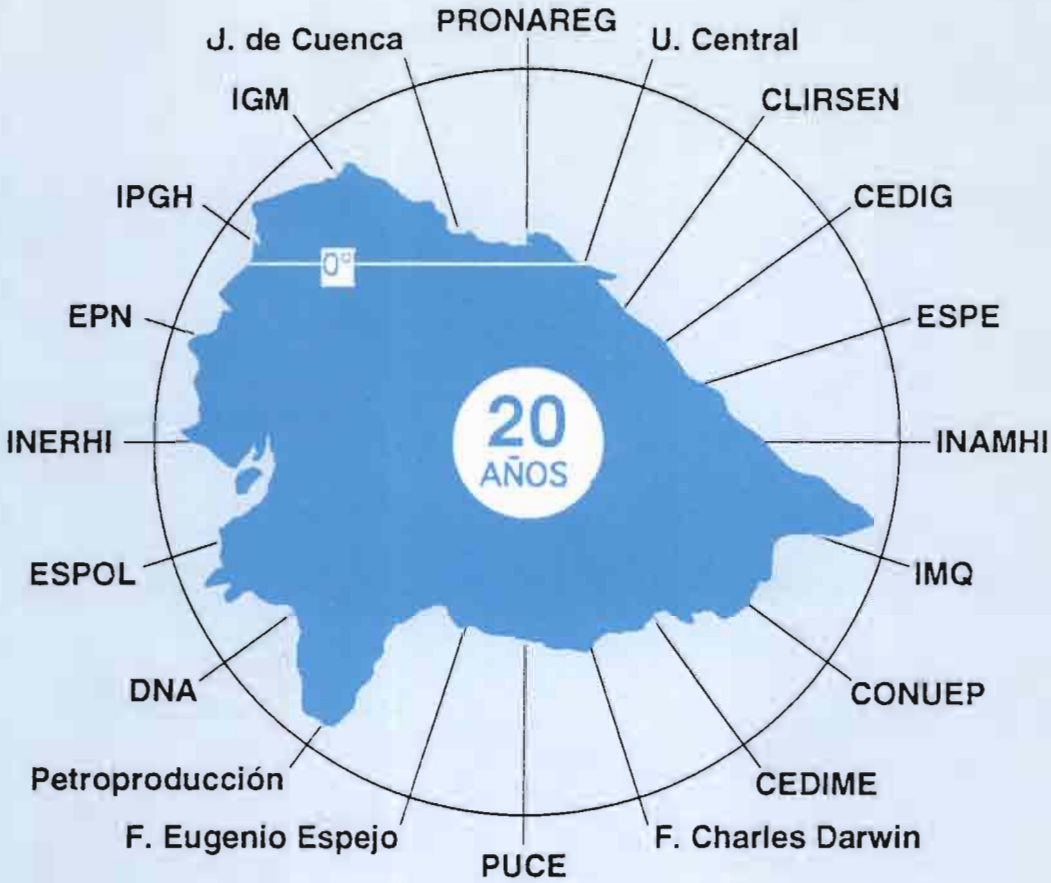
ORSTOM 1944 - 1994

L'institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération

20 años en el Ecuador



RESUMENES
DE LAS COMUNICACIONES PRESENTADAS EN EL CICLO DE CONFERENCIAS POR LOS 20 AÑOS DEL ORSTOM EN ECUADOR

28 y 29 de Junio de 1994
Casa de la Cultura Ecuatoriana Benjamín Carrión
Quito, Ecuador

Con el auspicio de

ALCATEL CIT

Banco de los Andes

COGEMA

DEGREMONT

DINERS CLUB DEL ECUADOR S.A.

elf hydrocarbures équateur

Instituto Francés de Estudios Andinos

Instituto Francés del Petróleo

BEICIP- FRANLAB

Agradecimiento

ORSTOM agradece a los autores de los diferentes artículos y a todas las Instituciones, Empresas, Organismos y personas que hicieron posible la recopilación y publicación de estas memorias.

Esta publicación fue posible
gracias al amable auspicio de:

ALCATEL CIT
BANCO DE LOS ANDES
BEICIP- FRANLAB
COGEMA
DEGREMONT
DINERS CLUB DEL ECUADOR S.A.
elf hydrocarbures équateur
Instituto Francés de Estudios Andinos
Instituto Francés del Petróleo- SODEREX
RHôNE POULENC

Memorias de los trabajos presentados en
el Ciclo de Conferencias por los 20 años
del ORSTOM en el Ecuador.
Casa de la Cultura Ecuatoriana
Benjamín Carrión.
Quito- Ecuador,
28 y 29 de junio 1994

Ediciones ORSTOM
L'institut
français
de recherche scientifique
pour le développement
en coopération.

Diseño portada: ORSTOM Ecuador
Recopilación: ORSTOM Ecuador
Arreglos e impresión: Clave Comunicaciones
Tiraje: 250 ejemplares
Edición: 27 de junio 1994 ©
Impreso en Quito- Ecuador

SUMARIO

	Páginas
INTRODUCCION por **R. Marocco**	1
RECURSOS NATURALES RENOVABLES, CIENCIAS DEL SUELO, AGRONOMIA	5
F. López, Inventario de los recursos naturales renovables y socio económicos del Ecuador	7
G. Trujillo, G. de Noni, M. Viennot, J. Asseline, Conservación de suelos	19
M. Pouyllau, Y. Poinsot, F, Pouille, Estrategias e impactos en el mediorural. Ejemplos de la Provincia de Bolívar	25
P. Quantin, C. Zebrowski, G. Trujillo, Regeneración de suelos volcánicos endurecidos y estériles de América Latina (Chile, Ecuador, México)	31
GEOGRAFIA, URBANISMO, CIENCIAS SOCIALES	37
J. León, La geografía básica del Ecuador (GBA)	39
H. Godard, R. de Maximy, J. Vega, M. Terán, El Atlas Infográfico de Quito	43
E. Dupérier, El observatorio de las dinámicas urbanas en Quito	51
B. Lortic, M. A. Custode, Utilización de la teledetección para un seguimiento de la ocupación del suelo	65
R. Roggiero, C. de Miras, Siete años de cooperación interinstitucional ORSTOM-CEDIME	73
C. de Miras, R. Roggiero, Las pequeñas actividades urbanas en el Ecuador	77
C. de Miras, Migración y turismo en el archipiélago de Galápagos	85
M. Andrade, Estudio antropológico comparativo de la comunidad de pescadores en el archipiélago de Galápagos, Ecuador	89
CIENCIAS DEL AGUA	97
P. Le Goulven, T. Ruf, Funcionamiento del riego tradicional en los Andes Ecuatorianos	99
E. Cadier, G. Gómez, R. Calvez, F. Rossel, Inundaciones y sequías en el Ecuador	107
CIENCIAS DE LA TIERRA	117
R. Marocco, Breve reseña histórica de las actividades del ORSTOM en el Ecuador Ciencias de la Tierra	119
E. Jaillard y R. Marocco, Métodos y objetivos del análisis de las cuencas sedimentarias	123
E. Jaillard, S. Benitez, G. Berrones, C. Huamán, M. Ordónez, M. Ribadeneira, Análisis e historia precoz de los Andes	129
R. Marocco, A. Egüez, A. Lavenu, C.. Noblet, R. Baudino, T. Winter, Las cuencas intramontañosas neógenas del Ecuador	135
R. Marocco, E.. Jaillard, A. Lavenu, Las acciones de formación en geología	139
G. Laubacher, Aportes de la teledeteccion a la geología de la región Puyango-Celica (Provincia de Loja, Sur-Ecuador)	143
A. ALvarado, C. Hibsh, V. H. Pérez, Nuevos aportes para la geolpgía del área de Quito y análisis de la paleosismicidad	151
H. Yepes, J. L. Chatelain, B. Guiller, Estudio del riesgo sísmico en el Ecuador	161

CIENCIAS DE LA VIDA 165

A. M. Velasco, La investigación en la Fundación Herpetológica Gustavo Orces : Datos preliminares del Estudio : " Protección de la Tortuga Charapa en la Amazonía Ecuatoriana 167

S. Briand, M. Leyrit, S. Escalante, Proyecto Atacucho 173

P. Bearez, Ictiología y Arqueología : Estudio del Sitio Salango (Manabí) 181

El Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM) cumplirá cincuenta años el próximo mes de septiembre. En el Ecuador, 1994 significa el vigésimo aniversario de la colaboración del ORSTOM con organismos nacionales. Con ocasión de estos dos aniversarios, la Misión ORSTOM en el Ecuador y los investigadores ecuatorianos que participan y han participado en los numerosos programas conjuntos de investigación desarrollados a lo largo de estos veinte años, presentarán los principales resultados de sus trabajos los días martes 28 y miércoles 29 de junio de 1994. Hemos considerado que a esa presentación debían asociarse los programas llevados a cabo por el Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA) y por la Cooperación Científica y Técnica de la Embajada de Francia en el Ecuador. Paralelamente, una exposición itinerante de afiches mostrará las principales actividades científicas del ORSTOM en América Latina y el Caribe.

¿Qué es el ORSTOM?

Presupuesto anual
• 1.000 millones de francos, es decir 180 millones de US dólares

Recursos humanos
• 2.600 personas, de las cuales 800 son originarias de países del Sur

Dispositivo
• 40 implantaciones en alrededor de 30 países.

Instituto francés de investigación científica...

El ORSTOM es un establecimiento público de carácter científico y tecnológico, adscrito a los ministerios encargados de la Investigación y del Desarrollo. Desde hace 50 años, lleva a cabo investigaciones sobre medios intertropicales, que se han constituido en referencias a nivel internacional.

... para el desarrollo ...

El ORSTOM ofrece a sus contrapartes del Sur y a los actores del desarrollo programas y resultados sobre cuatro grandes temas:

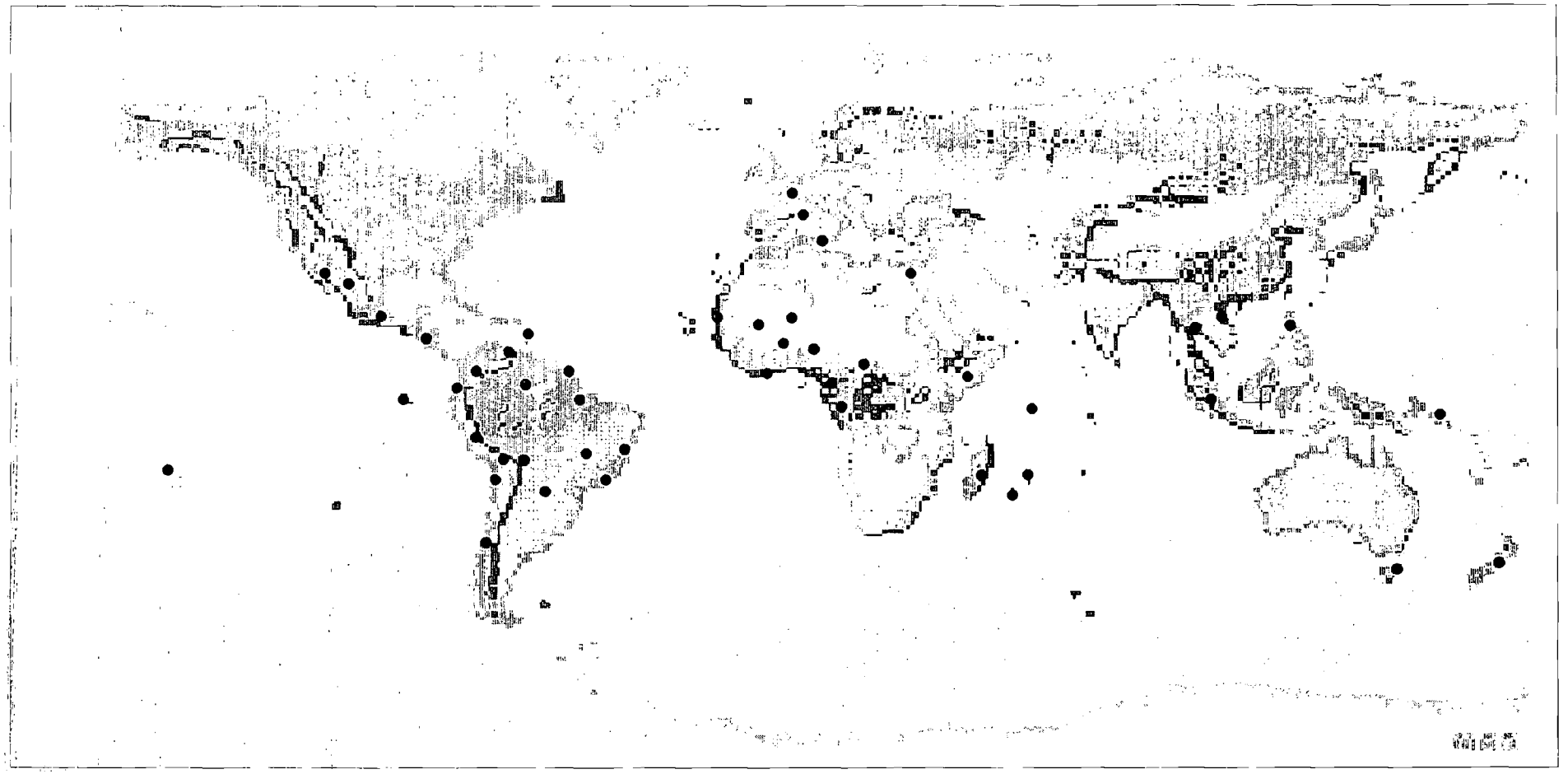
- medio ambiente y grandes ecosistemas oceánicos, acuáticos y terrestres;
- agricultura en medios tropicales frágiles;
- medio ambiente y salud;
- hombre y sociedades en mutación.

Ofrece igualmente sus capacidades de diagnóstico y asistencia a organismos públicos y privados franceses, extranjeros e internacionales.

... en cooperación

Tales investigaciones son desarrolladas en cooperación con instituciones del Sur, en función de las opciones científicas y técnicas de las contrapartes francesas y extranjeras.

El ORSTOM participa en la consolidación de las capacidades científicas del Sur mediante la capacitación para investigación y el apoyo de tipo científico.



El ORSTOM en el Mundo

El ORSTOM en el Ecuador

Todas las acciones desarrolladas por el ORSTOM se inscriben en el marco del acuerdo general de cooperación entre el gobierno ecuatoriano y el instituto suscrito en 1988 y renovado en 1944, y en proyectos específicos firmados con tal o cual organismo público o privado. Todos esos proyectos, antes de ser ejecutados, son aprobados por el CONADE y el Ministerio de Relaciones Exteriores.

A principios de los años setentas, más allá de la bonanza petrolera, algunos responsables enfocaron las acciones a desarrollarse a mediano y largo plazo hacia una planificación agrícola de tipo regional. Desde esa óptica, en 1974, se suscribió, con la actual División de Regionalización Agraria (DINAREG) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), un primer acuerdo de cooperación destinado a establecer una regionalización agraria del país.

Esta primera colaboración despertó, por su importancia y sus resultados, el interés de múltiples instituciones públicas, privadas y académicas, por emprender nuevas temáticas de investigación con el ORSTOM.

Es así como, en la actualidad, mediante los acuerdos y proyectos específicos mencionados, se están desarrollando acciones de cooperación en el campo de las ciencias de la tierra y también de las ciencias biológicas y humanas:

- *Análisis de los comportamientos socioeconómicos y de su evolución en el medio urbano en el Ecuador*, con el Centro de Investigación de los Movimientos Sociales en el Ecuador (CEDIME);
- *Sistema Urbano de Información* (SUI), con la Dirección de Planificación del Ilustre Municipio de Quito;
- *Migración y turismo en el archipiélago de Galápagos*, con la Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos;
- *Estudio del funcionamiento del riego tradicional en los Andes ecuatorianos - Recomendaciones para el Plan Nacional de Riego*, con el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI);
- *Estudio de las Inundaciones y sequías en el Ecuador* (INSEQ), con el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)
- *Estudio de la variación de la cubierta glacial en los Andes ecuatorianos con fines de evaluación de los impactos de los últimos cambios climáticos*, con la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE);
- *Rehabilitación y conservación de los suelos volcánicos endurecidos y estériles de América Latina (Chile, Ecuador, México)*, con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y la Universidad Central del Ecuador;
- *Epidemiología de la leishmaniasis en las dos vertientes andinas y en el callejón interandino*, con la Fundación Eugenio Espejo;
- *Estudio de la estructura geológica de los Andes del Sur del Ecuador mediante la utilización de la teledetección*, con la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL);
- *Estudio de las cuencas sedimentarias de interés petrolero*, con PETROPRODUCCION;
- *Estudio de diversos volcanes ecuatorianos y evaluación del peligro volcánico*, con el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (EPN);
- *Estudio del riesgo sísmico en el Norte del Ecuador*, con el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

Presentación de esta colección de resúmenes

Para completar las ponencias que serán presentadas los días 28 y 29 de junio, los equipos de trabajo ecuatoriano-franceses del ORSTOM, del IFEA y de la Embajada de Francia han querido exponer en esta publicación los principales resultados de sus trabajos.

Las dos jornadas de conferencias y esta colección de resúmenes están lejos de constituir la lista exhaustiva de los resultados de la cooperación científica y técnica entre el Ecuador y Francia. Su única pretensión es mostrar que ocho años después del Coloquio « La Condamine », esa cooperación, siempre dinámica, ha sabido encontrar nuevos caminos de investigación. Espero que la larga tradición de colaboración entre científicos ecuatorianos y franceses, en la que participa el ORSTOM desde 1974, proseguirá aún por largo tiempo.

Los resúmenes están agrupados en cuatro principales temáticas:

- los recursos naturales renovables, ciencias del suelo y agronomía;
- urbanismo y ciencias sociales;
- las ciencias del agua;
- las ciencias de la tierra y los riesgos sísmicos;
- las ciencias de la vida.

Quiero expresar mi reconocimiento a todos mis colegas ecuatorianos y franceses de los diferentes programas presentados en los resúmenes y las ponencias, al igual que a todo el personal local de la Misión ORSTOM en el Ecuador. Es gracias a ellos que esta publicación ha sido posible.

René Marocco
Representante del ORSTOM
en el Ecuador

Recursos Naturales renovables

Ciencias del Suelo

Agronomía

EL INVENTARIO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y SOCIO ECONOMICOS DEL ECUADOR. UNA MUESTRA DE LA COLABORACION CIENTIFICA ENTRE ECUADOR Y FRANCIA

Freddy LOPEZ C.
Funcionario de Regionalización Agraria.

INTRODUCCION

Un trabajo de inventario puede ser abordado como una tarea de rutina. En su más simple acepción, un inventario no es sino el listado de lo que existe en alguna parte. Haciéndolo más complejo, un inventario no es solo un listado, es un catálogo, es un listado clasificado y ordenado de los objetos que se inventarían. En un tercer nivel se pueden ubicar listados y catálogos "valorados", es decir, a cada producto, bien o recurso se le puede asignar su valor monetario o no monetario.

Si bien estos inventarios van creciendo en complejidad en función de cómo se organiza la información y el destino de aquella información, todos tienen en común una característica importante: sus cualidades son conocidas de antemano por lo que quien hace el "inventario" se esfuerza básicamente por saber el cuánto.

Esta tarea simple y rutinaria se transforma en una verdadera investigación científica en base a dos características propias y muy particulares del "inventario" que nos ocupa. Primero, no se trata de inventariar bienes de consumo o mercaderías de cualquier almacén o espacio por grande que sea pues se trata de recursos naturales y socio-económicos; y, segundo, no se tienen, o se tienen muy parcialmente, los "valores" de esos recursos a inventariarse.

Ecuador no ha logrado aún, ubicarse en un bloque diferente al de los llamados Países Subdesarrollados o del Tercer Mundo y es muy posible que la falta de conocimiento de nuestras potencialidades, de nuestros "haberes" en la contabilidad de los recursos, haya contribuido para ello pues si no se sabe lo que se tiene, cómo se puede determinar su uso, su consumo, su utilización y su conservación? En otras palabras, cómo planificar adecuadamente el desarrollo nacional? Este es el gran objetivo del inventario que nos ocupa: contribuir al conocimiento de la realidad nacional para en base a ello planificar nuestro futuro, planificar nuestro desarrollo.

Semejante tarea es un trabajo de todo un país. En ella debe estar comprometida la sociedad en su conjunto. Un inventario de recursos naturales renovables y socioeconómicos es un asunto complejo, difícil y que lleva largo tiempo en su realización.

Parte del trabajo fue realizado en el marco de los Convenios PRONAREG-ORSTOM, colaboración basada en una larga trayectoria de amistad entre Francia y Ecuador y que deja su impronta en este siglo por la fecunda y sólida tarea efectuada.

Fue un trabajo de conjunto, que satisfizo intereses de ambas partes y fue llevada a cabo por un equipo humano que se comprometió de tal manera en la tarea que se rebasaron las frías y simples relaciones de trabajo, las simples relaciones profesionales, para crear una red de relaciones humanas que fueron las que en verdad constituyeron el soporte de las investigaciones.

¿POR QUE UN INVENTARIO?

Se precisará, en primer lugar, lo que se ha dado por llamar un "inventario de recursos naturales y socio-económicos", en el contexto de la colaboración entre Ecuador y Francia, y en especial entre el MAG-PRONAREG y ORSTOM.

Las perspectivas que determinaron el alcance del primer Convenio de Colaboración marcaban metas ambiciosas y de proyección nacional entre las cuales el determinar "...**la zonificación agrícola del país que permita evaluar en detalle el real potencial de los recursos naturales renovables y delimitar así las zonas aptas para agricultura, ganadería, forestación y zonas marginales**",[1] puede ser la de mayor alcance. Para ello se debía contar con un cúmulo de información que, en un ámbito temático, satisfaga necesidades que la regionalización requería.

Tres consecuencias importantes pueden derivarse de lo que se viene de decir:

1.- Se determina una "departamentalización" de las investigaciones científicas;

2.- Se las limita a un ámbito agropecuario; y,

3.- Se determina al conjunto del territorio nacional como el universo de las investigaciones.

A mi juicio, estos tres puntos constituyen la base sobre la cual se desarrolló la primera etapa de la colaboración MAG-ORSTOM y marcó en mucho las etapas subsiguientes. Por otro lado, las partes se habían dado cuenta de que en el país existía una carencia de información que puede dimensionarse de varias maneras: escalas inadecuadas, cobertura parcial, información incompleta, poco confiable, antigüedad de los datos, dispersión, etc. etc. Ello determinó que la primera gran meta de la colaboración MAG-ORSTOM constituya el inventario que puede precisarse como el conjunto de información científica y técnica a nivel espacial y estadístico que permite aprehender la realidad de los recursos naturales renovables y socio-económicos que intervienen en los procesos agro productivos para determinar zonas agropecuarias con fines de planificación del desarrollo agrícola.

Este gran propósito se repite en los acuerdos subsiguientes que, en número de tres, normaron las relaciones entre estas dos Instituciones. Dentro de esta perspectiva, los "inventarios" continuaron siendo motivo de un amplio esfuerzo debido a que las necesidades de mayor información y la cobertura de todo el territorio así lo determinaban. Sin lugar a equivocación se puede afirmar que con el trabajo conjunto de ORSTOM y PRONAREG el país cuenta, por primera vez en su historia, con una información de recursos naturales que de manera coherente y organizada permite no solo llegar a la meta de la regionalización agrícola sino a otras muchas y muy variadas aplicaciones. En el contexto de esta ponencia no se harán referencia a los estudios derivados y al uso que se ha dado al inventario, baste decir que su utilización ha sido múltiple, abarcando y satisfaciendo las necesidades tanto del sector público como aquellas del sector privado.

LOS AMBITOS DEL INVENTARIO

Dos grandes ámbitos se establecen para el desarrollo de las investigaciones: el de los estudios bio-físicos y el de los socio-económicos.

Dentro del primero, constan los estudios edafológicos, los de clima, los hidrológicos y los ecológicos. Entre los segundos se ubican los estudios de población, los de tenencia de la tierra, comercialización, crédito, estructura de la producción, infraestructuras y uso del suelo, principalmente. Estas grandes líneas no son sino los marcos de referencia dentro de los cuales se desarrollaron las investigaciones. En efecto, los resultados, a este nivel, sobrepasaron las expectativas pudiendo afirmarse que Ecuador es uno de los pocos países de la región Latinoamericana que cuenta con una información de base sólida y confiable. Los gráficos 1 y 2 dan cuenta de la temática abordada y de la estructura de los estudios.

---

[1] MAG-ORSTOM, *Convenio para la asistencia técnica de la Oficina para la Investigación Científica y Tecnológica de Ultramar de Francia al Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador en la ejecución del programa de estudios integrados de regionalización*, **Quito, MAG-ORSTOM, Julio de 1.974, p.1.**

Los inventarios no solo fueron el resultado de la ejecución de actividades pre establecidas. Si bien es cierto que se contaban con procesos metodológicos para realizar los estudios propuestos, el país nunca afrontó, hasta estas fechas, una tarea semejante. Hubo necesidad, entonces, de afinar metodologías y procesos hasta alcanzar uno que, adaptándose a las variadas y disímiles condiciones naturales del Ecuador y a la disponibilidad de recursos humanos y económicos, posibilite alcanzar los objetivos propuestos.

En este sentido es importante destacar las adaptaciones de las metodologías internacionales de levantamiento de suelos y la determinación de las aptitudes agrícolas. En el caso de los estudios de uso del suelo de los Andes se puede afirmar que se trata de una metodología original que recoge lo más destacado de las experiencias de varios países entre ellas las de Francia, México y Perú.

La realidad objetiva del estado de la información necesaria para la regionalización agrícola del país, determinó la estructura de la organización del PRONAREG y se optó por una que, adaptándose al marco jurídico e institucional del Ministerio de Agricultura y Ganadería, responda a las necesidades que se debían satisfacer.

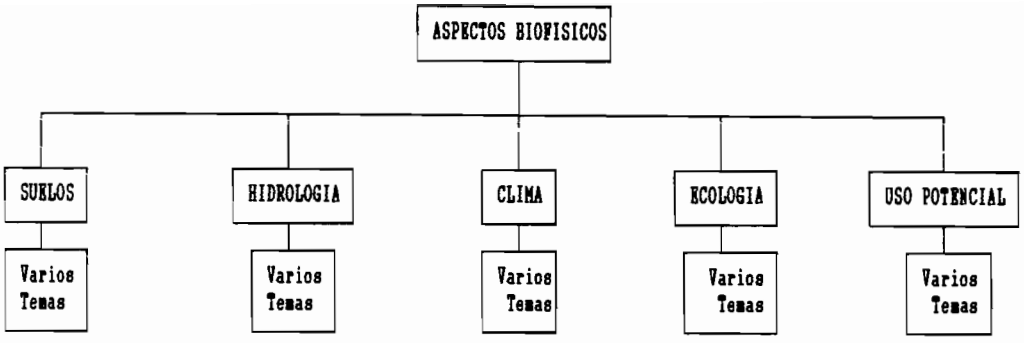
Los Departamentos fueron las unidades operativas de los trabajos y cada uno de ellos era responsable de un área de investigación. Existieron, por lo tanto, los Departamentos de Estudios Edafológicos, Socio Economía, Hidrología, Ecología y Geografía, a más del Departamento de Cartografía que fue, y sigue siendo, el soporte técnico-cartográfico para todo el PRONAREG.

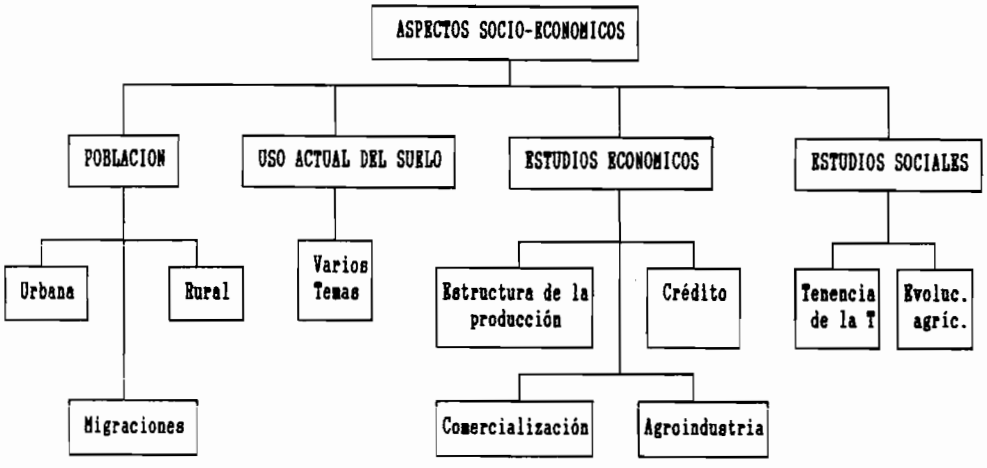
LOS CONTRATIEMPOS ENCONTRADOS

La realización de los inventarios no fue una tarea fácil ni mucho menos. En su ejecución se sortearon múltiples obstáculos que comprendieron desde los lentos trámites administrativos para obtener un simple fondo rotativo para combustible, hasta las dificultades propias de encontrar y reclutar personal idóneo para el trabajo, pasando, como ya se ha mencionado, por dificultades de orden técnico y metodológico.

