha desarrollado un paquete computacional de muy fácil uso para el usuario, para el procesamiento de imágenes de satélites y a su vez espera incorporar otros tipos de información en el procesamiento. J. Kimsa, mencionó el acuerdo con Chile para efectuar el mapeamiento geológico de los Andes. La principal dificultad para el, sigue siendo el peligro natural, en particular las inundaciones. Los contactos externos, están limitados y él esperaría a desarrollar relaciones internacionales, en especial en los campos de la Geobotánica, radar y Mapeador Temático (TM) en los cuales existen una carencia de experiencia.

Bolivia: M. Súarez, expresó que se deseaba obtener mayor información sobre el Mapeador Temático (TM) y SPOT, señalando que los principales datos utilizados fueran los del Landsat 1 y 2, éste a su vez, hizo hincapié en las dificultades de distribución de los datos del Mapeador Temático en Latinoamérica, y confiaba en el desarrollo de cooperación entre INPE y Bolivia. Por intermedio de la fotografía aé-

rea, principalmente se preparó un mapa sobre erosión de suelos el cual tiene una escala de 1:1.000.000.

Chile: M. Araya, declaró que existe interés por parte de su país en el área de los Andes con respecto a estudios de vulcanismo, exploración de minerales e hidrología de las áreas congeladas (pronósticos de derretimientos de nieves). Este a su vez mencionó la importancia de los peligros naturales y mapeamientos geológicos en áreas de espesa vegetación.

Ecuador: V. Encalada, señaló que con respecto a la adquisición de datos existía una estación receptora para los datos del satélite GOES, la cual debería ser adaptada para los satélites Landsat y SPOT.

Al mismo tiempo, éste apreció el rol jugado por UNESCO e IUGS en facilitar los contactos internacionales y obtener apoyo oficial por parte de las autoridades. La Percepción Remota geológica es una necesidad específica de su país el cual está especialmente interesado en los peligros geológicos, (vulcanismo e inundaciones) continuando con la Geobotánica, para la exploración de minerales y mapeamiento geológico, y finalmente en el mapeamiento de la zona del Amazonia y regiones costeras.

Colombia: J. Triviño, manifestó que se esperaba desarrollar sus capacidades de procesamiento; cabe mencionar que actualmente la interpretación de imágenes es puramente visual. Al hacer referencia a los trágicos sucesos en su pais, éste hizo hincapié en la necesidad de mapeamientos para los peligros geológicos.

Perú: H. Dueñas, hizo una descripción de los numerosos mapas temáticos ya producidos por su país, en los campos de geología, erosión, ecología uso de la tierra, planimetría y ciencias forestales. Cabe señalar que, en Perú, existe un programa de vigilancia (supervisión) ecológica. La totalidad de la parte este del país es cubierta por las imágenes de Radar. H. Dueñas, destacó el problema para la obtención de imágenes Landsaty, en su opinión, ese hecho constituye una gran dificultad para la prevención de desastres naturales.

Luego de esta mesa redonda, los participantes hicieron distintas intervenciones, en especial de los de Brasil, haciendo posible identificar los siguientes hechos científicos y tecnológicos:

- Integración de los datos de satélite, con los datos geofísicos y geoquímicos.
- Disponibilidad de datos.
- Necesidades de capacitación.
- Interés expresado por los nuevos sensores TM (Mapeador Temático) y SPOT

SPOT -1-A NEW TOOL FOR THE EARTH SCIENCES

J. P. LE GORGEU (1) C. WEBER (2)

The SPOT satellite, due to be launched in spring 1986, offers new outlooks in geology thanks to key technical characteristics; ground resolution and stereoscopic viewing and also thanks to the variety of programming possibilities that will provide images "a la carte" according to user needs.

Studies carried out on simulated data, although not fully representative as both multispectral and stereoscopic characteristics cannot be performed on the same data set, show however that applications in geology such as regular mapping, oil and mining prospection, geotechnics, should rapidly develop.

The spacecraft carries two independant and identical HRV line array detectors, each operating either in the panchromatic mode (PA) with a pixel size of 10 m in one spectral band or in the multispectral mode (XS) with a pixel size of 20 m in three spectral bands.

Each HRV instrument is equipped with steerable swathe selection mirror which provides off nadir viewing capabilities. The incidence angle can vary from 0° to 27° eastwards, and from 0 to 27° westwards providing scenes to be targeted anywhere within a 950 km wide strip centered on the satellite track. Nadir and off nadir viewing will allow:

 to improve the rate of area coverage by reducing the effects of weather conditions.

2) to improve the possibility of acquiring timely data,

to obtain stereopairs.

Stereopairs combine two images of the same area recorded during two different orbits at different HRV viewing angles and thus providing a variety of B/H ratios. B/H ratio is close to I when images are recorded at $+24^{\circ}$ and -24° .

Users are therefore given the possibility to select among this wide range of image acquisition arrangements the criteria which will best suit their own applications, in terms of imaging mode, stereoscopy and period of data acquisition. As a matter of fact, due to the many parameters involved in a SPOT data acquisition, systematic acquisition will not be the rule. The satellite programming will be made according to user requests. Acquired data for a specific request being afterwards archived and made available to other users. Procedure to place a data acquisition request through SPOT IMAGE local distributors will be as simple as for an order of already archived data.

Different levels of preprocessing corresponding to system corrected and precision processed data are anticipated, as well as value added products:

- level 1A is a raw level, only available on CCTs;
- level 1B, which includes full radiometric correction and geometric system corrections, but no ground control point, is a basic level for photo interpretation and thematic analysis. Stereopairs will be available at this level. Position accuracy is 1.5 km and scale variation 10⁻²;
- level 2 is a precision processed level. Geometric corrections are made (position better than 50 m) and the corrected scene is presented in a cartographic projection;
- level S. The SPOT scene is transformed to register on other reference scene for multitemporal analysis purposes. Superposition precision is 0.5 pixel.

The 3 spectral bands of SPOT (XS1 = .5 to .59 nm, XS2 = .61 to .68 nm, XS3 = .79 to .89 nm) will provide the radiometric information for lithologic discrimination, especially if they are combined with other data in the short wave infrared domain.

SPOT SIMULATIONS

In order to give future SPOT data users an opportunity to become acquainted with the characteristic of SPOT images and its potential applications, the GDTA (Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale) has conducted several simulation campaigns in 15 different countries. In the USA, Spot Image Corporation has carried out more than 90 aerial simulations, the principal results of which have been recently published in a "Spot Simulations Handbook". In geology the emphasis has been put on fine geological mapping capabilities of Spot.

⁽¹⁾ SPOT - IMAGE, 18 Avenue Edouard Belin, 31055 TOULOUSE CEDEX (France)

⁽²⁾ B.R.G.M., B.P. 6009, 45060 ORLEANS CEDEX (France)



Imagen del Satélite SPOT (31 marzo 1986) sobre un sector ubicado a unos 20 km al sur de Quarzazat, en el eje de la terminación N-E del anti Atlas. Tasla, Marruecos.

- POURA, BURKINA FASO (G. WEECKS- ween various lithologic units; it was possible to discri-TEEN, B. R. G. M.)

The quarry and galleries of the old Poura gold mine, located near the "Volta Noire", were recently reopened on the discovery of new ore reserves.

The interpretative sketches of the 3 separate SPOT simulation spectral bands show that, while certain structural features are common to all three, others are more or less specific to one channel. Thus, the big N-S discontinuity parallel to the eastern bank of the Volta, marked by the junction between a terrace with natural grassy vegetation and a peneplain with food-crops. shows up on channel 3 only. Moreover, these two units are indistinguishable on the aerial photos where their radiometry is very similar and where the scale makes it impossible to spot the linear configuration. This structural direction is known on the ground. It corresponds, South of Poura, to a shear-zone sometimes ago exploited by bores under several meters of lateritic cuirasse.

To the NE of the study zone, the Loraboué ultrabasites show up on spectral band 3 as well as on the colour composite, by a specific radiometric signature typical of this formation which corresponds to the grass cover of the NNW-trending hills. The colour composite clearly shows the Poura gold vein, expressed by denser tree cover on the dumps from the exploration excavations.

To sum up, this example shows the suitability of the Spot data for showing up:

 linear and circular structural phenomena, thus making it possible to propose a genetic hypothesis that could guide future regional prospecting;

 intrusive granite known to exist here, by their contact shape, independently of any radiometric identification criteria:

 ultrabasic rocks, differenciated on the basis of the natural vegetation signature alone.

- BANDIAGARA, MALI (B. SIMON et al., C.N.R.S.).

The Bandiagara plateaus region of Mali, West Africa, has been the subject of a study aiming at the compilation of 1:200-000 geologic maps of the entire region. This work is based on the interpretation, in association with appropriate ground truth data, of aerial photographs (scale 1:50,000) and a SPOT simulation. The Bandiagara plateaus belong to the SE portion of the vast Taoudéni sedimentary basin (Early Precambrian to Paleozoic).

The SPOT image of the Bandiagara plateau has enabled to make interesting observations:

- the resolution of the multispectral mode is sufficient to make a worthwile contribution to studies of geologic structure: identification of secondary amplitude fractures that may be of vital importance (mineralization, hydrology, etc.), and detection of larger numbers of stratigraphic layers. In both cases, the result is an improvement in map accuracy;

- the radiometric characteristics of the SPOT multispectral channels are most useful in differentiating betminate between a number of very similar rock types.

CONCLUSION

Stereoscopy is of prime importance for geological remote sensing. A 3D landform representation makes it possible to quantify the intensity of bed dipping, the thickness of stratigraphic units, the vertical magnitude of fault displacements or the amplitude of folding. In addition, beside the "colour" (radiometry), rocks are characterised by surface pattern (roughness, smoothness) which is fully grasped only with relief perception. With incidente angles at +24° and -24°, the minimum perceptible altitude variation will be around 3 m. This should be sufficient to analyze thin stratigraphic units and to carry out civil engineering surveys. In areas of dense vegetation, it should be possible to deduce the rock morphology from height variations of the canopy.

Ground resolution adopted with SPOT should prove to be very useful for geological mapping at medium scale (1/100,000 to 1/50,000). According to results on simulated data, the sampling intervals are sufficient to make a worthwile contribution in the field of structural studies as it improves significantly the identification of secondary amplitude fractures that may be of importance in hydrology and mineralization as well as the detection of thin stratigraphic layers. The pixel size should also contribute to filter small and unnecessary details of the ground surface which are irrelevant in geology.

Acquisition flexibility of the SPOT system will be an important additional advantage in the case of programs requiring multitemporal data. The capability for offnadir viewing during satellite passes in the vicinity of a region of interest considerably increases the revisit possibilities and allows the monitoring of rapidly evoluating geological phenomena such as volcanic eruptions, landslides, etc. A given region can revisited on dates separated alternately by one four (or occasionally five) days. Furthermore, the possibility of obtaining image pairs on successive days is of interest because of the relative short-term stability (48 hours) of weather patterns.

In brief, SPOT characteristics should bridge the gap that presently exists between the broad and regional information brought by Landsat data and ground or large scale aerial photograph surveys used in conventional methods, with the advantage of multispectral and

repetitively programmed images.

REFERENCES

 SPOT Symposium (1984, Scottsdale, Ariz., USA). Spot Simulation Application Handbook. Publ. Am. Soc. of Photogrammetry, 186 p.

 Expérience de simulation du satellite Spot en Afrique de l'Ouest. G.D.T.A. Toulouse, M.R.E., 167 p.

ESTADO ACTUAL DEL USO DE LOS SENSORES REMOTOS EN COLOMBIA

Julio Alberto TRIVIÑO T. (1).

RESUMEN

El presente trabajo constituye una sintesis de las actividades desarrolladas por entidades nacionales en el uso de imágenes de Sensores Remotos aplicadas a la geología.

Se enuncian las principales entidades que trabajan cotidianamente con base a interpretación de tales imágenes y se describe su organización, funciones y objeti-

vos.

Finalmente, se presenta una transcripción de resúmenes de algunos trabajos geológicos donde han sido empleadas técnicas de sensores remotos.

1. USO DE LAS TECNICAS DE PERCEPCION REMOTA EN INVESTIGACION GEOLOGICA EN COLOMBIA

De la gran cantidad de sistemas de percepción remota actualmente disponibles en el mundo, en Colombia se han utilizado principalmente fotografías aéreas convencionales, imágenes de radar aeroespaciales e imágenes ERTS-LANDSAT.

1.1. FOTOGRAFIA AEREA CONVENCIONAL.

En Colombia el desarrollo de la percepción remota se inició con el uso de la fotografía aérea convencional. Un 75% de la superficie total del país ha sido cubierta con fotografía aérea a diferentes escalas, las cuales han servido fundamentalmente para el desarrollo de los estudios geológicos adelantados en el país.

El uso de las fotografías aéreas en estudios geológicos aplicados a la ingeniería civil en las diferentes etapas del desarrollo de un proyecto es progresivamente

de mayor intensidad.

1.2. RADAR DE VISION LATERAL.

La imposibilidad de obtener fotografías aéreas de algunas regiones y la urgente necesidad de hacer en ellas estudios geológicos, condujo a utilizar otras técnicas de percepción remota, no sujetas a las limitaciones de tipo atmosférico, siendo el sistema más adecuado el radar de visión lateral (SLAR).

En Colombia se han realizado seis levantamientos con imágenes de radar que cubren aproximadamente 650.000 km² (57% de la superficie total), localizados en diferentes formaciones ecológicas tropicales.

El primer levantamiento se hizo en 1969 con imágenes del sistema Westinghouse el cual cubrió toda la Costa Pacifica, caracterizada por presentar condiciones climáticas extremas (precipitaciones de 8.000 mm). Con estas imágenes se vienen adelantando importantes investigaciones especialmente de tipo tectónico.

De todos los levantamientos realizados con radar (SLAR), el más importante fue el realizado en la cuenca amazónica, el cual cubrió un área de 389,000 km2. Este ha sido el levantamiento de mayor importancia debido a que por primera vez en el país se ejecutaba un proyecto inter-institucional e interdisciplinario cuyo objetivo principal fue evaluar en forma preliminar los recursos naturales renovables y no renovables.

Como resultado parcial de este levantamiento se elaboraron mapas geológicos a escala 1:200,000 los cuales sirven de base para investigaciones futuras a escalas mayores.

1.3. IMAGENES LANDSAT.

En Colombia el uso de las imágenes Landsat ha sido limitado entre otras, por las siguientes razones:

a) La limitación en la cobertura de las actuales estaciones receptoras de información Landsat.

b) La incidencia de condiciones atmosféricas adversas en parte del territorio colombiano que dificultan la cobertura con este tipo de imágenes.

c) La carencia de un convenio que asegure el registro de información cuando el satélite pase sobre Colombia y envie estos datos a la estación receptora más cercana.

d) La existencia de parte de información básica sobre los recursos naturales comparables a la que podría obtenerse con la interpretación de imágenes Landsat por métodos sencillos convencionales.

^{*} A partir del año 1987 el Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF), fue asimilada a la Dirección de Docencia e Investigación del Instituto Geológico Nacional. Agustín Codazzi (IGAC) de la República de Colombia.

Geòlogo, IGAC (ex-CIAF), Carrera 30 № 47A-57. Bogotá, Colombia.

procesamiento digital de las imágenes de satélite.

f) La falta de información a nível de toma de decisiones, sobre las posibilidades, limitaciones y potencial de

la percepción remota.

Sin embargo, a pesar de las consideraciones anteriores, Colombia está adelantando alguna investigación con esta tecnología. Entre 1979 y 1980 el Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (IN-GEOMINAS), en colaboración con el Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF) y el Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC), elaboró el primer mosaico del país con imágenes Landsat a escala 1:1.000.000. Posteriormente el IGAC elaboró otro mosaico con las mismas características.

Durante los últimos años el INGEOMINAS ha hecho interpretación de rasgos tectónicos sobre imágenes Landsat de la parte central del país y el CIAF parcialmente lo ha hecho especialmente sobre la imagen de la Sabana de Bogotá. La interpretación hasta el momento ha sido de carácter visual aunque se hanhecho ensayos de procesamiento digital para tener información alfanumérica, mediante programas elaborados en el país.

2. DESARROLLO DE LAS TECNICAS DE PERCEPCION REMOTA EN ESTUDIOS GEOLOGICOS

El desarrollo de las técnicas de percepción remota en estudios geológicos en Colombia se han efectuado a través de las siguientes entidades: Centro Interamericano de fotointerpretación (CIAF), Instituto Nacional de Investigaciones geológico - Mineras (INGEOMINAS), Universidad Nacional (Departamento de Geologia) y Empresa Privada.

2.1. CENTRO INTERAMERICANO DE FOTOINTERPRETACION-CIAF.

2.1.1. Antecedentes.

El Centro Interamericano de Fotointerpretación (CIAF) es una institución adscrita al Ministerio de Obras Públicas y Transporte. Fue fundado por el Gobierno Colombiano, pero presta servicios a la región Latinoamericana.

El CIAF es un Centro Regional ampliamente reconocido que tiene un personal técnico-científico especializado y una posición excelente para operar como centro de entrenamiento en Sensores Remotos y juega un papel importante en la formulación de programas nacionales y regionales sobre Sensores Remotos, a través de entrenamiento, consultoría e investigación. El CIAF está contribuyendo a la solución de problemas especificos de desarrollo en los países de la región.

Los objetivos del CIAF son la realización e implementación de planes, programas y proyectos académicos, de investigación y asesoría sobre fotogrametría, interpretación y uso de las imágenes renovables y no renovables. Para alcanzar estos objetivos el CIAF ade-

lanta las siguientes actividades:

a) Organizar v dictar cursos para profesionales graduados, conducentes a la obtención de títulos de post-

e) La carencia de equipo adecuado que permita el grado. Estos cursos están orientados hacía la interpretación de imágenes de la superficie terrestre en los campos de la ciencia del suelo, forestal, geología y geomorfología, estudios regionales, ingeniería civil y temas relacionados.

 b) organizar y dictar cursos cortos y seminarios de actualización profesional o del nível intermedio, o difusión del uso de tecnologías avanzadas, o introducirlos

en la nueva tecnología.

e) Promover y desarrollar a través de planes, programas y proyectos de consultoría, el uso y aplicación de la fotogrametría e interpretación de imágenes en los temas antes mencionados.

d) Promover la difusión de información general y de sus propias actividades en particular en el campo de los sensores remotos, las ciencias de la tierra y disciplinas

relacionadas.

e) Procurar el incremento de inversiones públicas y privadas, nacionales e internacionales al desarrollo de planes, programas y proyectos de técnicas de formación académica e investigación, así como la implementación de resultados en las áreas de su competencia.

f) Prestar asistencia técnica y científica para proyectos de investigación y desarrollo a entidades y organi-

zaciones principalmente del sector público.

Desde el punto de vista técnico y de entrenamiento. el CIAF tiene seis departamentos:

- Ingenieria Civil y Fotogrametria -Ingenieria Forestal y Ecologia
- -Geología y Geomorfología Levantamientos Integrados
- -Sensores Remotos y Sistematización

-Suelos y Agricultura

2.1.2. Departamento de Geología y Geomorfología.

De 1968 a 1984 el CIAF ha ofrecido el curso de especialización de foto interpretación geológica. 173 estudiantes de 15 países de Sudamérica han participado en este curso, el cual ha tenido una duración de 9 meses.

El curso está dividido en tres partes: teoría, laboratorio y trabajo de campo (Tabla 1), y sus objetivos son: -Ejecutar levantamientos, inventarios y estudios utilizando imágenes de sensores remotos.

-Planear, participar y dirigir las diferentes actividades requeridas para realizar estudios y/o evaluación de recursos naturales para alcanzar objetivos de desarrollo socio-económico.

 Estar en capacidad de transferir las experiencias tecnológicas adquiridas a otros técnicos profesionales.

 Conocer la importancia, alcance y limitaciones de los sensores remotos en el estudio y evaluación de los recursos naturales.

 Estar en condiciones de seleccionar la mejor imagen para que los levantamientos o inventarios que se realicen sean lo más eficientes y económicos.

2.1.2.1. Investigación.

El Departamento de Geología y Geomorfología además de dictar el curso de especialización, adelanta con base a los trabajos de campo realizados por los estudiantes del curso de especialización, la elaboración de un mapa fotogeológico con control de campo de una amplia e importante región al sur del país.

2.1.2.2. Asesorías.

En los últimos años el Departamento de Geología y Geomorfología ha participado en la ejecución de trabajos de asesoría a diferentes entidades, principalmente del sector oficial. Progresivamente el pedido de asesoría por aquellas entidades es mayor y ésto se debe a la eficiencia de la metodología empleada en los estudios con relación a los fines propuestos en ellos. Es pues, una tácita aprobación del uso de la interpretación de las distintas imágenes de la superficie de la tierra en el conocimiento de los recursos geológicos, el cual es aplicado con enfoque específico a las diversas disciplinas partícipes en el desarrollo del país.

Igualmente, er los últimos años se han desarrollado grandes proyectos de obras civiles, donde el aspecto geotécnico es el fundamento de su estabilidad y por lo tanto, de su utilidad y rendimiento. Gran número de las asesorías prestadas por el Departamento de Geología han sido de estudios de geología aplicada donde las imágenes más utilizadas son las fotografías aéreas convencionales a diferentes escalas, sin descartar las imágenes de radar y Landsat en las primeras fases de investigación, donde se requiere el conocimiento geológico regional del área del proyecto, especialmente en cuanto a la definición e interpretación estructural.

2.1.2.3. Actividades futuras.

Además de continuar con las actividades ya mencionadas, el Departamento de Geologia en el futuro inmediato y próximo, ofrecerá cursos cortos acerca de Neotectónica, Geología Aplicada a Ingeniería, Yacimientos minerales, e Hidrología. Igualmente, el Departamento de Geología participará activamente en el programa regional de Sensores Remotos (procesamiento y análisis digital de imágenes, como también en los proyectos de cooperación técnica con Holanda, Francia, Brasil, Colciencias.

a) Curso intensivo sobre Teledetección Aplicada a Neotectónica.

Los sucesos de Popayán y Guavio, que con la pérdida de tantas vidas, marcaron trágicamente el año 1983 y los recientes eventos geológicos catastróficos, subrayaron a la vez la importancia que reviste la identificación y estimación de los riesgos geológicos, no sólo para la seguridad de los centros urbanos, sino también para la preservación de obras de ingeniería, desde las etapas mismas de planeación y ejecución.

Estas consideraciones, indican claramente la creciente necesidad que existe en toda la zona andina de elaborar estudios detallados encaminados a un correcto análisis de los riesgos geológicos, apoyados en todo tipo de herramientas disponibles.

Como parte de la problemática, el riesgo sísmico y de manera particular la tectónica activa, requieren la elaboración de metodologías y técnicas que permitan no sólo detectar los fenómenos neotectónicos, sino también evaluarlos en términos probabilisticos. Como instrumento de aproximación para obtener estos conocimientos, se está imponiendo cada vez más como una necesidad, la interpretación de fotografías aéreas y otros tipos de imágenes tomadas desde el aire o el espacio. En tal sentido, el presente curso ha sido dise-

nado principalmente para suministrar una breve sintesis de los geólogos teóricos necesarios, un entrenamiento práctico intensivo para la utilización de fotografías aéreas e imágenes multiespectrales y de radar y una presentación de técnicas complementarias utilizadas en los estudios relacionados con la neotectónica.