La realidad natural de nuestro país fue, tal vez, el mayor obstáculo sorteado. En los años de la "fiebre" del inventario, el Ecuador no contaba, como a partir de la década de los 80, con una red de carreteras transitables todo el año, peor aún con un sistema vial que facilite los desplazamientos rápidos entre las diferentes regiones. Para ilustrar lo anterior se recordará, por ejemplo, que para ir a la ciudad de Loja desde Quito se debía pernoctar en Cuenca o en Machala y al día siguiente seguir el viaje, si no había, por mala suerte, algún derrumbe que retardaba el arribo unas cuantas horas más. Aún hoy día subsisten dificultades de este tipo principalmente en la Región Amazónica, la Costa Norte y el Sur de la Sierra. Largos viajes a pie, en mula o en caballo se hicieron para llegar a remotos lugares donde se debían realizar los trabajos, levantar encuestas o comprobar mapas. Experiencias de este tipo son recordadas con agrado y simpatía por quienes las vivieron, reflexionando sobre la osadía y coraje que ecuatorianos y franceses desplegaron para cumplir con su objetivo.

PRONAREG - ORSTOM pagaron un alto tributo al atrevimiento de conocer e inventariar nuestros recursos naturales: la vida de dos compañeros de trabajo se vio truncada por un lamentable accidente de tránsito en las goteras de Quito, al momento de retornar de una larga y cansada jornada de 22 días de trabajo en el campo. Para ellos vaya nuestro homenaje y recuerdo.





GRAFICOS No. 1 Y 2

Estructura de los estudios de inventario de recursos naturales renovables y socio economicos realizados por PRONAREG - ORSTOM

Por la misma época se buscaba y reclutaba personal especializado en las áreas de investigación pero muy pocos se encontraron. Fue entonces necesario formar y especializar personal al mismo tiempo que se desarrollaban los estudios. Varias técnicas, como la de fotinterpretación, eran patrimonio de pocos profesionales y de éstos, solo unos cuantos laboraban en Regionalización. El esfuerzo conjunto para constituir un equipo de trabajo idóneo y suficiente fue, por lo tanto, muy importante y solo de esta manera se pudo realizar el inventario.

LOS RESULTADOS

Los trabajos del inventario se expresan básicamente en dos tipos de documentos: cartográficos y bibliográficos.

La cartografía es de índole temática y cubre los aspectos que ya se han señalado, pudiéndose afirmar que constituye el mayor esfuerzo y logro de los estudios de inventario.

ECUADOR
INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES EJECUTADO POR PRONAREG - ORSTOM

TULCAN — Cartografía de R.N.R. a 1:200.000

Cartográfia mapa Pedológico a 1:250.000 y 1:500.000

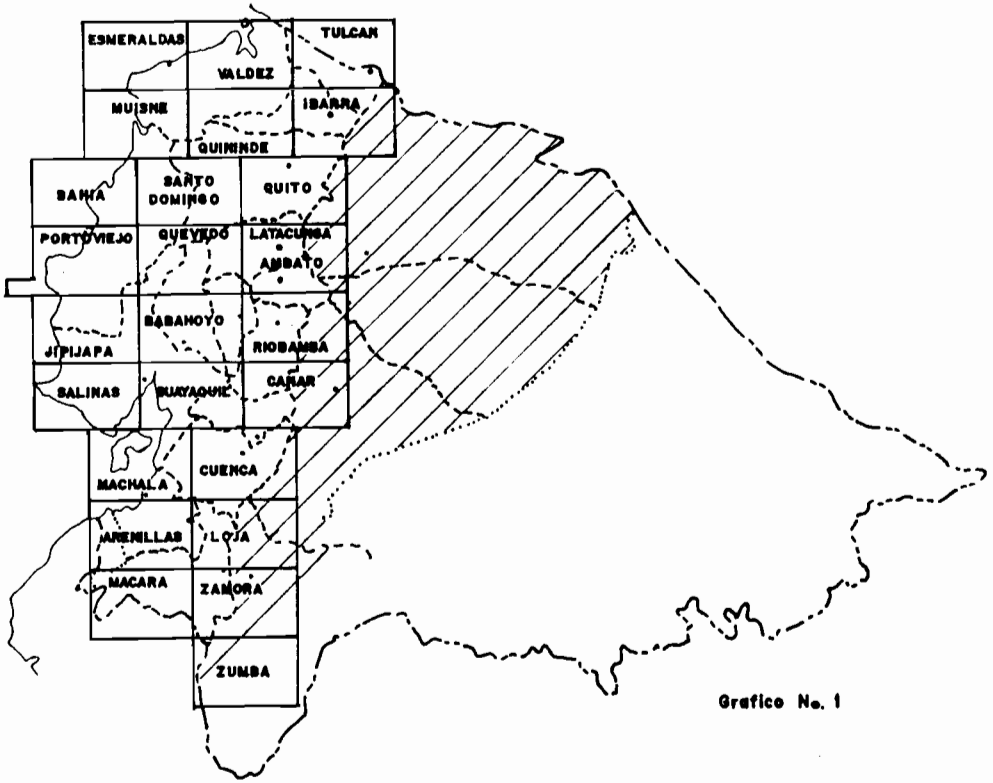


Grafico No. 1

Fuente: Gondard, Pierre, Repertorio bibliográfico de los trabajos de ORSTOM, Ecuador 1.962 - 1.986, Quito, ORSTOM, 1.986

Si bien es cierto que un trabajo de inventario no es en sí mismo algo "original", la cartografía de algunos temas que se incluyen en el presente caso si lo son en al menos dos dimensiones: es la primera ocasión que se ejecutaban en el país o respondían a características metodológicas particulares hechas, exclusivamente, para el presente estudio.

Es el caso, por ejemplo, de la cartografía de uso potencial del suelo, de aptitudes agrícolas y la cartografía morfo-pedológica tanto de la Costa como de la Región Amazónica. A esta lista se añade el estudio de uso del suelo de los Andes que comporta una serie de elementos explicativos de los usos del suelo que no se encuentran en investigaciones similares y que, para el caso del Ecuador, resultan imprescindibles a fin de comprender los procesos sociales y económicos que el uso del suelo comporta. A través de estas "innovaciones" se introducen en los estudios temáticos "puros" perspectivas más amplias que, al mismo tiempo que complejizan procesos metodológicos simples, proporcionan como resultado una mejor cartografía y por lo tanto una mejor comprensión del fenómeno analizado. En particular, se introduce una visión geográfica de los hechos tanto sociales como naturales que en los últimos tiempos ha tenido como corolario la creación de una carrera profesional en Ciencias Geográficas.

En otros casos se siguieron estrictamente normas establecidas que garantizan la calidad de las investigaciones, como por ejemplo el rigor estadístico con que fue levantada la encuesta socio económica nacional que cubrió aspectos que ni el mismo censo nacional agropecuario los afrontó, constituyéndose en un modelo y ejemplo de lo que se puede hacer en este campo y demostrando, al mismo tiempo, cuánta información se necesitaba.

El inventario no solo llegó a completar toda una serie de cartografía temática. En muchos casos se produjo una cartografía básica original mediante la utilización pionera de imágenes satelitarias LANDSAT. Dichos fondos cartográficos constituyeron, hasta hace no mucho tiempo atrás, la única base cartográfica confiable de ciertos lugares de las estribaciones exteriores de las cordilleras, de la zona Norte de la Costa y de una buena parte de la Amazonia.

Solo la lectura de la lista de cartografía producida por PRONAREG-ORSTOM podría llevar más tiempo del previsto para esta disertación; además, Pierre Gondard, por largo tiempo asesor de ORSTOM en el PRONAREG, tuvo la feliz iniciativa de recopilar los trabajos realizados con la participación de ORSTOM en el Ecuador, por lo que no me detendré en los detalles, solicitando a la audiencia remitirse a ese trabajo.[2] Solo resaltaré, en grandes rubros, la cartografía del inventario de recursos naturales renovables y socio-económicos realizada en conjunto. Ver cuadro No. 1.

Al igual que en el caso de la cartografía, la parte bibliográfica es abundante y variada. El cuadro que se adjunta da cuenta de los grandes temas abordados así como el volumen de obras producidas. Ver cuadro No.2

Los mapas 1,2 y 3 sitúan espacialmente los estudios cartográficos detallados en el cuadro 1.

---

[2] Gondard, Pierre, Repertorio bibliográfico de los trabajos realizados con la participación de ORSTOM. Ecuador. 1.962-1.986, Quito, ORSTOM, 1.986.

LOS HOMBRES

No se puede explicar todo este importante volumen de trabajo sin la participación de todo un equipo de hombres y mujeres que sin escatimar esfuerzo dieron todo de sí para culminar la tarea. Mucho me temo que si me propongo traer a la memoria a todos los que de una u otra manera colaboraron en la ejecución del inventario cometeré el imperdonable error de omitir a algunos.

Sin embargo no dejaré pasar la oportunidad para, en el marco de esta magna celebración, rendir homenaje de gratitud y admiración a los Asesores franceses de la Misión ORSTOM que vivieron en Ecuador largos o cortos períodos y a los Profesionales y Técnicos ecuatorianos, hombres y mujeres, que en conjunción de esfuerzos con sus contrapartes europeas lograron producir semejante volumen de información.

Algunos de ellos han dejado ya de existir en el mundo que ayudaron a comprender y conocer; otros se han retirado de sus habituales tareas y los más continúan, desde otras funciones, en su infatigable tarea de investigación y análisis, para todos ellos reconocimiento y gratitud imperecederos.

En todo el proceso de realización del inventario existió algo intangible, inaprehensible y difícil de ser medido y cuantificado: entre personas se crearon lazos invisibles de relaciones que cual enormes autopistas o grandes ríos navegables, fueron los verdaderos vehículos y soportes de todo el proceso que condujo a la realización del inventario. Algunos lo llamarían transferencia de tecnología y otros lo llamarían camaradería. Por mi parte me atrevo a definir esa parte intangible y motora como amistad. Fue entonces ese rasgo, propio de la especie humana, el verdadero motor de lo que se hizo.

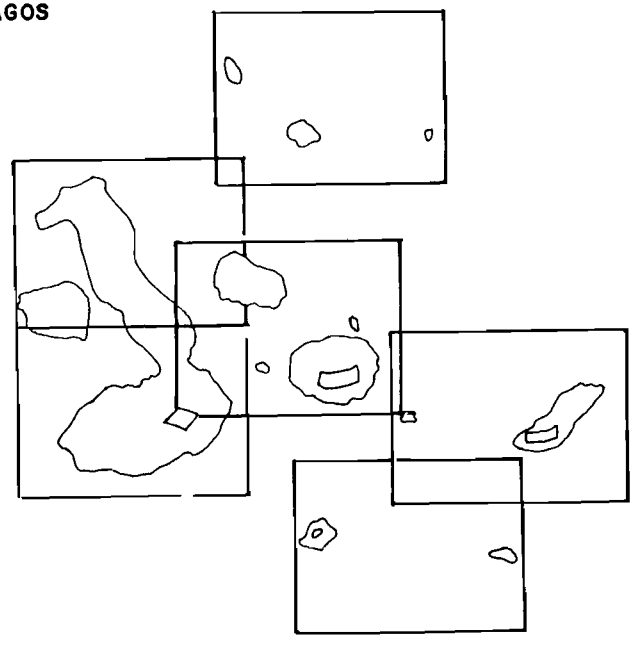
Al ser obra humana, como imperfecta que es, puede tener falencias; no obstante, pesa más lo positivo que lo negativo, vale más lo realizado que lo que se dejó de hacer, es más útil lo que tenemos ahora que lo que podemos hacer mañana.

El Inventario de los Recursos Naturales Renovables y Socio-económicos realizado por PRONAREG-ORSTOM, rebasa, entonces, las dimensiones de lo intrascendente y material para ocupar un primerísimo lugar en los anales científicos de este país, comparable solamente con los resultados de las otras misiones francesas que trabajaron en nuestro suelo, dejando profunda huella no solo en esta Patria sino en el mundo entero.

La obra está realizada. Se debe ahora afrontar el reto de utilizar este enorme cúmulo de conocimiento para lograr mejores días para los campesinos y agricultores ecuatorianos pues para ellos fue hecho este trabajo y es hacia ellos a quienes se dirigen nuestros mayores y mejores esfuerzos cotidianos.

ECUADOR
INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES EJECUTADO POR PRONAREG-ORSTOM

PROVINCIA DE GALAPAGOS

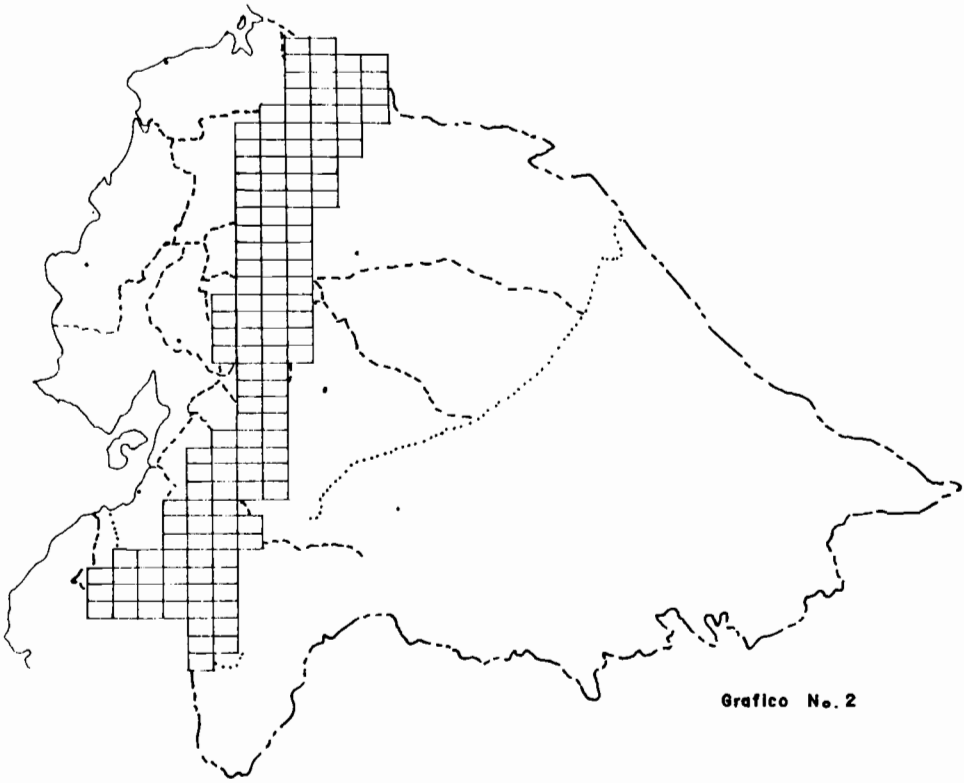


Fuente: Gondard, Op. Cit.

Grafico No. 3

ECUADOR

INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES EJECUTADO POR PRONAREG - ORSTOM



Cartografía de R.N.R. a 1:50.000

Fuente: Gondard, Op. Cit.

Grafico No. 2

CUADRO No. 1
Resumen del inventario catografico de recursos naturales
y socio economicos realizado por PRONAREG-ORSTOM

TEMA	ESCALA	No. CARTAS	ZONA CUBIERTA
Suelos	1:50.000	213	Callejón Interandino, Galápagos (zonas de uso agropecuario).
	1:200.000	10	Sierra.
Morfopedología	1:200.000	14	Costa.
Geomorfología	1:200.000	3	Portoviejo, Salinas y Jipijapa.
	1:100.000	6	Galápagos.
Morfoedafología	1:250.000	3	Napo, Morona Santiago (Norte).
	1:500.000	7	Amazonia.
Pedomorfología	1:500.000	1	Provincia de Pastaza.
Uso Potencial	1:50.000	481	Sierra Centro-Norte, Galápagos (zonas de uso agropecuario).
Aptitud Agrícola	1:200.000	24	Costa y Sierra.
Uso del suelo	1:50.000	130	Callejón Interandino, Galápagos (zonas de uso agropecuario).
	1:100.000	21	Cuenca del río Chambo. Galápagos.
	1:200.000	169	Costa y Sierra.
Hidrología	1:500.000	1	Costa Sur.
	1:1'000000 y menores	23	Todo el país.
Ganadería	1:1'000000	4	Todo el país.
Población	1:1'000000	2	Todo el país.

Nota: no constan en este listado los mapas y cartas publicados en Atlas.

CUADRO No. 2
Resumen de la bibliografia producida por pronareg-orstom
sobre aspectos de recursos naturales y socio economicos

TEMA	NUMERO DE OBRAS
Técnicas y Métodos	17
Hidrología Climatología	22
Edafología	6
Geomorfología Erosión	4
Entomología Fitopatología	2
Botánica	4
Uso actual y potencial del suelo	13
Demografía Geografía de la Población	5
Historia y Geografía Histórica	1
Nutrición y Salud	1
Estudios Urbanos	3
Estudios Sociales, Socio-económicos y de Planificación	24

BIBLIOGRAFIA

Banco Central del Ecuador, *Cultura, Revista del Banco Central del Ecuador, Vol. 24a, 24b, 24c*, Quito, Banco Central del Ecuador, 1.986.

Gondard, Pierre, *Repertorio bibliográfico de los trabajos realizados con la participación de ORSTOM, Ecuador 1.962, 1.986*, Quito, ORSTOM, 1.986, 70p.

MAG-PRONAREG-ORSTOM, *Inventario biblio-cartográfico de los recursos naturales y socioeconómicos del Ecuador*, Quito, PRONAREG-ORSTOM, V/F.

MAG-PRONAREG-ORSTOM, *Convenios de colaboración y Asistencia Técnica*, Quito, PRONAREG-ORSTOM, V/F.

CONSERVACION DE SUELOS

G. Trujillo Y. (DNA, MAG), G. de Noni (ORSTOM), M. Viennot (ORSTOM) y J. Asseline (ORSTOM)

1- INTRODUCCION

Concluído el inventario de recursos naturales renovables con Pronareg en 1980, se llegó a la conclusión de que la erosión de los suelos constituía el problema ambiental mas grave que afecta al país.
Ante esta alarma muy justificada, el MAG a través del Programa Nacional de Conservación de Suelos, PRONACOS, creado en 1982, decide empezar la tarea de atacar este problema a través de las siguientes estrategias: investigación, planificación y ejecución.

Para la investigación se arma un programa con la participación de ORSTOM como organismo especializado para brindar asistencia técnica al PRONACOS, producto de lo cual se obtiene como primer resultado en 1982 la publicación del "Mapa de los principales procesos erosivos en Ecuador a escala 1 : 1'000.000", documento que permite apreciar los problemas de la erosión, su localización geográfica y su intensidad. En este documento se observa que 330.000 hectáreas (1.3 %) del territotio nacional estan completamente erosionadas, 1'980.000 has. (7.7 %)) en proceso actual de erosión y 10'425.000 has. (39 %) corren el riesgo de erosionarse por procesos eólicos, escurrimiento difuso y concentrado, movimientos en masa y empobrecimiento físico-químico, que se manifiestan principalmente en las zonas dedicadas a la producción Agrícola. (MAPA)

Para una mejor ilustrarción de la magnitud de este fenómeno, se presenta la tabla adjunta de un estudio sedimentológico realizado en las principales cuencas hidrográficas del país.

Cuenca hidrográfica	Area de drenaje Km 2	Carga sólida TM/Año
Rio Mira (en Lita)	4.960	5'555.200 *
Rio Guayllabamba (D.J.Alambi)	6.425	7'196.000
Rio Pastaza (Baños)	8.250	7'940.000
Rio Chimbo (Bucay)	2.244	8'430.000
Rio Chanchán (Bucay)	1.480	1'570.000
Rio Paute (D.J.Palmira)	5.176	4'890.000
Rio Cañar (Patul)	2.131	542.500 *
Rio Puyango (Marcabelí)	2.318	2'340.000
Rio Catamayo (Higuerón)	4.206	1'230.800 *
Rio Jubones (Minas)	2.698	747.100 *
Rio Zamora (El Retorno)	1.018	724.100 *
	40.906	41'165.700

* valores estimados.

De las 4 regiones geográficas del país, la sierra constituye el más grave problema a controlar, con una **erosión pasada** propia de un uso agrícola mas antiguo y prácticas culturales inadecuadas; una **erosión actual** importante localizada en las zonas dedicadas a la producción agrícola con los mismos problemas de labores culturales; y sobre todo una **erosión potencial** que de no tomarse medidas correctivas urgentes puede afectar a casi todos los suelos de las vertientes internas y externas de las cordilleras.(Slides)

2- CUANTIFICACION DE LA EROSION

El mapa de los procesos erosivos permitió visualizar la necesidad de conocer de manera puntual la intensidad de la erosión en las zonas más fuertemente afectadas que se localizan principalmente en las vertientes internas de las cordilleras, entre los 2.400 y 2.800 metros de altitud, (piso del maíz) para lo que se implementó una serie de 7 parcelas de escorrentía de 50 m2 provistas de un pluviógrafo, localizadas en los siguientes lugares: (Slides)

Alangasí (a 2.700 m, suelo negro arcilloso, 1.000 mm. de precipitación, cultivo del maíz, pendiente de 26 %, sometido a una intensa actividad agrícola)
Ilaló (a 2.500 m, suelo erosionado con cangahua, 600 mm. de precipitación, cultivo de maíz, pendiente 30 %, zona sometida a procesos de recuperación de suelos)
Calacalí (a 2.800 m, suelo arenoso con piedra pómez, 700 mm. de precipitación, cultivo de maíz, pendiente de 40 %, sometido a intensa actividad agrícola)

Zumbahua, Provincia de Cotopaxi (a 3.200 m, suelo franco-arenoso, con 500 mm. de precipitación, cultivo de cebada, con intensa actividad agrícola)

Resultados

Durante 1982, la erosión en ALANGASI fué de 1.050 kg. para los 50 m2, es decir 210 ton/ha/año, lo que corresponde a una lámina teórica de 14 mm/año y coeficiente de escurrimiento de 3,5 %.
Para ILALO fue de 2.400 kg. en 50 m2, es decir 480 ton/ha/año, lo que da una lámina teórica de 33 mm/año y coeficiente de escurrimiento de 10.5 %.

Se dan valores únicamente de estos dos lugares por constituir los de mayores volúmenes de pérdida de tierra y con más alto riesgo erosivo

3- EROSION-CONSERVACION DE SUELOS Y MEJORAMIENTO DEL LABORATORIO DE SUELOS DE TUMBACO

A partir de 1988 se suscribió un nuevo convenio de cooperación para investigar :

a) sistemas de conservación de suelos adaptados a nuestra realidad y
b) procurar el mejoramiento del laboratorio de Suelos de Tumbaco.

a) Erosión-conservación de suelos

Si bien la literatura internacional recomienda un sinúmero de buenos métodos antierosivos, no considera los problemas del Ecuador como el paisaje geográfico (suelos, pendientes, lluvias) ni el aspecto socio-económico del agricultor (raza, tradiciones culturales y técnicas, minifundio).
Para este estudio se implementó una **metodología de investigación propia**, inspirada en los sistemas rurales de producción agrícola, tomando prácticas tradicionales como las sangraderas (pequeños canales con 5 % de inclinación para evacuar los excesos de agua de los terrenos), los muros de chambas (que sirven para delimitar las propiedades o para construír paredes), las bandas de pasto (localizadas en los bordes de los terrenos y que sirven para pastar a las vacas) y los muros de cangahua (bloques de cangahua para delimitar propiedades), todos estas, prácticas ancestrales en las que se han realizado pequeñas adecuaciones para que tengan un sentido antierosivo, así: las sangraderas tienen máximo el 2 % de inclinación, los muretes de chamba, los, muretes de cangahua y las bandas de pasto en curva a nivel, lo que se investigó en estaciones constituídas de 2 parcelas testigo de 100 m2 en las que se implementaron los sistemas tradicionales de manejo de los suelos para evaluar las pérdidas de tierra bajo situación tradicional y Wischmeier y una o dos parcelas experimentales de 1.000 m2 para evaluar el valor de los sistemas conservacionistas propuestos por MAG-ORSTOM.

Tipo de parcelas

Wishcmeier es una parcela de 100 m2 , 22 m de largo, superficie desnuda, sin cultivo, y trabajada hasta una profundidad de 2 cm.
Testigo, similar a la anterior en extensión y largo, pero sembrada con los cultivo típicos de cada sector y con los sistemas tradicionales de labranza.
Experimental, son parcelas de 1.000 m2 en las que se evalúan los sistemas de conservación propuestos por el proyecto.

Dónde se implementaron estos estudios?

MOJANDA (Pichincha): Suelo profundo (70-80 cm), de buen potencial agrícola, altitud 3.200 m, precipitación anual 900 mm, pendiente 40 %, cultivos de papa, cebada y haba.
CANGAHUA (Pichincha): Suelo erosionado de cangahua, Durandept, de potencial agrícola nulo, altitud 2.700 m, precipitación 600 mm, pendiente 20 %, cultivos de maíz-fréjol.
TUMBACO (Pichincha): Suelo en avanzado proceso de erosión (25 cm de profundidad), de escazo potencial agrícola, altitud 2.600 m, precipitación 800 mm, pendiente 16 %, cultivo de maíz y fréjol.
TUNTATACTO (Chimborazo): Suelo profundo (70-80 cm), buen potencial agrícola, altitud 3.200 m, precipitación 950 mm, pendiente de 28 %, cultivos de cebada, papas, haba, cebolla y pastos para ganadería.
JADAN (Azuay): Suelo poco profundo, arcilloso, de bajo potencial agrícola, altitud 2.000 m, precipitación 700 mm, pendiente 22 %, cultivo de maíz y fréjol.
BABAHOYO (Los Rios): Zona tropical, suelo profundo arcilloso (mas de 70 cm), de buen potencial agrícola, altitud 50 m, precipitación 2.500 mm, pendiente 15 %, cultivos de maíz, soya, banano, café, cacao.

Resultados

Se presentan los valores de las estaciones más importantes, en función del volumen de tierra erosionada bajo situación tesigo, comparada con la experimental

MOJANDA
Sistema experimental evaluado: **muretes de chamba** construídos en sentido contrario a la pendiente (Slide). Son bloques de tierra+yerba (pasto azul, grama, holco, orejuela) de forma rectangular de 30 a 40 cm. de altura, extraídos del mismo terrenoy colocados en hileras contínuas con el 1 % de inclinación.

Cuadro de pérdidas de tierra y coeficientes de escorrentía

Tratamiento	Pérdidas de tierra	% escrrimiento
Wischmeier	131.0 ton/ha/año	8.5
Testigo	29.8 ton/ha/año	0.6
Experimental	3.5 ton/ha/año	0.2

Ventajas de la práctica: conserva los suelos fértiles y profundos
sirve para pendientes de 20 y 45 %.
las chambas son fácilmente disponibles en el campo
tienen buena estabilidad y retienen la tierra y el agua
permite la formación progresiva de terrazas con buena estabilidad
costo aproximado de $ 250.000 la hectárea.

CANGAHUA
Sistema experimental evaluado: **muretes de cangahua,** construídos en sentido contrario a la pendiente (Slide). Son bloques de cangahua que se colocan unos sobre otros con 0.5 % de

inclinación, en el borde inferior se ha construído un canal para recolectar el agua de escorrentía que pasa a través de los muretes y se ha asociado hileras de chilca (Braccharis officinalis) + pasto llorón (Eragrostis cúrvula)

Cuadro de pérdidas de tierra y coeficientes de escorrenteia

Tratamiento	Pérdidas de tierra	% escurrimiento
Wischmeier	27.8 ton/ha/año	5.5
Testigo	1.08 ton/ha/año	1.3
Experimental	0.03 ton/ha/año	0.18

Ventajas de la práctica: conserva los suelos pobres y superficiales
sirve para pendientes de 20 a 30 %
los bloques son fácilmente disponibles en zonas erosionadas
permiten la formación progresiva de terrazas estables
costo aproximado es de $ 600.000 la hectárea

TUMBACO

Sistema experimental evaluado: bandas de pasto (kikuyo, pasto azul y llorón) de 1 m de ancho, construídas en sentido contrario a la pendiente, distanciadas cada 12 metros.

Cuadro de pérdidas de tierra y coeficientes de escorrentía

Tratamiento	Pérdidas de tierra	% escur
Wischmeier	115 ton/ha/año	
Testigo	2.5 ton/ha/año	6.2
Experimental	1.3 ton/ha/año	2.6

Ventajas de la práctica: conserva la delgada capa de suelo
sirve para pendientes de hasta 15 %
los pastos son fácilmente obtenidos en la región
permiten la formación progresiva de terrazas estables
el costo es relativamente bajo ($ 200.000)

JADAN

Sistema experimental evaluado: barreras vivas + canales de infiltración, evacuación + barreras muertas de 1.20 m de ancho, construídas en sentido contrario a la pendiente, distancidas cada 12 metros.