El curso será desarrollado en 54 horas, de clases teóricas, 122 horas de práctica de gabinete que brindarán al participante amplia oportunidad de practicar las técnicas de identificación de fenómenos neotectónicos mediante fotografías aéreas e imágenes Landsat y radar. Se realizará también el estudio de ejemplos con una fase preparatoria de gabinete y posterior comprobación de campo.

El curso tendrá lugar entre el 4 de noviembre y el 12 de diciembre de 1986, en el Centro Interamericano de Fotointerpretación, CIAF, Bogotá-Colombia.

b) Programa Regional de Sensores Remotos.

Este programa tiene una orientación hacia el desarrollo de lo relacionado con entrenamiento, investigación, consultoría y transferencia tecnológica en el campo de la percepción remota. Sus objetivos principales son:

Introducir a nivel regional las aplicaciones de técnicas visuales y digitales para la extracción de información geográfica a partir de imágenes obtenidas por sensores remotos.

 Diseñar e implementar un sistema de información geográfica (SIG) para una zona piloto en los Departamentos de Tolima y Huila.

—Transferir a los países latinoamericanos la información y resultados obtenidos en estudios efectuados, así como la transferencia de tecnología del SIG y del procesamiento digital de imágenes.

 Entrenar a un grupo de profesionales del CIAF en el uso de las técnicas mencionades y sus aplicaciones.

-Capacitar en el CIAF a un grupo de profesionales (80) de la región (Latinoamérica), especialmente los de menores recursos (grupos C y D), en el uso de las técnicas mencionadas.

 Adquirir el equipo necesario tanto para el procesamiento digital de imágenes, como para el almacenamiento, manejo, actualización y recuperación de información geográfica.

 Desarrollar un proyecto de investigación en una segunda área piloto que permita aplicar las metodologias desarrolladas en la primera, ampliando su cobertura a aspectos oceanográficos, costeros y arqueológicos.

 Establecer convenios con la NASA-NOAA e INPE, para regularizar el suministro de imágenes de satélite.

—Establecer convenios con centros de computación y facultades de ingeniería de sistemas para desarrollar programas adecuados para procesar imágenes y para el SIG.

-Establecer y operar un centro de consultoría y ase-

 Elaborar material didáctico para usar en sus programas de entrenamiento y difundirlos por latinoamérica. -General proyectors de desarrollo a nivel nacional y regional en sensores remotos y temas afines.

2.1.2.4. Ejemplos de trabajos elaborados en el CIAF.

2.1.2.4.1. MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA FOTOGEOLOGICO PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL ALTO CAQUETA

Salomón B. KRONENBERG Hans DIEDERIX Alberto CRISZANCHO

RESUMEN

En el presente informe se describe el Mapa Fotogeológico Preliminar del Alto Caquetá, el cual fue elaborado con base en la interpretación de fotografías aéreas, una imagen LANDSAT y la bibliografía y cartografía existente pero sin control de campo.

La cuenca del Alto Caquetá desagua el flanco oriental de la Cordillera Centro-Oriental y el Dintel de Santa Rosa, al sur del Nudo de los Pastos. Geológicamente todavía se pueden distinguir en la zona los elementos tectónicos individuáles de las Cordilleras Central y Oriental y de la depresión interandina que las separan más hacia el Norte.

Se han distinguido seis unidades morfoestructurales:

(1) La Serrania de La Relumbrosa compuesta por rocas volcánicas y sedimentarias cretácicas correspondiendo tectónicamente con el flanco occidental de la Cordillera Central. (2) La zona volcánica glaciaria con cuatro focos volcánicos principales, de los cuales tres muestran fuerte degradación por erosión glaciaria. Sólo el volcán Las Animas presenta indicios de actividad holocénica. Esta zona se alinea con la parte central de la Cordillera Central. (3) El macizo de Santa Rosa-Yunguillo compuesto principalmente de rocas metamórficas paleozoicas y rocas igneas triajurásicas, corresponde al flanco oriental de la Cordillera Central. (4) El Sinclinario de Condagua, que consta de estratos cretácicos y terciarios plegados; se alinea con el Valle Alto del río Magdalena hacia el norte y continúa hacia el s ur en el Monoclinal de Mocoa. (5) El Macizo de Churumbelo, que tiene un núcleo probablemente precámbrico y está cubierto por areniscas cretácicas; se le considera como la prolongación de la Cordillera Oriental. (6) El Piedemonte Andino, que es una cuenca sedimentaria profunda de antepaís.

A excepción de las coberturas volcánicas, los contactos entre las unidades morfoestructurales, y aún entre las diferentes formaciones, están fallados, a lo largo de sistemas de fallas prominentes de orientación NE-SW.

Existen indicios de tectónica reciente en la zona.

Imagen Landsat utilizada en este estudio:

No. 2375-14355, Bandas 5, 6 y 7, 1º febrero 1976, Escalas 1:1.000.000, 1:500.000, 1:250.000 y 1:100.000.

La imagen Landsat cubre toda la zona de estudio y sólo presenta nubes en el extremo suroccidente y el extremo nororiente del área.

2.1.2.4.2. MEMORIA EXPLICATIVA DEL MAPA FOTOGEOLOGICO PRELIMINAR DE LA CUENCA DEL ALTO PUTUMAYO

RESUMEN

Se describe la geología general del flanco oriental de la zona sur de Colombia, donde se juntan las tres cordilleras, al occidente de la Intendencia del Putumayo y los alrededores del Valle del río Guamuez y la laguna de La Cocha en el Departamento de Nariño.

Se ejecutó una interpretación utilizando fotografías aéreas e imágenes Landsat, para producir un mapa a escala 1:100.000 sin comprobación de campo, de acuerdo con el contrato llevado a cabo entre Interconexión Eléctrica S.A. y el Centro Interamericano de Fotointerpretación, para los desarrollos hidroeléctricos del Alto Putumayo.

En la zona se cartografiaron varios grupos de rocas. En el área occidental hay abundancia de rocas volcánicas en forma de flujos de lava y depósitos piroclásticos. En el flanco oriental de la cordillera aparece un conjunto de migmatitas precámbricas afectadas por intrusiones del jurásico. En la llanura selvática se distingue la cuenca sedimentaria del Putumayo.

La zona ha estado afectada por una intensa actividad tectónica, que se demuestra por la proliferación de fallas en la cordillera de Portachuelo y el control de los valles de Afiladores, La Cocha, Benjejoy y Sibundoy, así como el volcanismo reciente también se ve marcadamente asociado a esta zona de debilidad.

Como característica geotécnica especial se destaca la abundancia de fallas en el sector de los proyectos sobre el río Putumayo y la posible actividad de la falla de Afiladores-Benjejoy que afecta el proyecto La Cocha.

Imágenes Landsat utilizadas en el estudio:

Para la interpretación monoscópica se obtuvieron copias de las siguientes imágenes Landsat;

Imagen	Escala	Fecha	Banda	% de nubes
E-2375-14355	1:250.000	1-2-76	7 7	20
E-2375-14362-	1:500.000	1-2-76		60

Estas imágenes cubren la totalidad de la zona, pero la primera presenta un cubrimiento de nubes del 10% del área interpretada, razón por la cual la parte central de la zona no puede ser adecuadamente cartografiada. La parte sur que cubre la segunda imagen presenta cubrimiento (del 10%) de nubes hacia la confluencia de los ríos Guamuez y Sucio, donde la información también es muy pobre.

Fisiografía, Hidrología y Clima:

El área estudiada forma parte de la vertiente amazónica, y se ubica en el flanco oriental de la zona conocida regionalmente como Nudo de los Pastos, donde se unen las tres cordilleras del sistema andino de Colombia. Hacia el occidente la zona presenta un relieve abrupto, con alturas que llegan hasta los 4.000 m. sobre el nivel del mar. y las depresiones conformadas por el valle de Afiladores, la laguna de La Cocha y valle de Sibundoy, las cuales forman las cabeceras de los ríos Sucio, Guamuez y Putumayo, respectivamente.

La región oriental está formada por un relieve suavemente ondulado, encontrándose la transición en la zona de Piedemonte Andino, donde varios de los ríos han labrado valles profundos, en algunos sectores con paredes verticales. Aparte de los ríos anteriores mencionados están el Orito, Patascoy, Calderón, Conejoy, San Juan, Changuayaco y Vides, los cuales se hallan entre el río Guamuez y Putumayo, drenando la parte oriental de la cordillera y el piedemonte, y se reúnen finalmente en el río Putumayo, en la llanura Amazónica.

Hacia el noroccidente se destaca la divisoria de aguas entre los rios Putumayo y Blanco, conocida con el nombre de Cordillera del Portachuelo.

La parte occidental está conformada por rocas de diversos tipos, pero las más abundantes son las volcánicas recientes. Hacia la zona central predominan rocas más antiguas, de diferente composición, afectadas intensamente por fallas regionales, dejando una topografía muy fuerte. El relieve ondulado de la Amazonia está conformado por rocas sedimentarias, cubiertas por depósitos provenientes de la desintegración de la cordillera.

La zona presenta un control estructural fuerte, ocasionado por el levantamiento reciente de Los Andes, que involucra intensa actividad volcánica y gran fracturamiento.

En el área se pueden reconocer varios patrones de drenaje. Los modelos deposicionales se observan hacia el fondo de las depresiones interandinas (Guamucz y Sibundoy) y la llanura Amazónica, en tanto que los erosionales se desarrollan principalmente al centro del área, donde actualmente los ríos labran sus valle a en el flanco oriental de la cordillera. Los cauces se hallan controlados por los sistemas de fracturas que se han generado en el proceso de levantamiento andino.

La vegetación en general es exuberante, principalmente selvática hacía el oriente y boscosa hacía las cumbres occidentales, donde puede llegar a desaparecer para desarrollar la vegetación típica de páramo. Los valles de Afiladores y Sibundoy se explotan agricolamente: especialmente este último donde se observa intensa actividad humana.

2.1.2.4.3. LA GEOLOGIA DEL VALLE ALTO DEL MAGDALENA Y AREAS CIRCUNDANTES ME-DIANTE EL USO DE IMAGENES ERTS

R.R. FRANCO M.H. GOMEZ

RESUMEN

Se interpreta la imagen ERTS 2716-14184 bandas 4, 5, 6 y 7 mediante el uso del I²S (A.C.V.), la cual cubre un

área de 34.225 kilómetros cuadrados en el Valle Alto del Magdalena entre las localidades de Honda y Natagaima. Se utilizó la banda 7 para interpretar la geología, apoyados en las publicaciones locales y regionales, así como en los trabajos de campo y conocimiento de algunas zonas por parte de los autores. Las conclusiones regionales obtenidas vienen a constituir un nuevo aporte al conocimiento geológico de Colombia, así:

- El sistema de fallas Guape-Quinini, en combinación con el anticlinorio fallado de Villeta, constituyen el límite suroccidental de un gran bloque que denominamos "Bloque de la Sabana", el cual se levantó a finales del Paleoceno, dando lugar a un umbral que restringe la deposición molásica de la formación Gualanday en la región del Alto Magdalena.
- 2. La expresión y la traza de la falla del Río Cucuana se proyecta a través del flanco sur de la barrera de Gualanday, continúa por la deflexión del río Magdalena cerca de Girardot, sigue el alineamiento del río Bogotá y se torna difusa hacia el oriente, afectó el curso del río Magdalena al combinarse con procesos de agradación recientes (abanicos de El Espinal y Guamo).
- 3. Dentro del Bloque de la Sabana se detecta la continuidad del anticlinorio de Villeta hacia el sureste con fuerte cabeceo, el cual se refleja en la imagen por lineamientos muy marcados. Esta estructura se continúa en el anticlinal de Cumaca, forma una "silla" dentro de la cubeta de Fusagasugá y sigue hacia el sureste, por el anticlinal que se observa cerca de Pandi.
- 4. Dentro del mismo Bloque de la Sabana se presenta el alineamiento de la Falla de San Bernardo, que continúa hacia el oeste, produciendo posiblemente la rupgura del Boquerón de Fusagasugá.

Se presenta un mapa geológico regional, a escala aproximada 1:500.000, un mapa de unidades geomorfológicas, dos diagramas en bloque hacia el oriente y el occidente del Río Magdalena.

1. INTRODUCCION

Este trabajo de investigación que viene a constituir un nue vo aporte al conocimiento geológico regional del país presenta los resultados del mapeo geológico del Valle Alto del Magdalena entre la localidad de Honda y Natagaima e incluye parte de las Cordilleras Central y Oriental, con base en imágenes ERTS 2716-14184 sobre un área de 34.225 kilómetros cuadrados aproximadamente.

A pesar de que existen importantes estudios geológicos regionales del área, tales como el Mapa Geológico de Colombia publicado por GEOTEC en 1976 y el Mapa Fotogeológico Generalizado del Departamento del Tolima, realizado por INGEOMINAS 1972 y estudios de mayor escala y detalle, como las planchas fotogeológicas de Raasvelt 1956, 57 (K9, L9 y M8) y otras publicaciones de INGEOMINAS, parte del área adolecía de información geológica regional publicada. Con base en estas publicaciones y después de hacer una recopilación de trabajos geológicos existentes se comenzó a inter-

pretar la imagen aportando los conocimientos de campo por parte de los autores:

Puesto que en la era espacial se está desarrollando rápidamente la técnica de los sensores remotos, se considera que para mapear grandes regiones en un corto período de tiempo las imágenes ERTS aportan mucha información en la detección de grandes rasgos estructurales, geológicos y geomorfológicos regionales y a su vez confirman o corroboran las características principales de levantamiento más locales. No obstante para realizar un buen estudio es obligante conocer el área previamente.

El estudio de esta imagen forma parte de un programa de investigación que realizará el CIAF para complementar las informaciones y estudios geológicos de campo que ha venido adelantando la Unidad de Geología durante los últimos años.

Este estudio va acompañado de un mapa geológico elaborado por interpretación de una imagen ERTS, apoyado en reconocimiento de campo y consulta bibliográfica. El tiempo neto de ejecución del presente trabajo fue de dos meses incluyendo selección de la imagen, procesamiento y análisis bibliográfico, trabajos de campo y construcción del mapa final y memoria.

2. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar sus agradecimientos al CIAF por motivar este tipo de investigación. Al señor Rafael Pardo por el trabajo fotográfico aportado, a la señora Dagmar de De los Rios por el dibujo de los mapas y diagramas respectivos, finalmente a la señorita Graciela Contreras R., por la mecanografía del manuscrito.

3. DATOS, ANALISIS Y CRITERIOS DE INTERPRETACION

Se escogió una imagen en cuatro canales, del área central de Colombia, la cual fue procesada fotográficamente a escala 1:500.000 mediante el uso de International Interview System (ACV). Las anotaciones principales de la imagen son las siguientes:

Fecha de Exposición	Centro-Latitud y Longitud	Angulo de elevación solar Angulo solar azimutal
Enero 7/77	N4-30/W74-30	SUN-EL 41 AZ 125

Número de Identificación

E-2716-14184

Escala original: 1:3,200,000.

Araa efectiva por km. de vuelo: 170 km²

Resolución: 70 m. promedio

Banda 4: 0.5 - 0.6 m Verde - amarillo

Banda 5: 0.6 - 0.7 m Naranja - rojo cercano

Banda 6: 0.7 - 0.8 m Rojo lejano - infrarrojo muy cer-

cano

Banda 7: 0 8 - 1.1 m Infrarrojo cercano

La imagen MSS fue procesada en el 12S utilizando cuatro canales. El estudio fue hecho directamente sobre la pantalla y de su interpretación se obtuvo un transporte con todos los rasgos geológicos detectados a una escala 1:500.000, Figura número 1. La ampliación de la imagen a la escala mencionada es adecuada para realizar interpretaciones fotogeológicas y sirve a la vez de guia para adelantar los reconocimientos de campo.

En este trabajo se analizó la imagen utilizando técnicas visuales con el fin de obtener información geológica. Se destacan las estructuras principales y las mayores diferencias litológicas. Se desarrolló una metodología a medida que se adquiriera experiencia en la interpretación visual y se aprendió a reconocer las caracteristicas espectrales de las imágenes que geológicamente son semejantes.

El análisis visual de las imágenes permite aplicar criterios convencionales de fotointerpretación especialmente al utilizar la banda 7, por sus características de buen contraste y resolución.

En la etapa final del trabajo se obtuvo un mapa basado en rasgos estructurales y las unidades litológicas se agruparon en forma generalizada, involucrando dos o tres en una misma división.

4. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Las principales unidades geomorfològicas a nivel regional son las siguientes:

1. Cordillera Central.

- Sedimentos plegados del Valle Alto del rio Magdalena.
- Abanicos superpuestos del Valle Alto del rio Magdalena.
- 4. Anticlinorio de Villeta.
- 5. Sabana de Bogotá.
- 6. Rocas plegadas de la Cordillera Oriental.
- 7. Macizo de Quetame.

1. Cordillera Central

Está constituida por un complejo igneo-metamórfico, de rocas igneas intrusivas y extrusivas, así como esquistos y neises. Regionalmente presenta una antigua superficie de erosión que se extiende de norte a sur formando en algunas partes un glacis de erosión cuyas características se pueden observar claramente (en campo), al sur de Rovira y norte de la Sierra; llama la atención por estar poco afectada por los sedimentos erosivos y presentar una inclinación hacia el este.

La unidad se encuentra seriamente afectada por fenómenos tectónicos y los alineamientos detectados corresponden generalmente a fracturas fundamentales o secundarias que se manifiestanhoy dentro de los cauces de los rios más importantes. En consecuencia la imagen permite seguir claramente los lineamientos, observar su influencia dentro del área y presentarlos más adecuadamente que cuando se realizan estudios más locales con base en fotografías acreas convencionales.

Separar en la imagen diferentes tipos de rocas igneas es más dificil, que cuando se trata de separar rocas igneas de metamórficas. Un ejemplo de ello lo constituyen las diferenciaciones que se aprecian en las proximidades del Nevado del Tolima. Tanto las rocas metamórficas como las igneas presentan relieves escarpados y drenajes dendríticos a subdendríticos integrados a una red, característica para este tipo de complejos en zonas tropicales húmedas. En esta unidad se observan cauces profundos en forma de V que indican el rejuvenecimiento al que ha estado sometida la zona.

Los límites de este complejo se marcan en aquellos sitios en donde se ha desarrollado un glacis de depositación o donde las rocas sedimentarias se encuentran suprayaciendo al basamento y han sido afectadas por las orogenias del Mesozoico y Cenozoico. Geográficamente estos límites se hallan en las localidades de Rovira, Ibagué, Alvarado, Venadillo y La Sierra, las cuales se encuentran sobre materiales producto de la desintegración de la cordillera.

En las cercanías de Rovira y Corazón se aprecia el límite entre el complejo y los sedimentos plegados y fallados en diversas épocas que corresponden a la siguiente unidad geomorfológica. Estos límites son muy evidentes en las imágenes ERTS y se pueden marcar

con la exactitud que la escala lo permite.

2. Sedimentos plegados del Valle Alto del Magdalena.

Esta unidad está constituida principalmente por rocas sedimentarias de edad Jura-Triásica a Terciaria y presenta una topografía variable de tipo ondulado, está tectonizada y de ja pliegues y bloques que van desde las estribaciones de la Cordillera Central y aparecen bajo los abanicos más recientes de Ibagué, Guamo y El Espinal.

Esta faja sedimentaria se desarrolla al este de la Cordillera Central y cruza el Valle del río Magdalena hasta unirse con la Cordillera Oriental al norte de Girardot. Esta unidad fue la que controló el desarrollo geomorfológico durante el Pleistoceno y el Holoceno en el área de San Luis-Gualanday, dando lugar a la barrera geográfica que afecta la deposición de los sitemas de abanicos que posteriormente describiremos.

Abanicos superpuestos del Valle Alto del río Magdalena.

En la unidad anterior se menciona la presencia de una faja sedimentaria que se extiende desde la población de San Luis, cruza la barrera de Gualanday (Soeters, 1971), se extiende hacia la región de Armero y Honda. Está constituida por una secuencia de abanicos, en parte coalescentes, que tienen origen en la Cordillera Central, como se observa en el mapa de unidades geomorfológicas del Valle Alto del río Magdalena. La primera constituida por la llanura aluvial de piedemonte antigua conformada por los abanicos de Ibagué-Guamo-Venadillo y Río Recio, representada por sedimentos gruesos, y la segunda más reciente formada por los abanicos de El Espinal y La Sierra con sedimentos volcánicos finos y clásicos. La diferencia principal no sólo estriba en el tamaño del material, debido al mayor o menor aporte de sedimentos volcánicos en relación con el ciclo erosivo de la región, sino a factores que explicaremos más adelante.

Aunque la imagen presenta un recubrimiento mayor sobre el área mapeada por Soeters, 1971, cabe anotar que las relaciones entre los abanicos se siguen cumpliendo hacia el norte, salvo que en algunos lugares las Formaciones Honda y Mesa se encuentran formando relieves sobresalientes (ventanas), especialmente al norte de Armero.

El abanico o "glacis" de Fusagasugá-Tolemaida, se desarrolla en la Cordillera Oriental y parece ser contemporáneo con los abanicos de la Cordillera Central, a pesar de presentar variación en su aspecto hidromórfico y diferir marcadamente en composición. Comparando tentativamente los eventos desarrollados en los abanicos ubicados al oeste del río Magdalena con los del este podemos decir lo siguiente:

-Los abanicos del oeste están constituidos por material polimíctico de rocas igneas, metamórficas y sedimentarias de la Cordillera Oriental asociadas con material volcánico de diverso tamaño proveniente de los

centros eruptivos más cercanos.

Los abanicos del este están constituidos por material oligomíctico sedimentario, asociado con material tobáceo predominante, procedente de centros eruptivos

más lejanos.

—A pesar de que los abanicos del oeste y del este presentan barreras geológicas como las de Gualanday y Boquerón, respectivamente, la génesis parece ser similar por las siguientes razones: Ambas tuvieron un origen tectónico complejo. La de Gualanday y por activación o reactivación de la falla (fundamental) de Cucuana-Río Bogotá que provocó la erosión regresiva del río Coello en la zona, al movilizar el bloque del occidente. La del Boquerón se originó por un sistema de fallas que denominamos en el presente trabajo Guape-Quininí y Boquerón, posteriormente se desarrolló la de San Bernardo activándose el desagúe en la zona.