Cuadro de pérdidas de tierra y coeficiente de escorrentía

Tratamiento	Pérdidas de tierra	% escorrentía
Wischmeier	391 ton/ha/año	17
Experimental	25 ton/ha/año	2,5

Ventajas de la práctica: conserva suelos pobres
sirve para pendientes de hasta 25 %
las barreras vivas son pastos de la zona
las barreras muertas también son material del sector
permiten la formación progresiva de terrazas
costo bajo

RIOBAMBA

Los resultados son similares a los de Mojanda

BABAHOYO
Se implementó la estación para cuantificar el problema erosivo en la costa ecuatoriana, sin que se obtengan resultados importantes, en donde los mayores inconvenientes se dan por empobrecimiento físico-químico y en menor porcentaje por erosión hídrica de las zonas dedicadas a cultivos de ciclo corto como maíz y soya en que se mantiene el suelo sin cobertura vegetal y se utiliza tractor para remover el suelo.

SIMULACION DE LLUVIA

Los estudios realizados en estaciones demandan una alta inversión financiera, de recursos humanos y de tiempo (5 años mínimo), por lo que en consideración a que los mayores problemas erosivos son causados por el agua de escorrentía se ha previsto implementar una metodología de investigación que permita acelerar los estudios mediante la utilización de un simulador de lluvias para conocer las características hidrodinámicas de los suelos.
Adjunto a las estaciones de investigación sobre erosión-conservación de suelos se han realizado pruebas con este equipo a fin de encontrar diferencias y similitudes entre lo natural (parcelas) y lo artificial (simulación), a fin de encontrar factores de correción que permitan determinar la susceptibilidad de los suelos a la erosión, en función de lo cual se podrá sugerir prácticas conservacionistas. Así por ejemplo se ha investigado el papel de la materia orgánica y la piedra pómez en la infiltración del agua en cangahua recuperada, habíendose encontrado datos muy interesantes como el de que para lograr una buena infiltración (80 a 90 %), se requiere de dosis de 80 a 120 ton/ha de estiércol de vacuno o gallinaza, lo cual evita la erosión pero encarece los costos de recuperación de estos suelos. Con la incorporación de dosis de 4 a 5 ton/ha de piedra pómez se ha logrado un 80 a 90 % de infiltración, por lo que mezclas de materia orgánica y piedra pómez constituyen una aternativa interesante para la recuperación tanto para evitar el escurrimiento como para abarator lops costos, situación que debe ser investigada.

Cómo lograr la difusión de esta prácticas?

ORSTOM con el apoyo de la Embajada de Francia a través del equipo de trabajo del proyecto implementó un pequeño sistema de difusión de estas prácticas mediante crédito cooperativo que en 1989 constituía la tasa de interés mas bajo del mercado financiero (36 %), mientras el interés bancario estatal estaba en 48 %. A través este sistema de incentivo y con una tasa de recuperación del crédito de un 95 % se ha logrado construír muretes de chamba con 30 familias en 20 has. de la zona de Mojanda, lo que puede ser adoptado por organismos especializados de manejo y conservación de suelos

b) Mejoramiento del laboratorio de suelos del MAG

La fertilidad y la conservación de los suelos se basa en un adecuado análisis de sus nutrientes y antes de la llegada de ORSTOM los análisi que se realizaban en el laboratorio no eran confiables, los resultados eran diferentes de un laboratorio con otro.
La asistencia técnica de ORSTOM permitió llegar a elaborar análisis de suelos para fertilidad realmente confiables tanto para elementos mayores (N, P, K), como menores (Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn) lo que se complementó con la realización de análisis foliares y posteriormente se implementó análisis para control de calidad de los abonos y fertilizantes que se comercializan en el país, a fin de garantizar al agricultor la bondad de estos insumos.

Resultados

- Manual de Métodos de Análisis de Suelos y Foliares con las siguientes determinaciones:

FISICAS:	Humedad
	Densidad aparente
	Retención de humedad
	Granulometría

QUIMICAS:	pH
	Acidez total
	Sales solubles
	Carbonatos totales
	Carbón orgánico total
	Nitrógeno total
	Nitrógeno amoniacal y nítrico
	Humus total
	Fósforo total
	Fósforo asimilable
	Cationes de cambio
	Capacidad de intercambio catiónico
ANALISIS DE VEGETALES:	Diagnóstico foliar

-Unificación de metodologías.- La diversidad de resultados de los análisis realizados en los diferentes laboratorios del país llevó a MAG-ORSTOM a proponer la unificación de metodologías de análisis, acción que se viene llevando con la decidida participación de 20 laboratorios, para lo cual se han realizado 4 reuniones-seminario con el respectivo intercambio de experiencias.

4- CONCLUSIONES

El sistema de muretes de chamba implementado en Mojanda es una práctica antierosiva que permite conservar los buenos suelos sometidos a labores agrícolas con costos relativamente bajos. Su implementación debería ser considerada para propiciar una política que de prioridad a la conservación de los buenos suelos, si 1'980.000 has. estan bajo esta situación.
La recuperación constituye otra alternativa interesante, para las 330.000 hectáreas erosionadas y el resultado obtenido en Cangahua es una experiencia interesante para conservar el escazo potencial de estos suelos, con rendimientos de 15 quintales/ha (de 100 libras) de maíz o cebada, por lo que su implementación debe incluír rendimientos altos que permitan pagar los elevados costos de recuperación de cangahua que oscilan entre los 3.6 y 12 millones de sucres la hectárea, por lo que su implementación sin dejar de ser\ importante, puede pasar a un segundo pláno.
Los conocimientos sobre la cangahua aún son insuficientes, por lo que para proponer planes y programas de recuperación se debe investigar más a fin de no cometer los errores técnicos involuntarios y bien intencionados de otros organismos
El crédito constituye un incentivo interesante que puede permitir lograr la difusión de las prácticas de conservación de suelos.

BIBLIOGRAFIA

-De Noni G., Trujillo G., Mapa de los principales procesos erosivos en Ecuador- 1982
-De Noni G., Trujillo G., La Erosión en Ecuador (varios artículos) Revista CEDIG Nº 6- 1986
-De Noni G., Trujillo G. Viennot M., La Erosión en Ecuador, Revista de la PUCE- 1989
-Plenecassagne A., Luzuriaga C., Mendoza E., Métodos de Análisis de Suelos y Foliares- 1992.
-Asseline J., De Noni G., Trujillo G., Custode E., Informe MAG-ORSTOM- (por publicarse) 1993
-Asseline J., Trujillo G., Custode E., Informe "Simulación de LLuvia" (por publicarse), 1993.

Estrategias e impactos en el medio rural. Ejemplo de la provincia de Bolívar

POUYLLAU M.[1],
POINSOT Y.[2],
POUILLE F.[3].

1. Problemática del estudio.

El presente estudio forma parte de un amplio programa de investigación del Centro Francés de Investigación Científica (CNRS) orientado a comprender las estrategias y los impactos de las sociedades rurales en el medio ambiente. El medio montañoso tropical parece ser el más apropiado para este tipo de estudio. Así se estudian, según una misma metodología, los impactos de las sociedades en Rwanda, Vietnam y en la Sierra ecuatoriana.

En el Ecuador, la problemática consistió en encontrar zonas con densidades de población importantes, predominio de las actividades agrícolas y la mayor pluviometría posible a fin de poder efectuar la comparación entre los tres países.

Como las vertientes exteriores estan despobladas en su mayor parte y el callejón inter-andino es demasiado seco, era necesario encontrar una zona intermediar como la provincia de Bolívar. Esta tiene las ventajas de presentar densidades elevadas en la parte serrana y en el subtrópico y una humedad superior a la del fondo del callejón inter-andino. La actividad es exclusivamente agrícola a pesar de que no existen plantas industriales o una actividad administrativa extendida por el reducido tamaño de la capital provincial y de los otros pueblos de la provincia. Igualmente, esa provincia presenta una variedad de climas que se pueden encontrar en toda la Sierra ecuatoriana y una agricultura exclusivamente constituida de minifundios de propiedad de una población mestiza o indígena. Con esas características, la provincia de Bolívar ofrece la posibilidad de una generalización a otros lugares de la Sierra.
Este estudio se inicio hace un año y medio en colaboración con el CEPEIGE y la Universidad Católica en Quito.

2. Una estrategia no agrícola: las migraciones

En la provincia de Bolívar, conocida por la mayor tasa de emigración del país, se han observado diferentes tipos de migración hacia las ciudades o hacia nuevas tierras agrícolas. Los objetivos del agricultor bolivarense cambian según su lugar de residencia (proximidad o no de los pueblos más

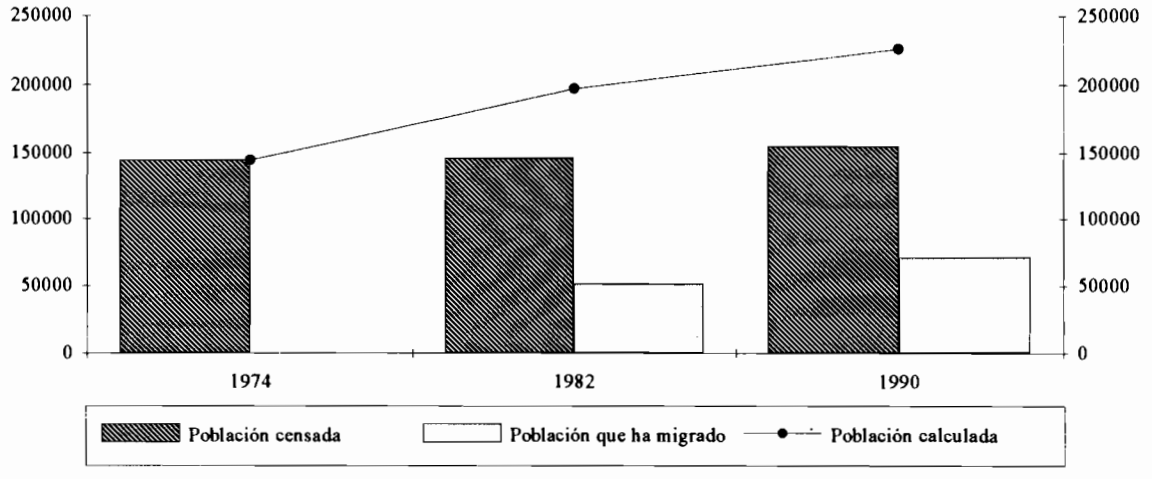
[1]REGARDS, UMR CNRS-ORSTOM, Talence, Francia
[2]Universidad de Pau et des Pays de l'Adour, Pau, Francia
[3]Instituto Francés de Estudios Andinos, Quito, Ecuador.

grandes de la provincia, Sierra o Costa), el tamaño de su explotación agrícola y su pertenencia al mundo mestizo o indígena.

La mayor parte de la población de la provincia emigra, produciéndose, ya sea una migración estacional o temporal en el caso de los indígenas o una migración definitiva en el caso de los jóvenes mestizos. Aquí, el objetivo del agricultor es dar a sus hijos la posibilidad de ejercer otra profesión que la de agricultor. En la mayoría de los casos, esta estrategia se apoya en la educación de los hijos a nivel del colegio y para los menores de 30 años a nivel de la Universidad.

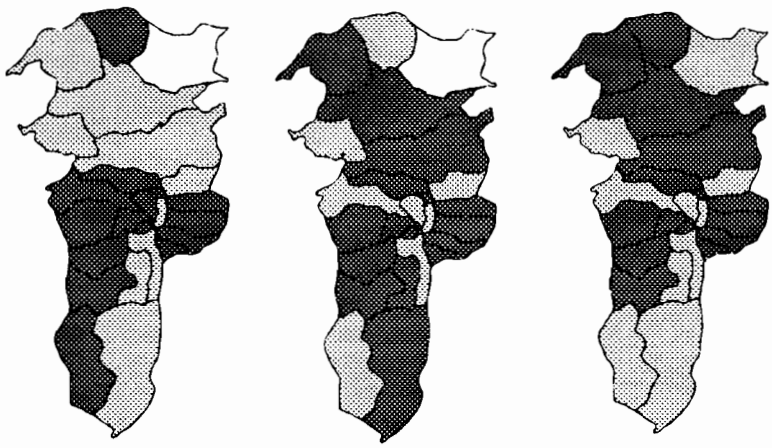
La tasa de emigración es particularmente alta como se puede ver en la figura n°1. Entre 1974 y 1990 más de 60.000 personas dejaron la provincia, comparando la población censada y la calculada con el número de defunciones y de nacimientos de cada año, con un poco más de 150.000 residentes en la provincia.

Emigración de la población de la provincia de Bolívar entre 1974 y 1990



Las cabeceras cantonales pierden menos población que las parroquias rurales (ver figura 2). La capacidad de esos pueblos de ofrecer empleo hace disminuir el número de migrantes. Por el contrario, se constató durante las encuestas que la migración de los jóvenes es mucho mayor en el medio mestizo que en el medio indígena.

Pérdida o ganancia de población por parroquia en la provincia de Bolívar



1974/1982 1982/1990 1974/1990

Crecimiento o estancamiento del número de habitantes a lo largo del periodo.

Decrecimiento del número de habitantes a lo largo del periodo.

1: Santa Fe
2: Chimbo
3: San Sebastian
4: Asuncion
5: Guaranda
6: San Simon
7: San Lorenzo
8: Santiago
9: San Vicente
10: San Miguel
11: San Pablo de Atenas
12: Chillanes
13: San Jose del Tambo
14: Bilovan
15: Balzapamba
16: Telimbela
17: Magdalena
18: Caluma
19: Julio Moreno
20: Guanujo
21: Echeandia
22: Salinas
23: Las Naves
24: Facundo Vela
25: Simiatug

Para los indígenas, la migración, en busca de un complemento de ingreso, concierne únicamente a los adultos que dejan así a los jóvenes trabajar la tierra. Por el contrario, en el medio mestizo, son los jóvenes los que emigran para seguir sus estudios ya sea en Guaranda, o mayoritariamente en Quito y en Guayaquil. En esta política familiar, los ingresos de los padres proveínientes ya sea de la explotación agrícola o de la migración, son utilizados para la educación de los niños con el objetivo de que ellos vayan a trabajar después a una ciudad grande. Las encuestas sobre la percepción de los agricultores mostraron que lo más importante para un agricultor mestizo bolivarense es que sus hijos tengan otra profesión que la de agricultor. De una manera evidente, este tipo de percepción va a influir en el manejo de la explotación agrícola. La producción se orienta en gran parte hacia el autoconsumo, el excedente es vendido para enviar dinero a los hijos estudiantes. Así, los productos son generalmente trigo, maíz y fréjol, cultivos típicamente destinados al autoconsumo. Las explotaciones son poco dinámicas y las tentativas de cambio ya sea de cultivos, o de utilización de los suelos son muy raras.

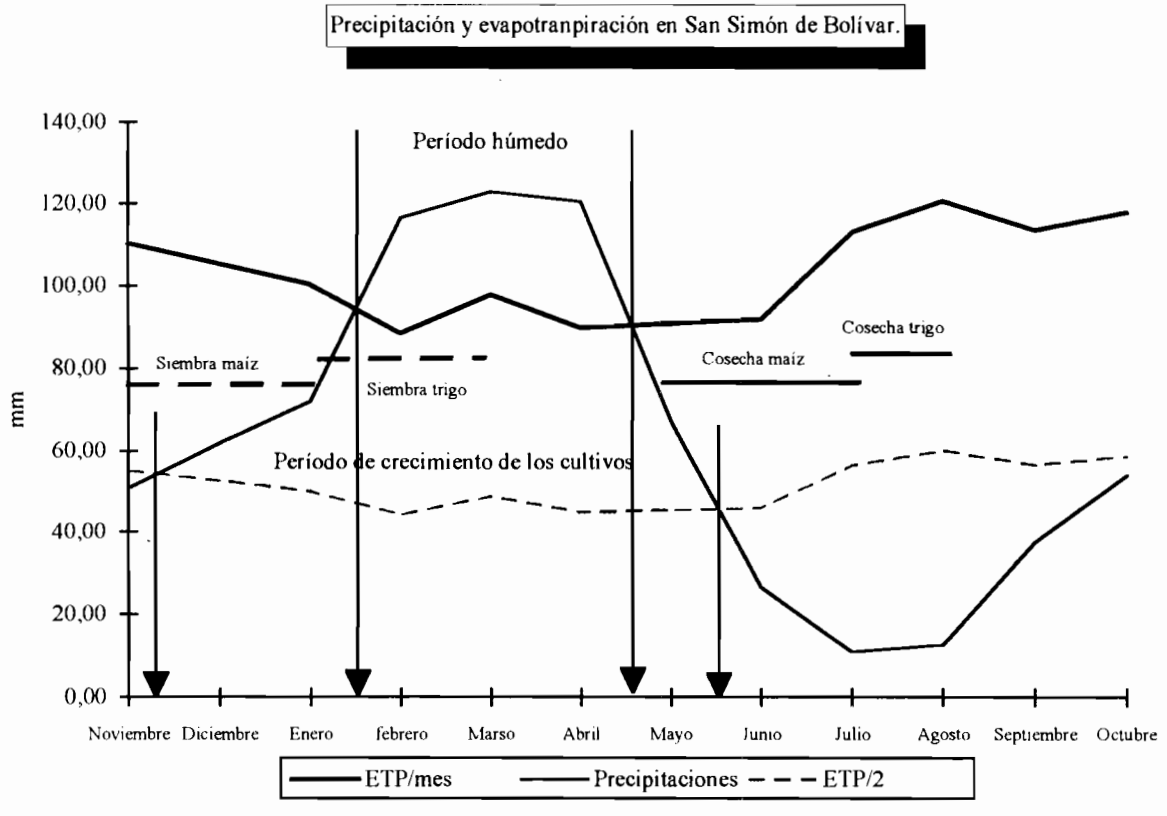
Por el contrario, en el medio indígena, el objetivo es mucho mas agrícola. El dinero ganado con la migración es invertido en la agricultura, especialmente en la compra de tierras a los mestizos que dejan definitivamente la provincia. Los indígenas tratan de ampliar sus terrenos ya sea individualmente como

en las parroquias del Sur-Este de Guaranda, sea de una manera comunitaria como en el caso de las comunidades ubicadas mas arriba y aquellas que colonizan la vertiente occidental de la cordillera.

Esta política de doble empleo para los agricultores bolivarenses genera diferentes estrategias de producción agrícola según el objetivo de la migración pero de una manera general explica la falta de dinamismo constatada por los técnicos de la provincia.

3. Estrategias agrícolas y sistema de producción en la Provincia de Bolivar

En las parroquias rurales serranas, el agricultor trata en lo posible de disminuir y agrupar los trabajos de campo para poder emigrar algunos meses al año. Como se ve en la figura n°3, el trabajo agrícola se reduce a algunos meses (o a algunas semanas con la contratación de peones o el sistema "al partir") que se distribuyen en dos períodos.



La variación de la época de siembra es el resultado del manejo del riesgo por parte del agricultor. A pesar del reducido tamaño de las propiedades agrícolas, cuya superficie en esta zona varia entre 0,7 y 4,5 ha, el agricultor la divide en parcelas de tamaño muchas veces inferior a 0,5 ha (en otras palabras, cada explotación tiene por lo menos dos parcelas) para sembrar diferentes cultivos, sembrar en épocas distintas y preparar los suelos de distintas formas.

El fenómeno de la disminución del riesgo agrícola es central en las estrategias del agricultor. El papel secundario que tiene la producción agrícola en sus ingresos financieros reduce la agricultura a la producción de comida y fondo monetario en caso de gastos excepcionales. Así, lo mas importante no es ser muy productivo o tener la explotación más rentable posible, sino invertir lo mínimo y tener algunos quintales para comer y otros para vender por si acaso. La explotación agrícola representa la seguridad alimentaria y los gastos excepcionales y los ingresos monetarios son buscados con la migración.

Otra política del manejo del riesgo se encuentra en la explotación agrícola en archipiélago. En este caso, los agricultores cultivan terrenos a alturas diferentes para repartir los riesgos climatológicos y obtener rendimientos diferentes que garanticen una producción mínima. Aquí, se tienen tres casos importantes.
En primer lugar, los agricultores que se identifican únicamente con el medio serrano desmontan terrenos mas arriba (2.900 a 3.500 m.s.n.m.) para sembrar papas y habas. El agotamiento del terreno por la presencia sistemática de los mismos cultivos a determinado que hace más o menos un decenio no es posible sembrar habas a menor altura, desde lo que debe tomarse en cuenta como un factor de colonización de las zonas mas altas. Por lo general, se contratan peones para hacer el trabajo en estas zonas.
El segundo caso es el de las comunidades indígenas. En general, estas se ubican un poco más arriba, a altitudes comprendidas entre 2.700 y 3.600 m.s.n.m. mientras que los mestizos serranos viven entre 2.400 y 2.800 m.s.n.m. Aquí, la colonización es doble: hacia arriba y también hacia abajo. Hacia arriba, la producción esta mas que todo orientada hacia la ganadería de borregos. Hacia abajo, en la vertiente exterior de la cordillera, han colonizado el bosque húmedo para desarrollar pastos y ganado. La bajada hacia el piedemonte, se inició a principios del siglo, como lo vamos a ver en el tercer caso, para desmontar zonas más calientes para los mestizos que quisieron cultivar café y cacao, pero la verdadera colonización de las comunidades indígenas en la vertiente exterior se inició hace unos cincuenta años. En este caso, la leche es vendida, pura o en forma de queso, en el mercado de Guaranda y el ganado es vendido vivo a comerciantes de la Costa para el mercado de Guayaquil. En el caso de las comunidades indígenas, se puede observar una continuidad más visible de las tierras comunales desde vertiente exterior hasta el páramo.

El último caso encontrado corresponde a la colonización del piedemonte a inicios del siglo por parte de los mestizos. Los primeros migrantes se instalaron en la zona del "subtrópico" para cultivar café, cacao y después guineo. Al principio conservaron terrenos y vivienda en la Sierra, pero luego la gente empezó a considerase totalmente costeña y vendió sus propiedades de la Sierra para invertir más en las zonas tropicales. Aquí, toda la producción esta destinada a los mercados de la Costa; los de la Sierra y especialmente el de Guaranda son menos surtidos por las malas vías de comunicación entre Costa y Sierra. El sistema de cultivo es una mezclaen la misma parcela de una decena de plantas tropicales como café, cacao, guineo, yuca, papa china, naranja, etc...
Después hubo una colonización de tierras ubicadas en estas altitudes por parte de agricultores de la Sierra que desearon ampliar su gama de producción pero que siguen viviendo en la parte serrana. Ellos bajan estacionalmente a estas zonas para la cosecha, regresando a la Sierra para la siembra y la cosecha del maíz y del trigo.

4. Algunas consecuencias de estas estrategias para el medio ambiente

Hablando de las partes costeñas y especialmente de las altitudes inferiores a 1.000 m.s.n.m., se ha observado una fuerte disminución de la pluviosidad en los treinta últimos años como consecuencia evidente de la deforestacion total de la vertiente provocada por el ganado sobre los 2.000 m.s.n.m. y citrus y cultivos tropicales más abajo. Eso significa para el agricultor de la zona tropical un decrecimiento de los rendimientos en la producción de naranjas, cacao y guineo. Se constata ahora una migración definitiva hacia las ciudades de la Costa, muy importante por la impresión que tiene el agricultor de no satisfacer sus necesidades con la producción agrícola.

De la misma manera se puede notar que la deforestacion de la vertiente y el sobrepasto en el páramo que son los dos lugares que reciben las precipitaciones más importantes, favorecen el escurimiento de las aguas provocando inundaciones tanto en el piedemonte como en la ciudad de Babahoyo por ejemplo.

Otra consecuencia de la agricultura en la parte serrana de la provincia de Bolívar es el agotamiento del terreno por le repetición de los mismos cultivos años tras años. A pesar de la asociación maíz/frejol que restituye nitrógeno al suelo, el agricultor debe poner abonos y úrea para mantener los rendimientos que de todas maneras nunca sobrepasan los 1.000 kg./ha. El problema es que los agricultores no saben

utilizar los abonos y se remiten a los comerciantes para evaluar la cantidad de fertilizantes que se necesita. La consecuencia es que generalmente aplican dosis demasiado elevadas y a veces queman los cultivos. La reciente aparición de lanchas en el maíz y la haba disminuye notablemente la producción.

REGENERACION Y CONSERVACION DE SUELOS VOLCANICOS ENDURECIDOS Y ESTERILES DE AMERICA LATINA (CHILE, ECUADOR, MEXICO)

Por P. Quantin[1] , C. Zebrowski[2] y G. Trujillo[3]

Este resumen presenta el programa que se llevará a cabo a partir de junio de 1994 en el Ecuador, Chile y México, en el marco de un proyecto finaciado por la Unión Europea. En el Ecuador, los estudios serán realizados en colaboración con la Universidad Central (Facultad de Ciencias Agrícolas) y la Pontificia Universidad Católica (Facultad de Ciencias Sociales).

1. Objetivos

1.1. Objetivos generales

La reincorporación a la agricultura de los suelos volcánicos endurecidos, puestos al descubierto por la erosión, es una prioridad para los países de América Latina donde una fuerte presión demográfica tiende a causar en forma acelerada el proceso de la desertificación. Este proyecto tiene por objetivo principal la rehabilitación de los suelos volcánicos endurecidos en regiones pobres y marginadas del medio rural, donde la necesidad por tierras ha llevado a los campesinos a tener algunas experiencias de rehabilitación en los casos de los tepetates de los Valles de México y Tlaxcala en México, de la cangahua en la región de Quito (Ecuador) y de los andosoles de Valdivia en Chile. En respuesta al problema socio-agrícola mayor de la regiones de México, Ecuador, Chile y de otros países de América Latina, el proyecto se propone : aumentar la producción alimentaria, fijar a los campesinos a su tierra y proteger a los suelos.

El proyecto tiene los objetivos siguientes :

- 1 Rehabilitación de tierras productivas,
- 2 Estudio de sistemas de producciones adaptadas,
- 3 Experimentar factores biológicos en lugar de abonos minerales,
- 4 Manejos adecuados para conservar a los suelos,
- 5 Estudio pluridisciplinario (agronomía, edafología, microbiolo-gía,fertilidad, conservación de los suelos, socio-economía).

1.2. Objetivos específicos

- 1 Un estudio de impacto de métodos de regeneración de un suelo fértil a partir de un suelo endurecido y estéril : un análisis agronómico de sistemas de cultivo y de sistemas económicos familiares, una observación edáfica del mejoramiento de la relación suelo-planta, la búsqueda de una fertilización óptima, el mejoramiento de la fertilidad por factores biológicos (abonos verdes, simbiotes, etc...).

- 2 El control de la erosión a la escala de la parcela agrícola y la prueba de técnicas para incrementar la infiltración y el almacenamiento del agua.

- 3 Un estudio del funcionamiento hídrico y análisis de solutos para comprender la formación de los endurecimientos y controlar los efectos de la rehabilitación de un suelo agrícola.

---

[1] ORSTOM, Bondy, Francia
[2] ORSTOM, Quito, Ecuador
[3] MAG, Quito, Ecuador

- 4 Un complemento de estudio sobre las propiedades y el origen de los suelos endurecidos.
- 5 Constituir una red de información y de cooperación en América Latina.

2. Papel de los participantes

La propuesta tiene cinco temas de estudio :

- 1 Rehabilitación de la fertilidad,
- 2 Análisis de los sistemas económicos familiares,
- 3 Erosión y conservación,
- 4 Funcionamiento hidro-dinámico,
- 5 Complemento de caracterización y cartografía.

Estos estudios se llevaran a cabo principalmente en los valles de México y de Tlaxcala, cerca de Quito en Ecuador y de Valdivia en Chile.

El ORSTOM cooperará con el Colegio de Postgraduados de Montecillo (CP) con los estudios en el valle de México, cerca de Texcoco, en equipo multidisciplinario (agronomía, edafología, socio-economía) asimismo en Ecuador en la Universidad Central de Quito (agronomía, edafología) y la Pontificia Universidad Católica (socio-economía). La Universidad de Giessen, Alemania cooperará con la Universidad de Tlaxcala (UAT) con estudios en la región de Tlaxcala (agronomía, edafología, socio-economía, química). De igual manera, habrá también una cooperación entre Tlaxcala, ORSTOM, y CPM (experimentación, metodología, formación). Finalmente, la Universidad de Giessen, Alemania con la Universidad Austral de Valdivia, Chile (agronomía, edafología, conservación). Un cuadro al final de este documento resume el papel de los participantes.

3. Programa de trabajo

El programa de trabajo durará 3 años : el inicio será a más tardar al 01-01-1994 y el final el 31-12-1996. Un Simposio "Suelos volcánicos endurecidos" tendrá lugar en Acapulco en 1994 al margen del Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo (SICS). Los resultados serán analizados dentro del primer semestre de 1996, y serán posteriormente discutidos en el Taller Internacional sobre Suelos Volcánicos Endurecidos en Quito, Ecuador a mediados de 1996. Los informes técnicos de cada equipo y los reportes científicos serán entregados a finales de 1996. A continuación, se presenta el programa por país y por tema.

A - En México

I -*Regeneración de la fertilidad de los tepetates*

Este es un estudio multidisciplinario asociado a las líneas científicas siguientes : agronomía, edafología, fertilidad, química, microbiología, física del suelo.

Los estudios se llevarán a cabo a través de parcelas experimentales a escala campesina, siguiendo un protocolo bien controlado. El lugar será la región de Hueyotlipan, Tlaxcala, sobre un tepetate del tipo fragipan (t3), ligeramente silicificado, donde ya se han realizado

estudios y experimentos. El tepetate será tratado según los métodos tradicionales de roturación y terraceo (subsoleo profundo, fragmentación debida al paso de discos y terrazas en pendiente con canaletas y bordes). Los experimentos de fertilización comportarán 4 tratamientos : testigo, abonos orgánicos (40 ton/ha de estiércol), abono mineral K=0, P=60, N=60 y 120 en dos dosis.

Se trata sobre todo de probar la eficiencia de un sistema de rotación de cultivos : 1. Adecuado a las necesidades de los productores : trigo (o cebada), maíz, haba, frijol ; 2. Según el orden de adaptación de los cultivos a un mejoramiento de la fertilidad en función de la duración de la regeneración del suelo ; 3. En vista de la incorporación progresiva de materia orgánica al suelo sobre todo por los abonos verdes (AV) (avena, veza durante el segundo ciclo del cultivo), en vista de desarrollar la actividad biológica del suelo. Cuatro rotaciones de cultivos serán probadas durante tres años (1993 a 1995).

	Primer Año		Segundo Año		Tercer Año	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
a	Trigo	Barbecho	Trigo	Barbecho	Maíz	Frijol
b	Maíz-Frijol-Haba	Barbecho	Trigo	Barbecho	Maíz	Frijol
c	Veza	Veza (AV)	Trigo	Avena Veza (AV)	Maíz	Frijol
d	Trigo	Avena (AV)	Trigo	Avena Veza (AV)	Maíz	Frijol

(1) Período de lluvias (2) Período de sequías

Las dos primeras rotaciones son tradicionales. Las dos últimas son por innovación para incorporar abonos verdes, alargar el ciclo de cultivos, así como intensificar la fertilidad y la producción del suelo.

Los métodos de estudio serán utilizados concurrentemente :

Seguimiento agronómico : Análisis de los componentes del rendimiento ; evaluar la eficiencia del sistema de rotación en función de los tratamientos y del tiempo.

Seguimiento edafológico de los indicadores de la fertilidad potencial del suelo :
- Perfil cultural del suelo y de raíces (evaluación raíces y materiales orgánicos).
- Propiedades físicas : retención de agua, porosidad, macro-porosidad y porosidad al aire, velocidad de infiltración ;
- Evolución de los agregados : macro y micromorfología, granulometría y disminución del tamaño de los agregados del suelo.

Seguimiento de la fertilidad del suelo :
- Evolución de los indicadores químicos pH, N, P, K.
- Evolución de la materia orgánica : almacenamiento de carbono, la proporción de materia orgánica fresca y de materia humificada, cantidad de N y P y su dinámica.

Seguimiento de la actividad microbiana :
- Identificación y evaluación de la flora microbiana, sobre todo de simbiosis fijadoras de N (*Rhizobium*) e intercambios de P (Mycorizas) y de agentes humidificadores (actonomicetos, etc...).
- Medida de la actividad biológica global (0_2, $C0_2$).
- Análisis de la biodegradación de la materia orgánica.
- Inoculación de leguminosas en *Rhizobium* y evaluación del incremento en N, P, K, en las plantas e impacto sobre el rendimiento.

Asimismo, otros estudios propuestos son los siguientes :

- Evaluación de las necesidades en nutrimentos del suelo en la región México Tlaxcala (N, P, oligo elementos) en función de los tipos de tepetate y de la duración de su rehabilitación agrícola.
- Experimentación en el campo de una leguminosa arbustiva (*Einsenhardtia polystachia*), con inoculación de micorizas, como planta pionera y forrajera en los tepetates roturados.

II -*Análisis de sistemas económicos familiares de la producción agrícola*

Se trata primeramente de hacer una tipología de los sistemas económicos familiares (SEF) implicados en la reincorporación agrícola de tepetates ; posteriormente, evaluar el impacto de esta operación en cada tipo de SEF. La evaluación consistirá en : determinar el porcentaje de superficie recuperada y su evaluación en el tiempo ; los medios personales, financieros, tecnológicos, apoyos exteriores ; los costos de su amortiguación ; los productos y la rentabilidad de la inversión en la empresa familiar. Esto permitirá proponer las innovaciones tecnológicas y una estrategia de desarrollo adaptada a la SEF y a la política agrícola regional.

III - *Erosión y conservación de suelos en los tepetates roturados*

1. La determinación de la información en las parcelas de referencia tipo Wischmeier serán consideradas para validar los resultados de los tres años anteriores (1990-1992) en dos sitios: En San Miguel Tlaixpan (cuenca de México), un grupo de 5 parcelas en tepetates roturados comparará a un grupo de dos parcelas en suelos normales ; en Tlalpan, Tlaxcala, dos parcelas sobre tepetate roturado. El interés de los dos sitios es probar dos regímenes de lluvias de diferente erosividad.

2. **El objetivo principal del estudio será la observación de los procesos erosivos a partir de pequeñas cuencas agrícolas,** en condiciones cercanas al manejo del suelo realizado por los productores. Tres sitios serán considerados, dos en la cuenca de Texcoco [México y uno en Tlalpan (Tlaxcala)]. Los suelos de estos sitios ya han sido estudiados y puestos en experimentación.

2.1. Cuenca de Texcoco

Dos grupos de cuatro cuencas agrícolas pequeñas (0,5 has) serán instaladas, una sobre un tepetate (t3) de tipo fragipan en el primer año de roturación (San Miguel Tlaixpan), la otra sobre una brecha volcánica encostrada y calcárea dura (campo experimental Lomas de San Juan). Los tratamientos son los mismos que los experimentados en el estudio agronómico. Se comparará el impacto de 4 sistemas de rotación culturales durante 3 años :

a : Trigo-trigo-maíz
b : El efecto de un abono verde (AV) : veza o avena o cebada.
b1 : Maíz/AV-Maíz/AV-Maíz/AV
b2 : Trigo/AV-Trigo/AV-Maíz/AV
c : Un sistema agroforestal : rotación b2 sobre terrazas y talud empastado, sembrado con árboles frutales o de una leguminosa arbolada.

2.2 Cuenca de Tlalpan

Un grupo de 3 mini-cuencas (0,2 ha) tendrá como meta comparar : un suelo normal no erosionado, un tepetate (t3) roturado cultivado en segundo año y en octavo año. Un tepetate (t2) roturado y cultivado será eventualmente estudiado en El Carmen.

En el caso de Texcoco como en el de Tlaxcala, se trata de medir : la lluvia (intensidad-duración-altura), el escurrimiento, la erosión, y de analizar los estados de superficie de los

productos de la erosión (agua y sedimentos arrastrados, en suspensión y disueltos). El equipo será constituido por pluviógrafo, limnígrafo, rueda de Coschocton u otro sistema partidos de agua, muestreos automático de agua y sedimentos.

Además, se observarán sobre las parcelas, los rendimientos de los cultivos y la evolución de las propiedades físicas : retención de agua, perfil hídrico, permeabilidad, densidad, textura, así como la evolución de los estados de superficie (rugosidad, costras) y su impacto sobre la infiltración. Un estudio tecnologico será realizado para investigar una técnica de roturación de los tepetates más adecuada y más económica para poder obtener el "agregado óptimo".

IV-*Funcionamiento hidro-dinámico de los suelos con tepetates.*

Este estudio tiene dos propósitos : primero, observar el funcionamiento hidro-dinámico de un suelo con tepetates (fragipan) así como la composición química de la solución del agua para verificar si los procesos de cementación están todavía activos ; segundo, comparar el primer caso con el funcionamiento hidro-dinámico de un tepetate (t3) roturado para evaluar el impacto de los trabajos de regeneración de un suelo y su evolución en el transcurso del tiempo.

Se estudiará la evolución del perfil hídrico del suelo durante varios períodos del año, usando un aspersor de neutrones y de gamadensitométrico así como tensiómetros. Se colectará el agua de gravedad a diferentes niveles de profundidad en el suelo para analizar sus características químicas (pH, resistividad, Al, Si, Fe, Bases, iones...).

V- *Complementos para caracterizar los tepetates.*

Estudios complementarios serán efectuados en Europa para conocer mejor la naturaleza y la localización de los cementos (sílice, carbonatos, arcillas...) principales responsables de la formación de los tepetates de tipo fragipan.

B - En Ecuador.

Este proyecto concierne las etapas de estudio siguientes:

I-*Regeneración de la fertilidad de la cangahua*

Los objetivos de estudio serán realizados en parcelas experimentales en las cercanías de Quito. El lugar de estudio será la finca experimental la Tola (Tumbaco) sobre un tipo de cangahua, donde se puede disponer de la superficie indispensable, paralelamente existen en esta misma finca parcelas sobre cangahua recuperada progresivamente.

Se realizarán estudios durante 3 años para evaluar los rendimientos sobre el cultivo tradicional de la asociación maíz+fréjol, típico del pequeño campesino, en el que se pretende restituir la vegetación sin la acción del pastoreo. Una abonadura orgánica para compensar la extracción por los cultivos en nitrógeno fósforo y magnecio para una producción de 20 qq/ha (que es de 100 kg) que sera aplicada en todas las situaciones (salvo en el testigo tradicional Att). Los tratamientos de investigación serán:

- El tipo de roturado: el uno manual tradicional que llega a una profundidad de 20 a 25 cm, el otro mecánico que alcanza los 45 cm.

- Naturaleza de los aportes: abono orgánico seco (restos de maíz en la superficie equivalente a Ama), estiércol animal (gallinaza Afp), testigo sin abono (Asf). Paralelamente se experimentará un cultivo de vicia como abono verde en el primer año.

Los métodos de estudio serán los siguientes:

- seguimiento agronómico clásico del maíz: Análisis de los componentes del rendimiento.

- Caracterización en detalle de las parcelas. Donde se insistirá muy particularmente sobre su estructura y su evolución en el tiempo, sin perder de vista las propiedades ligadas a la fertilidad química: pH, C , Formas de Nitrógeno y fósforo.

II - *Análisis de sistemas de cultivo sobre cangahua.*

Esta encuesta apunta a conocer la superficie de las parcelas de cangahua recuperadas manualmente por año y por familia, los espesores concernientes, la naturaleza de los abonos orgánicos y las cantidades enterradas, las técnicas culturales especificas adoptadas, el desarrollo de estas parcelas, la duración, la naturaleza de los cultivos, los costos de producción. Se insistirá sobre las diferencias observadas en cangahua recuperada y las parcelas ordinarias. Este análisis permite determinar las modalidades precisas para obtener un protocolo representativo. Esto desembocará en un diagnóstico de la recuperación manual que se podrá comparar con las pocas experiencias mecanizadas. La encuesta permitirá a su termino juzgar el interés humano y económico de las formas y modalidades de recuperación.

III - *Erosión y conservación de suelos.*

Dos Sitios: La Tola Y Cangahua con diferente pluviosidad. Sobre cada una 4 parcelas de tratamientos diferentes: 1º) 3 en pendiente natural de 20 % y una remodelada a nivel; 2º) 3 con fertilización mineral y una sin fertilización; 3º) 1 fertilizada y con riego de apoyo, las otras sin. El cultivo será maíz con surcos.

Con los métodos semicuantitativos se evaluará las pérdidas de tierra después de cada lluvia fuerte (5 a 6 por año) y se hará entes de la cosecha, en cada parcela, una evaluación del estado de superficie (número de surcos excavados, longitud de acumulación) a fin de conocer la eficacia de las diferentes coberturas vegetales frente a la conservación.

IV - *Cartografía*

Gracias a las tomas de fotografía aérea de 1960 a escala 1: 60.000 y de 1980, se medirá el efecto de la reforma agraria sobre el límite de la cangahua en comparación con cartas pedológicas 1: 50.000 (ORSTOM-PRONAREG en 1970-1980). Se utilizará la teledetección en 2 de las 4 zonas muy características: Cajas, Canhgahua, Tumbaco-Ilaló y Norte de Riobamba. Este trabajo se desarrollará en el laboratorio de teledetección del ORSTOM en Montpellier. Esto permitirá discriminar la cangahua aflorante de la discontinua o a poca profundidad.

Geografía

Urbanismo

Ciencias Sociales

LA GEOGRAFIA BASICA DEL ECUADOR (GBA)

Juan B. León V.

1. Los cinco tomos de la GBE: un panorama de su contenido
2. Otras publicaciones generadas por la GBE
3. Repercusión de la GBA en el conocimiento científico del Ecuador.
4. Proyecciones futuras de la GBA

1. La GBE es básica por el contenido de sus cinco tomos

• *Es básica por dos razones* :

° Porque trata de los cinco cimientos sobre los cuales se edifica la actual organización de los espacios ecuatorianos: su genealogía (Geografía Histórica), su base poblacional (Geografía de la Población), sus plintos más sólidos (Geografía Urbana), su soporte más inamobible (Geografía Física) y las piedras angulares del mundo agrario (Geografía Agraria).

° Porque es la obra sobre la cual se construirán las nuevas geografías del Ecuador: nadie que quiera cultivar con seriedad las ciencias geográficas en el país podrá prescindir, de hoy en adelante, de la GBE. Es un punto de arranque de imprevisibles fecundidades científicas y prácticas.

• *La Geografía Histórica*. No es un libro de historia sino un esfuerzo de "descubrir las principales raíces de la organización y manejo del espacio ecuatoriano". Explora estas raíces desde el tiempo de los cazadores recolectores (1a. parte) hasta la contemporánea estructuración y consolidación del área central (3a. parte), pasando por el manejo del espacio durante la Real Audiencia de Quito (2a. parte).

• *La Geografía de la Población*. Su 1er. volumen consiste en una visita científica de los espacios demográficos ecuatorianos, reveladora de una transición demográfica geográficamente heterogénea. Su 2º volumen es un mosaico organizado de enfoques en el que la sucesión histórica de los sistemas sociales de salud y alimentación en el Ecuador se vertebra bien con la actual situación de los espacios de desnutrición y de otros males que afectan a los ecuatorianos.

• *La Geografía Urbana*. Amplio tratamiento sobre la más fecunda y compleja creación de espacios geográficos en el Ecuador: la red urbana. Sin escatimar la dimensión genética ni la demografica del tema, las inquietudes centrales del trabajo son geográficas: Jerarquía y tipos de ciudades, flujos y áreas de influencia, red urbana de la Sierra, red urbana de la Costa, urbanización en zonas pioneras, y estudios de casos. Por cierto, concede un lugar prominente el análisis del eje central de la red y de sus dos cabezas principales, vale decir, de Quito y Guayaquil.

• *Geografía Física*. Por su objeto de estudio, es probablemente el más perdurable de los cinco tomos. También, el más voluminoso de la colección. Infatigable recorrido por más de trecientos paisajes naturales del Ecuador. Rigurosamente ordenados, clasificados, estratificados y caracterizados bajo diferentes dimenciones (geológica, geomorfológica, edafológica, climática ...), estos paisajes aparecen en la obra como el mejor testimonio, nunca antes rendido, de la apabullante presencia de la Naturaleza en nuestro país.

• *Geografía Agraria*. El 1er. volumen de la obra sintetiza, geográficamente, una de las materias más ampliamente estudiadas en el país por otras ciencias sociales. En él se tratan, apretadamente, seis dimensiones de la realidad agraria ecuatoriana: el petróleo y el cambio agrario, la reforma

agraria, la colonización, la agroexportación, la agroindustria y las transformaciones de los sistemas de producción. El tomo 2 gira en torno al estudio e interpretación de más de un centenar de paisajes agrarios ecuatorianos. En él se enfrenta el difícil tema de la interpretación social que se halla detrás de esta estupenda variedad de espacios agrarios.

• *La cartografía de la GBE.* De los centenares de mapas y otros gráficos que ilustran los diferentes tomos de la colección, tres mapas temáticos se destacan. Elaborados en la escala 1:1.000.000, abordan sendos temas fundamentales: MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN 1982; MAPA DE PAISAJES AGRARIOS Y MAPA DE PAISAJES FÍSICOS. Son tres documentos cuya utilización ha demontrado su pertinencia científica y práctica, sobre todo en menesteres de planificación.

2. Otras publicaciones generadas por la GBE

Como toda actividad de investigación científica de cierta envergadura, la GBE tuvo una irradiación editorial secundaria importante. En otros términos, al mismo tiempo que se producían los cinco tomos, núcleo pesado de la GBA, se generó, paralelamente, un abundante material de interés científico que convenía ser publicado. Tal es el caso de los numerosos artículos que se publicaron en los seis números de la revista "Documentos de Investigación". En ellos se abordaron sendos temas monográficos, a saber: Geomorfología; Geografía aplicada; La Región Amazónica Ecuatoriana; Los climas del Ecuador; Quito, aspectos geográficos de su desarrollo; y La erosión en el Ecuador. En fin, dentro de esta misma colección, y a guisa de documentos especiales del tomo de Geografía de la Población, se publicó la serie especial de siete entregas denominada "Demografía y Geografía de la Población".

3. Repercusiones de la GBA en el conociemiento científico del Ecuador.

Por ser de tiempo lento y de concencuencias en extremo cualitativas, es todavía prematuro y muy difícil evaluar directamente este tipo de repercusiones. Por este motivo, a continuación se proponen sólo algunas ideas que pueden coadyuvar a este propósito:

a) La GBE introduce una *conceptualización* nueva en nuestro medio y que sin duda enriquece y reorienta los enfoques —con frecuencia convencionales— con los que se suele observar e interpretar la realidad ecuatoriana. Tal es el caso, principalmente, del concepto de MANEJO DEL ESPACIO, desarrollado y aplicado en el tomo de Geografía Histórica, así como los de ESPACIO RETICULAR Y ESPACIO TERRITORIAL, ejes de todas las reflexiones llevadas a cabo en el tomo de Geografía de la Población (volumen 1).

b) La consolidación de *nuevos objetos de investigación*, en los que el espacio, más allá ser una mera "variable", es un elemento nuclear de la realidad social. Por ejemplo, después de la GBE, las REGIONES y los PAISAJES ecuatorianos ya no pueden ser tratados como antes. Simplemente, han cambiado de estatus científico: de elementos periféricos en la investigación social han pasado a ser objetos centrales de ese quehacer conspícuo. Otro ejemplo, la RED URBANA, nunca antes fue estudiada con el carácter tan explícito y central como se lo hace en el tomo de Geografía Urbana.

4. Proyecciones futuras de la GBA

Por el momento, al menos en tres ámbitos se proyecta una continuación de los esfuerzos científicos de la GBA.

a) En los trabajos de investigación y planificación medioambiental o territorial cuya influencia, al parecer, será tan importante en los próximos años como será clave el papel de los "topócratas"

(agentes de desarrollo que dan mucho énfasis al medio geográfico y a la territorialidad) en la toma de decisiones. Por cierto no se trata de una continuación, en el significado riguroso del término, de la GBE sino en el sentido de que los conceptos y objetos de investigación propuestos y desarrollados por ésta, serán necesariamente tomados en cuenta en esas nuevas tareas de investigación y planificación.

b) En la enseñanza de las disciplinas sociales en el país, a nivel escolar, secundario y superior: no sólo en materia de Geografía sino también en Historia y otras ciencias sociales, el sistema educacional ecuatoriano no podrá, durante mucho tiempo, ignorar los aportes de la GBE al conocimiento del Ecuador y así contituirse, como procesador didáctico, en continuador de los trabajos emprendidos por la GBE.

c) En nuevas investigaciones geográficas propiamente dichas, animadas por el mismo espíritu de la GBE, pero ampliadas a contextos más amplios. Tal parece ser el proyecto de *Geografía Básica Andina* que se halla ya germinando y en el que la ORSTOM está ya desempeñando un palel de primera clase.

EL ATLAS INFOGRAFICO DE QUITO

Henri Godard*, René de Maximy*, Jeanett Vega, Medardo Terán*****

El 15 de octubre de 1987, tres instituciones ecuatorianas, el Instituto Geográfico Militar — IGM —, la sección nacional del Instituto Panamericano de Geografía e Historia — IPGH — y el Ilustre Municipio de Quito (IMQ) se asociaban con el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación — ORSTOM — mediante un acuerdo de investigación que preveía el estudio de la ciudad de Quito. Como no se trataba sino de una investigación, aunque pretendió ser investigación-acción, se decidió no considerar a la ciudad sino en sus límites más estrechos. Por razones técnicas, dado que el censo de 1982 es el único disponible hasta la fecha, en el caso de ciertos análisis se consideró a la Quito de 1982, y en otros a la ciudad de los cinco últimos años. Este estudio debía desembocar en un atlas infográfico. Habiéndose el IMQ retirado del acuerdo el 15 de octubre de 1990, la obra que presentamos aparece ahora bajo el sello de las tres instituciones restantes.

Se trata primeramente de un estudio de la capital ecuatoriana, aunque constituye igualmente, a través de él, un trabajo científico y técnico que se inscribe en la política de investigación llevada a cabo por la sección ecuatoriana del IPGH y el ORSTOM, institutos de vocación científica afirmada, en asociación con el IGM que participa en la empresa con el afán de mejorar sus capacidades técnicas específicas.

Sin embargo, no es un estudio teórico. Los autores quisieron producir una obra de investigación-acción de aplicaciones prácticas inmediatas. Así, este atlas puede ser utilizado por los universitarios con fines informativos y pedagógicos, pero es ante todo un objeto que responde a una finalidad muy particular, permitir constituir un banco de datos urbanos (BDU) y elaborar, para el análisis de los espacios urbanizados, un software de calidad y adaptado (SAVANE) que es utilizado, ahora, bajo el nombre de Sistema Urbano de Información (SUI), por la Dirección de Planificación del IMQ.

Ciertamente, este atlas pretende dar una serie de imágenes compuestas de la realidad sociogeográfica de la capital del Ecuador. Tales imágenes son legibles gracias a las múltiples opciones de enfoque, claves de lectura propuestas en las notas explicativas que acompañan a cada lámina y a cada dossier. Sin embargo, su objetivo proclamado es transformarse ante todo en un instrumento de trabajo evolutivo, posible de actualizar y perfectible, del cual pueden hacer uso todos aquellos que se interesen en la realidad y en el provenir de Quito, y particularmente los especialistas en análisis geográfico y urbanístico de una gran ciudad. Es conveniente entonces, a fin de poder sacar el mayor provecho de tal instrumento, que el geógrafo (o el economista, o cualquier otro especialista) se imponga pensar en términos de planificación urbana, y que el arquitecto (o el ingeniero, o cualquier otro especialista) encargado de la planificación urbana se imponga pensar en términos de espacio geográfico.

Sin embargo, antes de exponer lo que entendemos por todo ello, nos parece indispensable detenernos en las condiciones de elaboración de tal objeto que no es sino uno de los que pueden derivarse de nuestras investigaciones. Pues, a cualquiera de esos productos, debe preceder una reflexión metodológica correctamente elaborada y que requiere un trabajo sumamente largo, y a veces fastidioso por repetitivo. Debemos entender que nos encontramos en la convergencia de concepciones informáticas basadas en una lógica particularmente rigurosa, y de concepciones, a veces muy matizadas y generalmente poco sistemáticas, que tienen de una sociedad particular, una sociedad urbana en el presente caso, profesionales de diversas disciplinas.

---

* ORSTOM
** IMQ
*** IPGH

El objetivo era, y lo sigue siendo, poder ofrecer todas las imágenes y representaciones posibles de un espacio sumamente socializado. Debíamos asociar componentes espaciales y componentes sociales cuyas múltiples relaciones y combinaciones son otros tantos aspectos particulares de la utilización del espacio considerado, para luego expresarlos con la mayor legibilidad posible. Para ello, se deben primeramente reunir las informaciones y hacerlas utilizables ya no por un cerebro humano que funciona de manera instantánea utilizando años de saber y de experiencia acumulados pero que, igualmente, cuando se expresa en imágenes lo hace con la lentitud impuesta por la expresión manual, sino por una máquina que facilita cálculos y múltiples combinaciones más complejas, y no tiene otras capacidades de interpretación que las que, preestablecidas, le han sido dictadas a través de los programas. Estos imperativos condicionaron la constitución del BDU.

El riesgo de este tipo de operación es de orden inflacionista: ingresar en la máquina un máximo de datos. Tal procedimiento, de ser escogido, presenta dos defectos mayores: cargar exageradamente la memoria, a pesar de todo limitada, del instrumento informático; encontrarse frente a una cantidad no manejable de informaciones — algunas de las cuales no serían jamás utilizadas — lo que provocaría la dificultad de elección. Ahora bien, en ese caso, *no tener sino* la dificultad de elección es *en realidad correr el riesgo* de paralizar la investigación perdiéndose en ínfimos detalles. Incluso luego de una severa restricción de los datos a ingresarse en memoria tuvimos a veces, por esa razón, síntomas alarmantes de parálisis, pues es grande la tentación de presentar 100 a 150 imágenes ligeramente diferentes de un mismo fenómeno sociogeográfico para luego encontrarse en la situación mortal del asno de Buridán. El empleo de un computador requiere entonces una cierta disciplina y un cierto método.

Por estas razones, definimos previamente la unidad geográfica básica a nivel de la cual era conveniente trabajar dadas las representaciones cartográficas previstas. Esto impuso un levantamiento topográfico y planimétrico a escala 1:2.000 de todo el sitio de Quito. Tal empresa se evalúa en meses de trabajo (aproximadamente un año). Paralelamente, se debían ingresar en memoria numerosos otros datos gráficos que hubo que recolectar previamente (trabajo usual de investigación documentaria y de encuestas), tales como datos geotécnicos, tipología del hábitat, altura de los edificios de la ciudad y redes de infraestructura habituales: agua, alcantarillado, electricidad, transporte.

Al mismo tiempo, se reunieron los datos del censo — vivienda, población, escolarización, profesión — y los buscados directamente en el terreno — actividades visibles de la calle, mercado del suelo y de la construcción, localización y calidad de numerosos equipamientos (salud, educación, bancos, etc.). Ahora bien, no se trataba solamente de codificarlos y de ingresarlos en la máquina en su estado primario. Había que prepararlos previamente, procedimiento que ciertamente, en este tipo de estudio, tiene poco de nuevo en sí, pero que, contrariamente a lo practicado cuando se trabaja sin computador, debe ser rigurosamente realizado de entrada. Así, las unidades sociales primarias consideradas por el censo debieron, para nuestros análisis, ser llevadas a la medida de la manzana, por lo que se borraron todas las informaciones, aunque valiosas, que proporcionaban datos unitarios más finos. Por lo tanto, las manzanas ya no son sólo espacios primarios cuya yuxtaposición proporciona manchas de color y de intensidad idénticos o contrastados que permiten singularizar conjuntos variables según cómo se mire a la ciudad, sino también *entidades sociales ficticias*. Para el análisis demográfico, así como para el de las viviendas y de las categorías socio-profesionales, se consideró entonces que la manzana no constituye sino una familia y que todos sus ocupantes forman una sola unidad socio-cultural. Esto significa que todo lo que permite el análisis de la composición de la vivienda, de los hogares y del parentezco ha sido descuidado. Lo único que justifica el aceptar esta limitación es el hecho de que el atlas, por más utilidad que pueda representar, no es sino uno de los instrumentos del análisis urbano-espacial. Los planificadores tienen igualmente a su disposición la totalidad de los censos periódicos realizados por el INEC, en donde se respetan viviendas,

familias e individuos con sus características socio-económicas, lo que permite la elaboración de todos los gráficos explicativos deseados.

Asimismo, era importante, a fin de obtener una imagen satisfactoria, es decir explicativa y legible, unir cada actividad censada a la calle más próxima con la cual, lógicamente, funciona en simbiosis.

Así se procedió en todos los trabajos preliminares a la elaboración y a la reproducción de los mapas que presentamos. Cuando se diga que de los cuatro años que duró esta investigación dos fueron dedicados esencialmente a la constitución y a la organización del BDU, se comprenderá la importancia de estas operaciones. Además, como el sistema de información geográfico (SIG) es una estructura lógica perfeccionada para responder lo más rápidamente posible a las demandas de sus utilizadores, nuevos datos deben ser constantemente preparados e ingresados a la máquina. Por ello, la alimentación del BDU es una tarea permanente.

Sin embargo, no se puede captar el interés y las limitaciones que impone la utilización de un SIG manejado por computador, si no se tiene igualmente en mente sus especificidades de uso, pues si bien las combinaciones son innumerables, tienen su lógica que no es necesariamente — que es incluso rara vez — la del utilizador. Este debe entonces realizar una conversión en la manera de organizar su reflexión. Sin embargo, es importante que no se someta a la máquina, pues ello significaría a corto plazo la rutina y la esclerosis, y, a más largo plazo, el fracaso de la práctica del SIG. Así, el utilizador debe dialogar constantemente con el creador del software y, mediante su lógica replanteada, ayudarlo a adaptar el sistema a sus exigencias. En definitiva, es la máquina la que debe estar al servicio del utilizador y no lo contrario.

Cómo, con limitaciones tan nuevas, se puede realizar un estudio de carácter geográfico dominante? Lo que a continuación exponemos sobre nuestro análisis debería aclarar este punto.

Debemos primeramente recordar que *la geografía es la acción del hombre en el paisaje y del paisaje en el hombre* (A. Cholet). Hay que decir que las dos entidades del binomio son aquí indisociables, lo que impone pensar finalmente en términos de espacio social y socializado.