-Aunque genéticamente podemos hablar de dos subunidades sedimentarias en los abanicos de Ibagué-Guamo (grueso a medio) y Espinal (finos a medios), no diferenciables siempre (la evidencia de suelos fósiles es local), se puede explicar de la siguiente manera;

a) La Falla de Cucuana-Río Bogotá levantó el área al occidente de Girardot por reactivación posiblemente a finales del Plioceno o a comienzos del Pleistoceno, originando una barrera transversal, cambio en el nivel de base local y originando la erosión regresiva del río Coello. Durante este período las erupciones volcánicas se vuelven más tranquilas, están representadas por cenizas y bombas volcánicas y el incisamiento producido por el río Coello sobre los sedimentos terciarios rompe gradualmente la barrera produciendo un flujo tranquilo de sedimentos finos (Soeters, 1971).

b) Por el contrario la barrera del Boquerón de Fusagasugá se rompe debido a la influencia de la Falla de San Bernardo, originándose un paso gradual de material a través de la barrera formada sobre los sedimentos cretásicos, conectándose en esta forma los abanicos de Fusagasugá y Tolemaida. No hay camino abrupto en el régimen deposicional como sucede en el abanico de El Espinal, debido a que el flujo fue continuo y el tipo de material no cambia. En algunas partes del abanico de Fusagasugá se observa un suelo fósil suprayacido por tobas finas que muchas veces se constituyen edafológi-

camente en un "Duripan" siendo su espesor de unos 60 centímetros.

4. Anticlinorio de Villeta.

En la imagen ERTS se puede delimitar una zona formada fundamentalmente por rocas del Cretáceo (Formación Villeta) que da lugar a un anticlinorio de orientación regional norte-sur: esta unidad hacia el sur presenta lineamientos claros propios de una estructura cabeceante y alcanza a expresarse en el llamado anticlinal de Cumaca. Por observaciones de campo se ha podido determinar que dicho anticlinal continua hacia el sur más o menos hasta las proximidades de Pandi. La Falla de San Bernardo posiblemente fue la causante de que el sinclinal de Fusagasugá se dividiera en dos pequeñas-cubetas.

Por un fenómeno posterior se deposita allí el material detritico, producto de la erosión de la Cordillera Central, para desarrollar el conocido abanico de Fusagasugá.

5. Sabana de Bogotá.

Esta unidad geomorfológica se encuentra dentro de la Cordillera Oriental formando una altiplanicie que es muy nitida en la imagen. Se puede delimitar fácilmente cuando se utiliza falso color porque los patrones de cultivos son contrastantes y resaltan ampliamente como para diferenciarlo de las rocas Cretáceas y Terciarias adyacentes. La Sabana de Bogotá está constituida por una serie de sedimentos depositados en un ambiente fluviolacustre y por tal razón su contenido en nutrientes es alto y permite que haya exuberancia en los cultivos; esta es la razón por la cual se puede considerar como una unidad independiente dentro de la Cordillera Oriental.

6. Rocas plegadas de la Cordillera Oriental.

La Cordillera Oriental en la zona estudiada en su mayoria se encuentra formada por plegamientos de rocas Cretáceas en cuyos núcleos sincli nales se han depositado sedimentos molásicos y que son claramente diferenciables en las imágenes ERTS. Hacia el S.E. de la zona se encuentra un cuerpo que constituye el basamento formado especialmente por rocas metamórficas e igneas en menor cantidad; a este conjunto se le conoce como el Macizo de Quetame.

Los rumbos de las estructuras presentan una orientación NS con ligeras deflexiones. Las fallas en su mayoría son también NS, pero también se observan fallas fundamentales que despegan los ejes de las estructuras y en algunos casos restringiendo la sedimentación dentro de zonas como es la Falla Guape-Macizo de Quetame-Quinini.

5. UNIDADES GEOLOGICAS DE MAPEO

Basados en la escala obtenida en el 12S y en las limitaciones de resolución que implican las imágenes ERTS, en la presente investigación regional nos permitimos agrupar algunas unidades geológicas, especialmente las Cretácicas y Terciarias con el fin de homogenizar el mapa y obtener resultados más viables.

Las principales unidades geológicas (referenciadas al Mapa Geológico de Colombia, GEOTEC, 1976), que se pueden diferenciar en las imágenes ERTS, sin entrar a hacer una descripción detallada, son las siguientes:

Series de Cajamarca (M1)

Matamorfitas no diferenciadas (M2)

Rocas igneas extrusivas (11)

Rocas igneas intrusivas (12)

Grupo Quetame (P)

Pre-Payandé (J)

Payandé y Post-Payandé (JT)

Grupos Villeta y Cáqueza (K1)

Grupo Guadalupe (K2)

Formación Guaduas (T1)

Formaciones Gualanday-Bogotá (T2)

Formaciones Honda y Cira (T3)

Formación Mesa (T4)

Terrazas y Abanicos antiguos (Q1)

Abanicos recientes (Q2)

Depósitos aluviales (Q3)

6. GEOLOGIA ESTRUCTURA REGIONAL

Los principales rasgos estructurales que vienen a constituir un nuevo aporte a la geología regional del país son los siguientes:

- a) Sistema de fallas Guape Quinini-Villeta-Salinas:
- b) Falla de Cucuana río Bogotá;
- c) Anticlinorio de Villeta:
- d) Falla de San Bernardo.

6.1. Sistemas de falla Guape-Quininí-Villeta-Salinas.

En la imagen se observa con cierta nitidez un gran lineamiento de dirección este-noreste, que se desarrolla en las inmediaciones del rio Guape, continúa hacia el norte y puede ser seguido hasta la localidad de Quininí. Hacia el norte de la localidad de Nilo se comienza a detectar el lineamiento regional que produce la Falla de Villeta con dirección hacia el norte para correlacionarla fuera del área con la de Salinas (Taborda 19). Este sistema de fallas constituye el limite sur-occidental de un gran bloque que se levantó a finales del Paleoceno y al cual aqui se denomina "Bloque de la Sabana" (molasa). Da lugar a un umbral o barrera que restringe la deposición molásica de la Formación Gualanday hacia el oriente.

6.2. Falla de Cucuana-Río Bogotá.

El alineamiento producido por esta gran Falla es mucho más claro que el anterior y su traza se puede seguir con gran nitidez en la imagen.

Esta Falla regional que se detecta en la parte suroccidental del área presenta una dirección regional N 40°E y se extiende hacia el noreste del área para bifurcarse en los alrededores de Tocaima, pierde expresión al occidente de la Sabana de Bogotá. Regionalmente se podría correlacionar con el sistema de fallas transversales en la Sabana de Bogotá.

La Falla de Cucuana-Río Bogotá presenta las siguientes características:

 a) Afecta a toda la secuencia litológica presente en el área, desde el basamento ígneo metamórfico hasta los abanicos recientes, donde su traza es bastante visible

en las imágenes.

b) Posiblemente afecta a la Falla de Villeta-Salinas, desplazándola (?) en la localidad de Tocaima y una de sus ramificaciones pudo originar el Salto de Tequendama (?).

 c) Afecta parcialmente al anticlinorio de Villeta, al cual nos referiremos más adelante, posiblemente debido a que las lutitas por ser incompetentes no transmiten los esfuerzos o deformaciones como los materiales

competentes.

d) La Falla de Cucuana-Río Bogotá asociada con la Falla de Ibagué, levantó el "Bloque del Coello" y generó una serie de características geomorfológicas como lo representan la barrera de Gualanday y la distribución de abanicos dentro del área. Esta última situación hace que la unidad geomorfológica Abanicos del Valle Alto del Magdalena, tenga una disposición irregular y los abanicos estén separados por la unidad geomorfológica Sedimentos Plegados del Valle Alto del Magdalena.

 e) El río Magdalena presenta una fuerte deflexión hacia el suroeste de Girardot, debido tanto a factores deposicionales recientes como a la Falla de Cucuana que lo afectó tectónicamente haciendo variar su curso.

6.3. Anticlinorio de Villeta.

Al occidente de la Sabana de Bogotá (dentro del Bloque de la Sabana) se logra detectar la continuidad del denominado anticlinorio de Villeta hacia el sureste. En los alrededores del rio Bogotá se observan en la imagen una serie de trazas diferenciadas por cambio en tonalidad que demarcan una estructura anticlinal buzante. Esta estructura, a pesar de desarrollarse sobre sedimentos incompetentes, puede seguirse hacia el norte, donde presenta muchos pliegues secundarios (parasíticos).

El anticlinorio de Villeta se continúa en el anticlinal de Cumaca, forma una "silla" dentro de la cubeta de Fusagasugá y continúa hacia el sureste, por el anticlinal que se observa cerca de Pandi.

6.4. Falla de San Bernardo.

Es una estructura regional cuya traza se detecta en la imagen, presentando una posición este-oeste. Afecta transversalmente las estructuras desarrolladas sobre los sedimentos Cretácico-Terciario y en especial la cubeta de Fusagasugá, reactivando la silla antes mencionada. Por último afecta a las Fallas de Guape-Quininí y Boquerón desarrolladas sobre sedimentos cretácicos (barrera del Boquerón) produciendo el desagüe del Río Sumapaz, antes de la depositación de los sedimentos que dieron origen a los abanicos de Fusagasugá-Tolemaida.

Desde el punto de vista tectónico, los autores consideran que la parte central de esta imagen es de suprema importancia para resolver los problemas estructurales que a nivel regional implica la geología colombiana. En un estudio posterior se tratará de interpretar a otra escala la zona de mención, con el fin de explicar mejor la relación con las nuevas estructuras reportadas.

2.2. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS - INGEOMINAS.

2.2.1. Programa de Teledetección para Geología.

El INGEOMINAS es la entidad rectora en la elaboración de la carta geológica del país, labor que adelantan más

de 80 geólogos.

En el organigrama del Instituto existe la división de Sensores Remotos cuyos especialistas han elaborado el programa de teledetección para Geología con el cual se busca la realización de investigaciones avanzadas, mediante sensores remotos en el territorio Colombiano, caracterizado por zonas naturales geográficas claramente diferenciadas en clima, relieve, suelos, vegetación. Tales investigaciones dirigidas a la geología regional, económica, ambiental, tectónica y estratigráfica, requieren de etapas iniciales de experimentación básica, diseñadas y adecuadas a las condiciones especiales nuestras que incluyen ambientes selváticos, del trópico húmedo, para los cuales no existen antecedentes válidos extrapolables a partir de trabajos similares realizados en ninguna otra parte del mundo.

El INGEOMINAS proyecta a través del programa implementar una infraestructura de procesamiento de información digital satelitaria y de técnicas avanzadas de tratamiento estadísticos de los datos para su adecuación en fases intermedias y para la optimización final de

los resultados.

2.2.1.1. Objetivos.

 Desarrollar metodologías de exploración y prospección de minerales a través de un uso intensivo de la percepción remota que involucre técnicas de procesamiento digital.

2) Contribuir a la delimitación de "terrenos" o "provincias" geológicas, mediante incorporación de la información adicional proveniente de imágenes de satélite y otros sensores, sobre rasgos tectónicos y estruc-

turales.

- Identificar y patronar espectralmente materiales superficiales, para su posterior aplicación en el estudio de áreas con potencial de recursos naturales no renovables.
- 4) Establecer sistemas permanentes de monitoreo que permitan conocer la evolución de los factores dinámicos en geología ambiental para la prevención de desastres por causas naturales.

2.2.1.2. Operación.

El programa posee las siguientes características:

 Es un programa flexible en su carga de trabajo, esto es: adecuable, sin sacrificar la seriedad del plan general, a la disponibilidad presupuestal y humana. En consecuencia, los proyectos y subproyectos podrán ser incorporados y ejecutados de acuerdo a las variaciones que el orden de prioridades pudieran eventualmente experimentar.

2) Existen tres fases fundamentales para el desarrollo de los proyectos y subproyectos, los cuales dependiendo de la naturaleza de cada uno de estos, tendrán o no un riguroso ampliamiento secuencial, valga decir, que una fase individualmente, será o no prerrequisito obligado para el desenvolvimiento de la siguiente: se confundirá con esta o cualquier otra variante, al tenor de las peculiaridades de cada uno de los provectos o de los imponderables posibles sobre la marcha de los mismos.

Las fases de desarrollo se definen como sigue:

-Fase No 1 o Preliminar. La integran el conjunto mínimo de actividades de campo y oficina de más segura ejecución dentro del corto plazo, con las que se pueda conseguir a título de ensavo inicial, la manipulación satisfactoria de una sola de las variables del problema.

-Fase Nº 2 o Experimental. Como quedó dicho, esta fase, según el proyecto o subproyecto de que se trate. podrá constituir una sola etapa con la fase Nº 1, o por el contrario, requerirá de una diferenciación para su cumplimiento formal. En éste último caso su iniciación estará condicionada a la terminación de la fase Nº 1 correspondiente: y su desarrollo constará del conjunto de actividades que garantice la continuidad de los ensayos iniciados en dicha fase y la obtención dentro del mediano plazo, de los primeros resultados reales del proyecto o subproyecto en un segundo nivel de compleiidad.

-Fase nº 3 u Operacional. Se entiende como tal, el conjunto de técnicas suficientemente probadas, con las cuales se ofrecerá en el largo plazo, una solución desde el punto de vista de la percepción remota, a un problema concreto de la geologia por parte de un equipo multidisciplinario completo laborando en óptimas condiciones económicas, de capacitación, de logística y demás infraestructura requerida, dando de esa manera término a un subproyecto específico planteado, cuyos resultados quedan así listos para ser ensamblados a los de otros subproyectos en orden, finalmente a la materialización del proyecto general a que pertenecen.

El programa comprende tres provectos, así:

a) Proyecto Cartografía de Rasgos Geológicos Detectados en Imágenes de Satélite, Radar y otros Sensores. Objetivos:

-Elaboración para los territorios continental e insular del país, de la cartografía tectónica en base a la interpretación visual de imágenes de satélite y radar.

-Elaboración para las mismas áreas y con los mismos materiales anteriores, de la cartografía regional de grandes estructuras de plegamiento y del cuaternario en cada imagen.

Elaboración, para los territorios continental e insular del país, de mapas fisiográficos y geomorfológicos regionales en base a la fotointerpretación visual de imágenes de satélite, radar y productos de otros sensores.

b) Proyecto Patronamiento Digital de Unidades Lito-

lógicas mediante Sensores Remotos.

Objetivos:

-Lograr la capacitación del personal técnicocientífico en la utilización e interpretación de equipos sensores de campo.

Establecer patrones de reflectancia para diferentes

tipos de litología.

Desarrollar una metodologia de patronamiento comparativo entre categorias diversas de litologías.

c) Provecto Implementación de una Infraestructura de Procesamiento Digital para Datos de Teledetección.

La carencia de una infraestructura que permita el procesamiento automático de la información de satélite, radar, etc., dificulta el desempeño técnicocientífico en el INGEOMINAS. La división de sensores remotos, mediante la aplicación de métodos conocidos estadísticos y matemáticos y el empleo de las unidades de computador de una entidad oficial de caracter diferente, el DANE, ha elaborado, a partir de datos multiespectrales Landsat y para dos zonas diferentes del país, Mocoa en la Intendencia del Putumavo o Pasca en el departamento de Cundinamarca, mapas alfanuméricos de baja capacidad de discriminación por razón de la importante deficiencia que se anotó anteriormente y en los que, consecuentemente, se imposibilitan análisis técnicos primordiales para los intereses de la geología como son: identificación de fracturas, lineamientos, rasgos estructurales, fisiografía y geomorfologia.

Objetivos:

-Dotación al INGEOMINAS de los equipos y com-

plementos necesarios.

 Capacitación en una institución especializada, de un equipo técnico-científico interdisciplinario, en técnicas avanzadas de procesamiento digital e interpretación de datos de satélite de estudio de los recursos naturales de la tierra.

 Depuración y aplicación operacional de modelos temáticos de simulación con integración automatizada de información satelitaria múltiple de programas científicos relacionados con la investigación de los recursos naturales.

 Normalización de servicios científicos a provectos del INGEOMINAS y asesoría técnica a otras instituciones.

Actividades desarrolladas por la División de Sensores Remotos:

-Interpretación visual de 22 imágenes Landsat (escala 1:1.500.000) con un cubrimiento por imagen de 30.000 km2; ejemplo: Interpretación geológica del extremo noreste de la Orinoquia con base en imágenes Landsat.

-Interpretación de 6 imágenes de radar (escala 1:400.000 - 1:250.000), con un cubrimiento por imagen entre 10.000 y 20.000 km2, correspondiente a las zonas del Pacifico y Cordillera Central, rio Magdalena y Arauca.

2.2.2. Ejemplo de trabajo elaborado en INGEOMINAS

PROYECTO ORINOQUIA-AMAZONIA IMAGEN SATELITE PUERTO CARREÑO-BAJO META INTERPRETACION PRELIMINAR DE RASGOS GEOLOGICOS

RESUMEN

Este trabajo hace parte del proyecto de investigación para la Orinoquia, del programa Segunda Expedición Botánica, el cual tiene como propósito ampliar el conocimiento de esta región del país y cuyo fin principal es el mejoramiento de la calidad de vida mediante el aprovechamiento del medio, utilizando sus recursos naturales y sustentando programas de desarrollo integral y natural.

La División de Sensores Remotos del INGEOMI-NAS ha terminado la interpretación geológica (preliminar) de tres imágenes Landsat a escala 1:250.000, de las bandas 5 y 7, cubriendo un área aproximadamente de 60.000 km².

De la interpretación visual se obtuvo una diferenciación de unidades litológicas cuaternarias, así: Cuaternario aluvial actual; Cuaternario aluvial reciente; Cuaternario eólico y una cuarta unidad Cuaternaria no diferenciada. También se diferenció una unidad sedimentaria anterior al Cuaternario a la cual se le asignó una edad Terciaria Superior-Plioceno.

Igualmente se diferenció una unidad litológica del Precámbrico, la cual consiste de rocas del Escudo de la Guayana, las cuales afloran formando una faja que limita el río Orinoco. Simultáneamente a la delimitación de unidades litológicas se cartografiaron lineamientos

con clara expresión en las imágenes.

En las áreas de afloramientos del escudo, se observan lineamientos de dos tipos, unos que presentan las mismas direcciones que la de los materiales sedimentarios (Cuaternarios-Terciarios) y otros que son exclusivamente del "Escudo".

2.3. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Dentro del programa académico de la carrera de Geología están las asignaturas de Fotogeología avanzada, cada uno de ellos con una duración de un semestre académico.

El curso de Fotogeología trata acerca de la utilidad de las fotografías aéreas, sus características físicas, limitaciones, etc.; se definen los parámetros de interpretación geológica y se identifican e interpretan los rasgos litológicos y estructurales en ellos observados.

En el curso de fotogeología avanzada se introduce la utilidad y manejo de las diferentes imágenes de satélite y radar y se aplican estos conocimientos en proyectos geológicos y geotécnicos.

2.4. EMPRESA PRIVADA

Las compañías de geólogos existentes en el país realizan actividades de asesoría en proyectos de desarrollo de recursos no renovables, proyectos viales, hidroeléctricos, ambientales, etc. En todos ellos, dada la diversidad de condiciones geológicas topográficas, climáticas, hidrológicas presentes en el territorio colombiano y a su extensión, se requiere el uso de sensores remotos, haciendo interpretación cada vez más exhaustiva de las diferentes imágenes disponibles.

En el presente trabajo se menciona a manera de ejemplo las actividades desarrolladas por la compañía GEOCONSULTA LTDA., la cual es representativa de la asesoría geológica privada.

LOS SENSORES REMOTOS EN GEOCONSULTA LTDA.

GEOCONSULTA LTDA., es una empresa de geólogos e ingenieros especialistas en asesoria geológica y geotécnica para el sector petrolero y obras civiles para el sector eléctrico, el sistema vial nacional, la construcción y en general otros aspectos del desarrollo donde la geología es una disciplina básica en la planeación de proyectos. Dentro de las herramientas de investigación en estas áreas, juegan un importante papel los sensores remotos en la obtención de la cartografía geológica básica; se utilizan en forma intensiva la fotografía aérea convencional en blanco y negro y en color, las imágenes LANDSAT, MSS y TM y las imágenes SLAT.

Entre los trabajos realizados por la compañía con intervención de técnicas de interpretación de imágenes

de sensores remotos, cabe anotar:

Estudio Fotogeomorfológico del Area Guaviare Sur, realizado en 1984, para la Empresa Colombiana de Petróleos. Cubrió un área de 18.000 km² localizados en un área selvática de la Amazonia Colombiana, en la Comisaria de Guaviare y Departamentos del Meta y Caquetá. Su objetivo principal fue la definición de los sistemas de drenaje, identificación de las unidades litoestratigráficas y estructurales y su posible relación con la acumulación de recursos petroliferos. Gran parte de la investigación se llevó a cabo utilizando imágenes de radar y satélite, que permitieron una evaluación rápida y eficiente de los factores analizados.

-Para la misma empresa se realizó en 1985 la evaluación de un área más al sur en el Departamento de Caquetá, que comprendió un área de 58.000 km². Con objetivos y técnicas de interpretación similares, se produjo el informe Estudio Fotogeomorfológico del Area Caquetá, en el que los sensores remotos permitieron sintetizar en productos finales a escalas 1:50.000 y 1:200.000 la constitución geológica de este sector de la Amazonía.

-La evaluación histórica de cubrimientos aerofotográficos existentes en varias zonas del país ha sido también una actividad de constante aplicación en los provectos de GEOCONSULTA LTDA. Es así como se han desarrollado importantes avances en el campo de la dinámica fluvial y el desarrollo geomórfico. En el Proyecto de Adecuación del Distrito de Riego del Saldaña realizado para HIMAT, se obtuvieron interesantes conclusiones sobre la morfodinámica de los ríos Saldaña y Chenche en el Departamento del Tolima mediante la interpretación de aerofotografías de diferentes épocas: la cartografía resultante permitió un diseño más apropiado de las obras civiles del sistema de riego y la adopción de medidas de recuperación de algunas áreas acordes con el desarrollo geomórfico de la región. Otros estudios similares característicos son el Proyecto de adecuación de tierras del Valle Alto del río Chicamocha realizado para la Empresa CEI y el Estudio Geomorfológico del rio Bogotá, efectuado para Hidroestudios y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

-Con respecto a vías de comunicación, presas y embalses, manejo de cuencas y abastecimiento de aguas subterráneas, la empresa utiliza intensivamente las imágenes de sensores remotos con métodos de interpretación convencionales en busca de soluciones e información de apoyo para la ejecución integral de proyectos.

3. BIBLIOGRAFIA

-Centro Interamericano de Fotointerpretación. Departamento de Geologia. Programa del curso de especialización. Programa docencia, asesorías e investigación. Bogotá, CIAF, 1985. 80p.

-Geoconsulta Ltda. Informe de actividades. Bogotá, 1984, 50p.

—Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras INGEOMINAS. Programa de Teledetección para Geologia. 1985. -Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras INGEOMINAS. División Sensores Remotos. Informe de Actividades. 1984-1985.

 Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras INGEOMINAS. Proyecto Orinoquia-Amazonia. Imagen Satélite. Puerto Carreño-Bajo Meta, Interpretación Preliminar de Rasgos Geológicos. Bogotá, 1984, 80p.