A partir de ello, se comprenderá que, para utilizar de la mejor manera el atlas, se debe manejarlo, leerlo o consultarlo, hacerle decir todo lo que contiene, pensando que encierra muchas más informaciones que lo que refleja la lectura de las solas notas explicativas que comentan de manera suscinta cada una de las láminas detalladas en el índice. En fin, se debe no sólo saber leer un texto, sino también saber leer un mapa. Todo aquel que lo consulte siendo conocedor de las técnicas utilizadas y conducido a mirar las imágenes que constituyen los mapas temáticos, como las mira un geógrafo urbanista (o urbanista geógrafo) puede así conocer mucho más de lo que está expresado explícitamente. Con este afán, al final de la obra, se desarrollan algunos ejemplos de la manera en que se puede utilizar la obra para obtener un óptimo beneficio de la lectura.

Correspondiendo el enfoque socio-espacial a los geógrafos, y habiendo los demás autores aceptado proceder con el mismo espíritu, no es inútil especificar el método que privilegiamos. Este se basa en la observación del paisaje urbanizado, conservando la idea de que la ciudad está muy organizada por y para sus habitantes: citadinos y ciudadanos. Los unos la ocupan y hacen uso de ella según sus necesidades pues viven en ella y son sus *actuantes*, los otros la asumen y la ordenan según su cultura pues se socializan en ella y son sus *actores*. Así, paisaje, sociedad, ocupación, uso según las necesidades, vida cuotidiana, organización y modos de composición del espacio urbano son los objetos de la reflexión cuya expresión es esta obra.

Sin *a priori* y sin referirnos a ningún modelo maestro, el geógrafo comienza por observar el paisaje, espacio-objeto que desea estudiar. Si bien distingue perfectamente sus partes, lo considera primeramente como un todo. De su observación extrae una descripción que lo lleva sistemática,

imperativa y deliberadamente a interrogantes: por qué este paisaje y sus particularidades? de dónde vienen su normalidad y su anormalidad? cómo develar los componentes significativos, poner en evidencia las razones de su actual apariencia? etc. Finalmente, habiendo reunido algunas explicaciones estructurales y funcionales, despliega el paisaje inicial, lo hace ver a fin de exponer lo que estaba oculto en un primer análisis.

Sin embargo y particularmente en el caso del estudio de una gran ciudad, le parece eficaz tomar del enfoque estructuralista algunos elementos metodológicos y conceptuales que le ayudarán en su análisis. En efecto, la ciudad se inscribe en su sitio, ocupa geográficamente una situación con relación a su región y al resto del mundo, pero sigue siendo ante todo una creación social extremadamente poderosa cuyos cimientos más que remodelados son completamente transformados no tanto en su morfología como en el uso que se hace de ella. Los hacedores de la entidad urbana, los *actores*, son también *actuantes*: Producen la ciudad, la adaptan a sus necesidades y la hacen a la imagen de su sociedad (actores), pero también se apropian del uso, y de esa manera se integran a ella, para que viva (actuantes). De manera que al comienzo se encuentra el *significado*, la intención y el proyecto, lo que debe ser modelado. De allí surge el objeto, determinado, formulado y formado, construido por los actores y que se transforma en el *significante*, portador deseado del significado. Finalmente, lo que los actuantes — que no son actores sino por su poca participación en la realización del significante que cada uno produce, pero son utilizadores, y por lo tanto actuantes en el conjunto artefactual del significante — deciden hacer de él, y el sentido y el uso que deciden darle, puede llamarse la *significación*. Es ella la que finalmente prevalece en el ejercicio de la apropiación del uso del espacio urbano.

Corresponde al analista captar los significantes constitutivos del paisaje, únicos objetos captables sin mediador, deducir de ellos los significados, las intenciones primeras, y conocer sus significaciones, a fin de medir lo que separa al proyecto del objeto acaparado por el sujeto actuante. *Así se pueden evaluar las fuerzas sociales en acción en la ciudad.* Se trata de un gran escalón que supone que luego de las observaciones, las descripciones, las interrogantes, las hipótesis, las explicaciones, hay clasificaciones y una verificación de su fundamento. Naturalmente, se trata de una *investigación-experimentación* que requiere años de trabajo en colaboración continua con los utilizadores del análisis urbano que intentan aplicar las lecciones extraídas de tal trabajo.

En esta larga cadena de razones, los geógrafos tienen algo que decir y lo dicen *mediante el mapa temático*. Si bien pueden participar en todas las etapas del procedimiento, de la observación, de la aplicación, y es conveniente que lo hagan, en algunas de ellas su papel es preponderante, especialmente durante la observación y la descripción que desembocan en la elaboración de los mapas temáticos. Es lo que se presenta en el atlas infográfico de Quito, aunque el trabajo de los autores no se reduzca a la obra pues, lo recordamos, la creación de un BDU y el perfeccionamiento de un SIG para explotarlo eran los otros objetivos de la empresa.

Es el enfoque del geógrafo el que guió la organización de los mapas y la progresión de su presentación, pero a decir verdad, se trata de un enfoque científico lógico que sigue la regla de *complejidad creciente* (P. TEILHARD de CHARDIN), que parte de una descripción explicativa del sitio y de sus fundamentos (substrato y modelación) para desembocar en las dinámicas y desigualdades intra-urbanas y en la organización espacial que caracteriza a los barrios, y a los conjuntos más vastos, según sus funciones, los sistemas que los estructuran y los rigen, y sus particularidades. Necesariamente, un camino así normalizado, impuesto por razones didácticas, contradice la realidad viva de cada entidad socio-espacial, pero se explica justamente por la imposibilidad de definir de manera exacta una parte de sus entidades cuyos límites y definiciones varían según los actores y las claves de lectura escogidas para estudiarlos.

El índice recapitula estas etapas y explica su contenido. Se constatarán en él importantes carencias, entre ellas: la falta de análisis territoriales basados en la consideración del recorte del espacio en esas unidades primarias que son las parcelas; la falta de un estudio de las

migraciones diarias alternantes aunque se sabe la importancia de estos movimientos pendulares que rigen y acompasan toda actividad diurna de la urbe; la falta de una representación geográfica relativa a la economía de las grandes empresas (personal, producción, volumen financiero). Estas son las limitaciones más evidentes de nuestro estudio tal como entregado en su estado actual. Tienen por supuesto una explicación: la falta de datos o su carácter obsoleto — el catastro así como los planos que lo completan son caducos y su revisión apenas comienza después de años de descuido —; el conocimiento del funcionamiento de las migraciones diarias alternantes no forma parte de las preocupaciones de los censos y el Municipio no parece considerarlo como primordial; no existe ninguna información cartográficamente utilizable sobre las estructuras económicas de las pequeñas o grandes empresas. Nuestro equipo de investigación no pudo paliar estas carencias cuyo volumen no guardaba proporción con nuestros medios financieros y de personal. Corresponderá a las instancias responsables del manejo de la ciudad, llenar estas carencias si lo juzgan útil. De todas maneras, no se trataba tampoco de proporcionar todas las imágenes posibles de Quito a partir de las informaciones reunidas y, a pesar de las capacidades del SIG. Esto ya ha sido manifestado claramente.

Luego de exponer estas condiciones previas epistemológicas y metodológicas, se plantea la pregunta trivial de la elaboración del atlas. Para cada lámina, se escogieron sistemáticamente cinco rubros: *fuentes* y *límites, problemática y concepción, elaboración, comentario, perspectivas*. Esta plan es la afirmación de una deontología orientada a la *investigación-experimentación*, o investigación-acción, es decir la investigación claramente definida, que responda a una demanda social expresada o sentida y, eventualmente, se anticipe a ella. Para nosotros, era indispensable que los actores encargados de la gestión del espacio urbano, y ante todo de su planificación, participen en la formulación de los términos de referencia de esta investigación, lo cual se produjo efectivamente. Los responsables del Municipio, que delegó durante tres años a un coordinador como representante en el seno de nuestro equipo, conocen exactamente el contenido y las condiciones de elaboración de los mapas aquí presentados. Sin embargo, las problemáticas planteadas y la concepción que se deriva de ellas no son las únicas formulables. Los utilizadores o los simples lectores de los dossiers propuestos pueden tener sobre estos puntos, y por lo tanto sobre la manera de tratarlos, posiciones muy diversas. No pretendemos de manera alguna, mediante una obra tan suscinta y reductora, haber agotado el tema. Presentamos nuestra contribución mucho más con la esperanza de suscitar una prosecución de nuestras investigaciones y análisis, que con el deseo, que sería inoportuno actualmente, de imponer nuestro punto de vista.

Es también necesario, no obstante, relacionar este atlas con las fuentes disponibles y sus límites.

Afirmar que en el análisis geográfico la elección de las escalas es preponderante, que si no se cuida este aspecto se pueden introducir sesgos que no dejarán de incidir en la presentación de los hechos, es plantear un lugar común. A pesar de ello, la necesidad de hacer del atlas un instrumento manejable y que sintetice los datos urbanos, nos obligó a no escoger una unidad menor a la manzana como unidad geográfica de base.

Sin embargo, el urbanista confrontado a la obligación de proponer opciones de ordenamiento que van del esquema de estructuras al funcionamiento sectorial — vías y redes diversas o equipamientos pesados especialmente — pasando por la programación de la organización de los barrios, es conducido a no tomar en consideración en sus estudios globales sino el marco en el que se ejercen el conjunto de los actos sociales de los citadinos. Esto puede llevar a reducciones a veces excesivas y peligrosas, de connotación tecnocrática, que niegan al ciudadano considerando sólo al usuario. Ahora bien, tenemos en realidad elección en el ejercicio de esta práctica — en la cual una reflexión realizada a nivel de la manzana, descuidando las estructuras sociales elementales tales como la familia o la vivienda basta para definir los grandes ejes de una política de urbanismo — siempre y cuando la calidad y la diversidad de los análisis de datos considerados, aunque voluntariamente limitados, estén aseguradas? Por otra parte, se debe

saber que una atenta lectura de los mapas puede revelar mucho más informaciones finas, no formuladas de entrada, de lo que imaginamos, bastando para ello que la mirada del planificador esté correctamente educada. Sabemos además que en cuanto se pasa a una acción puntual de urbanización, es indispensable, para llevarla a buen término, descender previamente a nivel de las personas, de las actividades, de los ingresos, de la propiedad y de los modos de existencia, lo cual implica de todas maneras encuestas complementarias profundizadas o, al menos, la actualización de encuestas realizadas anteriormente. Se debe entonces tener en la mente que el atlas en tanto que instrumento de conocimiento y de información se inserta en un proceso en donde tiene su categoría y su lugar. Su finalidad y su *carácter operacional* deben ser medidos con la misma vara.

La elección de la manzana nos obligó a trabajar a un nivel suficiente como para que ella sea cartográficamente perceptible. Escogimos entonces algunas escalas de referencia: 1:80.000 para las figuras lo que impuso trabajar con el sector como unidad espacial o aceptar una imagen coloreada e impresionista; 1:40.000 para los mapas principales en donde el polígono de las calles ya es identificable; una mayor escala bajo pedido (ventanas) cuando se quiso caracterizar claramente el espacio a nivel de la manzana (ver por ejemplo la lámina *Cohabitación*).

Sea como fuere, la pequeñez de la representación de la manzana, unidad geográfica de base de la mayoría de los mapas, impide que se represente en ella, para conservar su legibilidad, más de una información, máximo dos (color liso y trama por ejemplo). Además, la cartografía automática asistida por computador tiene sus propias limitaciones. Entre otras, hace obsoletas las combinaciones por acumulación y superposición que eran moneda corriente en cartografía manual. Por otra parte, los mapas singulares de las representaciones sintéticas, de circunstancia generalmente, a menudo establecidos a la manera antigua y de todas formas imposibles de actualizar por su naturaleza, no fueron realizados automáticamente sino simplemente dibujados a mano y luego ingresados y retrabajados.

Recordaremos además que una de las metas declaradas de nuestra investigación era perfeccionar un instrumento y técnicas informáticas cuya utilización no demandara una excesiva especialización. Esta obligación impuso su ley. Particularmente, el informático y el geógrafo debieron negociar compromisos que les obligaron a uno y otro a reconsiderar las capacidades del SIG y a retomar modos de expresión cartográfica inicialmente demasiado predeterminados. Tales compromisos fueron provechosos para cada disciplina y para la elaboración de la obra, pues hubo que encontrar un modo de representación simple de fenómenos complejos, lo que tuvo la gran ventaja de obligar a combinar variables a veces muy numerosas: más de veinte traducidas en una gama de colores distribuida en ocho clases en el caso de la *tipología de los barrios*. Así, más claramente que la cartografía manual, cuando la utilización de muchas variables se convertía en un rompecabezas y se debía recurrir obligatoriamente a matrices densas y a un manejo a veces difícil, la cartografía automática asistida por computador permite combinaciones complejas de informaciones correctamente ponderadas y su transcripción mediante un signo, un color o una intensidad. De esta manera, ya no son sólo objetos, o asociaciones de objetos, sectorialmente clasificados que se ofrecen al lector, sino también y de manera más eficaz, la representación en el espacio de los efectos de fuerzas sociales en acción en la ciudad, que es posible ahora extraer de un manejo importante de datos, imposible de realizar antiguamente por la densidad de su operación. Representadas en los lugares privilegiados de su acción, estas imágenes, que transcriben las consecuencias de comportamientos sociales y no de significantes inmediatamente perceptibles, contienen más enseñanzas que las que se revelan a una mirada no formada, pues un ojo prevenido solicitado por la imagen sigue siendo un poderoso auxiliar de la cartografía. Y sin adelantarnos tanto en la auscultación, dado que la fuerza específica del análisis cartográfico reside en su capacidad de representar la combinación de acumulación de datos a veces difíciles de conciliar, cuya característica común es el ser recolectados en un mismo espacio tratado como un dato ordinario en sí, se puede presentar así un estado cuyas variaciones están distribuidas geográficamente y que habríamos podido expresar con igual evidencia mediante un enfoque no cartográfico.

Así, el atlas infográfico de Quito no es solamente, para quien sabe utilizarlo, un libro de imágenes un tanto particular, sino también, y sobre todo, un excelente medio de conocimiento socio-espacial, particularmente adaptado a la ciudad de la que sabemos que es ante todo un espacio social. Las instituciones responsables de su elaboración lo han comprendido. No ha sido sino gracias a su acción y a la calidad de la colaboración de investigadores y técnicos de origen, de formación y de nacionalidad diferentes, pero unidos en un afán compartido de alcanzar el objetivo y por una fuerte solidaridad de equipo, que esta obra ha podido ser elaborada y existir. El Ilustre Municipio de Quito es el primer utilizador, puesto que la creación del *Sistema Urbano de Información* implantado en 1990 en la Dirección de Planificación, con la colaboración del ORSTOM, es el resultado directo de todo ello. Es en esa dependencia en donde se continúa el estudio de Quito.

El observatorio de las dinámicas urbanas en Quito

Éric Dupérier

El estudio de las dinámicas que inciden en la sociedad y el espacio urbanos es una preocupación mayor de la investigación en ciencias sociales. El análisis de sistemas se reveló, desde su creación en los años cincuentas, como el instrumento más apropiado para descifrar interacciones complejas que orientan el desarrollo de las ciudades tanto en el tiempo como en el espacio. Desde los trabajos fundadores de Forrester, los esquemas conceptuales se han enriquecido considerablemente. Hoy en día, se toman mejor en cuenta los aspectos espaciales y ambientales, los efectos de la intervención de los actores desde los niveles « micro » hasta los « macro ». Sin embargo, las técnicas de aplicación de tales esquemas a la modelización urbana siguen siendo poco seguras y exigen un volumen muy importante de datos. Finalmente, siguen siendo poco conocidos numerosos componentes del funcionamiento dinámico de una ciudad, en sus aspectos tanto generales como particulares.

Estas dificultades se hacen sentir sobremanera en las ciudades de los países en desarrollo. El manejo de los crecimientos explosivos que soportan dichas ciudades implica una gran necesidad de instrumentos de conocimiento y de previsión, pero las estadísticas rara vez presentan la frecuencia de repetición, la coherencia y la confiabilidad necesarias para una apreciación exacta de la evolución de los efectivos de población, de viviendas y de empleo, del consumo de espacio o del nivel de la actividad económica. Nos vemos reducidos a evaluaciones muy aproximadas, que la rapidez del crecimiento vuelve enseguida obsoletas.

En estas condiciones, es difícil considerar el análisis de los vínculos existentes entre procesos cuyas dirección e intensidad que en están mal medidas y, más aún esperar cuantificar esas relaciones de manera que se pueda extraer de ello hipótesis y documentos *prospectivos* que tanta falta hacen. El programa « Observatorio de las dinámicas urbanas de Quito » en el que participan el ORSTOM y la Dirección de Planificación del Municipio de Quito tiene como primer objetivo el establecimiento de *un diagnóstico espacializado del crecimiento reciente de la capital y la constitución de un conjunto de métodos que permitan un seguimiento ulterior.* Este desarrollo metodológico se apoya en el de las tecnologías avanzadas en el campo de la utilización de la información geográfica numérica. En una segunda fase, ese diagnóstico proporcionará la base para una interpretación de las dinámicas observadas e incluso para una modelización.

El caso de Quito presenta en realidad una predisposición decisiva para este tipo de experiencia. Se dispone de una información rica y actualizada, de medios para procesarla y de las lecciones de numerosos estudios de calidad que se han dedicado a la ciudad. Las acciones de cooperación desarrolladas con las diferentes contrapartes ecuatorianas por dos institutos franceses de investigación — el ORSTOM y el IFEA — han desempeñado un papel nada despreciable en la formación de esta ventaja inicial. El « Observatorio de las dinámicas urbanas de Quito » se inscribe en la prolongación directa de una de esas acciones de envergadura, el Atlas Infográfico de Quito, que desembocó en la constitución del « Sistema Urbano Metropolitano de Información » (SUIM), manejado actualmente por el Municipio.

I. EL CAMBIO URBANO VISTO CON « ESPACIOSCOPIO »

La base de datos urbanos a partir de la cual se elaboraron las láminas del Atlas Infográfico de Quito contiene los datos del censo de población y de vivienda de 1982 procesados a nivel de las manzanas. El equipo de trabajo de la Dirección de Planificación del Municipio actualizó, en 1992, las bases gráficas al igual que los cuadros de datos al mismo nivel, con las informaciones obtenidas del censo de 1990 .

Se dispone entonces de un conjunto coherente de información exhaustiva. Las mismas variables describen, a 8 años de intervalo, unidades estadísticas fáciles de relacionar entre

sí por medio de procedimientos de uniones geométricas que ofrece el SIG Savane que maneja la base. La fineza de la manzana como unidad elemental permite recuperar y comparar los datos a cualquier otro nivel de agregación geográfica. Así, se recurrió a menudo a la división del espacio por cuadriculación. Esta técnica se revela muy eficaz para elaborar vistas sintéticas del conjunto de la urbe, a escalas que no permiten la restitución del detalle del dibujo de las manzanas (figura 1).

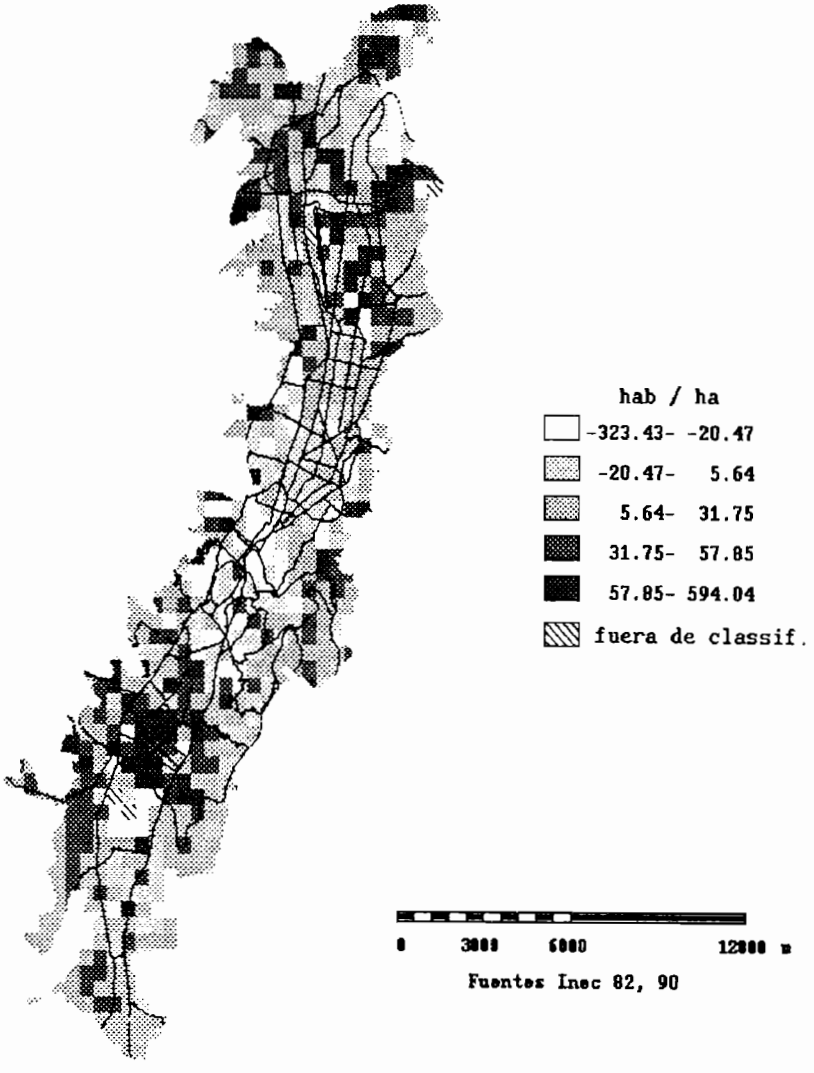


Figura 1 - Evolución de las densidades poblacionales
El centro pierde población; barrios periféricos y programas de vivienda estatales como los de Carcelén o Solanda registran el mayor crecimiento

La representación cartográfica constituye en efecto el instrumento privilegiado — aunque no exclusivo — de nuestro estudio. La prioridad dada de entrada a un enfoque geográfico del crecimiento urbano, en detrimento de otros, merece ser subrayada. No se concibe el espacio como el soporte neutro de un fastidioso inventario en dos dimensiones, sino como un elemento constitutivo significativo y activo de los procesos estudiados. Se quiso probar así la utilidad de los SIG en la investigación sobre las dinámicas urbanas. En efecto, la geocodificación sistemática de la información abre una nueva gama de técnicas que permiten

hacer coincidir las informaciones extraídas de fuentes disímiles. De instrumento dedicado prioritariamente al manejo de datos localizados, el SIG puede transformarse en un « espacioscopio », un instrumento específico de análisis del espacio y de sus cambios.

Nuestros trabajos nos llevaron a encontrar ciertos problemas de orden metodológico. Nos es difícil establecer una tipología de tales problemas y de las soluciones que se propusieron, abstrayéndose de los contextos particulares en los que se encuentran ubicados. Este ejercicio es sin embargo interesante en la medida en que muchas de esas dificultades pueden presentarse nuevamente en futuras aplicaciones similares. Se trata esencialmente de dificultadas ligadas a las particularidades de la utilización estadística de los datos geográficos.

1. La elección de los indicadores

Se pueden considerar dos formas de explotación de las variables de dos fechas:

- calcular índices de crecimiento para cada variable (variación relativa, tasa anual de crecimiento...) cuyos valores pueden luego estudiarse y representarse cartográficamente;

- aplicar a las variables de las dos fechas el mismo tratamiento descriptivo, y comparar los resultados de esos tratamientos repetidos: parámetros, gráficos o mapas.

Las dos soluciones presentan sus ventajas e inconvenientes. La primera permite una descripción más fina de cambios que la segunda tiende a borrar para no hacer aparecer sino la inercia o las modificaciones mayores operadas en la disposición espacial de los diferentes fenómenos estudiados. Se inició el estudio siguiendo la segunda vía, actualizando con los datos de 1990 las láminas maestras del Atlas Infográfico de Quito (densidad, cohabitación, jerarquización socioeconómica).

Un inconveniente no despreciable de la primera solución es los índices más útiles — tasa que pondera las variaciones por las masas iniciales — no pueden calcularse en las zonas antiguamente vacías, y presentan valores anormales en las zonas originalmente poco densas. Esos valores anormales introducen una heterogeneidad que altera en gran medida el carácter significativo de las estadísticas obtenidas. Por ello es preferible estudiar por separado las dinámicas que se operan en los barrios antiguamente urbanizados (con índices de variación relativa) y aquellas que lo hacen en los espacios nuevos (con índices de variación absoluta). Las comparaciones de estructura permiten restablecer los nexos entre estas dinámicas diferenciadas.

2. La elección del nivel de observación

Se trata de un punto fundamental. Las resoluciones escogidas en esta fase van a influir grandemente en los resultados. Se evocó ya la utilización de mallas regulares (no nos detendremos en el problema de la regulación del tamaño de las mallas); se experimentaron otras soluciones en función de las exigencias de los datos y de la problemática. Escoger el « menor nivel común » a las dos fechas está lejos de ser siempre la solución más apropiada.

3. La masa de datos a tratarse

En comparación con un análisis sincrónico, el estudio de las dinámicas obliga a manejar un doble volumen de datos. La multiplicación de mapas más o menos comparables es un riesgo que debe controlarse a toda costa. Se debe reducir el volumen de datos y proceder a elecciones drásticas para no escoger sino las variables más significativas — lo que refuerza la importancia de la fase de preparación de la información. De to-

das maneras, se impone el empleo de técnicas estadísticas pluridimensionales de descripción y su aprendizaje se convertirá a mediano plazo en una condición necesaria para la utilización de grandes bancos de datos localizados. Así, se recurrió a menudo a técnicas tales como el análisis factorial y la clasificación automática para el estudio de los cuadros de índices de crecimiento. Para las comparaciones de estructura, se debieron elaborar métodos específicos a fin de asegurar la compatibilidad de los documentos cartográficos observados paralelamente.

4. El vínculo estructura-dinámica

Una evolución positiva de una tasa de crecimiento de una variable no se interpreta de la misma manera si se la observa solamente en espacios en donde el nivel de la variable era ya elevado (tendencia a la acentuación de los contrastes) o por el contrario particularmente bajo (tendencia a la homogeneización). Por ello, se debe relacionar constantemente estructura y dinámica. En Quito, un buen conocimiento de las estructuras socio-espaciales facilitaba operar tal relación de manera empírica. Sin embargo, métodos específicos (tales como la observación de los residuos de regresión entre variable estructural y dinámicas) pueden revelarse de gran utilidad para poner de relieve las diferencias locales con grandes tendencias.

5. Metodología de enriquecimiento de la información censal exhaustiva

Los censos espaciales exhaustivos son operaciones costosas cuya frecuencia de repetición es necesariamente baja. Se les conoce numerosos defectos y las informaciones que proporcionan no corresponden forzosamente a todas las necesidades. Los sondeos, más fáciles de realizar y de contenido a menudo más preciso, constituyen una fuente alternativa de información muy valiosa. Se plantea el problema de la inclusión y la representación de resultados de semejantes encuestas en una base de datos espaciales. Hay que recurrir a métodos de estimación y de extrapolación de los resultados a todos los puntos del territorio muestreado (inferencia espacial).

Actualmente, se está preparando un módulo de adaptación de los datos recogidos en Quito durante la encuesta sobre migraciones realizada por F. Dureau en 1987. Tratamientos simples nos han permitido ya utilizar esta encuesta conjuntamente con los datos censales. La comparación de censos (estudio transversal) confirma en gran parte las hipótesis dinámicas formuladas con base en los resultados « longitudinales » de la encuesta sobre los recorridos migratorios individuales. A su vez, los datos de la encuesta aclaran resultados de la comparación de los censos, difíciles de interpretar en sí. Nos han permitido especialmente evaluar la parte de subregistro de los censos, ligada en particular a la omisión de los fenómenos de pluri-residencia (figura 2) y completar la interpretación de las dinámicas de poblamiento ligadas a la movilidad residencial.

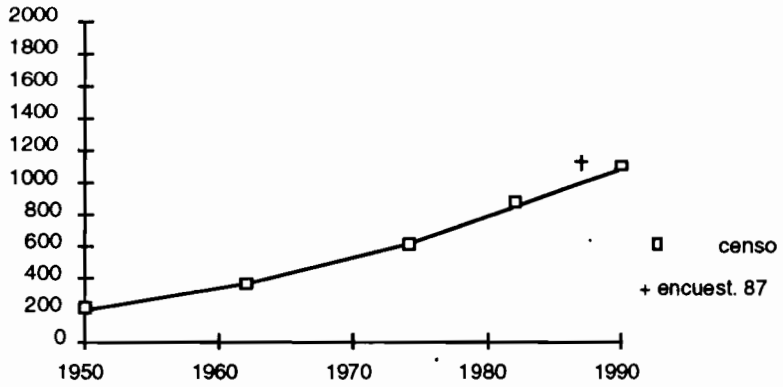


Fig 2/a
Crecimiento de la Población Quito urbano

Los censos no registran la parte de la población que reside de manera intermitente en la ciudad, y regressa a otras parroquias el día del censo. Cerca del 10-15 % de verdaderos citadinos desaparecen así

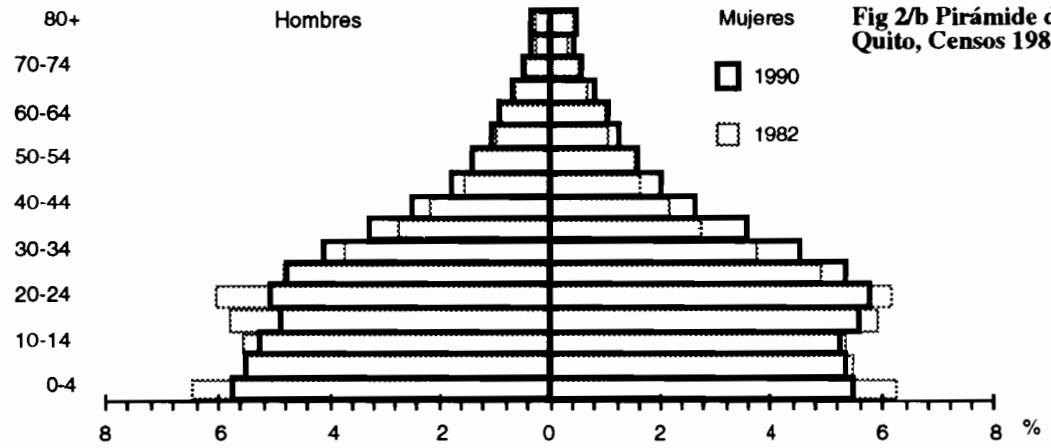
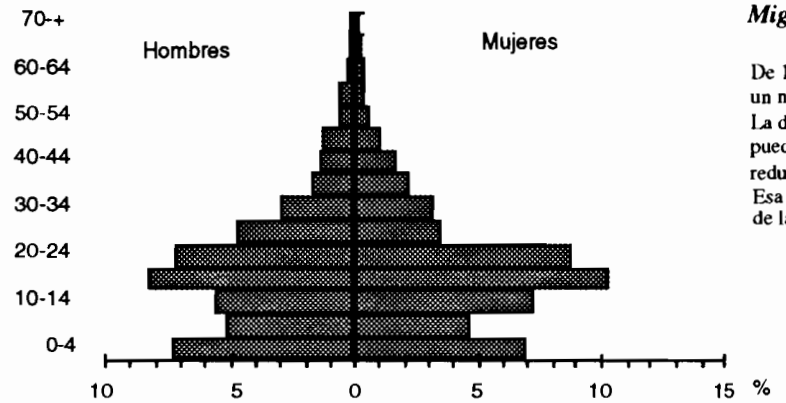


Fig 2/b Pirámide de las edades Quito, Censos 1982 y 1990



Migraciones y estructura de edades

De 1982 a 1990, la población ha sufrido un notable envejecimiento (fig 2/b). La disminución de las clases 15-25 puede ser la consecuencia de la reducción del apporte migratorio. Esa es una edad característica de la llegada a la ciudad (fig 2/c).

Fig 2/c
Edad al llegar a Quito, Población migrante (Encuesta 1987)

Figura 2 - Sondeo y censos
Una visión complementaria para el estudio de fenómenos demográficos

Si bien las encuestas permiten actualizar rápidamente los datos que describen a la población, las imágenes aerospaciales pueden ser muy valiosas en lo que respecta al conocimiento de la ocupación del suelo. Nos referimos aquí a los trabajos de B. Lortic y M.A. Custode que efectúan la integración de imágenes de diferentes fechas a la base de datos de Quito. Tal operación hace posible acoplar imágenes a las informaciones del censo, lo que permite observar la complejidad de las relaciones entre densidad de construcción y de población en una ciudad en la que se oponen aquí el amontonamiento, allá la congelación del terreno por especulación. La clarificación de los términos de esta relación abre el camino a nuevas fórmulas metodológicas de actualización de los datos (figura 3).

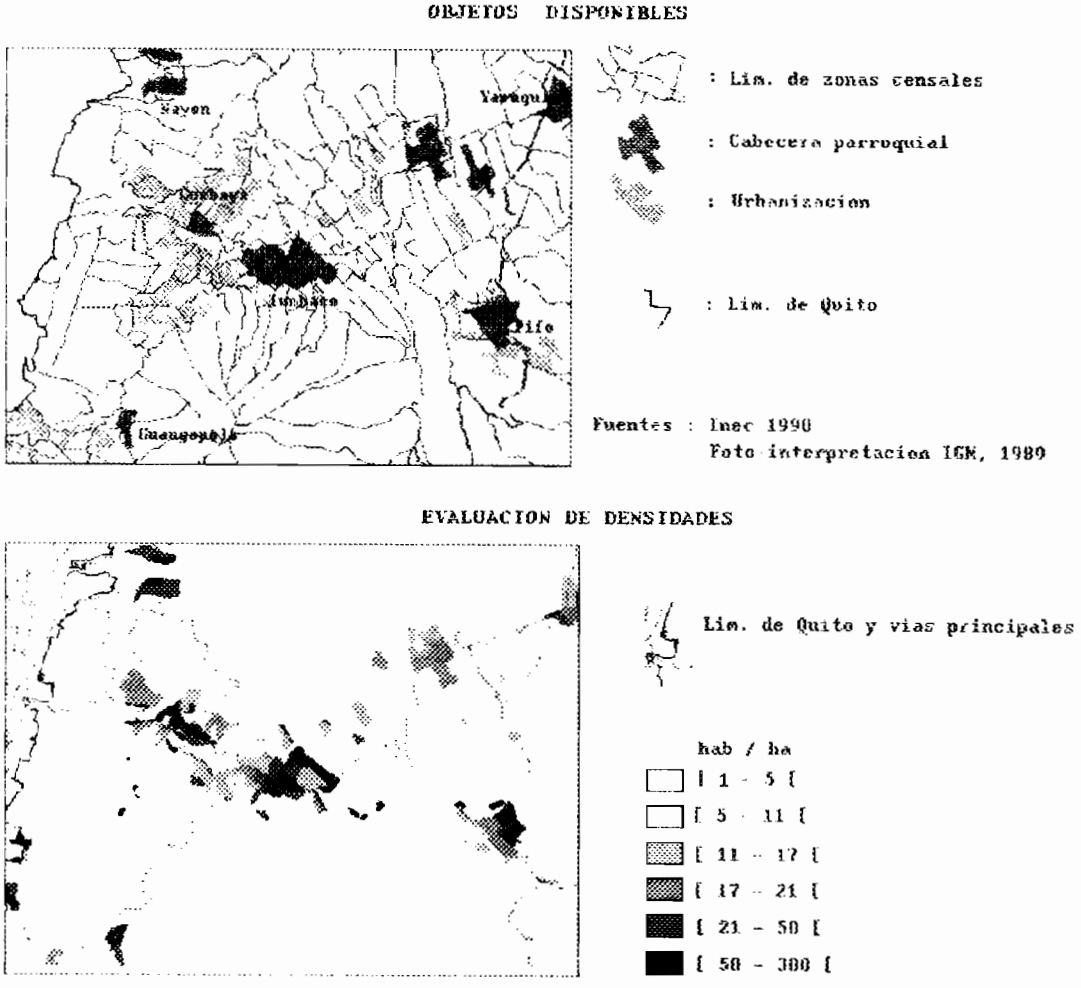


Figura 3 - Evaluación de la población en urbanizaciones identificadas mediante foto-interpretación
La población registrada en las zonas censales es asignada a las urbanizaciones en función del porcentaje de superficie ocupada

II. LAS DIRECTRICES DEL DIAGNOSTICO DEL CRECIMIENTO DEL AREA METROPOLITANA DE QUITO

La naturaleza de los datos ha determinado en gran medida la definición de los temas de investigación que forman la armazón de un « diagnóstico del crecimiento urbano », cuyos resultados detallados serán publicados próximamente por el Municipio. Nos contentaremos aquí con describir el contenido de los principales ejes de investigación.

1. Los aspectos demográficos: la desaceleración del crecimiento

Un primer tema se refiere a los aspectos demográficos del desarrollo de la ciudad. La tasa de crecimiento de Quito revelada por el último censo muestra una notable declinación. Resultados similares se han observado por cierto en Guayaquil y en numerosas grandes ciudades latinoamericanas: ¿primeros signos de una nueva fase de « transición urbana » en la que se produciría una especie de freno al proceso de metropolización? (cuadro 1). La gran variedad de aspectos en los que se refleja este hecho demográfico global en los espacios intra y peri-urbanos quiteños es analizada a través de componentes demográficos tales como estructuras de edad e índices de la renovación natural o migratoria de la población.

	Ecuador población total ($x10^6$)	Ecuador población urbana ($x10^6$)	%
1974	6,6	2,6	39%
1982	8,1	3,9	48%
1990	9,6	5,3	55%
crecimiento anual (%)			
1974-1982	2,6	5,2	
1982-1990	2,1	3,9	

	Quito Ciudad población ($x10^3$)	Quito Distrito Metropolitano ($x10^3$)	Guayaquil Ciudad ($x10^3$)	Población urbana Costa salvo Guayas ($x10^3$)	Población urbana Sierra salvo Pichincha ($x10^3$)
1974	624	742	825	513	540
1982	890	1.055	1.199	650	735
1990	1.100	1.334	1.508	1.058	982
crecimiento anual (%)					
1974-1982	4,5	4,5	4,8	3,0	3,9
1982-1990	2,7	3,0	2,9	6,3	3,7

Cuadro 1 - Crecimiento urbano del Ecuador (1974-1990)

2. La dinámica de la ocupación del espacio

Se trata de observar cómo han evolucionado las formas de ocupación del espacio urbano por parte de los citadinos y las relaciones de la sociedad con la vivienda. Las variables características son densidades, tasas de promiscuidad, tipos de apropiación territorial e inmobiliaria, e índices de confort y de integración a las infraestructuras básicas. Esas variables reflejan problemas particularmente agudos en Quito y en cuya evolución se ejerce la influencia de las estrategias divergentes de gran número de actores: propietarios, poderes públicos centrales y locales, cooperativas de viviendas... Detrás de la aparente confusión que nace de la coexistencia de motivos dinámicos muy variados, se perfilan ciertas regularidades. La referencia al esquema descrito por H. Godard de un ciclo « constitución - consolidación - tugurización » del hábitat de los barrios populares, hace más inteligibles esas regularidades. La lotización o « urbanización » nos ha servido como unidad espacial que permite la identificación de etapas espacio-temporales significativas.

3. Aspectos socioeconómicos

La diferenciación espacial de las características socioeconómicas proporciona el tercer elemento del diagnóstico. Las dinámicas se revelan aquí con mayor contraste que en el caso anterior. Los principales parámetros calculados en el conjunto de la

población de la ciudad muestran un mejoramiento del nivel de vida de los quiteños: una mejor formación y un incremento de la proporción de empleos calificados acompañan la prosecución de la « terciarización » de la actividad económica. En el espacio ya urbanizado en 1982, se observa una tendencia a una relativa homogeneización de las características socio-residenciales (figura 4). Este resultado refleja a la vez la diversificación de la composición profesional de las clases medias y la disminución de la proporción de profesiones de elevada categoría social en la parte adinerada del centro de la ciudad. Tal disminución se explica por la salida de una importante fracción de la población acomodada en dirección de otros espacios residenciales peri o intra-urbanos, a veces a barrios antiguamente de carácter « popular » afirmado. La población pobre, cada vez más marginada, se ubica en nuevos barrios periféricos. La organización segregativa del espacio social urbano conserva una gran inercia estructural.

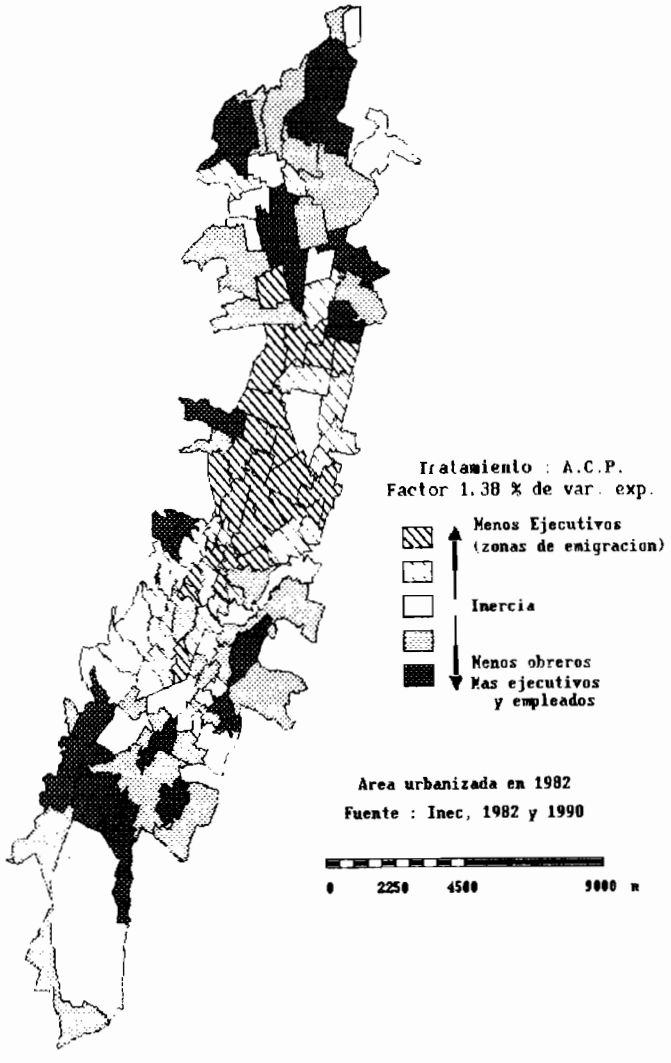


Figura 4 - Evolución de la composición socio-profesional
Las migraciones intra-urbanas determinan una reestructuración del perfil socioeconómico de la ciudad

La contradicción entre el incremento del « costo de la ciudad » y el atracción que continúa ejerciendo la capital en los más desposeídos se resuelve en parte mediante la urbanización de las parroquias vecinas a Quito. Sin embargo, las limitaciones del sitio vuelven problemática esa periurbanización. El eje Norte-Este ha registrado ciertamente un fuerte crecimiento de los barrios populares (estructurado por la implantación de los programas de vivienda del BEV), pero en todos los demás lugares, salir de Quito equivale a una separación física de la mancha urbana, y por lo tanto a un alejamiento de costo difícilmente soportable para la mayor parte de la población.

4. Las carencias y las prolongaciones del estudio

La calidad de los resultados de esta tercera investigación se ve afectada por la falta de datos precisos sobre la evolución de la localización de los empleos y las actividades. Tal información proporcionaría la clave de lectura más solida y sus enseñanzas iluminarían probablemente la interpretación de los hechos observados en los dos primeros capítulos, se trate ya sea de la evaluación del atractivo migratorio de la ciudad con relación a su medio ambiente o de la comprensión de los mecanismos que unen los campos de la movilidad cuotidiana con los de la movilidad residencial. La integración de esos datos está al orden del día en el Municipio, lo que refleja una toma de conciencia de la necesidad de articular la observación de las dinámicas espaciales de la actividad con el estudio de la problemática de la vivienda, que sigue siendo la preocupación primera de los citadinos.

Se debe anotar que tal articulación requiere, además de numerosos datos, la utilización de metodologías específicas para la evaluación de los flujos y las interacciones espaciales, que pasan por densos cálculos matriciales. Es probable que el desarrollo de la tecnología del procesamiento de la información espacial acarree avances en este campo, pero en Quito un trabajo preliminar más urgente debe realizarse: la identificación de los contornos y la cuantificación de los diferentes tipos de zonas de empleo y de residencia. Datos recientemente integrados sobre la localización de los efectivos de los trabajadores y de las industrias, nos permitieron efectuar algunas primeras tentativas en ese sentido (figura 5).

Los adecuados manejo y utilización de una base de datos no se limitan a la actualización de las informaciones que contiene, sino que requieren el enriquecimiento permanente mediante la agregación de nuevos datos. El SUIM se ha enriquecido notablemente con informaciones cartográficas y numéricas que describen el espacio del « Distrito Metropolitano » de Quito, cuya planificación corresponde a la capital. Aunque diferente desde un punto de vista metodológico puesto que la falta de datos antiguos nos impidió efectuar el mismo trabajo de comparación cronológica sistemática, el hecho de tomar en cuenta las formas de urbanización fuera de Quito constituyó una cuarta orientación de la investigación, un tanto transversal con relación a las otras tres. Los datos disponibles por « sectores censales » permitieron afinar el análisis de las migraciones residenciales intra-urbanas (figura 6) y la recolección de datos a nivel más amplio de las parroquias sirvió para la elaboración de un diagnóstico complementario sobre la constitución y la estructuración del área urbana (figura 7).

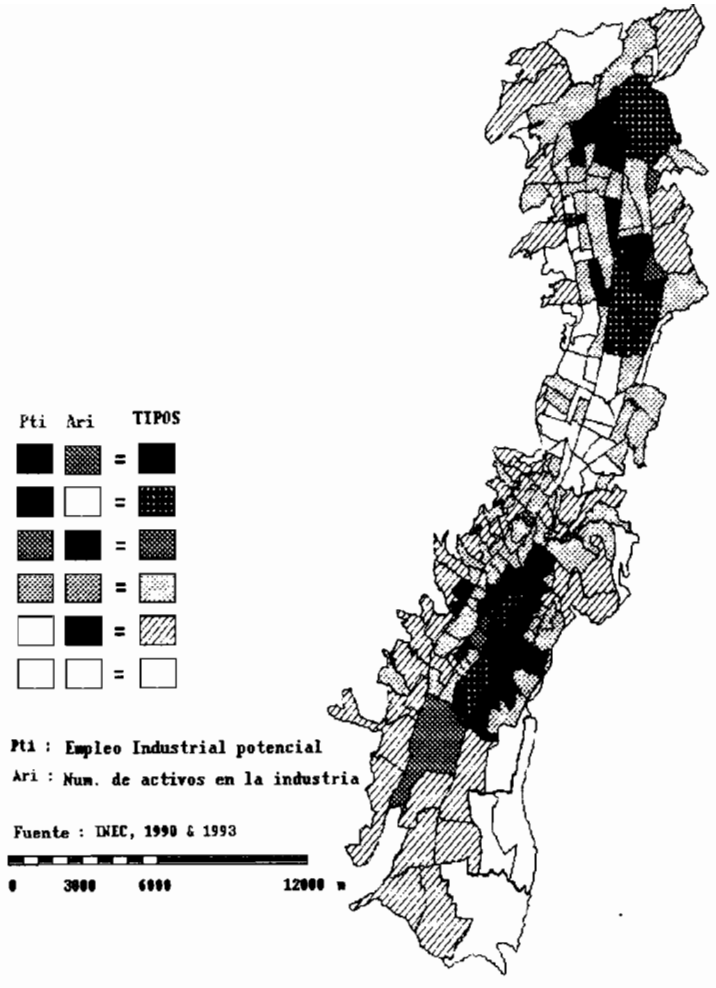


Figura 5 - Relación entre localización de las actividades y de la PEA en su lugar de residencia. El caso de la industria manufacturera

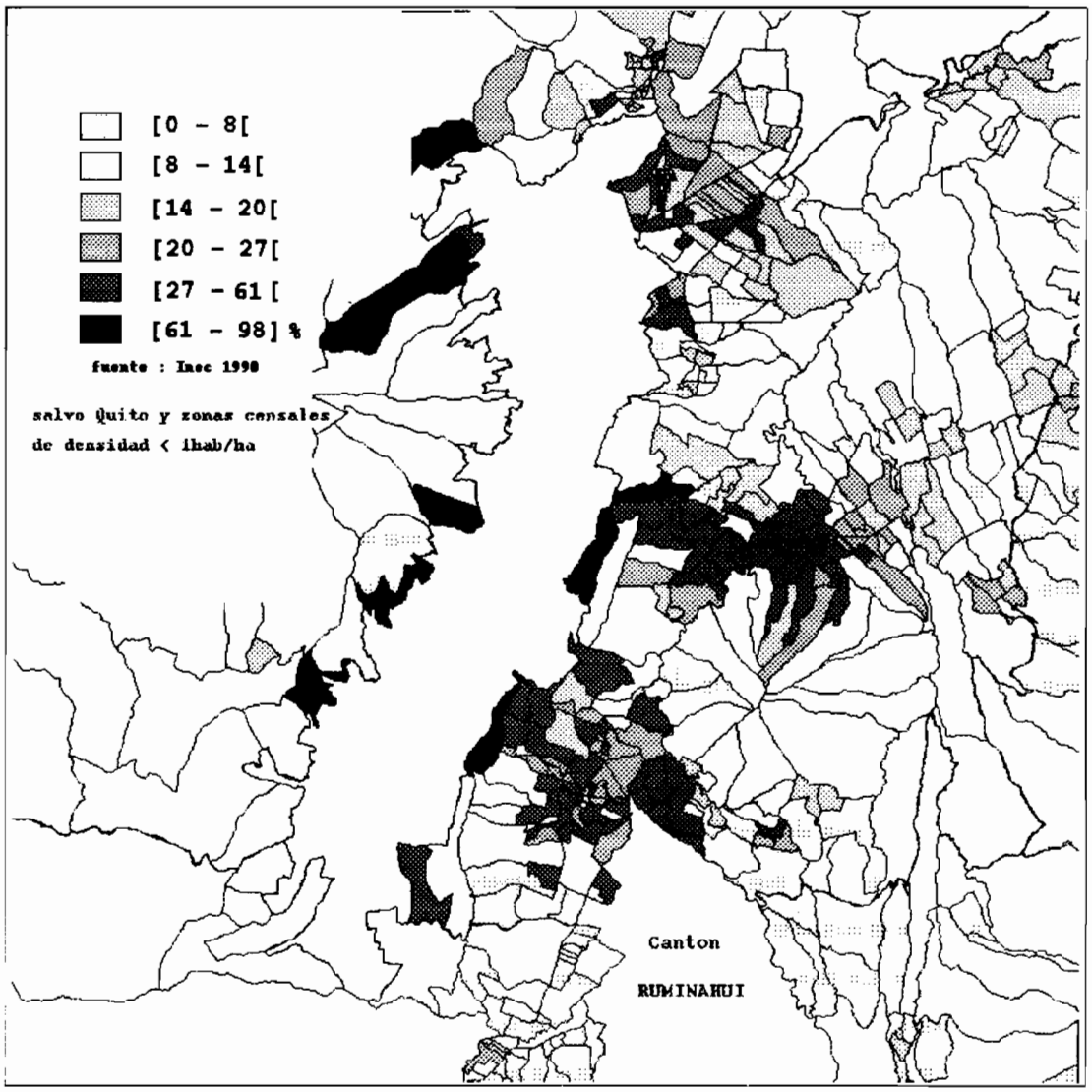


Figura 6 - Población del área urbana nacida en Quito

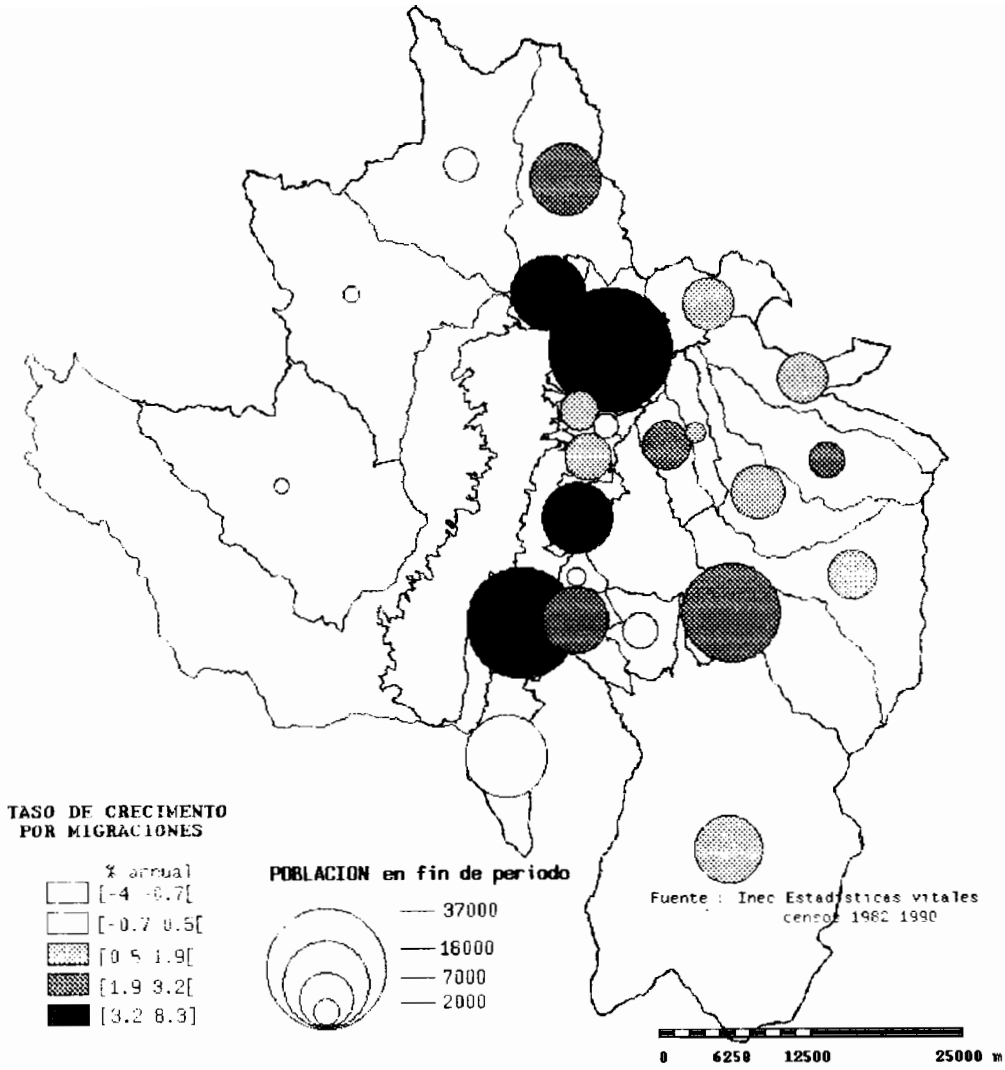


Figura 7 - Dinámica migratoria, parroquias del Distrito Metropolitano de Quito, 1982-1990

PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO: ALGUNAS TENTATIVAS DE MODELIZACION DINAMICA

El cuadro elaborado al finalizar el diagnóstico permite formular hipótesis en cuanto a las perspectivas del futuro crecimiento de la ciudad. En el caso de ciertos temas clave, se buscó dar una expresión matemática a la formulación de esas hipótesis. Se construyeron modelos dinámicos simples a fin de efectuar simulaciones y proyecciones de población espacializada. Su principio reposa en la extrapolación de las tendencias de crecimiento observadas, esquema mejorado mediante la consideración de factores limitantes.

Así, en un modelo de proyección de la población de las 16 parroquias de Quito. los factores limitantes están dados por relaciones de escalas y evaluaciones de las densidades de saturación de las parroquias. Se hace una proyección del crecimiento global de la ciudad mediante una ley logística que da cuenta de una disminución progresiva de la tasa de crecimiento. La

repartición de esa población proyectada en las 16 parroquias se establece en función de su peso inicial y del crecimiento que ha experimentado entre 1982 y 1990. Se establecieron umbrales límite de densidad mínima y máxima con base en la observación de la distribución de las densidades en las manzanas de esas parroquias. Así, cuando la extrapolación de las tendencias acarrea una sobrecarga improbable de población en una de las parroquias, los habitantes supernumerarios son repartidos en el resto de la ciudad a prorrata del atractivo de las diferentes parroquias. Este se mide mediante la relación entre la población alcanzada en las parroquias y el límite máximo de población que les ha sido fijado. Los resultados de las simulaciones convergen para mostrar un escenario bastante verosímil: prosecución y luego estabilización de la baja de población en los barrios centrales, crecimiento preferencial en una primera etapa en los barrios periféricos del Norte, relevados luego por los de la zona sur (figura 8).