-Molina, Carlos. Programa Nacional de Sensores Remotos. Reunión Plenaria de la Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota (SELPER). Taller de trabajo sobre tecnología Canadiense en Percepción Remota. Ottawa, Canadá, julio 15-19 de 1985.

Universidad Nacional. Departamento de Geociencias. Informe de Actividades Docentes en el Area de Fotogeología. Bogotá, Universidad Nacional, 1984.
 60p.

4. TABLAS

CODIGO	ASIGNATURAS	TEORIA	LABORATORIO	CAMPO	TOTAL
F	Fotogrametría	40	64		104
SR	Sensores Remotos	40	56	In Case Vision	96
G1	Levantamientos Geológicos	22	24		46
G2	Fotointerpretación geomorfológica	28	32	a man entra	60
G3	Fotointerpretación Litológica	30	48		78
G4	Geología Estructural	28	50		78
G5	Fotointerpretación aplicada a			1	1000
	Depósitos Minerales	26	28	24	78
G6	Trabajo de Campo I		192	94	286
G7	Trabajo de Campo II		294	180	474
	TOTAL	214	788	298	1300
Calles IVE	PORCENTAJE	17%	60%	23%	100

TABLA 1. CURSO DE FOTOINTERPRETACION Y SENSORES REMOTOS APLICADOS A GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA INTENSIDAD HORARIA Y ASIGNATURAS.

INVESTIGACION DE RIESGOS VOLCANICOS EN EL SUR DEL PAIS

IGAC (ex-CIAF)-INGEOMINAS Bogotá, Colombia

INTRODUCCION

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNESCO), por intermedio de su programa GARS (Geological Application of Remote Sensing), propone patrocinar un proyecto de investigación de riesgos volcánicos en Colombia, que debe ser realizado conjuntamente por entidades nacionales (C1AF-INGEOMINAS), mediante el uso de sensores remotos aplicados a la Geología, Vulcanología, Sismología, Geodesia, Glaciología, Geoquímica de aguas y de gases, con el propósito de elaborar los mapas de riesgos volcánicos y establecer un sistema adecuado y efectivo de monitoreo en los diferentes volcanes.

Con el propósito de identificar los diferentes focos calóricos de los volcanes, es necesario iniciar la investigación mediante el uso adecuado de técnicas modernas de interpretación de imágenes de sensores remotos para tales fines. Se ha seleccionado para la investigación de riesgos volcánicos el área cubierta por la imagen de satélite P5 donde se encuentran centros urbanos tales como Pasto, Túquerres, Buesaco, La Unión, entre otros. (Fig. 1)

1. IDENTIFICACION

INVESTIGACION DE RIESGOS VOLCANICOS EN EL SUR DEL PAIS

2. JUSTIFICACION

La zona occidental de la República de Colombia forma parte del "Cinturón de Fuego del Pacífico", gran región en donde se originan los mayores terremotos y en donde están localizados la mayoría de los volcanes activos del mundo.

La reciente catástrofe de Armero y Chinchiná, originada en una explosión del Volcán Nevado del Ruiz, situado en la Cordillera Central de Colombia, nos pone de manifiesto que estamos expuestos a la actividad volcánica y que es una necesidad inaplazable contar con una vigilancia sistemática de los volcanes del sistema andino colombiano; además debemos elaborar los mapas de riesgo potencial, para cada uno de los centros volcánicos conocidos.

McDonald (1972) recalca la obligación que existe de dedicar y aunar esfuerzos en la fase humanística de los aspectos volcánicos, cual es el pronóstico de erupciones volcánicas y el entendimiento de los mecanismos de erupción.

Ante estas circunstancias, las características, lugar y tiempo de ocurrencia de una erupción, han llegado a convertirse en uno de los objetivos esenciales de la vulcanología; sin embargo, los datos con que se cuenta, especialmente en nuestro país, son imprecisos y por tanto se requiere la implementación de un equipo lo más completo y exacto posible, que nos permita identificar el despertar de un volcán y su evolución hacia una erupción.

Adicionalmente debemos preparar los mapas de riesgo volcánico, con la doble finalidad de establecer las zonas vulnerables, de una posible erupción volcánica, para salvar vidas humanas y minimizar, al máximo, los daños materiales, y planear en forma organizada el uso del suelo.

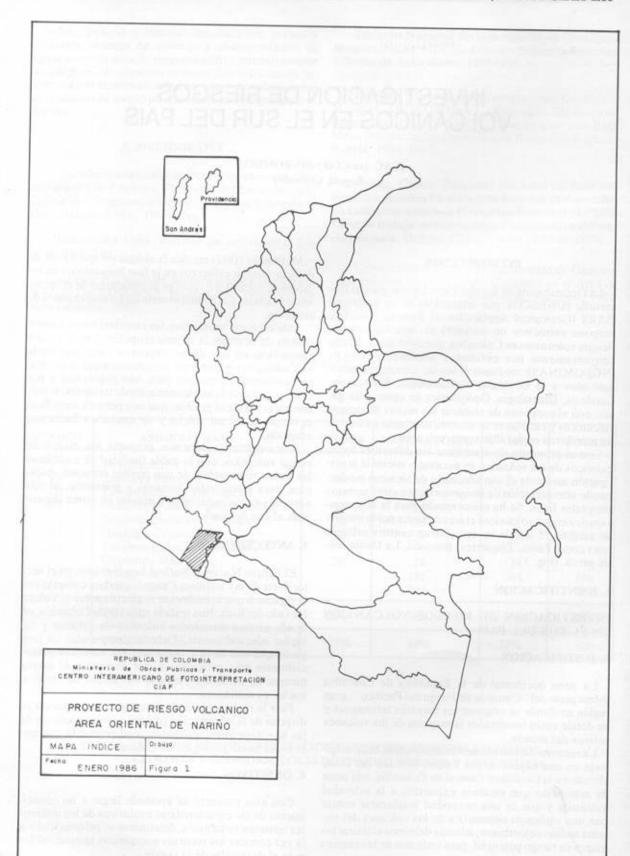
3. ANTECEDENTES

El Parque Nacional Natural Los Nevados en el sector norte de la Cordillera Central, quedará cubierto por la vigilancia que actualmente se efectúa sobre el Volcán Nevado del Ruiz. Nos resta la zona sur de Colombia, en donde existen numerosos volcanes sin estudiar y sin vigilar adecuadamente. Debemos emprender un proyecto que nos lleve a reconocer los volcanes potencialmente más peligrosos y que amenacen el mayor número de personas. Preparar sus mapas de riesgo e iniciar su monitoreo.

Para la realización de la investigación propuesta se dispone de la información geológica como producto de las investigaciones realizadas, tendientes a la publicación del mapa geológico de Colombia.

4. OBJETIVOS

Con este proyecto se pretende llegar a un conocimiento de las características evolutivas de los diferentes aparatos volcánicos, determinar su peligrosidad y a la vez conocer los recursos energéticos aprovechables para el desarrollo de la región.



Establecer una red adecuada de vigilancia que nos garantice conocer el despertar de un volcán y su evolución hacia una posible erupción. Conocer además los signos vitales del volcán en términos de sismicidad, deformación, geoquímica y otros.

Delimitar las zonas de riesgo volcánico para determinar el uso del suelo y las zonas de evacuación en caso de

una emergencia volcánica.

Establecer los volcanes más peligrosos, para implementar una red de vigilancia.

Tener una mejor planeación en la construcción de obras civiles y asentamientos humanos.

Tener la base para que los organismos de socorro preparen planes de emergencia y evacuación de comunidades vulnerables.

5. RESULTADOS ESPERADOS

La ejecución del proyecto permitirá determinar, dentro del área propuesta, cuáles son los volcanes, activos o dormidos, potencialmente más peligrosos y que amenacen el mayor número de pobladores del área. Una vez realizado este paso se procederá a establecer una red de vigilancia vulcanológica que nos permita conocer, con mucha precisión, los signos vitales, en términos de mediciones sísmicas, gravimétricas, magnetométricas, geoquímicas, de deformación y geodesia.

En la medida que las actividades lo permitan esta red de vigilancia deberá extenderse a todos los volcanes del

área.

Simultáneamente se levantarán los mapas de riesgo volcánico potencial, para cada uno de los volcanes, iniciando por los más peligrosos. Estos mapas nos darán las zonas vulnerables y las regiones de riesgo bajo; además se establecerá el porcentaje de probabilidades de que existan diferentes tipos de erupciones volcánicas.

6. METODOLOGIA

Teniendo como premisa que el área que cubre el vulcanismo moderno, en la zona de estudio, es muy extensa y conociendo además la existencia de numerosos cuellos volcánicos, el proyecto se plantea en dos fases, cuyas actividades son diferentes y donde el costo de la fase II depende de las conclusiones y recomendaciones de la fase I.

6.1 FASE I - INVESTIGACION REGIONAL

En esta primera parte del proyecto se abordará el problema de definir prioridades, para determinar los volcanes potencialmente más peligrosos y su área de influencia, en términos de población y actividad económica. Para ello se efectuarán las siguientes actividades generales.

6.1.1 Revisión Bibliográfica.

Estudio de mapas geológicos, geomorfológicos, topográficos, informes, artículos referentes a los volcanes antiguos y modernos. Se incluyen todas las referencias históricas que sobre actividad volcánica se conozcan en los archivos del país. Esto nos permitirá detectar, de una manera muy precisa, el grado de conocimiento, que sobre cada aparato volcánico se tiene.

6.1.2 Identificación e interpretación sobre imágenes de sensores remotos de las zonas volcánicas dentro del área seleccionada.

Su objetivo es hacer una cartografía vulcanológica preliminar, con base en imágenes TM y fotografías aéreas del infrarrojo termal y todas aquellas que conduzcan al conocimiento y delimitación de unidades litológicas, zonas de alteración hidrotermal producto de vapores y líquidos calientes, presencia de anomalías térmicas, contaminación de las aguas de escorrentía superficial, presencia de nieves, etc. Presentar un mapa tectónico, de asentamientos humanos y áreas económicamente activas, vulnerables a la actividad volcánica.

6.1.3 Reconocimiento de Campo.

Es la comprobación de los tipos de productos volcánicos cartográfiados con ayuda de los sensores remotos y determinar con más precisión la vulnerabilidad de las regiones. Al mismo tiempo servirá para efectuar mapas de riesgo volcánico muy preliminares y para toma de muestras, para diferentes tipos de análisis, entre otros petrográficos, químicos y para datación. Además en el reconocimiento de campo se determinará por intermedio de radiómetros manuales las características de emisión del material geológico que conduzcan a su caracterización en imágenes de sensores remotos.

6.1.4 Elección de Zonas para Trabajo Específico.

Con las bases anteriores se escogerán las zonas de mayor riesgo, para éntrar a desarrollar la Fase II del proyecto, que corresponde a estudios detallados.

6.2 FASE II AREAS ESPECIFICAS (ALTO RIESGO)

En las áreas seleccionadas como de más alto riesgo se desarrollarán las siguientes actividades:

6.2.1 Estratigrafía y Cartografía Vulcanológica.

Se trata de elaborar un mapa, lo más preciso posible, de los productos volcánicos históricos y prehistóricos, para evaluar las zonas afectadas por erupciones pasadas. Para esto es necesario hacer un estudio detallado de los productos volcánicos, su tipo, composición y edad. Para ello se requiere dataciones radiométricas utilizando diferentes métodos, análisis químicos, petrográficos y de evaluación de las temperaturas de depósito.

6.2.2 Elaboración de Mapas de Riesgo Geológico Potencial.

Se presentarán en escala 1:100.000 y 1:50.000, los mapas de riesgo volcánico, sísmico, de movimientos de masa e inundaciones. Para áreas con asentamientos humanos importantes se presentarán en escala 1:25.000 o mayores, si las condiciones lo requieren. En estos mapas se marcarán zonas de riesgo alto, moderado y bajo, para cualquiera de los fenómenos nombrados.

6.2.3 Establecimiento de una Red de Vigilancia Vulcanológica

Para esta actividad se requieren hacer estudios para aconsejar los mejores sitios de ubicación de la red; aconsejar la red de vigilancia y por último, instalar la red permanente. Este sistema de vigilancia debe en gran parte estar basado en los sensores remotos.

- 6.2.3.1 Métodos Físicos. Aqui se incluyen controles telemétricos, sísmicos, geodésicos, de deformación, gravimetría, magnetometría, geoeléctrica, temperatura y vigilancia visual, incluyendo diversos tipos de imágenes obtenidas por sensores remotos.
- 6.2.3.2 Métodos Químicos. Consiste en la medición y análisis de aguas y gases de fuentes termales y otros tipos de emanaciones volcánicas, para determinar sus patrones de comportamiento.

6.2.4. Mapa de Ordenamiento del Uso del Suelo.

La parte final del programa es la de elaborar un mapa para aconsejar sobre la utilización del suelo, en donde deben mostrarse las zonas en donde no deben permitirse asentamientos humanos importantes, construir obras civiles de alto costo y otros usos.

6.3 PERSONAL REQUERIDO

6.3.1 Personal para Fase I

Para adelantar la Fase I se debe contar con el siguiente personal:

PROFESIONAL. Dos Geólogos especialistas en interpretación de imágenes de sensores remotos; un Geomorfólogo, tres Geólogos, con conocimientos sobre cartografía y diferenciación de productos volcánicos, y un Glaciólogo. En la parte de análisis es importante contar con un geoquímico y especialistas en dataciones radiométricas.

AUXILIAR. Para las labores de campo se requieren tres Conductores, tres Auxiliares de campo. Ocasionalmente deberán contratarse guías, trocheros y arrieros.

APOYO DE OFICINA. Es indispensable contar con una Secretaria y una Dibujante para elaboración de informes y gráficos.

6.3.2 Personal para la Fase II

Para las labores en esta fase se necesita el siguiente personal:

PROFESIONAL. Tres Geólogos con conocimiento de la cartografía y diferenciación de los productos volcánicos; un Geomorfólogo, un Especialista en Interpretación de imágenes de sensores remotos, un Geoquímico, y personal especializado en dataciones radiométricas.

Para el establecimiento de la red de vigilancia deben tenerse dos o tres Geofísicos, dos Geodestas o Topógrafos, dos Geólogos y un Geoquímico. Este personal será dedicado continuamente, sin interrupciones a las labores de monitoreo de la zona volcánica y puede, si las circunstancias lo permiten, ser el mismo grupo que ejecute la vigilancia del Complejo Ruiz-Tolima. Además para instalación de los equipos se necesita un Ingeniero Electrónico.

APOYO EN OFICINA. Se necesita una secretaria y dos dibujantes, para trabajar en informes, gráficos y mapas.

8. PROPUESTA ECONOMICA

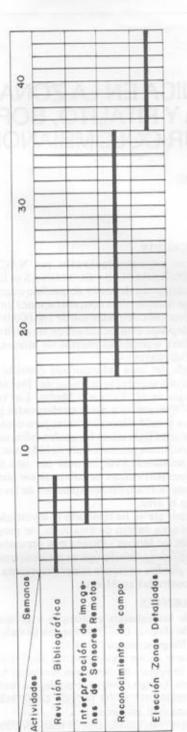
FASE I Y EQUIPOS PARA RED DE VIGILANCIA

8.1 SERVICIOS PERSON.	ALES (niles de pesos)
-Sueldo personal nómir -Viáticos -Honorarios, jornales	subtot <i>a</i>	9.485 3.000 150 3L \$ 12.635
	SUBTUTA	11. 3 12.033
8.2 GASTOS GENERALE	S	
 Utilización equipos pro- Utilización equipos arr 		1.600
(Helicoptero)		5.000
-Compra equipos red v	igilancia	22.000
 Materiales y suministr 	os	1.000
 Análisis químicos y pe 	trográficos	500
 Otros gastos generales 		360
	SUBTOTA	L \$ 30.460
TOTAL (1 y 2)		43.095
 Apoyo Administrativo 	Unidad	
Ejecutora		1.895
-Apoyo Administrativo	total	6.285
ment of the state of the		\$ 8.180
TOTAL INVERSION		\$ 51.275
		US \$ 294.408

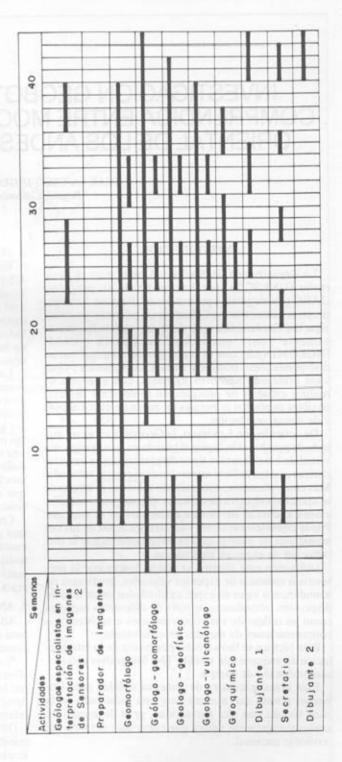
Precio del dólar \$ 174 por cada dólar.

NOTA: No se incluye el valor de:

CRONOGRAMA FASE I - INVESTIGACION REGIONAL



UTILIZACION DEL PERSONAL - FASE



INVESTIGACION GEOBOTANICA EN LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE MOCOA Y PITALITO, BORDE ORIENTAL DE LOS ANDES SUR COLOMBIANOS

IGAC (ex-CIAF)-INGEOMINAS Bogotá, Colombia

INTRODUCCION

La Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo (UNESCO), por intermedio de su programa
GARS (Geological Application of Remote Sensing)
propone patrocinar en Colombia un proyecto de inves
tigación Geobotánica que debe ser realizado conjuntamente por entidades nacionales (C1AFINGEOMINAS) con el propósito de conjugar varias
disciplinas como Botánica, Suelos, Geoquimica y Geología utilizando Sensores Remotos, con el objeto de
realizar estudios de prospección geológica y detectar
posibles depósitos minerales en zonas de dificil acceso
y de densa vegetación.

De acuerdo con Levinson, la Geobotánica es un método de prospección regional basado en la investigación visual de los diferentes tipos de plantas cuyas características pueden indicar mineralizaciones en el subsuelo. Más concretamente, este método utiliza el principio de adaptación selectiva de especies vegetales a concentraciones anómalas de ciertos elementos en el sustrato. Puede considerarse como una identificación de las comunidades de plantas que permiten determinar la distribución de especies indicadoras.

Utilizando este sistema se puede determinar la presencia o ausencia de especies vegetales, gradientes de abundancia o vigor de especies alrededor de un halo de dispersión, abundancia relativa de diferentes especies como un reflejo de sus requerimientos o resistencia a concentraciones de metales en el subsuelo.

Esta técnica se lleva a cabo por medio de la interpretación de imágenes de satélite TM, fotografías aéreas y comprobación de campo.

Esta investigación es de inmensa utilidad para Colombia puesto que nuestro país está localizado en la zona tórrida con alta pluviosidad, gran desarrollo de suelos y vegetación nativa que cubre más del 60% del territorio nacional.

1. IDENTIFICACION

INVESTIGACION GEOBOTANICA EN LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE MOCOA Y PITALITO BORDE ORIENTAL DE LOS ANDES SUR CO-LOMBIANOS.

2. JUSTIFICACION

En estudios recientes realizados por NACIONES UNIDAS - INGEOMINAS y ECOMINAS se ha investigado y evaluado un depósito de pórfido cuprífero el cual contiene además altas concentraciones en Molibdeno. Las reservas calculadas son de 280.000.000 toneladas. Este depósito está localizado en las estribaciones de la Cordillera a pocos kilómetros de Mocoa, Intendencia del Putumayo.

La geología del área seleccionada consiste principalmente en una secuencia de rocas del Precámbrico, Triásico-Jurásicas del Terciario Medio. Las rocas de posible edad Precámbrica están conformadas por neises graníticos y anfibólicos; las rocas jura-triásicas están representadas por calizas las cuales infrayacen a su vez rocas volcánicas pertenecientes a la formación Saldaña. Esta secuencia está intruida por una serie de stocks y diques porfiritícos de composición intermedia que se han considerado los responsables de las mineralizaciones en el área.

Como solamente se ha realizado la investigación de una pequeña área dentro de esta zona, se propone el estudio del sector Mocoa - Pitalito que presenta características geológicas, morfológicas y climáticas semejantes y que pueden contener mineralizaciones similares a las encontradas en Mocoa.

3. ANTECEDENTES

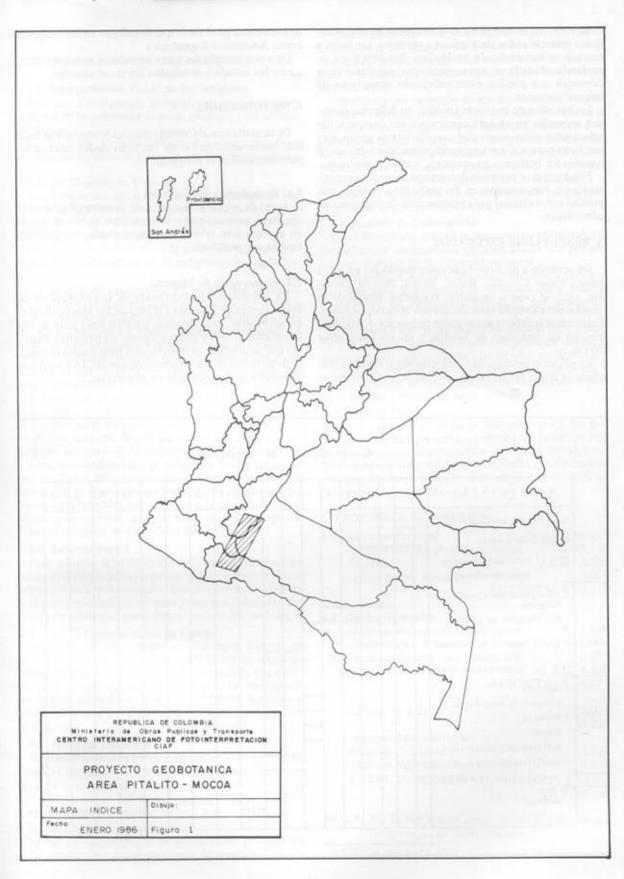
Además de los estudios geológicos y geoquímicos para el área de Mocoa (1973-1982) se han llevado a cabo estudios de Biogeoquímica (1980-81).

Por otra parte existe una propuesta de Exploración Minera con Imágenes de Sensores Remotos Landsat por Jorge Luis Arango (1980) que no llegó a realizarse, pero que actualmente se ha tomado como marco de referencia para este proyecto.

Otro trabajo relacionado con el tema es "Procesamiento Digital de Imágenes de Satélite y Factibilidad de Implementación en Colombia en 1979" (F. Gamba). Existen otras consideraciones generales al respecto citadas por (J. Cuatrecasas, 1958).

4. OBJETIVOS

El área de estudio tiene una extensión de 7.500 km₂ y está comprendida entre los municipios de Mocoa y Pitalito. (Fig. 1).



El objetivo principal de este proyecto es encontrar áreas mineralizadas de pórficos cupríferos similares a las que se han evaluado en Mocoa. Por otra parte se pretende identificar zonas anómalas características comunes que puedan estar reflejando otros tipos de mineralizaciones.