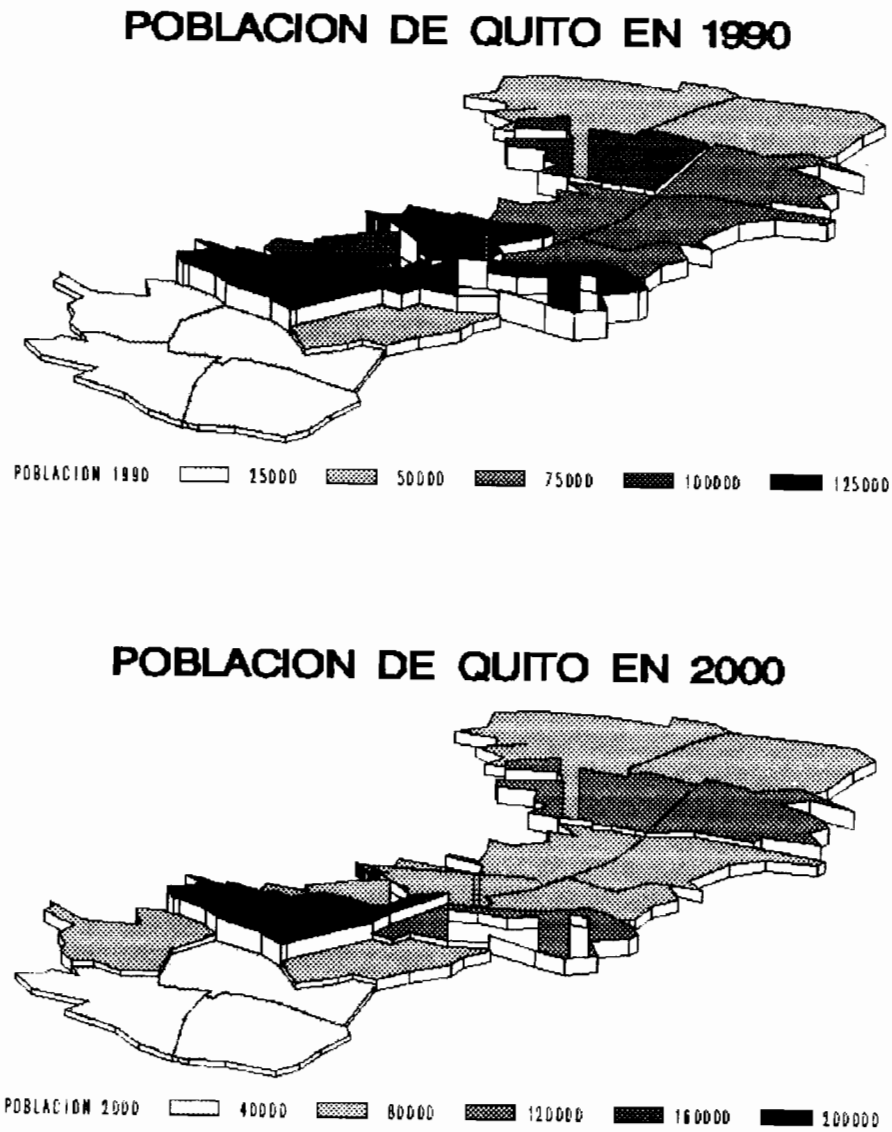


Figura 8 - Una simulación del crecimiento urbano
El peso relativo del centro disminuye en favor del Norte y de la zona de la parroquia de la Villa Flora

Este modelo describe de manera demasiado aproximada a la vez la población, considerada como una entidad homogénea (las consecuencias de las diferencias de nivel socioeconómico en la movilidad espacial no son tomadas en cuenta), y el espacio esquematizado mediante 16 agregados poco precisos. Se elaboraron otros modelos, construidos por regresión múltiple, para una identificación más fina de los espacios que muestran los mayores potenciales de crecimiento, en vista de su población inicial, de sus características topográficas, de su proximidad con relación al centro y a las redes, de las densidades alcanzadas en los espacios vecinos, todas variables que solo un SIG permite obtener fácilmente. El crecimiento real de una ciudad como Quito sigue siendo por supuesto imprevisible: la dinámica migratoria puede mostrar sobresaltos inesperados y cantidades de eventos son capaces de invertir todas las tendencias. Evoquemos entre otros los efectos de decisiones de ordenamiento o incluso los de catástrofes naturales.

CONCLUSION

Estos modelos, en los que la calibración de parámetros es sumamente aproximada debido a la falta de fuentes, tienen como ambición principal servir para probar hipótesis de investigación e hipótesis *prospectivas* (efecto de la creación de un programa de hábitat, de la creación de una vía). No constituyen de ninguna manera la conclusión del « observatorio » sino más bien una de sus facetas. Nuestra principal preocupación, a través de esta investigación sobre el crecimiento de Quito, ha sido combinar la transferencia de la tecnología del SIG con la transferencia de las metodologías particulares del análisis de datos espacio-temporales. Se espera así no sólo facilitar la producción de una información confiable sobre los procesos que hacen cambiar al sistema urbano, sino también y sobre todo proporcionar los medios de revelar las interacciones de tales procesos.

BIBLIOGRAFIA

No se encontrará aquí una bibliografía sobre los aspectos teóricos y metodológicos del análisis del crecimiento urbano. Lo que se presenta en cambio es una breve recapitulación cronológica de los trabajos importantes realizados sobre el tema con la cooperación francesa.

GODARD, H.R., 1985 - *Quito, Guayaquil : Croissance urbaine et mécanismes d'évolution, de consolidation et d'intégration des quartiers populaires*, IFEA (Lima)/CIUDAD (Quito).

CEDIG, 1987 - *El espacio urbano en el Ecuador*, Geografía Básica del Ecuador, tomo III, IPGH, ORSTOM, IGM.

DUREAU, F., 1989 - *Quito, estadísticas de población y vivienda*, I. Municipio de Quito/ ORSTOM.

IGM, IPGH, ORSTOM, 1992 - *Atlas infográfico de Quito.*

Finalmente presentamos las referencias de publicaciones recientes (1992) del I. Municipio de Quito, relacionadas con el tema del crecimiento de Quito y que han sido elaboradas total o parcialmente con el SUIM:

- *Quito actual - fase 1 Asentamientos populares*
- *Estructura espacial metropolitana: temas y problemas críticos*
- *Atlas del Distrito Metropolitano de Quito*
- *Quito en Cifras*

UTILIZACION DE LA TELEDETECCION PARA UN SEGUIMIENTO DE LA OCUPACION DEL SUELO

Quito, ¿desarrollo o expansión?

Bernard Lortic (ORSTOM), María Augusta Custode (IMQ)

Para todo trabajo de planificación es necesario primeramente realizar un inventario que proporcione un conocimiento de los lugares lo más claro posible. Los datos contenidos en la base del SUIM (Sistema Urbano de Información Metropolitana) manejado por el SIG Savane, han permitido, entre otras cosas, elaborar un diagnóstico sobre la aglomeración.

En *Estructura Espacial Metropolitano* seria *Quito del futuro, fase 2* , editado en 1992 por la Dirección de Planificación del Municipio de Quito, se puede leer la comprobación principal: « La forma de ocupación extensiva ha trastocado el diseño de una ciudad lineal a una de carácter multiforme con tendencia de desarrollo semicircular. La ciudad busca su expresión a nivel de la región ». Con base en la constatación de un importante flujo migratorio hacia el distrito, se trataría de realizar el desarrollo armónico, apoyándose en algunos centros secundarios, de un semicírculo centrado en Quito, considerándose al semicírculo occidental más bien como una reserva ecológica.

Los datos que posibilitan el diagnóstico provienen esencialmente de los censos realizados en 1982 y 1990, cuya utilización para seguir los cambios del uso de suelo, es difícil como lo muestra E. Dupérier. Se podría pensar que la imagen permite una buena aprehensión, no de la población sino de las construcciones existentes, dato que es mal captado por los censos.

La utilización de las imágenes provenientes de satélites es posible desde hace más de 20 años gracias al lanzamiento, en 1972, del primer satélite Landsat. Este, equipado con un sensor multiespectral (MSS), transmitió imágenes de la superficie de la tierra con una resolución de 80 metros, pero ellas posibilitaban sólo estudios muy someros del medio urbano.

Es apenas en 1986 que las imágenes, más precisas, del satélite SPOT, pueden utilizarse realmente para estudiar los espacios urbanizados. Así, el Municipio, el CLIRSEN y la Fundación Natura desarrollaron un trabajo destinado a elaborar un mapa de la ocupación de los suelos del área metropolitana de Quito mediante foto-interpretación de las imágenes de ese año.

En 1992, la Dirección de Planificación del Distrito Metropolitano de Quito inició la utilización de las imágenes satelitarias, las mismas que serán integradas al SUIM. El programa de utilización de la teledetección aerospacial para un seguimiento de la ocupación del suelo en el Distrito Metropolitano de Quito, en colaboración con el ORSTOM, ambiciona desarrollar un método que podrá ser utilizado en el futuro para obtener rápidamente resultados sobre el cambio de uso de suelo.

Así, se puede conseguir una información cuantificada sobre el incremento de la construcción entre 1986 y 1990, y tal resultado puede obtenerse a nivel de cualquier entidad administrativa. Las superficies que fueron probablemente construidas entre junio de 1986 y septiembre de 1990 pueden ser representadas gráficamente por pixel de 10 metros, aunque es posible obtener ese resultado en términos de densidad del incremento de las construcciones por sector censal. El ejemplo muestra la potencia de este instrumento cuando es asociado a un sistema de información geográfica (SIG).

Antes de mostrar los diferentes modos de desarrollo de la construcción en la aglomeración quiteña, parece necesario describir rápidamente el método utilizado para integrar imágenes a un SIG y luego los tratamientos de imágenes que se pueden efectuar.

La integración de las imágenes a la base de datos: la rectificación geométrica

¿Cómo obtener un conjunto coherente de imágenes de diferentes fechas y provenientes de satélites distintos o de fotografías aéreas? Dicho conjunto debe poder ser manejado por un SIG de manera geográficamente exacta, sin tener que trasladar manualmente, como en el pasado, la información proveniente de una imagen a un mapa que se sitúa en otro referencial geográfico. Nuestro método comprende algunos aspectos nuevos que conviene detallar. Se pueden distinguir dos fases, cada una de las cuales obedece a imperativos particulares. La primera es la superposición de imágenes. Sabemos que una fotografía aérea y una imagen Spot no pueden sobreponerse directamente, pero lo mismo sucede con dos imágenes Spot tomadas en dos fechas distintas, pues rara vez habrán sido tomadas desde el mismo ángulo. Para acoplar las imágenes, utilizamos el método de búsqueda automática de puntos homólogos por correlación de imágenes. La segunda fase consiste en superponer correctamente las imágenes y la cartografía de referencia. Es más difícil, pues los dos tipos de documento son de diferente naturaleza, simbólica en el caso de la cartografía y demasiado « objetiva » en el caso de las imágenes. La superposición se efectuará en una red de puntos de control que se tomarán manualmente ya sea de los documentos estrictamente cartográficos o de las coordenadas geográficas proporcionados por el sistema GPS (*Global Positioning System*).

En las dos etapas, la rectificación consistirá en efectuar localmente una transformación lineal que incluya la rotación, la traslación y el cambio de escala. En cada zona, creada por los triángulos formados por los puntos homólogos, nos podemos contentar con semejante aproximación.

El manejo de las imágenes

Uno de los problemas de la utilización de las imágenes aerospaciales es el importante volumen de datos. Para adaptarnos mejor al equipo disponible actualmente, resolvimos trabajar por « pequeñas » zonas de 2.000 x 3.000 pixeles de 10 metros, lo que representa 20 x 30 km, es decir aproximadamente el tamaño de una hoja cartográfica del IGM. La manipulación de esas imágenes requiere una memoria viva (RAM) de apenas 16 Mb y el almacenamiento simultáneo de imágenes de diferentes fechas de que disponemos demanda una memoria muerta de 50 Mb. Luego de la integración a la base de datos, el sistema Savane efectúa las operaciones necesarias de "mosaico" que permiten trabajar en una ventana y con cualquier resolución. Esto permite trabajar, a condición sin embargo de que existan las imágenes. Esto constituye una limitación muy importante en la utilización de esta técnica. Por un lado, una imagen SPOT no cubre la totalidad del distrito, y por otra, la nubosidad no permite esperar más de una imagen utilizable cada dos años (A. Michel, 1988).

La superposición de dos imágenes de tono gris

¿Cómo se efectúa automáticamente la toma de los puntos homólogos para construir un modelo de adaptación a una imagen de referencia para cada una de las hojas del IGM ? Se puede buscar la posición de un punto de la imagen de referencia en la imagen a superponerse mediante el cálculo de un índice de similitud. Este se efectúa en una pequeña región, por ejemplo en un cuadrado de 10 pixeles por 10. Así, para un tamaño de imagen de 2.000 x 3.000 pixeles, se pueden ingresar 10.000 puntos homólogos en menos de una hora. El método es eficaz si las imágenes son similares, pero surgen ciertos problemas cuando las imágenes son muy diferentes una de otra, lo cual se puede producir en caso de cambio real en la ocupación del suelo, aunque también en caso

de rotación de cultivos por diferencia de estación o si existe una nube en una de las dos imágenes. Se recurre entonces a la toma del punto de apoyo por estimación visual, método bastante eficaz pero por supuesto sumamente largo. Mediante ese método, se tiene la posibilidad de superponer rápidamente cualquier imagen recién obtenida al corpus ya existente.

La superposición a la « referencia »

Para construir el modelo de adaptación a la cartografía de referencia, común a todas las imágenes, se buscan puntos identificables en el mapa y en la imagen, esencialmente intersecciones de vías. Parte de la cartografía es falsa, ya sea por la imprecisión del levantamiento o por errores de dibujo cartográfico, por falta de actualidad de la información como la representación de un eje vial en proyecto, que posteriormente es ejecutado de manera distinta. No siempre es fácil encontrar puntos que puedan localizarse con precisión al mismo tiempo en el mapa y en una imagen. Además, en nuestra base de datos no disponemos de toda la cartografía necesaria para efectuar ese trabajo. Por esta razón, en las partes no urbanizadas, se debe recurrir al único dato disponible: las curvas de nivel. Es evidente que en una imagen satelitaria no se puede ver una curva de nivel. Se debe entonces recurrir a un artificio para poder efectuar la identificación. Este consiste en crear, a partir de las curvas de nivel, una imagen de la superficie por iluminación de un sol artificial. Por supuesto, tal imagen no toma en cuenta las diferencias de reflectancia inducidas por el estado variable de la superficie del suelo, aunque tiene una semejanza suficiente con una imagen SPOT pancromática como para poder utilizarla correctamente. Se plantea entonces un método que puede ser iterativo. El elemento que se trata de salvaguardar no es tanto la imagen superpuesta como el modelo de deformación aplicable a la imagen, el mismo que siempre puede perfeccionarse. En primer término nos contentamos con una superposición a veces aproximada, por falta de datos, reservándonos la posibilidad de modificar más tarde el archivo que contiene los parámetros de transformación. Este trabajo de integración es denso y fastidioso. Vamos a ver sin embargo que la interpretación de imágenes superpuestas presenta considerables ventajas tanto por la interpretación como por la ayuda que pueden aportar los tratamientos numéricos.

El tratamiento de los datos imagen

¿Que se puede hacer con este conjunto de imágenes? Efectuar, por ejemplo, identificación del objeto en una reproducción en papel, clasificaciones que permiten obtener índices de porcentaje de construcción o comparaciones diacrónicas que posibilitan medir la evolución de la construcción.

La restitución de imágenes

Una manera tradicional de explotar las imágenes de teledetección consiste en su foto-interpretación. Nuestro método presenta la ventaja de proporcionar documentos en papel o transparentes que pueden superponerse directamente a la cartografía existente lo que se puede hacer en El CLIRSEN o el IGM.

La clasificación multiespectral

Un método bastante antiguo de explotación de los datos es la clasificación multiespectral. Cada « objeto » presenta una respuesta espectral particular. Si se representan en abcisas los valores de reflectancia del canal rojo de Spot y en ordenadas los valores del canal « infrarrojo », se obtiene un histograma bidimensional que describe el comportamiento espectral de

los objetos. Los métodos de división de este histograma son numerosos y se pueden integrar fácilmente más de 2 canales a la clasificación.

Desgraciadamente, la relación « objeto <--> « firma espectral » está lejos de ser biunívoca: primeramente, un objeto puede tener varias firmas espectrales; se podría hablar de colores si nos limitáramos siempre a la utilización de la luz visible — por ejemplo, el objeto « techo » tiene una firma espectral diferente según sea de teja o de zinc, de teja barnizada o natural; el verde de un bosque de eucaliptos de 10 años no es en absoluto el mismo que el de un bosque de árboles jóvenes —; en segundo lugar, el mismo « color » puede corresponder a « objetos » diferentes, el mismo gris podría corresponder a asfalto o a un techo de « eternit ».

La creación de un índice de densidad de la construcción

Creación de un índice de vegetación (IVN)

Las propiedades espectrales de la vegetación, baja reflectancia en el espectro visible y fuerte reflectancia en el infrarrojo, nos van a permitir crear un índice de vegetación por sustracción del valor de reflectancia en el visible del valor del infrarrojo. Tradicionalmente, se utiliza el índice de vegetación normalizado:

IVN: [1 + (infrarrojo - rojo / infrarrojo + rojo)] * 128

La obtención de ese índice es simple e inmediata, pero su utilización es menos simple .

Transformación del índice de vegetación en índice de densidad de la construcción

Se trata de obtener los parámetros de una ecuación que permita pasar de un índice de vegetación no necesariamente muy útil, a un índice de construcción no captado por el censo. Una muestra nos va a permitir efectuar la correlación entre el valor del índice de vegetación y el porcentaje de superficie construida.

Constitución de la muestra:

Los individuos cuya colección va a constituir la muestra deben ser los mismos en la imagen y en el terreno. *A priori*, se podría pensar que la muestra de la imagen puede estar constituida de una muestra de pixeles, pero cuando nos situamos a nivel del pixel de 10 metros de lado, un índice de densidad de construcción no tiene gran significación. Una densidad de construcción por hectárea (100 pixeles) podría utilizarse, pero en la práctica es difícil identificar el lugar exacto de los cien pixeles correspondientes. En el terreno, es más fácil efectuar una medida de la densidad de la construcción en la manzana.

¿Cómo podemos obtener una lista de manzanas que comprenda la densidad de construcción y el valor del índice de vegetación? Levantar en el terreno la densidad de construcción de un centenar de manzanas es un trabajo considerable y que puede presentar muchos errores. Nos parece más confiable utilizar fotografías aéreas de las que podemos disponer. Las fechas no corresponden exactamente, junio de 1986 en el caso de SPOT y noviembre de 1987 en el caso de la fotografía aérea, pero la nube de puntos formada será muy cercana a una recta de regresión utilizable.

Se constituye una muestra de manzanas levantando los números que las identifican en la base de datos. Observemos que vale más efectuar una selección espacial sistemática más que una selección sistemática en lista. Se obtiene entonces una lista de manzanas con su correspondiente

número de identificación INEC y la cartografía de esas manzanas. Luego es fácil atribuir un porcentaje de construcción a cada una de esas pequeñas zonas, fácilmente identificables en la fotografía aérea. El archivo así creado (clave de identificación de la manzana; porcentaje de construcción) puede ser integrado a la base de datos y es posible relacionar el porcentaje de construcción de la zona con el promedio del índice de vegetación normalizada de los pixeles de la misma. El resultado Y = % de construcción será luego extrapolado fácilmente a toda la imagen efectuando la operación Y = a * IVN + b.

Explicación de los residuos

¿Por qué no todos los puntos están en la recta de regresión? La distancia, a la que llamamos « residuo », entre los puntos y la recta se explica porque el fenómeno de la « ocupación por construcción » atraviesa por fases bien distintas: a menudo terreno baldío, luego obra construcción, luego construcción propiamente dicha, y finalmente ocupación de las construcciones con acondicionamiento del medio ambiente y por lo tanto plantación de césped, flores, árboles. El envejecimiento se traduce en un crecimiento de la vegetación más rápido en los barrios que disponen de medios financieros que les permiten cuidar de su entorno, ya sean residenciales o de servicios. Se pueden entonces distinguir los residuos positivos que corresponden a las obras de construcción y los residuos negativos que corresponden a edificaciones ya antiguas con un crecimiento importante de la vegetación.

Los tratamientos multi-fechas

El hecho de tener a nuestra disposición imágenes de Quito de fechas diferentes va a permitirnos utilizar dos tipos de fenómenos para explicar los residuos y mejorar entonces el modelo lineal anterior.

El primero es la súbita elevación de la reflectancia que traduce **un bajo porcentaje de la vegetación**. Este brusco cambio permite detectar obras de construcción con miras a realizar trabajos de acondicionamiento. Sin embargo ¿qué tipos de obras de construcción pueden existir?

Primeramente, la red vial, sea urbana o forestal o de acondicionamiento de zonas industriales como las construcciones de parques de estacionamiento. Luego, las construcciones, ya sea para vivienda o para uso industrial.

El segundo es la reducción de la reflectancia que a largo plazo traduce el envejecimiento de los materiales del techo o de las vías, pero que también puede reflejar **una evolución de la vegetación**. Así se pueden descubrir ciertos cambios de cultivos en el sistema de rotación, aunque también ciertas operaciones de reforestación.

Se ve sin embargo que la interpretación de los cambios no se realizará correctamente sino en función de la anterior utilización del suelo. Así, se puede mejorar el cálculo que transforma el índice de vegetación en índice de densidad de la construcción. Dijimos que el índice de construcción era inversamente proporcional al índice de vegetación, pero proporcional a la fecha de construcción. Se puede entonces imaginar una regresión múltiple:

$$y = -a*IVN + a' \text{ fecha} + b \text{ ó bien } y = -a * IVN + a' \text{ edad} + b$$

Para efectuar este tipo de tratamientos, tenemos que escoger la superficie unitaria en la cual se va a trabajar. ¿Se va a trabajar por pixel o por manzana? Está claro que se trata de captar la fecha de las obras de urbanización que no tienen significación sino por zonas. Hoy en día trabajamos en la elección entre un trabajo por pixel y un trabajo por manzana o lo que podría constituir una manzana.

Modos de desarrollo de la construcción

Aún no hemos efectuado la integración de las imágenes de toda la ciudad y menos aún de todo el distrito. Sin embargo, sin dar cifras precisas por manzana o parroquia, podemos constatar algunos hechos que habrá que precisar en Quito en su conjunto. ¿Qué se ha podido constatar en la imágenes, que pueda permitir mejorar el diagnóstico del distrito?

Quito es un modelo de ciudad de baja densidad

En cuanto a la densidad de construcción, los datos comparativos son aún difíciles de reunir, pero podemos realizar una comparación con datos de población. Incluso si los datos de densidad son siempre difíciles de manejar, se puede observar que Quito es una ciudad americana, es decir de baja densidad promedio por hectárea. Esta es de 58 hab/ha en las 19.176 ha de 1991, mientras que Bogotá, con 15.870 ha urbanizadas tiene una densidad de 251 hab/ha.

Esa baja densidad se ve muy bien en las imágenes. Bogotá presenta una transición mucho más clara entre la ciudad y el exterior agrícola, presentando al mismo tiempo superficies « verdes » internas mucho más importantes. En efecto, en muchos barrios, incluso centrales como los alrededores del parque de La Carolina, quedan grandes espacios por construir. El espacio intersticial en Quito parece representar una superficie considerable. El mismo fenómeno se constata al Norte en donde es aún más marcado en ciertos barrios de vocación industrial. Esto explica en parte la construcción tan importante que se puede constatar entre 1986 y 1990 en los barrios centro-Norte de Quito. La superficie recientemente construida es más importante en Quito mismo que en el exterior, a pesar de operaciones de urbanización como la de Carapungo.

¿Y la defensa del » cinturón verde »?

En los planes maestros de la ciudad (1980), se observa una gran zona de protección que rodea a la ciudad por todos los lados. Ese « cinturón verde » tiene pocas zonas forestales. Los mapas de ocupación del suelo o la imagen satelitaria nos muestra la exigüidad de la zona realmente forestal. En 1986, apenas el 10 % del « cinturón verde » está efectivamente ocupado por bosques.. Se debe señalar que estos estás compuestos esencialmente de eucaliptos. Se trata entonces de un bosque de rápida rotación que representa un capital a corto plazo.

El importante y continuo « apolillado » del « cinturón verde », que podría explicarse como si el acceso a los terrenos más próximos al centro fuera particularmente difícil, va a adquirir proporciones, en el sentido literal, sumamente importantes. Tal fenómeno no se debe probablemente sólo a la construcción de residencias de lujo en partes boscosas, sino también a « urbanizaciones » de baja calidad vendidas sin aducción de agua ni alcantarillado como Osorio o El Triunfo en San Carlos. La comparación, gracias al SUIM, de la zona considerada como « zona de protección ecológica » con los puntos de construcción, revela que los textos reglamentarios no han tenido consecuencias. Pero, ¿qué es el « cinturón verde » en la parte sur? ¡Esencialmente cultivos de maíz, de papa y pastos! Y algunas plantas de fréjol con flores rojas. El estudio de las imágenes satelitarias muestra que sin tener en cuenta el páramo, el bosque ocupaba, en 1986, el 10 % del « cinturón vede », pero que las destrucciones de 1986 a 1990, es decir en menos de 4 años, han afectado al 10 % de ese espacio forestal, y ello, sin que haya habido realmente un sitio privilegiado. La destrucción se ha operado más o menos en todo lado. Ha habido ciertamente algunas reforestaciones, pero estas se observan sobre todo al exterior de Quito, sobre todo en el valle.

La teledetección permite constatar un fenómeno muy particular que puede revelarse como el signo de una estrategia a largo plazo. Las grandes obras en zonas boscosas tienen en efecto el

aspecto de obras de urbanización, y luego se presencia un repunte forestal que, con eucaliptos, puede ser relativamente rápido.

¿Han sido todas las urbanizaciones bien logradas?

En particular en la parte sur de la ciudad o en el valle, se observa además un fenómeno un tanto diferente: superficies enteras están urbanizadas pero vacías. Las imágenes pueden permitir interrogarse sobre la política de urbanización o más precisamente sobre las operaciones de « vivienda » efectuadas por instituciones o particulares. Tomemos el ejemplo de la urbanización, fuera del Distrito Metropolitano. Se trata de una urbanización que puede pasar completamente desapercibida a los ojos.de un observador « de campo ». ¡Apenas se ven algunas vacas en un entorno muy campestre! Sin embargo, en 1983, más de 10 ha se acondicionaron, con vías, alcantarillado y electricidad. Pero este es un caso extremo, el lugar era muy lejano, en la prolongaciones de las extensiones prometedoras del valle. Ahora parece aún más lejano.

Esto se cierto igualmente en lugares mucho más cercanos como el barrio Mariana de Jesús o el triángulo « Palermo » entre la calle Emilio Uzcátegui y la avenida Vencedores de Pichincha un poco más al Sur. ¿Cómo considerar entonces el barrio de Las Cuadras y toda la operación municipal de Quitumbe, a no ser como reservas territoriales ?

Las construcciones sin urbanización

La extensión urbana no presenta nunca un frente continuo, particularmente en Quito. No es una ola, sino más bien manchas de humedad si se quiere emplear un término despectivo. No es una siembra o un enjambre, sino frecuentemente un lento desarrollo difuso de un hábitat que pasa a menudo insensiblemente de lo rural a lo urbano. Las imágenes muestran que la construcción no se efectúa, como se podría pensar, solamente en los terrenos equipados. En Quito, se constata prácticamente lo contrario. Ya sea en la parte sur de la planicie o sobre todo en el valle de Los Chillos, las imágenes muestran el importante número de casas individuales (estándar quiteño) que se construyen fuera de las urbanizaciones, a veces justo al lado.

Se constata una oposición entre el valle y la planicie. En el primero, numerosas urbanizaciones han sido programadas y realizadas parcialmente, y ello incluso muy al Sur de Sangolquí. Muchas no han sido realmente construidas. En la planicie, a la inversa, las operaciones de urbanización han sido menos numerosas pero la construcción más importante. Así, las imágenes muestran la « explosión » de los barrios situados al Oeste de San Fernando, al Sur de la avenida Vencedores de Pichincha. Este crecimiento era previsible desde 1986, como lo mostraba la diferencia entre las imágenes de junio y las de noviembre de 1986 (A. Michel). Desde entonces, el fenómeno se ha amplificado. Es sorprendente constatar que la nueva superficie construida es más importante fuera de las zonas urbanizadas que al interior de ellas. Todo se produce como si se hubiera previsto un movimiento migratorio en dirección del valle y como si se hubiera acondicionado el espacio en consecuencia. Las operaciones de urbanización no son el único testimonio de ello. La construcción de la autopista y luego de la Vía oriental y de la Nueva Oriental forman parte probablemente del mismo esquema. Tal movimiento no tuvo lugar en realidad.

La teledetección presenta limitaciones y ventajas

Para efectuar correctamente el estudio del desarrollo de la construcción en Quito, habría que poder tomar en cuenta la altura de la edificación. Si bien Quito es más bien una ciudad de villas, es cierto también que existen numerosos barrios compuestos de edificios de 3 ó 4 pisos. El *boom* inmobiliario constatado desde 1987 de la avenida Patria a la avenida Gaspar de

Villaroel corresponde a la construcción de edificios de 6 pisos y más. Pero la altura de construcción es un dato que no se puede aprehender correcta y rápidamente a través de las imágenes Spot. Sigue siendo sumamente difícil obtener por ese medio una buena imagen de la densificación vertical.

Las imágenes constituyen sin embargo una información básica muy valiosa por no haber sido interpretadas. En efecto, ¿cómo actualizar el mapa de ocupación de los suelos de 1986 de la base de datos del SUIM? En esta última, la construcción es considerada de tres maneras: urbana consolidada, urbana no consolidada y agricultura con viviendas. Si bien parece natural hacer tal distinción, se observa que puede ser difícil elaborar el mismo mapa para 1990 y luego para 1994. ¿Cuándo se pasa de un estado al otro? Todo estudio dinámico debe poder efectuarse con base en los mismo criterios y eso es sumamente difícil de lograr.