La base de este proyecto consiste en delimitar patrones anómalos en un área conocida y por comparación seleccionar otras zonas con características geológicas similares para realizar luego comprobaciones de campo basadas en botánica, geoquímica, suelos y geología.

Finalmente se pretende determinar anomalías geobotánicas y biogeoquímicas en ambientes andinos que puedan ser utilizadas para prospección de minerales en otras áreas.

5. RESULTADOS ESPERADOS

De acuerdo a las investigaciones realizadas en otros países como Canadá, Rusia, Brasil, Nueva Zelandia, etc., se espera encontrar respuesta visible de la vegetación existente relacionada con mineralizaciones. Estas características espectrales deben ser diferenciables en las imágenes de satélite y en las fotografías aéreas.

En el área mineralizada la cubierta veget al debe estar afectada por la presencia de concentraciones anómalas de elementos en el suelo que se reflejan en las imágenes como Anomalías Espectrales.

Una vez delimitadas estas anomalías se hacen necesarios los estudios detallados correspondientes.

7. METODOLOGIA

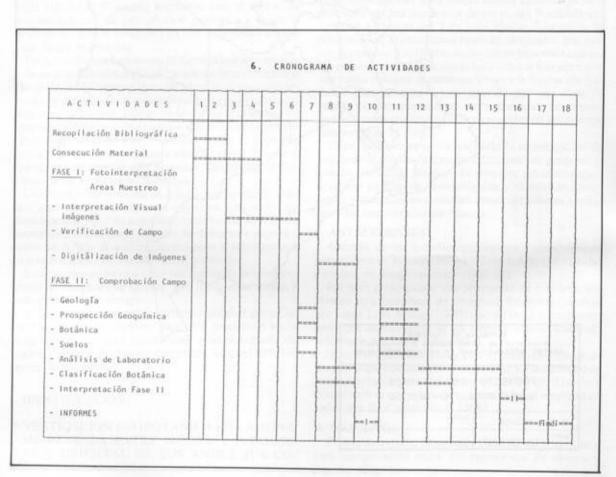
De acuerdo con el Cronograma del Numeral 6 se hace una breve descripción de las actividades necesarias para desarrollar el proyecto.

7.1. Recopilación Bibliográfica

Antes de iniciar los estudios de Sensores Remotos es necesario conocer que investigaciones se han realizado en el área con relación a fotogeología, geoquímica, botánica y pedología.

7.2. Consecución de Material

Es absolutamente indispensable la consecución de las Imágenes de Satélite (TM) del sector Mocoa-Pitalito en sus bandas características para los fines propuestos, fotografías aéreas y otras imágenes de Sensores Remotos que se adecúen al trabajo, así como mapas topográficos de la región. La información que el CIAF no pueda digitalizar será procesada en el exterior.



7.3. Fase I.

INTERPRETACION DE AREAS DE MUESTREO

7.3.1. Interpretación Visual de las Imágenes

Esta etapa comprende el estudio de caracterización regional de la cobertura vegetal, geología y morfología

El resultado de este estudio permite seleccionar áreas patrones características de los diferentes ambien-

7.3.2. Verificación de Campo

Con base en los datos anteriores es necesaria la comprobación regional de las diferentes áreas patrones en el campo por medio de estudios regionales en botánica, suelos, geología y geoquímica.

Esta caracterización es indispensable para proporcionar datos confiables en el programa de digitaliza-

7.3.3. Análisis de Laboratorio y Clasificación Botánica.

Las muestras recolectadas en el trabajo de verificación de campo son aproximadamente 400 entre sedimentos activos, rocas, suelos y vegetación. Deben ser analizadas en su totalidad por Espectrografía y algunas escogidas con este criterio, deben ser sometidas a análisis cuantitativos para los elementos de interés por absorción atómica. Los análisis químicos se realizan en el Laboratorio Químico del INGEOMINAS.

La clasificación botánica se realiza con colecciones elaboradas en el trabajo de verificación de campo, en el Herbario Nacional de Colombia que reposa en el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional.

Una vez desarrollado el programa de digitalización con los datos anteriores el resultado debe permitir la selección de áreas con características comunes a las zonas mineralizadas conocidas, o a la identificación de otras zonas anómalas que pueden reflejar otros tipos de mineralizaciones no conocidas en el área.

7.3.4. Informe Fase I

Este informe debe describir todas las etapas preliminares discutidas anteriormente y debe concluir con la selección de áreas anómalas que pueden estar relacionadas con mineralización para proponer estudios detallados de geologia, geoquimica, botánica y pedología.

7.4. Fase II Comprobación de Campo

De todas las áreas seleccionadas en la Fase I, por razón de costos y de tiempo, solamente se proponen estudiar dos áreas no mayores de 5 km2 cada una donde las características espectrales indiquen la presencia de anomalías claramente definidas. En estos sectores se realizarán estudios de geología detallada y prospección geoquímica.

7.4.1. Geología Detallada

Reconocimiento geológico detallado con énfasis en estudios litológicos y alteración hidrotermal de rocas, tectónica y mineralizaciones. Se deben recolectar aproximadamente 100 muestras de rocas para análisis químicos y petrográficos.

7.4.2. Prospección Geoquímica

Se ha considerado que la prospección geoquímica debe colectar los siguientes tipos de muestras:

-Sedimentos Activos. Estos minerales deben muestrearse cada 100 metros en los cauces de los ríos y quebradas. Se deben combinar muestras de materiales finos y pesados. Se calcula colectar aproximadamente 200 muestras.

 Botánica. Se pretende muestrear material vegetal de varias especies abundantes y bien distribuidas en la zona que sean distinguibles en Sensores Remotos. Las partes que deben muestrearse son principalmente las hojas jóvenes de plantas adultas. Se espera seleccionar 300 muestras para análisis geoquímicos y colecciones botánicas para las correspondientes clasificaciones.

-Suelos. Se propone tomar muestras de suelos para determinar los contenidos de elementos.

7.4.3. Análisis de Laboratorio

Las diferentes muestras se preparan en el laboratorio para efectuar los análisis espectrográficos y/o por absorción atómica de la siguiente manera:

Sedimentos Activos. Secado, tamizado y proceso analítico para Espectrografía. Ataques para análisis cuantitativo de elementos metálicos por absorción atómica.

 Material Vegetal. Secado, calcinación para obtención de cenizas, tamizado y proceso analítico similar al punto anterior, en muestras clasificadas en herbario.

 Suelos. Secado, tamizado, determinación de pH y algunos análisis de disponibilidad de elementos, y proceso analítico similar al punto anterior.

7.5. Informe Final.

Este documento compila la información de las dos fases anteriores y presenta los resultados definitivos de la investigación Geobótanica del Area de Mocoa-Pitalito en el borde oriental de los Andes Sur Colombianos con las respectivas recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

8. PROPUESTA ECONOMICA

8.1. Servicios Personal	(Miles de pesos)
-Sueldo del Personal de Nómina	a \$ 15.105
-Viáticos	3.220
-Honorarios, Jornales	2.000
	TOTAL \$ 20.215

8.2

١.	Gastos Generales			
	-Utilización de Equipos P	ropios 5		3.000
	-Materiales y Suministros			1.000
	-Análisis Químicos y Petr	ográficos		5.075
	-Otros Gastos Generales			1.000
		SUBTOTAL\$		10.075
	TOTAL (1 y 2)	\$		10.075
			19	30 290

		30.290
-Apoyo	Administrativo	
Unidad	l Ejecutora	1.514
-Apoyo	Administrativo Central	3.029
TOTAL	DIMEDGIONI	2 2 4 (22.2

US \$ 200, 190 TOTAL INVERSION

NOTA: No se incluye en estos costos el valor de las Imágenes ni su digitalización.

 ^{\$ 174} por cada dólar, (precio actual del dólar).

ACTIVIDADES EN BOLIVIA SOBRE PERCEPCION REMOTA EN GEOLOGÍA

Ing. Milton SUAREZ MONTERO

RESUMEN

En 1972, con la creación del ex-Programa ERTS-Bolivia, se introduce el uso y aplicación de las imágenes enviadas por satélites que orbitan la tierra, y hasta la fecha grandes han sido los aportes y logros obtenidos en el mejor conocimiento de los recursos naturales del país, y particularmente en mejorar los conocimientos en el campo geológico, como ciencia básica para encarar planes y proyectos de exploración y prospección mineral y petrolera. En la parte cartográfica, gracias a las imágenes del satélite ERTS (LANDSAT), en Bolivia se pudo concretar el Mapa Geológico de escala 1:1.000.000, coadyuvado por la información existente en instituciones como GEOBOL e YPFB. El Provecto Precámbrico, en el Oriente Boliviano, en sus dos fases iniciales y otras etapas intermedias, utilizó y recibió la información de carácter geológico que brindan las imágenes LANDSAT.

1. INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES

Bolivia, país tradicionalmente minero desde la colonia, fincó sus exploraciones y hallazgo de yacimientos minerales, ya sea en el empirismo de hombres con verdadera vocación minera y empresarial, como también en la casualidad, sin que haya mediado una investigación científica de carácter geológico. Pocas fueron las empresas mineras que paulatinamente fueron introduciendo profesionales geólogos, particularmente extranjeros, o bolivianos formados en el exterior, en sus planes y programas, tanto de exploración como de explotación. Recién a partir de 1959 con la primera promoción de ingenieros geólogos, y la creación en 1960 del Departamento Nacional de Geología (DENAGEO),

se puede decir que la exploración minera fue racionalmente científica y metodológica.

Es a partir de aquellas fechas, como también de 1965, fecha de creación del Servicio Geológico de Bolivia, en base al DENAGEO, que la geologia como verdadera ciencia, juega un papel decisivo en todo lo concerniente a su campo de acción en los recursos naturales del país, y muy particularmente con el advenimiento de la nueva tecnología de satélites ERTS.

1.2. BREVE RECOPILACION HISTORICA DEL CIASER.

Hasta 1971 los únicos productos de Sensor Remoto que se emplean en Bolivia para levantamientos de carácter geológico y en la preparación de la "Carta Geológica del País", fueron las fotografías aéreas, escalas 1:40.000 / 1:60.000, mayormente obtenidas éstas por empresas extranjeras, y que gracias al trabajo del Servicio Geológico de Bolivia, actualmente se cuenta con aproximadamente el 47% del relevamiento geológico del territorio nacional a escala 1:50.000 y 1:100.000.

Es a partir de marzo de 1972, fecha de creación de lo que inicialmente fue el "PROGRAMA ERTS-Bolivia", que se introduce el uso y aplicación de las imágenes enviadas por Satélites que orbitan la tierra, para fines y propósitos de obtener información de ca-

rácter geológico regional de todo el país.

El programa del Satélite Tecnológico de Recursos Naturales, fue creado por Decreto Supremo Nº 10.135, donde el Gobierno Central considera importante participar activamente en el uso y aplicación de las imágenes enviadas por satélites, designándose al Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL), como organismo de contraparte e investigador principal, con plenas facultades para efectuar negociaciones y tomar acuerdos a nombre del Gobierno de Bolivia, con respecto a la ejecución del Programa ERTS.

Inicialmente el Programa, en su parte investigativa, se dedicó a evaluar las imágenes ERTS A y B en sus diferentes canales o bandas, para cada una de las disciplínas en las que iban a ser utilizadas; particularmente en Geología, Geomorfología y Análisis Fisiográfico de

Geólogo-Geomorfólogo y Recursos Naturales CLASER-GEOBOL Casilla de Correo 2729 La Paz - Bolivia futuros mapas de suelo. Posteriormente en años sucesivos, se creó un equipo multidisciplinario de diferentes especialistas, con la finalidad de comprender y abarcar los recursos naturales en general (renovables y no renovables).

1.2.1. Período 1972-1980

En este lapso, que comprende desde su creación como Programa ERTS, la Dirección del mismo estuvo a cargo del Dr. Carlos Brockmann; período en el cual se obtuvieron excelentes logros, impulsando la investigación aparejada de trabajos prácticos aplicados a hechos concretos de estudio y evaluación de Recursos Naturales, donde la Geología, como ciencia básica, empleando imágenes de satélite, tuvo gran contribución.

En aquella oportunidad se realizaron los siguientes

trabajos investigativos:

Lineamientos en Imágenes ERTS, Su significado Geológico y su Aplicación en la Exploración de Minerales.

Aplicación de Imágenes ERTS al Mapeo Geológico.

 Interpretación Geológica de Imágenes ERTS de la Región Occidental de Bolivia.

Aplicación de Imágenes ERTS a la Cartografía y

Geología.

- Results og Geomorphological-Geological Study of Two ERTS Imageries of the Zones of San Borja-Mamoré River-Rogaguado Lake East of Bolivia.
- Aplicación de Imágenes ERTS para la Preparación de Mapas Geológicos, Geomorfológicos y de Suelos.

 Cartografía Temática de la Hoja SE-20-19 Utilizando Imágenes ERTS (Geología).

Interpretación Geológica-Fisiográfica de una Imágen ERTS-Camirí-Cue vo Boyuibe, Sudeste de Bolivia.

 La Microtectónica: Un Método de Verificación en el Mapeo de Lineamientos Mayores Observados en una Imagen de Satélite ERTS.

Análisis de Estructuras Geológicas a partir deImágenes ERTS y su Aplicación como Guía en la Exploración de Recursos Minerales.

- Interpretación Geológica de la Imagen Color del

Salar de Uyuni (1099-13591).

Entre los trabajos prácticos operacionales y Multidisciplinarios que contemplaron estudios Geológicos, se pueden mencionar los que a continuación se detallan:

- Informe Técnico del Proyecto Cartográfico Temá-

tico del Departamento de Potosi.

 Informe Técnico del Proyecto Cartográfico Temático del Departamento de La Paz.

 Informe Técnico del Proyecto ENDE (Empresa Nacional de Electrificación).

 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Departamento de Oruro.

 Estudios Integrado de los Recursos Naturales del Oriente Boliviano.

 Estudio Geológico Preliminar del Area del Mutum Usando Cintas Magnéticas del Satélite LANDSAT.

 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Centro y Sud del País. (Inicio). En este mismo período, se concretaron las siguientes publicaciones que están directamente relacionadas con las investigaciones de carácter Geológico, donde, por supuesto, lo más destacado de esta gestión, fue la realización del Mapa Geológico de Bolivia, en forma conjunta con YPFB y GEOBOL, escala 1:1.000.000.

- Mapa Geológico, Escala 1:1.000.000 YPFB-

ERTS-GEOBOL.

 Mapa Estructural de los Andes Septentrionales de Bolivia, Escala 1:1.000.000 ORSTOM-PROGRAMA ERTS.

 Mineralización de los Andes Bolivianos y su Relación con la Placa de Nazca, Escala 1:1.000.000.

1.2.2. Periodo 1980-1982.

Esta etapa está tipificada como crisis institucional, por una serie de acontecimientos políticos, sociales y económicos que empezó a vivir el país; época totalmente diferente a la anterior. En esta gestión fue cambiado el anterior director, haciéndose cargo de la misma un miembro del Ejército, en función de Gobierno, que pese a toda la hecatombe económica que se iniciaba y el corto tiempo de gestión administrativa, se consiguieron algunos logros en materia de Geología con financiamientos externos.

Estos trabajos son:

 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Centro y Sur de Bolivia. (Conclusión).

 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Departamento de La Paz. (Iniciación).

1.2.3. Periodo 1982-1983.

Como se puede deducir de lo antes expuesto, el Programa de Satélite Tecnológico de Recursos Naturales (Programa ERTS-Bolivia), desde fines de 1980, marchó también al ritmo de los acontecimientos políticos del país. Así pues, con el advenimiento del régimen democrático en 1982, el anterior director, por órdenes castrenses, hace dejación del cargo, haciendose cargo en forma interina, el Ing. Raúl Ballón, designación que posteriormente fue ratificada por las nuevas autoridades del Ministerio de Planeamiento y Coordinación. En esta gestión, y por la misma efervescencia política y anarco-sindicalismo que imperó en el país, se comprometió incluso instituciones técnicas-científicas como el Programa ERTS, además de las propias consecuencias económicas que cada vez se agudizaban, no existió el clima propicio para cumplir una eficiente labor en el campo investigativo; hechos que sin lugar a dudas, redundaron negativamente en el propósito principal para lo que fue creado el Programa ERTS. No obstante, dentro de lo posible, y siempre en el ámbito Geológico, se cumplió con el siguiente objetivo:

 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Departamento de La Paz. (Continuación).

Como quiera que todo cambio a nivel gubernamental repercute directa o indirectamente en estratos inferiores, el Programa ERTS, no estuvo exento de dicha situación y es en este interin que se produce la más profunda transformación en los esquemas iniciales del Programa ERTS.

Mediante Decreto Supremo 19.759, del 22 de agosto de 1983, el Consejo de Ministros decretó lo que sigue:

Artículo 1º. Créase el Centro de Información y Aplicación de Sensores Remotos (CIASER), en reemplazo del Proyecto del Satélite Tecnológico de Recursos Terrestres (ERTS-A-Bolivia).

Articulo 6º. El Consejo Ejecutivo Consultivo elevará una terna al Consejo Directivo de GEOBOL para el nombramiento del Director del CIASER.

Firman el Gabinete en pleno del Gobierno constitucional del Dr. Siles Zuazo.

En ese sentido el Consejo Directivo del Servicio Geológico de Bolivia, en fecha 16 de noviembre de 1983, mediante terna, designa al Ing. René Valenzuela Rivero, para desempeñar las funciones de Director del Centro de Información y Aplicación de Sensores Remotos (CIASER), en mérito a sus antecedentes profesionales.

1.2.4. Periodo 1984-1985.

En este período, pese a haber entrado en un proceso administrativo de carácter legal, con la posesión del lng. René Valenzuela como responsable de la conducción del Centro de Información y Aplicación de Sensores Remotos (CIASER), ex-Programa ERTS, la crisis económica imperante en el país, no permite desempeñarse como era de esperar, y aún hoy no se puede recuperar esa hiperactividad, dinámica científica e investigativa de la década de los 70 que caracterizó al Programa ERTS.

A pesar de todas las limitaciones de orden financiero y económico, la dirección ejecutiva al disponer el retorno de profesionales que al igual que el que habla, que emigramos por los motivos antes señalados, está reencauzando prioritariamente las actividades del CIA-SER, mediante nuevos convenios internacionales que permitan la recuperación de la ayuda externa para fortalecer y apoyar la concreción de proyectos como en el pasado, que por las razones anotadas muchos de ellos quedaron en suspenso.

En lo interno se ha adoptado una nueva política de acercamiento y diálogo con instituciones, como las Corporaciones de Desarrollo de los diferentes departamentos y otras que necesitan de la información básica de recursos naturales para sus planes, políticos y estrategias de desarrollo regional.

Sin embargo, creemos que el resurgimiento y el aporte científico que pueda dar el CIASER como en otrora, depende intrínsecamente del saneamiento y prosperidad que puede alcanzar la economía boliviana en los próximos años.

En esta gestión escasamente cerca a dos años en el contexto de orden Geológico se materializó lo que a continuación se describe:

 Estudio Integrado de los Recursos Naturales del Departamento de La Paz. (Conclusión).

Firma de Convenio con el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia como distribuidores y representantes del Satélite SPOT en Bolivia.

Aporte de información básica Proyecto Precámbrico Fase III.

Con los nuevos productos del SPOT, se tendrá una nueva opción de poder experimentar las bondades de dichas imágenes en las investigaciones de carácter geológico regional del país, y de áreas de interés en el campo de recursos naturales de perspectivas económicas.

2. CONTRIBUCION DE LOS SENSORES REMOTOS EN GEOLOGIA. CASOS DE INTERES

2.1. GENERALIDADES.

En los albores del ex Programa ERTS-Bolivia el grupo de técnicos especialistas, se dedicó como primera medida, a realizar la evaluación de las imágenes ERTS en sus diferentes bandas, y particularmente en lo que respecta al empleo de las mismas en las investigaciones de carácter geológico. De ello se arribó a la conclusión de que las bandas MSS 7 y MSS 5, eran las más óptimas para adquirir mayor información en ese contexto. "Fallas, lineamientos y diaclasas de gran desarrollo, muestran excelente definición y la mayor parte de las fracturas antiguas, no visibles en fotografías aéreas convencionales (fotomosaicos) y de difícil identificación en el campo; en las imágenes satelitarias, se presentan como lineamientos regionales claramente definidos". (Fernández A, et al, 1973). Por tanto, se debe concluir que las imágenes del satélite ERTS (LANDSAT), constituyen un aporte positivo como instrumento de mapeo geológico. Sin embargo, debe entenderse en definitiva que no es solución total al mismo, sino un instrumento de gran valor que coadyuvará a este propósito (Fernández A, et al, 1973 op. cit).

"Por otro lado se debe manifestar que para los fines de la Carta Geológica de Bolivia, el uso de imágenes ERTS, constituirán una eficaz ayuda, por cuanto permitirá la compilación del "Mapa Geológico de Bolivia" a escala 1:1.000.000 en 18 meses, en vez de los 18 años programados con métodos convencionales" (Brockmann C., Fernández A. 1973).

En general se puede establecer que la aplicación de las imágenes al levantamiento Geológico regional en el país, dió buenos resultados. Dos factores importantes hicieron posible obtener información geológica adicional, más allá de la conocida 1) El descubrimiento de rasgos geológicos no reconocidos previamente, y 2) la preparación de imágenes en falso color, de las cuales se puede incrementar el número de detalles y rasgos geológicos respecto a las procesadas en blanco y negro. Ballón, R, 1974, al respecto manifiesta: La imagen de falso color, muestra mucho más información geológica en relación con la correspondiente blanco y negro; los diferentes colores de la imagen permiten realizar una interpretación correcta de los diferentes rasgos geológicos, pero siempre teniendo como base el nivel de referencia; vale decir, la experiencia y el conocimiento del fotointérprete, de la región investigada.

2.2 APORTE DE LAS IMAGENES ERTS (LANDSAT) CON CIENCIAS CONEXAS A LA GEOLOGIA.

Entre las disciplinas de aplicación práctica e inmediata de la información geológica, se encuentran aquellas relativas a la prospección y exploración, tanto mineral como petrolera; y, es en estos campos esencialmente que las imágenes de satélites han tenido su más importante contribución, puesto que Bolivia ha sido siempre un país estrictamente minero, rubro en el cual se ha cimentado su economía. En el campo petrolero se han dado avances significativos en la prospección y exploración de yacimientos, particularmente en la región morfo-estructural Subandina, en los últimos contrafuertes andinos, antes de acceder al llano.

2.2.1 Ambito Minero

En este contexto, las evaluaciones iniciales llegaron a recomendar las bandas 6 y 7 del sistema MSS, y ocasionalmente el canal 5 del mismo sistema. Sin embargo, las imágenes ERTS, no pueden ser aplicadas en el campo propiamente minero, pero si constituyen una herramienta importante en la geología minera, en la detección de nuevas zonas potencialmente favorables de mineralización. Se consideran de suma importancia los estudios geotectónicos del país en base a imágenes ERTS, los que correlacionados con estudios de yacimientos conocidos, podrían proporcionar nuevos elementos de juicio en las investigaciones mineras y de limitación de fajas mineralizadas. Adquiere importancia en esta metodología la identificación de los cuerpos igneos y estructuras geológicas, particularmente líneas tectónicas regionales, relacionadas genéticamente a depósitos minerales (Claure V, H, 1974).

Con el propósito de mostrar los verdaderos alcances de las imágenes LANDSAT en la prospección de yacimientos minerales, se suscribió un convenio entre la Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) y el Programa ERTS de aquel entonces, para llevar a efecto un estudio del área comprendida en las imágenes de Potosí y Tupiza, región considerada de interés por COMIBOL, desde el punto de vista prospectivo y el descubrimiento de nuevos depósitos mineros. Los resultados de dicha investigación, más destacables por cierto, fue-

ron las siguientes:

 Las investigaciones basadas en la interpretación de imágenes LANDSAT, y datos de compilación, muestran hechos geológicos concurrentes de aplicación práctica en la búsqueda de yacimientos minerales

y selección de áreas prospectivas.

 Las correlaciones de lineamientos estructurales, anomalías tonales, anomalías geomórficas, instrusiones igneas, anomalías de alargamiento de contraste y ubicación de yacimientos metálicos, muestran interesantes guías para una prospección de yacimientos minerales.

- En la zona estudiada (Imágenes Potosí-Tupiza), donde se utilizó imágenes mejoradas a color y alargamiento de contraste, fueron seleccionadas 20 áreas prospectivas, con una superficie total de 21.628 km²., que seguramente serán incluidas en los futuros proyectos del "Departamento de Exploración de COMI-BOL".

 Los datos de interpretación de imágenes LAND-SAT son útiles como guías de mineralización, cuando ellos son cuidadosamente seleccionados a la ocurrencia de diversos fenómenos geológicos, particularmente las anomalías tonales relacionadas a lineamientos o fracturas, ubicadas en zonas de profunda erosión (Claure V, H; Vargas F, 1979).

2.2.2. Vulcanismo

Considerando la gran cobertura de las imágenes ERTS, se planeó realizar el primer mapa vulcanológico de Bolivia a escala 1:1.000.000. Los objetivos fueron dar a conocer las fuentes de origen de las rocas piroclásticas y su distribución regional, la ubicación de los centros volcánicos y la delimitación de las rocas extrusivas.

Las imágenes ERTS, permitieron trazar con mucha fidelidad los límites regionales de las formaciones volcánicas, como también la formación ignimbrítica y la formación de estrato volcanes y otras formas menores de interés. Un hecho notable fue la identificación de lineamientos de aparatos o edificios volcánicos a lo largo de ciertas fracturas.

Al mismo tiempo, las imágenes ERTS (LANDSAT), permitieron un registro nítido de los edificios volcánicos hasta las formas secundarias como ser, diferentes coladas de lavas, conos porasíticos y cúpulas de lavas. Según la erosión fue posible dar una idea de sus edades

relativas.

Las fallas que afectan las formaciones volcánicas fueron mejor reconocidas e identificadas en las imágenes del Satélite que en el propio terreno. Por ello la gran mayoría de nuevas fallas identificadas en las imágenes, en los anteriores mapas o cartas geológicas no fueron cartografiadas e identificadas. Con las imágenes de satélites fue posible realizar mapas Vulcanológicos de grandes áreas y en poco tiempo, que utilizando otros medios. (Kussmaul, S, 1972).

2.2.3. Exploración Petrolera.

Como no podía ser de otra manera, y siendo de mucha importancia para la economía boliviana el sector hidrocarburos, se investigó la incidencia que podrían tener las imágenes obtenidas por los satélites de recursos naturales que orbitan la tierra, en la exploración petrolera, con el propósito de identificar áreas, que por sus características geológicas y tectónicas, puedan ser consideradas de interés para dirigir futuros planes de prospección.

Los estudios de geología regional fueron hechos principalmente en áreas de dificil acceso, y donde la información geológica existente era muy escasa. Por ejemplo, en una de las muchas investigaciones y evaluaciones que se efectuaron, se definió, la presencia de rocas sedimentarias en áreas que inicialmente habían sido consideradas como cristalinas. En otro se determinó la presencia de rocas cretácicas, enmascaradas por sedimentos cuaternarios. Tal vez, lo más destacado en este campo, fue el poder definir con mucha exactitud el borde del Escudo Precámbrico, y el de las rocas sedimentarias, para planificar y dirigir la exploración petrolera en áreas más prometedoras.

Vargas, C. 1975, llega a las siguientes conclusiones,

después de investigar una imagen de satélite con fines

de su utilización en el ámbito petrolero.

- En el triángulo Santa Cruz, Montero, Buena Vista, área esencialmente petrolífera del Oriente Boliviano, en base a deflexiones de drenajes, se han determinado 11 (once) anomalías que probablemente coinciden con estructuras anticlinales en el subuelo. Aunque es indudable que toda esta zona es bastante bien conocida, incluyendo pozos perforados como El Cedro y Moreno, creemos que la excelente ubicación de estas anomalías, en medio de campos productores, justifica nuevos trabajos Geofísicos o por lo menos reinterpretaciones de trabajos existentes.

 Al NNO del pozo Palacios, entre inflexiones de los ríos Palacios y Yapacani, se determinó una anomalía que se recomienda sea estudiada, ya que tal vez repre-

sente un anticlinal en el subsuelo.

- En resumen, continua Vargas C., creemos, que, especialmente para áreas planas, el análisis geológico-fisiográfico de fotografías de hiperaltitud de cobertura areal, puede contribuir eficazmente en la detección de nuevas áreas prospectables, no sólo en regiones desconocidas, sino también en cuencas conocidas como el presente caso, la cuenca de Santa Cruz.

-Por otro lado el abarcar estas imágenes dos o más unidades morfoestructurales se puede determinar la relación estructural de estas unidades, las cuales muchas veces no se las puede identificar en fotografías

aéreas convencionales de escala 1/40.000.

2.3. CASOS DE INTERES.

Dos casos merecen ser comentados por su importancia, trascendencia y aporte brindado al país, en el campo de la investigación y cartografía geológica, como en la definición e identificación de una nueva región de gran interés minero, totalmente diferente a la tradicional minería del área Andina.

2.3.1. Mapa Geológico de Bolivia (1/1,000,000).

Las investigaciones geológicas en el país se inician en el siglo pasado (1828-1832), con los trabajos de Alcides D'Orbigny, insigne naturista francés que recorrió Bolivia, recogiendo una serie de experiencias en un amplio campo del saber. Es a D'Orbigny que se debe el primer "Mapa Geológico de Bolivia" y las primeras referencias sobre estratigrafía, paleontología y otras disciplinas de las ciencias naturales (Rodrigo G, L, Castaños A, 1978).

En 1923 llegó a Bolivia el Dr. Federico Ahlfeld, viajero infatigable que recorrió todo el país describiendo el paisaje y su configuración geológica, completando así la hazaña del gran sabio francés. Al Dr. Ahlfeld, destacado geólogo y mineralogista, se le debe las dos ediciones de la Geología de Bolivia en 1946 y 1960 respectivamente, que sin lugar a dudas constituyen verdaderos pilares para la geología boliviana y otras ciencias afines.

En la edición de 1960 de la Geología de Bolivia, se anexa un Mapa Geológico de Bolivia (parte Andina), escala 1:1.500.000, donde se puede apreciar a grandes rasgos la distribución de los principales sistemas de las rocas aflorantes en el país, particularmente lo concerniente al sector Andino, con varios sectores donde se consigna el término de INEXPLORADO.

Evidentemente con este mapa, el conocimiento de los diferentes rasgos y ambientes geológicos habían mejorado considerablemente respecto al anterior, pero con una serie de inconsistencias e inexactitudes que de acuerdo a la época y a los medios escasos con que el autor pudo disponer, resulta ser una verdadera proeza. Del mismo puede apreciarse que la parte Oriental del país, en lo que concierne a las regiones de los Llanos y el Escudo Precámbrico, no fueron tomados en cuenta por falta de información fidedigna.

En 1968 el Servicio Geológico de Bolivia (GEO-BOL), con la información obtenida de los levantamientos geológicos que se tenían en esa época, se edita un nuevo Mapa Geológico de Bolivia escala 1:2.500.000. Tanto por la escala de publicación como por la poca información que contenia, no tuvo la aceptación esperada por parte de los usuarios y de los propios técnicos

especializados.

Como se puede deducir, ninguno de los anteriores mapas geológicos llenaba las necesidades sentidas del momento, respecto al tipo y calidad de información geológica requerida, considerando, que, tanto GEO-BOL como YPFB, habían acumulado importantes datos de interés geológico.

Es pues, con el advenimiento de las imágenes de satélite en 1972, cuando empieza a madurar la idea así como la imperiosa necesidad de que el país, como la comunidad geológica, cuente con una nueva y más actualizada Carta Geológica a la escala de 1:1.000.000.

En este entendido en 1976, se conforma una Comisión bipartita entre YPFB y GEOBOL, para la preparación del Mapa Geológico, escala 1:1.000.000, empleando para ello toda la información existente en ambas instituciones como también la proporcionada y extraída de las imágenes de satélite, particularmente de aquellas regiones exentas de datos geológicos, además de la información adicional propia que, por sus particularidades suministran las imágenes de hiperaltitud.

En 1978 se concluye el proyecto, con el resultado grato de presentar al público usuario, técnicos y al propio país, una carta geológica, digna de los últimos adelantos tecnológicos y acorde con los niveles de investigación alcanzados hasta ese momento.

2.3.2. Proyecto Precámbrico en el Oriente Boliviano.

Con el recubrimiento total del país con imágenes de satélite, recién fue posible tener una visión regional amplia del territorio, y particularmente de la parte más oriental de Bolivia; que al mismo tiempo constituía la zona menos estudiada y conocida geológicamente. De la misma observación de las imágenes de satélite que cubrían el Escudo Precámbrico, fue posible detectar una serie de anomalías geomórficas y variedad de diques que lo disectaban, y que desde el punto de vista minero, podían tener mucha connotación en el hallazgo de nuevos depósitos minerales de interés económico.

Es así como se busca cooperación internacional con el Gobierno del Reino Unido de Gran Bretaña, para llevar adelante el Proyecto de Exploración Mineral o también conocido como Proyecto Precámbrico, en abril de 1976. Bajo los términos del contrato, los dos Gobiernos, el de Bolivia y Gran Bretaña, a través del Servicio Geológico de Bolivia (GEOBOL) y el Instituto de Ciencias Geológicas (IGS) respectivamente, se comprometen realizar un rápido pero sistemático estudio integrado de la geologia y los recursos minerales de la parte del Escudo Precámbrico, en la parte oriental de Bolivia, en un área de aproximadamente 220.000 km2.

La mayor parte del área del proyecto está en el Departamento de Santa Cruz, cubriendo toda las provincias de Velasco y Angel Sandoval; parte de las Provincias de Nuflo de Chávez y Chiquitos. Una porción pequeña está en el sector oriental del Departamento del Beni, en el cual están incluidas parte de las Provincias Itenez, Mamoré, Cercado y Marbán. Los límites del área del Proyecto vienen a ser la frontera con Brasil en la parte Nor-Oriental del país, los ríos Itonomas y San Julián en el Oeste, y el ferrocarril Santa Cruz-Puerto Suárez en el extremo austral.

En las diferentes etapas del desarrollo del Proyecto Precámbrico, las imágenes ERTS (LANDSAT) tuvieron su contribución más destacada en la elaboración de los mapas geológicos.

- FASE I (...).

"Con las imágenes del Satélite LANDSAT fue posible obtener una relación comprensible de los principales tipos de rocas para su estudio en laboratorio, como también identificar los principales rasgos estructurales. Este programa de reconocimiento, también tuvo la gran ventaja de proveer un panorama general de las condiciones del terreno, aportando información logística muy importante". "Durante 1977 y 1978, el trabajo de campo fue realizado utilizando, tanto fotografías aéreas convencionales, como imágenes LANDSAT para el control regional".

Fase II.

"Durante 1979, tres travesias de reconocimiento fueron efectuadas a lo largo de las principales vías en la
zona Norte que proveyeron datos de interés geológico y
particularmente se obtuvo información respecto a las
rutas de acceso, poblaciones y pistas de aterrizaje...
Como no existían cartas topográficas de la zona Norte,
se preparó un mapa 1:500.000 del mosaico semicontrolado de imágenes LANDSAT, y toda información geológica obtenida del reconocimiento, fue volcada sobre
dicho mosaico. Todo esto constituyó la base para planificar la fase II que fue subdividida en dos subfases".

En la subfase II B, el levantamiento geológico y el muestreo geoquímico fue llevado a efecto mediante el uso de fotografías aéreas convencionales, y la ampliación de las imágenes LANDSAT, Banda 6 ó 7, a la escala 1:100.000 y 1:250.000.

Base Cartográfica.

A los encargados de la parte cartográfica y dibujo, empleando una serie de equipos sofisticados propios de esta tarea, les fue posible realizar todo el trabajo de dibujo rutinario, incluyendo la preparación de mapas base, gracias a las imágenes LANDSAT y fotografías acreas, ampliando y reduciendo los mapas a las escalas necesarias.

Como no existia disponibilidad de mapas topográficos para la zona Norte, ocho (8) mapas base a escala 1:250.000 fueron preparados por la oficina de dibujo y cartografía. Estos mapas se basaron en la interpretación de imágenes LANDSAT de muy buena calidad, obtenidas de las cintas magnéticas compatibles para computadora, preparadas por Earth Satellite Corporation (USA). Estas imágenes incluían composiciones a color de las bandas 4, 5 y 7; imágenes blanco y negro en las bandas 6 y 7, a las escalas 1.1.000.000, 1/500.000, 1/250.000 y 1:100.000.

A la interpretación de los principales rasgos fisiográficos, se añadieron otros detalles de la información conseguida de las fotografías aéreas, escala 1:60.000.

Unidad de Fotogeología.

"Un fotogeólogo fue enviado a Santa Cruz para que en un tiempo corto dicte un curso de fotogeología a los miembros del equipo, y asesore en las técnicas de construcción de mapas base, utilizando imágenes LAND-SAT y fotografías aéreas convencionales".

- Organizaciones de Apoyo.

"El personal del Programa del Satélite Tecnológico de Recursos Naturales ERTS-GEOBOL, preparó un mosaico de imágenes LANDSAT que cubría toda la zona Norte del Provecto Precámbrico..."

Actualmente, a nueve (9) años de haberse iniciado el Proyecto Precámbrico en el Oriente Boliviano, la cartografía geológica de toda el área del Proyecto, está concluida, con catorce (14) hojas geológicas a escala 1:250.000, impreso a todo color el año 1983, donde en cada una de ellas se incluye un informe de su geología y de su potencial mineral.

De la serie de mapas geológicos, escala 1:250.000, del Proyecto Precámbrico, se compiló un mapa único escala 1:1.000.000, preparado para su reproducción multicolor, por el Servicio Geológico Británico (BGS) en 1984. Esta síntesis geológica del área del Precámbrico Boliviano, completará la información muy escueta que contiene el "Mapa Geológico de Bolivia", escala 1:1.000.000, en lo que respecta a esta importante renglón geológico, tan poco conocido y estudiado hasta ahora.

3. CONSIDERACIONES FINALES

En anteriores párrafos, se mencionó que el aporte y frutos que el CIASER pueda dar en materia investigativa, sobre los nuevos avances tecnológicos en cuestiones de sensores remotos desde satélites, básicamente depende sobremanera del saneamiento futuro de la economía boliviana, y del apoyo que reciba del exterior, particularmente de entidades relacionadas con esta actividad.

Mientras los países amigos ya tienen analizadas y verificadas las bondades de los productos de la segunda

y tercera generación de satélites orbitales; en el CIA-SER se desconoce en cuanto a la obtención de resultados prácticos de la nueva generación de satélites de recursos naturales, especialmente LANDSAT 5 MSS y Mapeador Temático y otros recientes programas espaciales. Para futuras participaciones efectivas del CIA-SER, en eventos tan importantes como el presente, será necesario contar con productos de los nuevos adelantos tecnológicos, situación en la que nos encontramos empeñados, toda vez que se trata de hacer comprender a las autoridades superiores, de la necesidad de contar con un apoyo politico-técnico coherente, para demostrar al país y/a la comunidad científica internacional de los beneficios obtenidos y las proyecciones futuras, contando con la experiencia ganada en el pasado, como base para situar nuevamente al CIASER en el sitial de privilegio que le corresponde.

Es importante destacar, que esto si es factible y lo demuestra claramente el éxito alcanzado por el programa de Sensores Remotos del Perú, gracias al gran apoyo recibido por el anterior gobierno democrático de ese país.

4. BIBLIOGRAFIA

- Fernández, C. A. et al, "Aplicación de Imágenes ERTS al Mapeo Geológico", Sociedad Geológica Boliviana, Anales de la III Convención Nac. de Geologia, Vol. Nº 20, La Paz, Bolivia, 1973.
- Ballón R, "Interpretación Geológica de la Imagen a Falso Color MSS-1099-13591 (Salar de Uyuni)", Informe interno, mimeografiado, Programa ERTS, La Paz, Bolivia, 1974.
- Claure, V, H, "Evaluación y Selección de Banda para las Investigaciones Mineras", Sub Programa Fajas Mineralizadas, Informe interno mimeografiado, Programa ERTS, La Paz, Bolivia, 1974.

- Claure, V, H, Vargas F, "Prospección Mineral en Base a las Imágenes LANDSAT de Tupiza y Potosi", Sociedad Geológica Boliviana, Anales VI Convención Nac. de Geología, Vol. VI, Tomo 2, Oruro, Bolivia, 1979.
- Kussmaul S, "Interpretación Vulcanológica de la Parte Septentrional de la Cordillera Occidental de Bolivia, Utilizando Imágenes ERTS", Informe interno, mimeografiado, Programa ERTS, La Paz, Bolivia, 1974.
- Vargas C, "Interpretación Geológica-Fisiográfica de una Fotografia SKYLAB, correspondiente al Area: Santa Cruz-Montero-Buena Vista", Informe incidito, mimeografiado, Programa ERTS, La Paz, Bolivia, 1975.
- Rodrigo, L., A., G. Castaños A., "Sinopsis Estratigrafica de Bolivia, I Parte Paleozoico", Academia Nac. de Ciencias de Bolivia, La Paz, Bolivia, 1978
- Berangé, J. P. Litherland M. "Synopsis of Geology and Mineral Potencial of the Proyect Precámbrico Area", Report Nº 21, Eastern Bolivia Mineral Exploration Proyect, Phase I-II (Mimeografiado), Servicio Geológico de Bolivia, Regional Santa Cruz, Bolivia, 1982.
- Claure, V, H, "Fajas Mineralógicas y Datos de Interpretación en Imágenes ERTS", Sociedad Geológica Boliviana, Anales VI Convención Nac. de Geología, Vol. VI, Tomo 2, Oruro, Bolivia, 1979.
- Fernández A, et al, "Lineamientos en Imágenes ERTS, su Significado Geológico y su Aplicación en la Exploración de Minerales", Sociedad Geológica Boliviana, Anales IV Convención Nac. de Geología, Tomo III, Revista Técnica de YPFB, Vol. IV, Nº 3, La Paz, Bolivia, 1975.
- Brockmann C, "Earth Resource Technology Satellite Data Collection, Project ERTS-1-Bolivia",
 Type III-Report., Servicio Geológico de Bolivia,
 La Paz, Bolivia, 1974 (Mimeografiado).

CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y EXPLOTACION DE RECURSOS EN LA GUAYANA VENEZOLANA

Henry BRICEÑO (1) Vicente MENDOZA (2)

RESUMEN

La Corporación Venezolana de Guayana realiza un programa de inventario de recursos naturales renovables y no renovables en la Amazonia Venezolana. Las experiencias de RADAMBRASIL han motivado a la realización del inventario utilizando técnicas de sensores remotos combinados con labores de campo. Se han utilizado imágenes de radar (SLAR) y fotos aéreas, para la cartografía, y últimamente se han incorporado imágenes de LANDSAT. Los resultados preliminares obtenidos nos incentivan a continuar la utilización de estas tecnologías para, en nueve años, cartografíar 450.000 km² de áreas boscosas en sus aspectos geológicos, mineros, geomorfológicos, hidrológicos, de vegetación y de suelos.

ABSTRACT

The Corporation Venezolana de Guayana has undertaken a project of inventary of natural resources in the Venezuelan Amazonia. The RADAMBRASIL experience has triggered the interest on using remote sensing techniques, combined with field work. SLAR images and aerial photography have been used to obtain information, and lately, LANDSAT images have been incorporated to the project. So far, the preliminary results encourage us to continue with this technology for, in nine years, surveying 450.000 km² of dense forest in those aspects as geology, mining prospects, gemorphology, hidrology, vegetation and soils.

1. INTRODUCCION

La Guayana Venezolana constituye la mayor fuente futura de recursos del país excluyendo los hidrocarburos. Hacia ella se han dirigido los esfuerzos exploratorios con mayor intensidad en los últimos años, en la búsqueda de nuevos recursos, donde aparte de los ya conocidos yacimientos de hierro, oro, diamantes y bauxita, se unirían aquellos tales como Cu, Pb, Ag, Zn, U, Nb, Th, tierras raras, etc., así como los recursos hidráulicos y la riqueza maderera.

Con la finalidad de generar la información básica necesaria, sobre la cual cimentar los programas y políticas de un desarrollo coherente y racional, la Corporación Venezolana de Guayana (CVG) adelanta el "Proyecto de Inventario de Recursos Naturales de la Región Guayana (PIRNRG)", y el "Proyecto de Prospecciones Geológicas en las Zonas Fronterizas de Guayana' donde se concatenan los esfuerzos de profesionales de la Geología, Geomorfología, Hidrología, Vegetación y Suelos, en un equipo interdisciplinario coherente. Estos proyectos con una duración estimada de 9 años y a un costo aproximado de 318 millones de bolívares (30 millones de dólares) pretende inventariar un área de 453,750 km2, es decir, cerca del 50% del país, en sus aspectos geológicos, mineros, edafológicos, geomorfológicos, hidrológicos y de vegetación.

En la realización de este proyecto, juega un papel fundamental la aplicación de técnicas de percepción remota incluyendo radar (SLAR), LANDSAT y fotografías aéreas, ya que las inconveniencias logísticas, la densa cobertura vegetal, la escasez de vías de comunicación y lo poco conocido de la región, constituyen obstáculos considerables a la cartografía convencional.

La experiencia adquirida en los últimos años y los resultados preliminares obtenidos son halagadores y nos motivan a la continuación y refinación de las técnicas empleadas. El desarrollo racional de nuestra región guayanesa requiere del establecimiento de polos de desarrollo estables, con una economía sustentada localmente en el usufructo equilibrado de los recursos que nos ofrece la naturaleza. El reto que nos plantea trasciende en el tiempo y pertenecerá también a las generaciones futuras.

2. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional ha sido establecida tratando de lograr un esquema eficiente a la par que senci-

Ph. D., Geólogo. Instituto de Geoquímica, Fac. de Ciencias, Universidad central de Venezuela, Apartado 3895, Caracas 1010 A, Venezuela.

⁽²⁾ Ph. D., Geólogo. Corporación Venezolana de Guayana. Minera Orinoco, Apartado 292-301, Ciudad Guayana, Venezuela.

llo, con un Jefe de Proyecto, dependiente de un Consejo Consultivo, asistido por un grupo de asesores. El Consejo Consultivo está integrado por dos representantes de la C.V.G. y representantes del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Energia y Minas, Ministerio de la Defensa, y Cordiplan. Las unidades técnicas, dependientes del Jefe de Proyecto, comprenden las diferentes unidades disciplinarias, es decir, geología, geomorfología, hidroclimatología, suelos, vegetación, fauna, cartografía, y uso potencial. Finalmente el apoyo a las unidades es brindado por el nivel de logística e informática y el nivel administrativo.

3. REGION DE ESTUDIO

La Guayana Venezolana y región del Delta del Orinoco, objetos del presente proyecto, no han sido cartografiadas en su totalidad, y las áreas levantadas no han sido estudiadas con el mismo grado y nivel sistemático. En gran parte, lo inaccesible de la región ha sido la causa de tal circunstancia, sin embargo, la información existente, como punto de partida es valiosa.

Entre las asociaciones pretotectónicas de interés surgen:

a. Complejos carbonáticos tipo Cerro Impacto (edad?) donde las lateritas goethíticas desarrolladas están mineralizadas con niobio, torio, uranio, plomo, cinc, estimándose las reservas en unos 2.500 millones de toneladas métricas.

 b. Rocas sedimentarias del Grupo Roraima (1600-1800 m.a.) las cuales podrían constituir paleoplaceres (en las facies conglomeráticas) potenciales para oro, diamantes y uranio.

c. Rocas meta-sedimentarias pre-Roraima (más de 1800 m.a.), tales como Cinaruco, La Esmeralda, Los Caribes, etc., las cuales, a pesar de ser poco conocidas, presentan potencial en cuanto a Fe, Mn, Pb, Zn, Ag, y Cu.

d. Granitos post-tectónicos tipo Paraguaza (1000 -1700 m.a.) Estos granitos rapakivi y las rocas máficas asociadas, han generado ricos yacimientos bauxíticos (Los Pijiguaos) con concentraciones anómalas de torio y galio. Asimismo, las abundantes pegmatitas que los cortan están mineralizadas.

e. Granitos y volcánicas ácidas sintectónicas (1800 - 2100 m.a.), tipo Grupo Cuchivero, las cuales son potenciales en cuanto a Sn, W, y en cuanto a sulfuro

volcanogénicos.

f. Cinturones de rocas verdes tipo Botanamo y Pastora y sus granitos sódicos asociados tipo Supamo (2200 3000 m.a.). Estos representan, quizás, las zonas de interés más inmediato, no sólo por su universal potencialidad, sino también por las evidencias de que se dispone. La búsqueda seria orientada hacia Cr, Ni, asbestos, magnesita y talco (rocas ultra máficas), Au, Ag, Pb, Zn, (máficas a félsicas), Fe, Mn, Ba (metasedimentarias), y Li, Ta, Be, Sn, Mo, Bi, Tierras raras y elementos radioactivos (pegmatitas y granitos).

g. Granulitas (2700 - 3000 m.a.) tipo Imataca, donde existe la posibilidad de ocurrencia de Fe, Cr, Ni, y Cu.

A estas unidades habría que añadir los abundantes sedimentos cuaternarios, donde existen placeres de Au, diamente, monazita, tantalita, ilmenita, etc.

5. INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGION GUAYANA

El Proyecto Inventario de los Recursos Naturales de la Región Guavana (PIRNG) de la Gerencia de Desarrollo Minero de la C.V.G. con la participación de otros organismos oficiales, universidades y fundaciones, tiene por objeto efectuar los levantamientos regionales multidisciplinarios integrados, a escala 1:250.000, de los recursos naturales de Guayana, mediante la aplicación de las técnicas de sensores remotos, verificación de campo, e investigaciones de laboratorios, que sustenten los mapas e informes temáticos diversos. La información multidisciplinaria resultante (geología, geomorfologia, suelos, vegetación y fauna, hidroclimatología, etc), se integrará al contexto económico de la región y sobre la síntesis resultante se fundamentarán los distintos programas de políticas de desarrollo de Guayana. Los trabajos evaluativos de recursos han sido programados según una distribución normal, respecto a las áreas a cubrir, a las necesidades de personal. y a los presupuestos requeridos (Tabla I).

Las metas más importantes son las siguientes:

 Obtener un mapa temático, con su correspondiente informe, por cada hoja de radar, en geologia, suelos, etc., con una simbología apropiada a la escala y al uso nacional y normas internacionales al respecto, y que muestre cada recurso en su situación, calidad y cubrimiento de superficie.

2. Elaboración de 42 mapas e informes síntesis sobre el uso potencial de la tierra, que señalen las áreas técnicas apropiadas para el uso más provechoso y racional de las potencialidades agropecuarias, madereras, hidroclimáticas y ecológicas de cada subregión, en términos de la distribución y utilización óptima de la tierra. Idem para la elaboración de 42 mapas e informes síntesis de potencial minero de toda la Región Guayana.

3. Formular, desarrollar y optimizar un programa computarizado de manejo de datos que permita fácil y rápidamente almacenar, reemplazar, actualizar y procesar todas las informaciones multidisciplinarias (unas 200 variables), hasta en áreas unitarias de 1' x 1' (= 3.4 km², o sea 5.400 celdas unitarias por cada hoja de radar, para un total de 140.000 celdas unitarias que almacenarán hasta 29.000.000 de informaciones multidisciplinarias para toda la Región Guayana.

 Promover el estudio y aprobación de una leyprograma que asegure la continuación y perfecciona-

miento de PIRNRG hasta su culminación.

5. Firmar acuerdos o convenios interinstitucionales mediante los cuales se comparte actividades y responsabilidades, bajo la coordinación de la C. V. G. como autoridad de área, delimitándose claramente las áreas de acción y de participación de cada uno de los organismos nacionales que tienen competencia en las materias que conforman este proyecto. Idem con Universidades, Institutos de Investigación, Fundaciones, etc.

 Publicar oficialmente, en 11 volúmenes, en escala 1:500.000, los informes y mapas temáticos de PIRNRG, apareciendo el Tomo I, a fines de 1986, y el tomo XI a

fines de 1992.

 Tratar de mantener el costo promedio por km2 multidisciplinariamente inventariado en Bs. 335.

8. Perfeccionar al personal profesional, mediante la implementación de un programa de entrenamiento, enviando anualmente 2 profesionales a cursos de mejoramiento y especialización a centros docentes y/o empresas plenamente seleccionadas, en las áreas de Geología Regional, Geología Minera, Geomorfología, Suelos, Vegetación, Fauna, Hidroclimatología, Cartografía, y Sensores Remotos. Estos profesionales formados y perfeccionados se encargarán de participar en la dirección de la ejecución de proyectos de investigación, producción o recuperación de recursos naturales multidisciplinarios de la Región Guayana.

 Asistir como fuente de consulta y asesoría a las diferentes oficinas encargadas de la planificación re-

gional (C. V.G.) y nacional (CORDIPLAN).

6. PROSPECCIONES GEOLOGICAS EN LAS ZONAS FRONTERIZAS DE GUAYANA

El Proyecto de Prospecciones Geológicas en las Zonas Fronterizas de la Región Guayana (PPGZFG) de la Gerencia de Desarrollo Minero de la C.V.G. y con participación de Ferrominera Orinoco, tiene por objeto efectuar prospecciones geológicas detalladas, a escalas 1:25.000 a 1:50.000, para definir, caracterizar, delimitar y planificar los prospectos mineros definitivos que justifiquen evaluaciones y desarrollos mineros más detallados a fin de probar reservas y tenores de los yacimientos minerales de interés geoeconómico y/o estratégico. Esto con la finalidad de impulsar y sostener. conjuntamente con el aprovechamiento del inmenso y valioso potencial hidroeléctrico de la región, nuevos polos de desarrollo en las zonas fronterizas y en regiones próximas a las mismas, y que a su vez aseguren a C.V.G. y al país en general los siguientes recursos:

 Yacimientos minerales de manganeso, cromo, niobio, molibdeno, vanadio, cobalto, tungsteno y otros, que permitan ferroaleaciones para mejorar la calidad, precios y competencia de nuestros productos.

 Yacimientos minerales de oro, cobre, cinc, plata, estaño, radiactivos y otros que suelen estar asociados a los yacimientos anteriores en los "cinturones de rocas verdes Arqueozoico-Proterozoico Inferior", en Guayana en Pastora-Botanamo y equivalentes y granitos asociados.

Los trabajos evaluativos contemplan una distribución cíclica del personal (4 geólogos, 2 geoquímicos, 2 geofísicos y 2 perforadores), y de las áreas a cubrir, en las tres fases siguientes:

Fase I: Uso de SENSORES REMOTOS, conjuntamente con datos geológicos antecedentes, para detectar, en áreas muy extensas, selváticas y de difícil y costosos accesos, las zonas anómalas de interés geoeconómico para ser prospectadas en detalle.

Fase II: Verificación y obtención de datos de campo

y de laboratorio, con las siguientes subfases:

Sub-fase II.1. Geología y Geoquímica de sedimentos de quebradas, suelos y rocas. Obtención y proce-

samientos de datos petrográficos, tectonicos, y químicos. Mapas, informes y recomendaciones.

Sub-fase 11.2. Perfiles geofísicos de campo. Interpretación de resultados. Informes, mapas, recomendaciones.

Sub-fase II.2. Perfiles geofísicos de campo. Interpretación de resultados. Informes, mapas recomendaciones.

Sub-fase II.3, Perforaciones. Datos petrográficos y analíticos.

Fase III: Con informaciones concluyentes y concordantes geológico-geoquímicas-geofisicas y de perforaciones se define el Proyecto Minero, con reservas y tenores mínimos, y se propone entonces un programa de perforaciones detalladas con miras a probar reservas y tenores. Posteriormente se ordena el estudio de factibilidad metalúrgica de las minas y de mercado, previo a los estudios de factibilidad de desarrollo de minas y de factibilidad económica o rentabilidad, para una toma final de decisiones.

Las metas más importantes de PPGZFG son las siguientes:

 Efectuar la prospección geológica detallada de por lo menos 25 zonas fronterizas, de unos 500 km² c/u, en un lapso de unos 10 años.

 Elaboración de 25 o más mapas e informes en prospecciones geológicas (Geología - Geoquímica -Geofísica - Perforaciones) de las zonas fronterizas.

 Ajustar racionalmente el costo promedio actual de km² prospectado a escala 1:25.000 en Bs. 13.000 a zonas de más costosos accesos y/o que requiera de un mayor número de metros de perforación.

 Ordenar estudios de factibilidad técnica minerometalúrgica a fin de caraterizar los parámetros físicos, químicos, mineralógicos y de comportamiento metalúrgico de yacimientos minerales descubiertos y eva-

luados en los próximos 10 años.

5. Promover acuerdos interinstitucionales con los organismos que tienen competencia en las materias del proyecto, mediante los cuales se comparten actividades y responsabilidades, bajo la coordinación de C. V. G., delimitándose claramente las áreas de acción y de participación de cada uno de los organismos competentes.

 Enviar progresiva y anualmente profesionales a cursos de mejoramiento en las áreas de química, geofisica, yacimientos, estadísticas, economía minera, etc.

7. TRABAJOS PREVIOS CON SENSORES REMOTOS

La cartografia geológica utilizando sensores remotos en la Guayana Venezolana ha sido relativamente escasa, a pesar de disponerse de una cobertura total con imágenes de radar desde 1977. Los sensores no han sido utilizados en su total capacidad sino en pocas ocasiones, y en el pasado, las imágenes de radar constituían solamente una fuente secundaria de información.

En 1977 Sabater y Brennan, realizan la interpretación de imágenes de SLAR para la localización de aluviones con potencial diamantífero y/o aurífero en la cuenca Caroní-Paragua, así como en delimitación de unidades tectonoestratigráficas y estructuras líneales. En esta misma época se realiza la fotointerpretación en fotografías aéreas de rocas del grupo Roraima. Este trabajo, llevó a la elaboración de un mapa más completo de las zonas de afloramiento de Roraima en el Estado Bolivar (Yánez, 1985).

Briceño y Lee (1985), integran la información de imágenes de LANDSAT, SLAR, fotos aéreas y verificación de campo para la cartografía geológica de la cuenca media del río Caroní. Utilizan, asimismo, esta información para delimitar aluviones con potencial diamantífero y para el análisis estructural a partir de lineamientos (Briceño et al., 1984). Es de mencionar que la información espectral contenida en las imágenes de LANDSAT utilizadas, provienen mayormente de la densa cobertura boscosa, y que al combinarla con el análisis geomorfológico resulta viable la cartografía geológica a escala 1:250.000.

Posteriormente, se han realizado estudios estructurales y de clasificación espectral de unidades de Roraima en el Macizo del Chimantá usando como fuente principal la información de sensores remotos y la verificación de campo (Briceño y Schubert, 1985; Briceño y otros, 1985).

8. METODOLOGIA

La cartografía geológica que se ha realizado hasta hoy, ha sido llevada a cabo cumpliendo las siguientes etapas:

I. Recopilación bibliográfica. Se recopila toda la información existente en informes técnicos y publicaciones sobre el área a estudiar. Asímismo, se recaba la información cartográfica, imágenes de radar, fotografías aéreas, mapas geológicos, topográficos, geoquimicos y geofísicos. Finalmente toda esta información es transferida a la hoja de radar donde se incorpora la toponimia y el drenaje.

II. Fotointerpretación sobre la base de imágenes de radar (SLAR) discriminando unidades en base a los siguientes criterios: Patrón tectónico, patrón estructural, patrón de drenaje, patrón litológico (unidades previamente reconocidas en campo), textura y relieve. En este sentido, se ha hecho uso de la experiencia brasilera, adaptándola a nuestros problemas específicos.

III. Diseño de estrategias y selección de puntos de verificación de campo, combinando misiones conjuntas de las diferentes disciplinas. En esta etapa se establecen las prioridades en la verificación, de acuerdo al nivel de incertidumbre que se tiene de las correlaciones, a la existencia de estructuras favorables a procesos mineralizantes, la accesibilidad y el tiempo requerido para realizar dicha verificación.

IV. Actualización de mapas. Una vez concluída la etapa de campo, se incorpora la información recabada y se reinterpretan las hojas de radar. Donde aún persista dudas significativas, se adelanta una segunda etapa de verificación, la cual, combinada con los análisis de laboratorio, y los datos de campo obtenidos previamente, constituyen la materia prima para la elaboración

del mapa final del área a escala 1:250.000, y el informe respectivo.

V. Integración multidisciplinaria. Se establecen las concordancias y diferencias entre los mapas geológicos, los geomorfológicos y los de suelo.

Durante el primer año de trabajo, luego de un año de preparación, entrenamiento y recopilación bibliográfica, se ha logrado cartografiar un total de cuatro hojas de radar (NB-20-4, 8, 12, y 16), cuyos mapas estarán finalizados para diciembre de este año. Dentro del área estudiada se han diferenciado una serie de asociaciones litológicas de interés geoeconómico, suceptibles de seguimiento detallado, tanto geoquímico como geofísico. Asimismo, se han delimitado unidades aluvionales con perspectivas favorables.

9. LANDSAT

Durante el presente año se adquirieron las primeras imágenes de LANDSAT a ser incorporadas definitivamente a partir de 1986. En esta etapa inicial, y hasta que las investigaciones colaterales que se realizan establezcan procesamientos y productos diferentes, se utilizarán los siguientes productos: Banda 5, Banda 7, y primer componente principal, todos en blanco-y-negro; imagen a color infrarrojo y finalmente, una eodificación a color de la relación (MSS-5 - MSS-7) /(MSS-5 + MSS-7).

Las observaciones preliminares de estos productos indican que existen volúmenes considerables de información en las características espectrales de la vegetación, aplicable a la cartografía del substrato rocoso infrayacente.

10. BIBLIOGRAFIA

Briceño, H., y Lee, K., 1985, Applications of LANDSAT images to geologic Mapping in tropical jungles environment: Caroni River, Venezuela in Teleki, P. and Weber, C. (Edit.), remote sensing for geologic, mapping. BRGM- UNESCO, Norway.

Briceño, H., Lee, K., y Knepper, D., 1984, Linear feature analysis in jungle-covered areas using LAND-SAT and SLAR images. Guayana shield, Venezuela. Sem. Rem. Sen. Geol. Mapping. UNESCO, Orleáns, France.

Briceño, H., Schubert, C., 1985, Analisis de fracturamiento en zonas de Tepui: mem. VI Cong. Geol. Venez. (en imprenta), Caracas.

Briceño, H., Susach, F., y Fernández, G., 1985, Clasificación espectral del Macizo del Chimantá. Mem. VI Cong. Geol. Venez. (en imprenta), Caracas.

Sabater, A., y Brennan, P., 1977, Localización de zonas con probabilidades para la prospección de oro y diamantes en la Guayana Venezolana utilizando imágenes de radar (SLAR): Mem. II Cong. Lat. Lat. Geol., Bol. Geol., Pub. Esp. Nº 7, Tomo IV, p. 2613-2633.

Yáñez, G., 1985, Geología y Geomorfología del Grupo Roraima en el sureste de Venezuela: Mem. VI Cong. Geol. Venez. (en imprenta), Caracas.

AÑOS	AREAS Km2	ZONAS	PROFESION Nº	PRESUPUESTO Bs.
1.984	0	Organización	10	4.093.075
1.985	29.000	Frontera con zona en Reclamación	24	10.283.900
1.986	72,000	Cuenca Caroní-Paragua	40	16.208.400
1.987	80,000	Norte E. Bolívar-Delta Amacuro	52	20.815.300
1.988	106,000	Cuenca Río Caura	52	27.348.210
1.989	67,800	Cuenca Orinoco Medio	52	27.683.100
1.990	63.000	Cuenta Alto Orinoco	40	25.429.460
1.991	48,900	Cuenca Rio Siapa-Neblina	24	17.874.700
1.992	0	Publicaciones Finales	10	6.126.841
9 AÑOS	42 HOJAS DE RADAR	II VOLUMENES	10-52 PROF. Bs.	115.862.986

TABLA I PROGRAMACION DEL PROGRAMA DE INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES DE LA REGION GUAYANA

PRINCIPALES ACTIVIDADES DE SELPER (1980-89)

PRIMERA REUNION PLENARIA SELPER. Quito, Ecuador, noviembre 24-27, 1980. Con el principal auspicio nacional del Instituto Geográfico Nacional y CLIRSEN y el apoyo internacional de U.S. Agency for international Development.

SEGUNDA REUNION PLENARIA SELPER Y TALLER DE TEC-NOLOGIA DEL SATELITE SPOT. Quito, Ecuador, abril 12-16, 1982. Con el principal auspicio nacional del IGN y CLIRSEN y el apoyo internacional del Centre National D'Etudes Spatiales (CNES) en Francia,

TERCERA REUNION PLENARIA SELPER Y TALLER CANA-DIENSE PERCEPCION REMOTA. Santiago, Chile, noviembre 21-25, 1983 (Auditorium IDIEM, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile). Con el auspicio nacional de la Universidad de Chile (Departamento de Investigación y Bibliotecas y Depto. Geología y Geofísica) y el patrocinio internacional de Canada International Development Agency (CIDA).

CUARTA REUNION PLENARIA SELPER. Santiago, Chile, noviembre 12-16, 1984 (Auditorium IDIEM, Facultad de Ciencias Fisicas y Matemáticas, Universidad de Chile). Con el principal auspicio internacional del Centre National D'Etudes Spatiales (CNES) de Francia, Canadá Centre for Remote Sensing (CCRS), Embajadas de España y Finiandia, ONU/FAO, ONU/CEPAL, Committee on space Research/International Council of Scientific Unions (COSPAR/ICSU), International Union of Geological Sciencies (IUGS) y otras agencias.

QUINTA REUNION PLENARIA SELPER Y SIMPOSIO CANADA/ IBEROAMERICA DE PERCEPCION REMOTA. Ottawa, Canada, julio 15-19, 1985. Con el principal auspicio del Ministerio de Relaciones Exteriores de Canadá y la colaboración del Centro Canadiense de Percepción Remota (CCRS); comité organizador SELPER (Sede Central en Universidad de Chile, Depto. Geología y Geofisica).

TALLER DE GEOLOGIA REGIONAL UNESCO/IUGS/SELPER. Sao José dos Campos INPE, Brasil, diciembre 2-4, 1985. Con el principal auspicio de UNESCO e International Unión of Geological Sciences (IUGS), para coordinar programas Geológicos Regionales en Latinoamérica (Zona Amazónica y Andina), con SELPER como organización agiutinante y coordinadora.

CURSO DE PERCEPCION REMOTA Y PERSPECTIVAS DE AVANCE Y COOPERACION AEROESPACIAL EN LATINOAMERICA. Temporada internacional de la Universidad de Chile (América Latina: Una Realidad). Dictado por profesores SELPER y apoyado con importantes Apuntes Docentes. Santiago, Chile, 13-24 enero 1986.

SIMPOSIO NACIONAL SOBRE LA EVALUACION DE LA ERA ESPACIAL EN MEXICO, México D.F. México, 15-19 de mayo 1986. Organizado por GIAE/UNAM. SELPER, Invitado Oficial.

REUNION DE NACIONES UNIDAS SOBRE COOPERACION REGIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA ESPACIAL Y SUS APLICACIONES EN AMERICA LATINA. Cartagena de Indias, Colombia, junio 16-22, 1986. Organizado por ONU (División de Espacio Exterior y CEPAL) y patrocinada por el Gobierno de Colombia. SELPER, invitado Oficial.

XXVI REUNION PLENARIA COSPAR/ICSU (Committee on Space Research/International Council of Scientific Unions) Toulouse, Francia, Junio 30 - Julio 12, 1986, SELPER, Co-patrocinante del Taller X "Percepción Remota de Interés para Paísesen Desarrollo". También co-patrocinado por ONU/FAO, ONU/COSTED. WMO. WHO, COSPAR/ICSU, EARSEL y otras agencias.

SEXTA REUNION PLENARIA SELPER - SIMPOSIO LATINOA-MERICANO DE PERCEPCION REMOTA - IV SIMPOSIO BRASI-LEÑO DE PERCEPCION REMOTA, Gramado, RS, Brasil, agosto, 10-15, 1986. Reunión realizada en cooperación con el instituto de Pesquisas Espacials (INPE), la Sociedade Brasileira de Cartografía, Geodesia, Fotogrametría e Sensoriamento Remoto (SBC) y otras

MAIN SELPER ACTIVITIES (1980-89)

FIRST PLENARY MEETING OF SELPER, Quito, Ecuador, november 24-27, 1980. Under the national support of CLIRSEN and IGN and the international support of U.S. Agency for International Development (USAID).

SECOND PLENARY MEETING OF SELPER AND WORKSHOP ON SPOT TECHNOLOGY. Quito, Ecuador, april 12-16, 1982. Under the national support of CLIRSEN and IGN, and the international support of Centre National D'Etudes Spatiales (CNES) and G.D.T.A. from France

THIRD PLENARY MEETING OF SELPER AND WORKSHOP ON CANADIAN REMOTE SENSING TECHNOLOGY. Santiago, Chile, november 21-25, 1983. Held at the Universidad de Chile, under the main national support of Universidad de Chile (DIB, Depto. Geología y Geofísica) SAF, INACH and the international support of Canada International Development Agency (CIDA).

FOURTH PLENARY MEETING SELPER, Santiago, Chile, november 12-16, 1984. Held at the Universidad de Chile, under the main national support of Universidad de Chile (DIB, Geologia y Geofísica), SAF, INACH and the international support of several agencies, such as Centre National D'Etudes Spatiales (CNES) from France, Canada Embassy, Spain Embassy, UN/ECLA UN/FAO, Committee on Space Research/International Council of Scientific Unions (COSPAR/ICSU), International Union of Geological Sciences (IUGS), Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) from Brazil and others.

FIFTH PLENARY MEETING OF SELPER AND CANADA/LATI-NAMERICAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING. Ottawa, Canada, july 15-19, 1985. Under the main sponsoring and organization of Department of External Affairs of Canada and the cooperation of Canada Centre for Remote Sensing (CCRS). Important sessions of the IUGS and COSPAR/ICSU were also developed at SELPER sessions.

WORKSHOP ON REGIONAL GEOLOGY AND REMOTE SENS-ING. Sao José dos Campos, Brazil, december 2-4, 1985. Under tha main international sponsoring of IUGS and UNESCO. Gars Program (Geological Applications of Remote Sensing), sponsored by IUGS/UNESCO.

COURSE ON REMOTE SENSING AND ADVANCES AND PER-SPECTIVES OF COOPERATION IN LATINAMERICA. International Season of University of Chile (Latin-America: A Reality). Cosponsored by SELPER trhough professors and important Docent Documents. Santiago, Chile, January 13-24,1986

NATIONAL SYMPOSIUMABOUT EVALUATION OF THE SPACE AGE IN MEXICO, MEXICO, D.F., México, may 15-19, 1986. Organized by: GIAE/UNAM. SELPER, officially invited.

UNITED NATIONS MEETING ON COOPERATION AND APPLICATION OF SPACE SCIENCE AND TECHNOLOGY IN LATINAMERICA. Cartagena de Indias, Colombia, June 16-22 1986. Organized by United Nations (Outer Space Affairs and ECLA) and sponsored by the Colombian Government. SELPER officially invited.

XXVI PLENARY MEETING OF COSPAR/ICSU Toulouse, France, june 30-july 12, 1986, SELPER co-sponsored the Workshop X "REMOTE SENSING OF INTEREST FOR DEVELOPING COUNTRIES"; co-sponsored also by UN/FAO, UN/COSTED, WMO, WHO, COSPAR/ICSU, EARSEL and others agencies.

SIXTH PLENARY MEETING OF SELPER-LATINAMERICAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING-IV BRAZILIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING. Gramado, RS, Brazil, august 10-15, 1986. Meeting carried out with the cooperation of instituto de

agencias nacionales e internacionales.

CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE NECESIDADES DE ENTRENAMIENTO Y ASISTENCIA A LOS USUARIOS EN PAI-SES EN DESARROLLO. Berlín Occidental, septiembre 1-6, 1986. Reunión promovida por el International Economic Summit, organizada por la Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional (DSE) en la cual SELPER participó en calidad de entidad invitada oficialmente.

REUNION DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU) SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGIA ESPACIALES Y SUS APLICACIONES DENTRO DEL MARCO DE LOS SISTEMAS DE ENSEÑANZA. Co-Patrocinada por el Gobierno de México, México, D.F., México. Octubre 13-17, 1986, SELPER invitado Oficial.

PRIMERA REUNION LATINOAMERICANA SOBRE SATELITES DE BUSQUEDA Y RESCATE. Sao José dos Campos, SP, Brasil, octubre 29-30, 1986. Organizada por INPE y apoyada por SELPER, para el Programa SARSAT (Satélites de Búsqueda y Rescate), desarrollado por Canadá, EE.UU., Francia y URSS.

SEGUNDO SEMINARIO NACIONAL DE PERCEPCION REMO-TAY SUS APLICACIONES. Organizado por la Asociación Peruana de Aerofotografía Aplicada (APAFA) y Co-Patrocinada por SELPER. Lima, Perú. Mayo 11-15, 1987.

CURSO DE ENTRENAMIENTO SOBRE EL SATELITE DE RA-DAR EUROPEO (ERS-1). Organizado y Co-patrocinado por la Agencia Espacial Europea (ESA) con SELPER. Buenos Aires, Argentina. Noviembre 4-12, 1987.

SEPTIMA REUNION PLENARIA SELPER, SEGUNDO SIMPO-SIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, III SIM-POSIO COLOMBIANO DE PERCEPCION REMOTA, Coloquio Internacional SPOT, Primera Reunión JOBRESA (Joint Board of Remote Sensing Activities), Organizado por SELPER, instituto Geográfico Nacional Agustín Codazzi (IGAC) y Sociedad Colombiana de Fotogrametría y Percepción Remota (SCF), con el apoyo de diversas organizaciones Internacionales (ESA, CNES, SPOT IMAGE, DORNIER, INPE y otras). Bogotá, Colombia. Noviembre 16-20, 1987.

CURSO DE ENTRENAMIENTO SOBRE EL SATELITE DE RA-DAR EUROPEO (ERS-1), Organizado por la Agencia Espacial Europea (ESA) como colaboración a SELPER. Baja California, México. Noviembre 1988,

OCTAVA REUNION PLENARIA SELPER Y TERCER SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Organizado por SELPER y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el apoyo de diversas organizaciones internacionales (en especial EOSAT). Acapuico, México, diciembre 5-9, 1988.

REUNION DE EXPERTOS PARA REVISION FINAL DEL DICCIO-NARIO SELPER DE PERCEPCION REMOTA. Patrocinada por la Agencia Canadiense para Desarrollo Internacional (ACDI), que donará a SELPER este Diccionario, producto del Proyecto PERCEP Canadá/Perú. Pachacamac (Lima), Perú. Junio 5-16, 1989.

NOVENA REUNION PLENARIA SELPER, CUARTO SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, CURSO INTERNACIONAL SPOTY OTRAS ACTIVIDADES ASOCIADAS. Organizada por SELPER, instituto de Tecnología Industrial (INTI). Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE), con el apoyo de diversas organizaciones internacionales. Bariloche, Argentina, noviembre 20-24, 1989.

OTRAS ACTIVIDADES DIVERSAS PROMOVIDAS POR LA SEDE SELPER/BRASIL, incluyendo co-organización y co-patrocinio de Cursos, Seminarios, Congresos, que serán detalladas en las primeras publicaciones de la Revista SELPER en 1990. Pesquisas Espaçiais (INPE), the Sociedade Brasileira de Cartografía, Geodesia, Fotogrametría e Sensoriamento Remoto (SBC) and other national and international agencies.

INTERNATIONAL MEETING ON TRAINING NEEDS AND USER ASSISTANCE. Berlin, RFA, august 31-september 6, 1986. Organized by the German Foundation for International Development (DSE). SELPER participation as invited society.

UNITED NATIONS MEETING ON SPACE SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE EDUCATION FRAME. Co-sponsored by Mexican Government. Mexico D.F., Mexico. October 13-17, 1986. SELPER officially invited.

FIRST LATINAMERICAN MEETING ON SEARCH AND RESCUE SATELLITES. Sao José dos Campos, SP, Brazil. October 29-30, 1986. Organized by INPE (Brasilian Space Research Institute) and co-sponsored by SELPER, for the SARSAT System developed by Canada, France, USA, USSR.

SECOND NATIONAL SEMINAR ON REMOTE SENSING AND ITS APPLICATIONS. Organized by Peruvian Society of Photogrammetry and Remote Sensing (APAFA) and co-sponsored by SELPER. Lima, Perú. May. 11-15, 1987.

TRAINING COURSE ON EUROPEAN RADAR SATELLITE (ERS-1), Organized by European Space Agency (ESA) and co-sponsored by SELPER. Buenos Aires, Argentina. November 4-12, 1987.

SEVENTH PLENARY MEETING OF SELPER, SECOND LATINAMERICAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, THIRD COLOMBIAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING, INTERNATIONAL SPOT COLLOQUIUM, FIRST MEETING OF JOBRESA (Joint Board of Remote Sensing Activities). Co-organized by SELPER, Agustin Codazzi National Geographic Institute (IGAC) and Colombiam Society of Photogrammetry and Remote Sensing (SCF). Co-sponsored by several international organizations. Bogota, Colombia. November 16-20, 1987.

TRAINING COURSE ON EUROPEAN RADAR SATELLITE (ERS1). Organized by European Space Agency (ESA) to indorse SELPER activities. Baja California, Mexico, November 1988.

EIGHTH PLENARY MEETING OF SELPER AND THIRD LATI-NAMERICAN SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING. Co-organized by SELPER and National University of Mexico (UNAM). Cosponsored by several international organizations. Acapulco, Mexico. December 5-9, 1988.

MEETING OF LATINAMERICAN EXPERTISES FOR FINAL RE-VIEWING OF THE REMOTE SENSING DICTIONARY OF SELPER. Sponsored by Canada International Development Agency (CIDA) and co-organized by SELPER, ONERN, CONIDA. Pachacamac (Lima), Peru. June 5-16, 1989.

NINTH PLENARY MEETING OF SELPER, FOURTH LATI-NAMERICAN SIMPOSIUM ON REMOTE SENSING. AND ASSO-CIATED ACTIVITIES, INCLUDING INTERNATIONAL COURSE ON SPOT TECHNOLOGY. Co-organized by SELPER, INTI (National Institute for Industrial Technology), UNLU (Lujan University), CNIE (Argentinian Commission for Space Research). Co-sponsored by several international organizations. Bariloche, Argentina. November 20-24, 1989.

MORE IMPORTANT ACTIVITIES PROMOTED BY SELPER SEAT BRAZIL, including co-organization and co-sponsoring of Courses, Seminars, Congress inside and outside Brazil, which will be included in next SELPER Reviews (1990).

APOYO IBEROAMERICANO / LATINAMERICAN SPONSORING

SELPER agradece a todos los organismos e instituciones iberoamericanas que han apoyado permanentemente sus actividades, ya sea sirviendo como sede a sus Capítulos Nacionales o en la organización de simposios y otros eventos u otras actividades desarrolladas por SELPER en estos años. Como reconocimiento, se incluyen aquí las principales entidades colaboradoras, esperando contar con su valiosa cooperación en el futuro.

ARGENTINA.

COMISION NACIONAL DE INVESTIGACIONES ESPACIALES (CNIE) INSTITUTO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL (INTI) INSTITUTO DE INVESTIGACIONES APLICADAS DE CIENCIAS ESPACIALES (IIACE) AEROLINEAS ARGENTINAS UNIVERSIDAD DE LUJAN, UNIVERSIDAD DE LA RIOJA, SVDSA, AACE

BRASIL

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS SOCIEDADE BRASILEIRA DE FOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO (SBC) AEROSUL, CODEVASF, PROSPEC, HOTEL SERRANO, BP MINERACAO, SENSORA, EMBRAER, COMGAR, ANEA, AVIBRAS, IBDF, FAFESP, AEROFOTO CRUZEIRO, TERRAFOTO, VARIG

CHILE

UNIVERSIDAD DE CHILE INSTITUTO ANTARTICO CHILENO (INACH) INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (IGM) SERVICIO AEROFOTOGRAMETRICO (SAF/FACH) EMPRESA CONSTRUCTORA DEL CHOAPA LTDA. EDITORIAL UNIVERSITARIA CODELCO, SAG, INFOR, LAN CHILE

COLOMBIA

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC y ex-CIAF) SOCIEDAD COLOMBIANA DE FOTOGRAMETRIA Y PERCEPCION REMOTA (SCF) ASOCIACION DE CAFETEROS DE COLOMBIA AVIANCA

ECUADOR

CENTRO DE LEVANTAMIENTOS INTEGRADOS DE RECURSOS NATURALES POR SENSORES REMOTOS (CLIRSEN)

ECUADOR (cont.)

INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR DEL ECUADOR ECUATORIANA DE AVIACION

MEXICO.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO INSTITUTO DE GEOGRAFIA Y ESTADISTICA (INEGI)

OFICINA NACIONAL DE EVALUACION DE RECURSOS NATURALES (ONERN) COMISION NACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO AERGESPACIAL (CONIDA) ASOCIACION PERUANA DE AEROFOTOGRAFIA APLICADA (APAFA) **AEROPERU** INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

CAPITULOS SELPER EN FORMACION

BOLIVIA

SERVICIO GEOLOGICO BOLIVIANO (GEOBOL) COSTA RICA INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL (IGN) EL SAL VADOR MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA **GUATEMALA** INSTITUTTO GEOGRAFICO MILITAR UNIVERSIDAD NACIONAL DE PANAMA REPUBLICA DOMINICANA

SOCIEDAD VENEZOLANA DE FOTOGRAMETRIA Y PERCEPCION REMOTA

PARAGUAY INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL

INSTITUTO GEOGRAFICO UNIVERSITARIO

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA

SELPER thanks to all the Iberoamerican Agencies and Institutions that supported SELPER permanently either being the branch of the National Chapters or in the organization of Symposia or other events and activities developed by SELPER. In recognition, the main supporting entitites are being included below or in additional pages. We also hope your valuable cooperation in the future.

APOYO INTERNACIONAL / INTERNATIONAL SPONSORING

SELPER agradece a todas las empresas y organizaciones internacionales que han apoyado sus actividades en el pasado, esperando poder contar con su valiosa cooperación en el futuro. Como reconocimiento, se incluyen las principales entidades colaborantes y, en páginas especiales, aquellas que más se han destacado en el año correspondiente a esta Revista SELPER

ALEMANIA FEDERAL

AGENCIA ALEMANA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (DSE) INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AEROESPACIALES (DFVLR) DORNIER, ZEISS, MBB, LUFTHANSA

CANADA

AGENCIA CANADIENSE PARA EL DESARROLLO
INTERNACIONAL (CIDA)
MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES
DEL CANADA
CENTRO CANADIENSE DE PERCEPCION REMOTA
(CCRS)
INTERA, MONITEO, DIGIM, MDA, PAMAP

ESPAÑA

CP AIR

MINISTERIO DE TRANSPORTES, TURISMO Y COMUNICACIONES EMEBAJADA DE ESPAÑA EN CHILE

ESTADOS UNIDOS

UNIVERSIDAD DE MURRAY (MARC)
NASA, USGS, ERIM
EARTH OBSERVATION SATELLITE COMPANY
(EOSAT)

FINLANDIA

VAISALA (Meteorología)

FRANCIA

CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (CNES)

FRANCIA (cont.)

SOCIETE EUROPEENE DE PROPULSION (SEP) SPOT IMAGE G.D.T.A. AIR FRANCE

HOLANDA

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR AEROSPACE SURVEY AND EARTH SCIENCES (ITC)

PORTUGAL

AGENCIAS INTERNACIONALES

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA)

NACIONES UNIDAS (DIVISION DEL ESPACIO EXTERIOR, FAO, UNEP, COSTED, CEPAL, UNESCO)

COMMITTEE ON SPACE RESEARCH (COSPAR)/ INTERNATIONAL COUNCIL OF SCIENTIFIC UNIONS (ICSU)

INTERNATIONAL UNION OF GEOLOGICAL SCIENCES (IUGS)

INTERNATIONAL SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING (ISPRS)

AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING (ASPRS)

INTERNATIONAL ASTRONAUTICAL FEDERATION (IAF)

SELPER thanks to all the International Companies and Organizations for the valuable support given to the activities of SELPER in the past and hopes that will also cooperate in the future. In recognition, the main supporting entities are being included below. In special additional pages, we are including the most outstanding entities that supported SELPER activities specially during the year corresponding to this SELPER Review.



CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (CNES)
2, place Maurice Quentin, 75039 PARIS Cedex 01
FRANCIA, Tel: 33-1-45.08.75.68 Tix: 214674F



SELPER AGRADECE EL VALIOSO RESPALDO BRINDADO POR EL CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (CNES) DE FRANCIA, DESDE SUS COMIENZOS EN 1980.
SELPER ACKNOWLEDGES THE VALUABLE SUPPORT OFFERED BY CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (CNES) OF FRANCE, SINCE ITS BEGININGS IN 1980.



EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA) 8-10 Rue Mario Nikis. 75738 PARIS Cedex FRANCIA. Tel: 273.72.91 T1x: 202746 ESA 1492 - 1992 : Hacia los 500 años de cooperación

Europa / América

1492 - 1992 : Towards the 500 years

of cooperation Europe / America

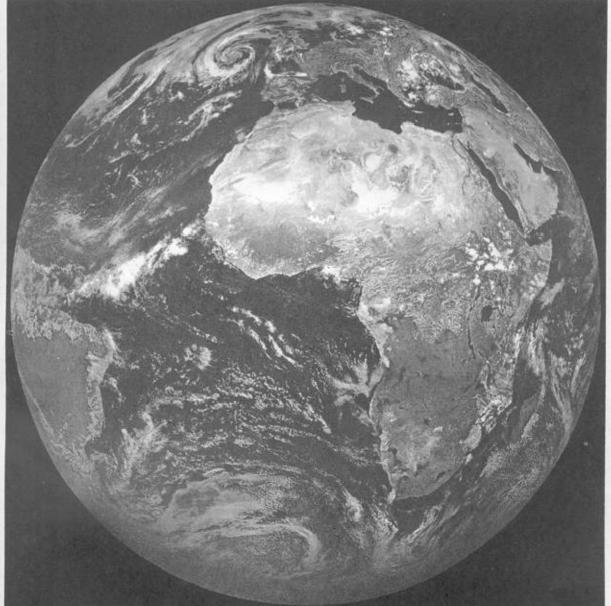
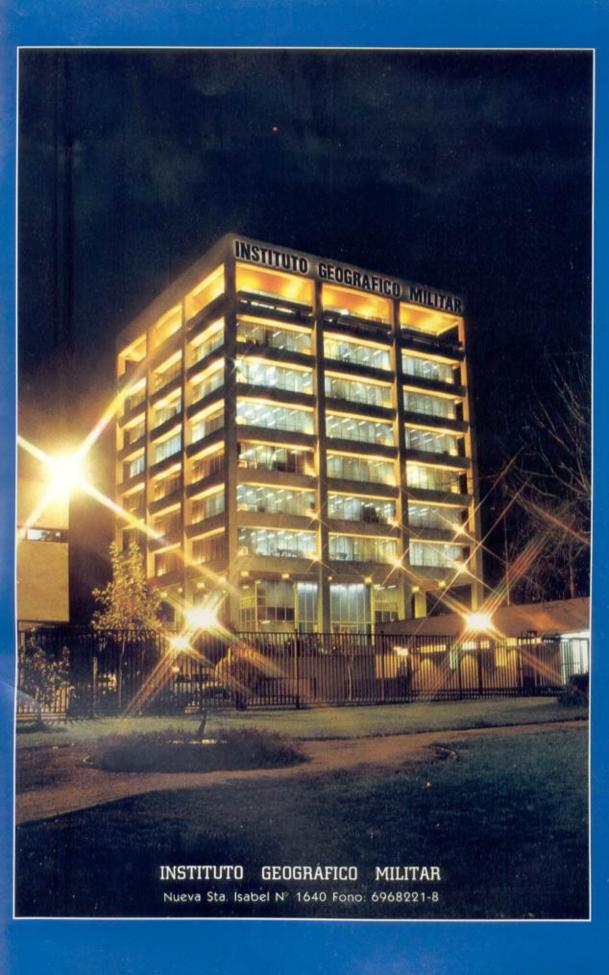
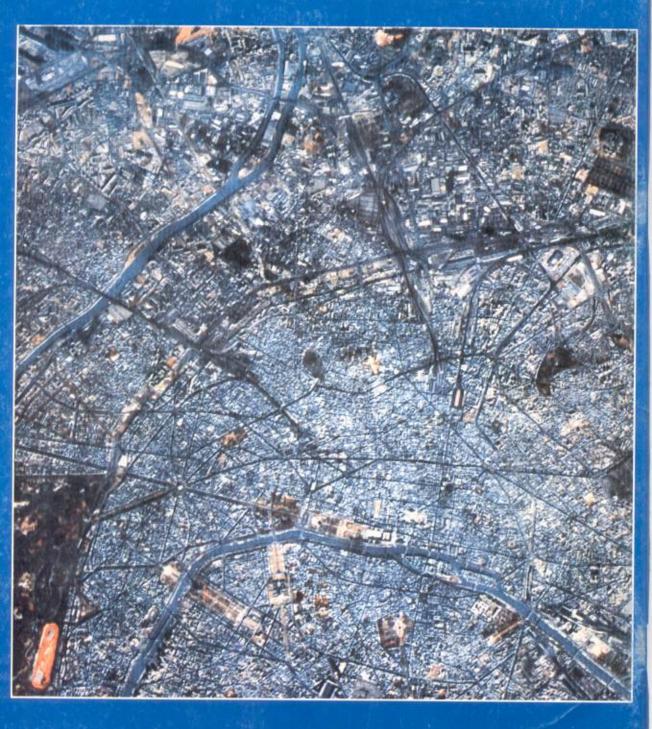


IMAGEN METEOSAT (36.000 km de altura) PROPORCIONADA POR AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (ESA)

SELPER AGRADECE EL VALIOSO RESPALDO BRINDADO POR LA AGENCIA ESPACIAL EUROPEA (ESA) SELPER ACKNOWLEDGES THE VALUABLE SUPPORT OFFERED BY THE EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA) **DESDE 1986** - SINCE 1986







PRESIDENTE SELPER:
DR. ROBERTO PEREIRA DA CUNHA
Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE).
C.P. 515. Sao José dos Campos, SP, Brasil
F: (0123) 229977; TLX (0123)) 3530 INPEBR

SEDE ECUADOR 1980-1983

SEDE CHILE 1983-1986



SEDE BRASIL 1986-1989

DIRECTOR EDITORIAL SELPER:

PROF. MAURICIO ARAYA FIGUEROA
Presidente Madero 795 (Ñuñoa). Santiago. Chile.
F: (0562) 6967583. TLX (0562) 240501 BOOTH CL.
FAX: (0562) 6981474

SEDE ARGENTINA 1989-1991

SEDE PERU 1991-1993



IMPRESO EN LOS TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR DE CHILE Nueva Santa Isabel 1640. Santiago, Chile. F; (0562) 6968221. TLX: (0562) 441677. FAX: (0562) 6988278