Incluso en el caso de un problema aparentemente simple como el del límite urbano, los criterios a adoptarse pueden ser muy difíciles de determinar. Pero es probablemente aún más difícil realizar el mismo trabajo a 4 años de intervalo.

El hecho de disponer de datos antiguos permite rebasar un tanto este problema y establecer un mapa de crecimiento antes que otro mapa estático, cuya comparación con el anterior sería difícil. Las imágenes deberían permitir la modelización del crecimiento urbano. Parece posible integrar, para cada barrio, la velocidad de llenado y por lo tanto la fecha en la que se alcanzará la densidad máxima, de manera que se puedan reforzar los cálculos que E. Dupérier ha podido efectuar sobre la población.

Conclusión

La planificación urbana en Quito está confrontada a un dilema. Se debe incrementar la capacidad de acogida de la ciudad mediante un crecimiento de la superficie ocupada, lo cual encarece el costo de las infraestructuras, o se debe concentrar la ocupación cerca del centro, lo cual puede acarrear un aumento de los riesgos?

El Municipio parece haberse inclinado más bien hacia la primera solución pensando en el desarrollo de Quito hacia el valle, pero los hechos parecen mostrar actualmente más bien un crecimiento en la planicie. La parte del presupuesto municipal para un seguimiento de la utilización del suelo en el Distrito es mínimo. Se puede pensar que para el uso de la planificación, la serie de imágenes satelitarias forman un conjunto coherente y fácilmente explotable, sirviendo las fotografías aéreas sobre todo para el manejo de los proyectos municipales.

Siete años de cooperación interinstitucional ORSTOM-CEDIME

Roberto Roggiero (CEDIME), Claude de Miras (ORSTOM)

El Centro de Investigación de los Movimientos Sociales del Ecuador — CEDIME —, entidad no-gubernamental sin fines de lucro, viene desarrollando desde finales de 1987, conjuntamente con el *Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération* — ORSTOM —, un amplio programa de investigación sobre las pequeñas actividades económicas en el medio urbano en el Ecuador.

La cooperación ORSTOM-CEDIME alcanza, de este modo, casi 7 años de actividad, lo que significa aproximadamente un séptimo de la vida del ORSTOM, alrededor de un tercio de su presencia en el Ecuador, y la mitad de la existencia institucional del CEDIME. Esta sostenida cooperación ha tenido, entre otras, las siguientes características y resultados:

Características generales de la cooperación interinstitucional ORSTOM—CEDIME

- *Norte-Sur*

  Entendemos la cooperación ORSTOM-CEDIME como inscrita en el ánimo de la cooperación internacional que propende a un desarrollo mundial equilibrado entre los países desarrollados y los países pobres, cuya segmentación histórica ha estado dada por la ubicación geográfica Norte-Sur. Este hecho toma mayor relevancia en un momento posterior a la llamada « guerra fría » en el cual los esfuerzos de la humanidad se dirigen hacia la consolidación de la paz mundial.

- *Binacional*

  Dentro de ese contexto, la cooperación ORSTOM-CEDIME forma parte de la cooperación binacional ecuatoriano-francesa, de antiguos y fecundos antecedentes en diferentes campos de la ciencia.

- *Inter-institucional pública francesa-ONG ecuatoriana*

  Como un hecho poco común esta cooperación se desarrolla entre una entidad francesa de carácter público — como es el ORSTOM — y una Organización No Gubernamental ecuatoriana — el CEDIME —, constituyéndose en un antecedente que amplía las perspectivas y modalidades de la cooperación internacional. A este esfuerzo de cooperación interinstitucional se han sumado otras entidades de carácter público, académico y no gubernamental.

- *Científica*

  El ámbito de las acciones conjuntas CEDIME-ORSTOM es el de las ciencias sociales y más precisamente, a nivel urbano, el campo del análisis socioeconómico del sector informal. La tradición académica y científica francesa en este campo nutre y participa en la formación de recursos humanos locales.

- *Humana*

Esta, como toda cooperación interinstitucional, se establece y concreta a través de personas. Por lo tanto no podemos dejar de lado la dimensión humana y de amistad que vincula a nuestras instituciones. La experiencia específica ORSTOM-CEDIME ha permitido evidenciar el carácter solidario, respetuoso y altamente calificado de esta cooperación.

Acciones específicas desarrolladas por la Cooperación ORSTOM—CEDIME

La Cooperación ORSTOM-CEDIME se ha concretado a través del desarrollo de un programa conjunto de investigación sobre las pequeñas actividades económicas en el medio urbano en el Ecuador, el mismo que se ha ejecutado en fases sucesivas y complementarias, tendientes a cubrir progresivamente el conocimiento sobre ciertos aspectos relacionados con las características y la dinámica del sector informal urbano.

La primera fase, 1988-1989, consistió en la identificación, compilación, sistematización y análisis de la mayor parte de estudios y reflexiones que se han realizado sobre el tema del sector informal, desde hace aproximadamente veinte y cinco años.

Frutos de esa primera fase son tres publicaciones, dos de carácter analítico —*Había una vez... pequeñas actividades en la urbe* (CEDIME-ORSTOM-Editorial El Conejo, Quito, 1991) y *El sector informal bajo sospecha* (CEDIME-ORSTOM-ILDIS, Quito, 1992) — y una tercera de carácter bibliográfico — *Bibliografía comentada sobre el sector informal urbano* (CEDIME-ORSTOM-ILDIS, Quito, 1992).

Una segunda fase, de carácter empírico, se desarrolló de 1990 a 1992, mediante la realización de una encuesta a un universo previamente seleccionado de pequenas actividades presentes en ciertos tramos de ejes viales de la ciudad de Quito. Esta fase exigió el diseño de una metodología específica, ante la inexistencia de un censo o registro previo de dichas actividades.

La realización de estas primeras dos fases contó con un apoyo adicional del Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas — CONUEP —, a través del Instituto de Investigaciones Económicas (IIE) de la Universidad Central del Ecuador.

Dados los primeros e interesantes resultados que lograba el proyecto de investigación, en 1992 el Programa Regional de Empleo para América Latina y el Caribe — PREALC —, solicitó al CEDIME que, en colaboración con el ORSTOM, efectúe un estudio sobre el marco institucional para el funcionamiento de la microempresa en el Ecuador, investigación que se llevó a cabo en las ciudades de Quito, Ambato y Cuenca.

Sobre los dos estudios anteriores se dispone de sendos informes de investigación.

Como un aspecto a la vez nuevo y complementario con relación a las acciones anteriores, se diseñó una tercera fase, en ejecución desde 1993, consistente en un estudio sobre la concentración de actividades económicas y la gobernabilidad municipal en el Centro Histórico de Quito.

Para la realización de este estudio, el CEDIME suscribió, a inicios de 1993, un convenio con el I. Municipio de Quito, con el objeto de que la información recolectada en la investigación nutra la base de datos sobre la ciudad manejada por Sistema Urbano de Información (SUI). La activa e importante participación del ORSTOM estaba por supuesto contemplada en dicho Convenio.

Los resultados de esa investigación permitirán tener una visión bastante completa de la configuración socioeconómica del Centro Histórico, y de las políticas municipales que intentan administrar esa zona de la ciudad. El telón de fondo es la posibilidad (y necesidad) de arribar a formas de adopción de políticas concertadas, que tengan en cuenta al conjunto de actores

sociales e institucionales allí presentes. Como una contribución y una herramienta para tal proceso, el I. Municipio de Quito podrá disponer de información actualizada sobre las actividades económicas ubicadas en ese sector de la ciudad.

Para el desarrollo de esta fase, que se extenderá hasta mediados de 1995, se ha contado con la entusiasta y valiosa participación de estudiantes de la Facultad de Economía de la Universidad Central del Ecuador y del Departamento de Sociología de la Universidad Católica, como parte de acciones de capacitación en investigación.

Finalmente, a modo de un balance sintético de los resultados de la cooperación CEDIME-ORSTOM, se pueden señalar los siguientes:

- constitución de fondos bibliográficos especializados y sistematizados, uno sobre el sector informal urbano y otro sobre aspectos socioeconómicos del Centro Histórico de Quito;
- aportes teóricos, analíticos y empíricos para la comprensión del sector informal urbano en el Ecuador;
- aportes e innovaciones metodológicas para la investigación sobre pequeñas actividades económicas en contextos urbanos;
- calificación y apoyo a la capacitación de recursos humanos locales, tanto institucionales — CEDIME —, como universitarios;
- apoyo a la constitución en el CEDIME de un área de análisis sobre temáticas socioeconómicas urbanas;
- apoyo a la cooperación e intercambio interinstitucional a nivel local.
- aporte en información socioeconómica al SUI del I. Municipio de Quito.

Al esfuerzo de cooperación ORSTOM-CEDIME se han sumado, de manera directa o indirecta, otras voluntades institucionales, a las cuales extendemos nuestro reconocimiento:

- el Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas (CONUEP),
- la Facultad de Economía y el Instituto de Investigaciones Económicas, de la Universidad Central del Ecuador,
- el Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales (ILDIS),
- la Editorial El Conejo,
- el Programa Regional de Empleo para América Latina y el Caribe (PREALC),
- el Instituto de Investigaciones Sociales (IDIS) de la Universidad de Cuenca,
- la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica de Ambato.
- la Dirección de Planificación del I. Municipio Metropolitano de Quito, con su Departamento de Centro Histórico y el Sistema Urbano de Información,
- la Coordinación de Investigaciones de la Universidad Central del Ecuador,
- el Departamento de Sociología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Las pequeñas actividades urbanas en el Ecuador[1]

Claude de Miras (ORSTOM), Roberto Roggiero (CEDIME)

Cabe recalcar que, al inicio, el estudio de las pequeñas actividades urbanas en el decenio de los setentas en Africa francoparlante (Senegal, Costa de Marfil, Togo) fue una iniciativa de los geógrafos. Obviamente, ellos privilegiaron un enfoque espacial de ubicación y de concentración de dichas actividades en las urbes metropolitanas (Dakar, Abidjan, Lomé), pero aludiendo al papel económico de este conjunto mercantil, desde la integración de los migrantes hasta la creación de ingresos de sobrevivencia de los estratos populares urbanos. Paralelamente, en Africa angloparlante (Ghana), un inglés, Keith Hart, propuso en 1971 la terminología del "sector informal" para abarcar justamente esas formas específicas de mantenimiento de la fuerza laboral y de equilibrio del mercado de trabajo urbano. Posteriormente, esa noción fue adoptada por la OIT y utilizada por primera vez en un estudio de referencia realizado en el Kenya en 1976 (el célebre "Informe Kenya"). El liderazgo sobre el tema del "sector informal" escapó a los geógrafos y fue asumido por los economistas. Sin embargo, parece que ahora se está produciendo un fenómeno similar: la problemática de la informalidad no se halla solamente en el campo de la micro-economía ni tampoco en el de la macro-economía. La ampliación de esta noción alcanza también a la ciencia política, la sociología y por supuesto la geografía. Así, puede ser interesante considerar la larga trayectoria de los estudios sobre las pequeñas actividades, iniciados por la geografía, su adopción por parte de la ciencia económica durante casi veinte años y ahora la perspectiva de una nueva apertura analítica hacia otros campos científicos, destacando la contribución de los geógrafos en esta problemática.

No obstante, el tema de las pequeñas actividades nos remite también a un conjunto económico concreto, compuesto de unidades productivas, comerciales o de servicios, con una capacidad de ingreso limitada y un cumplimiento específico de los requerimientos legales sean estos laborales o tributarios (de ahí, la noción de informalidad).

Quisiéramos presentar aquí:

- por un lado, la evolución reciente de un segmento económico de la informalidad a través del empleo en **las pequeñas actividades urbanas en el Ecuador**;
- por otro, la evolución de **las teorías relativas a este conjunto económico**;
- finalmente, una revisión de **las hipótesis que se pueden formular en cuanto a los nuevos enfoques** que se vislumbran sobre la temática de la informalidad en las ciencias sociales.

I. La evolución reciente del empleo en las pequeñas actividades en el Ecuador

Primeramente, recordaremos algunos datos macro-económicos a nivel del continente: entre 1950 y 1980, en América Latina; la dinámica general del mercado laboral se caracteriza por tres rasgos:

---

1 Ponencia presentada en las Jornadas Geográficas organizadas por el Colegio de Geógrafos del Ecuador, 10-11 de febrero de 1994, Quito.

- una orientación hacia el medio urbano (la población económicamente activa urbana se incrementa del 45 % al 68 % de la población económicamente activa total;

- un crecimiento del empleo formal (4 % en promedio anual para todo el continente) aunque también informal;

- una disminución parcial de la pobreza en el medio urbano (50 % de los hogares son definidos como pobres en 1960 y 35 % en 1980).

Sin embargo, a partir de 1980, la crisis mundial y las políticas de ajuste se combinan para cambiar esta orientación positiva.

En el caso del Ecuador, el PIB creció en promedio, entre 1980 y 1991, a un ritmo (2,75 %) apenas superior a la tasa de crecimiento poblacional, es decir que en ese decenio, la riqueza por habitante aumentó en promedio en un 0,15 % por año.

En cuanto a la evolución del salario mínimo vital en el Ecuador, la caída fue impresionante: del nivel 100 en 1980 a 29,3 en 1991.

Obviamente, este estancamiento de la economía nacional va a tener su efecto en el mercado laboral.

Si consideramos la principal fuente de información que constituye, al respecto, la Encuesta Permanente de Hogares del INEM, podemos precisar el impacto de la estanflación en el mercado laboral y el sector informal.

Crecimiento del sector informal en el empleo urbano

Entre 1988 y 1991, en el medio urbano, el peso de la PEA en la población total aumenta notablemente (del 39 % al 44 %), lo que se explica principalmente por el crecimiento del número de individuos que buscan un empleo.

	1988	1991	crec. anual
Población urbana total	5.666.396	6.397.095	4,1%
Población urbana activa	2.222.747	2.799.461	8,0%
Ocupada	2.067.398	2.562.427	7,4%
En busca de empleo	155.349	237.034	15,1%

La evolución de la población activa urbana entre 1988 y 1991 es el resultado de dinámicas opuestas:

- baja relativa del empleo efectivo (ocupados) en el sector moderno, con una tasa de crecimiento promedio del 3,8 % anual promedio;
- alza relativa de los desocupados (15,1 %) y del sector informal (9,8 %)[2] .

[2] Según el INEM, la definición del Sector Informal es la siguiente: Ocupados por cuenta propia y patronos con establecimientos de hasta 5 trabajadores, excepto quienes desarrollan actividades de nivel profesional o técnico, entendiéndose por nivel profesional o técnico a personas comprendidas en el grupo (0) de la clasificación Internacional Uniforme de Ocupaciones (CIUO), y trabajadores familiares no remunerados.

Cabe destacar que, entre 1988 y 1991, mientras los ocupados del sector moderno pasan de 43,5 % de la PEA urbana al 38,6 %, los ocupados del sector informal suben del 38,5 % al 40,5 %. Es decir que desde 1991, los ocupados del sector informal son más numerosos que los del sector moderno.

Comparación Costa/Sierra

	Sierra		Costa	
	1988	1991	1988	1991
Estructura de la PEA				
Desocupados en busca de empleo	7,4%	8,3%	6,7%	8,7%
Ocupados en el SM	46,5%	42,6%	41,2%	35,5%
Ocupados en el SI	36,5%	39,9%	40,2%	41,1%
Ocupados en el SA y SD	9,6%	9,2%	11,9%	14,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

En la Costa, el incremento de la tasa de desempleo fue mayor (+2 % frente a +0,9 % en la Sierra), lo que se debe seguramente a una baja más significativa del empleo en el sector moderno (-5,7 % en la Costa frente a -3,9 % en la Sierra) y a una capacidad de absorción menor del sector informal (+0,9 % en la Costa frente al 3,4 % en la Sierra).

Entre 1988 y 1991, el flujo adicional de trabajo proviene mayoritariamente de las mujeres (52 %, mientras que representaban solamente el 36 % de la población activa urbana).

Ahora, una distinción por región y por sexo nos da la siguiente contribución:

Hombres en la Costa	27 %
Mujeres en la Sierra	26 %
Mujeres en la Costa	25 %
Hombres en la Sierra	21 %

Nota: El total no alcanza el 100 % ya que el Oriente no consta en esta repartición.

En cuanto a los sectores de incorporación de este flujo de trabajo entre 1988 y 1991, la situación es la siguiente:

Sector Moderno	20 %
Sector Informal	48 %

A su vez, las incorporaciones en el sector informal se descomponen así:

Hombres en la Costa	14 %
Mujeres en la Sierra	13 %
Hombres en la Sierra	12 %
Mujeres de la Costa	9 %
Total	48 %

La Sierra contribuye en un 25 % al flujo de trabajo que se incorpora al sector informal, mientras que en el caso de la Costa, tal cifra es del 23 %.

En cuanto a la repartición por rama de actividad dentro del sector informal, se observa un peso creciente de la actividad comercial:

	1988	1991
Manufactura	22%	21%
Construcción	10%	9%
Comercio	49%	53%
Servicios	19%	17%

Las categorías de ocupación cambiaron poco entre 1988 y 1991 pero en un sentido de desagregación (menos patronos y más trabajadores familiares no remunerados y cuentapropistas):

	1988	1991
Cuentapropistas	53%	54%
Asalariados	25%	25%
Patronos	13%	9%
Trabajadores fam. no remuneradores	9%	12%

Así, paralelamente a las medidas de ajuste, se observa, entre 1988 y 1991, un crecimiento tal del sector informal que su peso absoluto en términos de empleos se torna más importante que el del sector moderno. Esta extensión del SIU fue un tanto más activa en la Sierra (51 %) que en la Costa (48 %). La contribución femenina fue del 46 % mientras la de los hombres alcanzó el 54 %. Sin embargo, la estructura de la edad, de las categorías de ocupación o del ingreso no se modificaron substancialmente. El peso de la actividad comercial aumentó, pues dos de tres entradas en el sector informal se produjeron en esa rama.

Cabe señalar que ni la Encuesta Permanente de Hogares del INEM ni el censo del INEC consideran el cumplimiento de los requisitos institucionales (laborales y tributarios). Así, es imposible establecer una evolución de la informalidad definida ahora como el nivel de legalidad.

Sin embargo, de una encuesta realizamos para el PREALC, se desprende que:

- el tamaño de las unidades económicas tiene que ver con el nivel de cumplimiento de los requisitos institucionales;
- los requisitos laborales presentan un nivel de cumplimiento menor que los tributarios;
- el enfoque de un sector compuesto de unidades situadas totalmente al margen de la Ley y de otro sector totalmente sometido a ella no tiene mucho fundamento; lo que se constata es más un continuum que va de un nivel de cumplimiento muy bajo a un nivel casi completo o incluso completo; además, según el tipo de requisito institucional considerado, se obtiene un conjunto de unidades económicas diferentes;

- entre las pequeñas actividades urbanas, la informalidad es más una respuesta a una posición del Estado y de su administración, que el resultado de una evasión de los requisitos institucionales.

Así, tenemos una idea más precisa de la evolución reciente de este conjunto de unidades económicas, pero cabe también revisar la evolución paralela de las teorías y sus perspectivas.

II. Evolución y perspectivas de las teorías sobre el tema de las pequeñas actividades

Cabe destacar en primer lugar que el tema relativo a las pequeñas actividades no tuvo exactamente la misma trayectoria a nivel mundial, aunque la problemática general a largo plazo es fundamentalmente idéntica en todas partes.

Si bien en el caso de Francia, la geografía africanista inició los estudios sobre las pequeñas actividades urbanas, a partir del decenio de los setentas fue la economía la que adoptó el tema, primeramente a nivel universitario y luego bajo el impulso de las grandes instituciones internacionales.

Se debe precisar que, por lo menos en el Africa, esta nueva inquietud surgió en el campo del desarrollo, en razón del fracaso del modelo de industrialización que debía permitir la creación de puestos de trabajo asalariados y incorporar poco a poco las formas laborales — tradicionales en unos casos, precapitalistas en otros, lo que no ocurrió. Apareció un excedente estructural de fuerza de trabajo con un carácter permanente, creciente y urbano, dadas las migraciones campo-ciudad y una alta tasa demográfica.

A partir de ahí, se consideró que la dinámica de la industrialización no iba a permitir una proletarización completa y definitiva. Valía más bien analizar las otras formas de incorporación al mercado laboral como categorías propias de la economía del desarrollo.

Surgió así la preocupación de la medición de estas actividades en el mercado laboral urbano y también un enfoque evolucionista que consideraba que, tarde o temprano, esas actividades iban a incorporarse al "sector moderno" y registrado de la economía. Con este supuesto evolucionista, el Estado en general, bajo el asesoramiento de instituciones internacionales (BID, Banco Mundial, ONUDI, PNUD, etc.), desarrolló varios programas de apoyo a la micro-empresa — sobre todo productiva — para transformar esas actividades de pequeña escala en empresas modernas. En general, se puede afirmar que esta visión evolucionista no se concretó, pero siguió vigente la perspectiva cuantitativa y estadística de medición de la contribución del "sector informal" en términos de empleos y del valor agregado a las economías nacionales.

A nivel del Ecuador, como eco de los análisis de Nun (1969) y luego de Quijano (1971), aparece en 1969 la primera referencia a la noción de **marginalidad** (*Ecuador, Bases para una estrategia de desarrollo,* JUNAPLA/ILPES). Este enfoque en términos de marginalidad, fue también considerado por Oswaldo Hurtado en 1973 (*Dos mundos superpuestos: ensayo de diagnóstico de la realidad ecuatoriana,* INEFOS-INEDES, Quito).

Al final del decenio de los setentas y al inicio del siguiente, aparecerá una nueva terminología, la del **sector informal.**

La primera referencia encontrada consta en un texto del CONADE de 1980 (*Plan Nacional de Desarrollo 1980-1984*, Quito) y también en un estudio del CEPLAES de 1981 (Los grupos pobres, una primera aproximación, CEPLAES, Quito).

Luego ella va a generalizarse a través de los trabajos de Gilda Farell, María Mercedes Placencia, Carlos Maldonado, Pérez Sáinz con diferentes matices, unos totalmente sumergidos en la temática del "sector informal" otros críticos a pesar del uso de la terminología.

Si bien en un primer momento, a fines de los años setentas, es la temática del sector informal la que se acerca a los teóricos, luego, aproximadamente a partir del año 1983, serán ellos los que entrarán de lleno en la temática del sector informal vinculándose con las preocupaciones de las organizaciones internacionales. Esta convergencia se explica por la experiencia acumulada por los especialistas ecuatorianos de las ciencias sociales en el campo de la sociedad urbana a través de numerosos estudios, y por las perspectivas de financiamiento otorgadas por esas mismas organizaciones internacionales.

Un comentario adicional para anotar que, durante el decenio de los 80, una de la virtudes de la temática — o por lo menos de la terminología — del sector informal ha sido su adecuada elasticidad para desarrollar una función de aglutinación de todos los análisis, ya sea de corte marxista o que hagan referencia la marginalidad, u orientados hacia la reflexión teórica o la operacionalidad. Sin ser un concepto claro, vale destacar el éxito obvio de la noción de sector informal. Más allá de la comodidad que esta noción presenta al abarcar un conjunto muy heterogéneo de actividades urbanas de pequeña escala, su éxito radicaba en dos supuestos fundamentales: la reincorporación de la economía de la pobreza al enfoque desarrollista y el papel activo del Estado al respecto.

La última tesis con respecto al sector informal fue la de Hernando De Soto (*El otro sendero, 1986*), quien explicó el surgimiento de la informalidad por el costo de las trabas burocráticas impuestas por la administración pública. Si bien es innegable que parte de la informalidad se explica por el peso de la burocracia, la problemática burocrática no va a agotar la de la informalidad: la pobreza, la demografía, la forma de industrialización son también explicaciones fundamentales.

Se puede considerar que la tesis de H. De Soto fue la expresión de un cambio de suma importancia en cuanto a la posición del discurso estatal frente al sector informal y a las pequeñas actividades urbanas. Con esta tesis terminó la visión intervencionista y voluntarista del Estado en este campo del desarrollo. La generalización del neoliberalismo y la menor intervención del Estado, las políticas de ajuste y sus efectos recesivos en la capacidad presupuestaria pública y los resultados discutibles de las políticas de apoyo a la micro-empresa indujeron un estancamiento de la problemática estatal del sector informal. A nivel del Ecuador, se observa el notable debilitamiento de los programas de apoyo a la micro-empresa (CONAUPE, UNEPROM), y de una manera general la desaparición de toda referencia a la promoción del sector informal.

Lo paradójico es que la extensión de las pequeñas actividades urbanas, agudizada por las políticas de ajuste de 1988 y 1992, corresponde a un abandono del enfoque voluntarista acerca del sector informal. La única preocupación que se mantiene a nivel estatal es la de la medición estadística de este conjunto económico, realizada por el INEM.

III. Hipótesis sobre las perspectivas de análisis de la informalidad

Más allá de la nueva posición del Estado frente a este sector informal, es obvio que la extensión de las pequeñas actividades urbanas, bajo la influencia de las políticas de

ajuste, está generando una nueva problemática social y, en consecuencia, nuevos enfoques analíticos que se podrían caracterizar por los siguientes aspecto:

- Más que el Estado, al parecer son ahora las instancias municipales o regionales las que tienen que enfrentar la realidad del sector informal. Mientras que a nivel macroeconómico, ese sector es totalmente funcional para alcanzar una forma de equilibrio del mercado laboral, a nivel local de un municipio o de una región, surge un problema de manejo y de **gobernabilidad** de ese conjunto económico creciente. La multiplicación de micro-actividades urbanas, ya sea en un barrio específico como el Centro Histórico de Quito o la Bahía de Guayaquil, o la extensión de actividades informales no agrícolas al medio rural (cómo la minería informal o la colonización de las islas Galápagos) no son necesariamente compatibles con metas del desarrollo municipal o regional.

- La problemática de la informalidad va ahora mucho más allá del perímetro urbano ya que al parecer la ciudad no tiene la capacidad de absorber toda la mano de obra sobrante. A partir de allí surge una tendencia a la generalización del fenómeno informal, tanto urbano como rural. Obviamente, esta hipótesis merecería una investigación para cuantificar la reorientación o la modificación de los flujos migratorios de la mano de obra.

- La problemática del sector informal se aleja de una aproximación micro-económica para aparecer ahora como un **fenómeno social total**, resultado combinado del subdesarrollo y de las políticas de ajuste, que afecta al medio tanto urbano como rural, que cuestiona la capacidad de manejo público y que mantiene un equilibrio global de la reproducción social.

- La informalidad, como estrategia de subsistencia, se caracteriza por un **alto costo ecológico**. Al parecer, ahora la pobreza no tiene otra alternativa para alcanzar un nivel de subsistencia, que el saqueo de la naturaleza (bosques, minas, canteras, zonas protegidas, fauna, etc.). Así, el costo social del ajuste se transforma, en parte, en un costo ecológico. De la misma forma, la concentración de actividades callejeras en la urbe produce una densificación mercantil que afecta el equilibrio ambiental (contaminación, higiene, daños arquitectónicos, como es el caso en el Centro Histórico de Quito).

A pesar de este nuevo contexto social, los cientistas están abandonando el tema del sector informal ya que el problema del funcionamiento micro-económico de esa pequeñas actividades parece estar ya agotado, la ayuda a la micro-empresa constituye una vía costosa y sin salida, y la extensión espontánea de ese sector como respuesta a la crisis no deja esperar un cambio significativo en la transformación positiva de ese sector informal. Lo único que se mantiene es la medición estadística del mismo en términos de empleo (o a veces de valor agregado). Obviamente, la disminución de las fuentes de financiamiento internacional sobre el tema también va a explicar el casi abandono de este tema.

Así, observamos una contradicción entre el menor interés por el tema a nivel de la ciencia social en general y una extensión de la informalidad en los procesos sociales concretos. Esta paradoja se refuerza si se consideran también las nuevas hipótesis que se pueden formular sobre las interrelaciones entre informalidad, pobreza, gobernabilidad y medio ambiente. Surge aquí un nueva perspectiva de investigación con respecto a la informalidad, que necesita la participación de todas las ciencias sociales.

Migración y turismo en el archipiélago de Galápagos

Claude de Miras

En la mente colectiva, a nivel nacional e internacional, la visión de un santuario único, natural y científico, sigue estando estrechamente asociada a la imagen de las islas Galápagos. Sin embargo, desde hace aproximadamente veinte años, la diferencia entre esa noción preconcebida y la evolución real del lugar, habitado por más de 10.000 colonos y visitado anualmente por miles de turistas, se vuelve preocupante.

Más allá de su reciente evolución, ¿es posible aún introducirlas nuevamente, de manera durable y equilibrada, en la triple dinámica que une conservación del medio ambiente, antropización y turismo? ¿O están deslizándose irremediablemente del estado de santuario ecológico hacia una densificación de la ocupación humana, una valorización económica sistemática fundada en una presión turística creciente y, consecuentemente, hacia la dilapidación del capital natural sobre el que se apoya?

Después de muchos años dedicados esencialmente al estudio de la vida animal y vegetal de las Galápagos, la Fundación Charles Darwin ha considerado que la colonización humana, su nivel y su fuerte crecimiento[1] constituyen una nueva problemática de la conservación de ese patrimonio único. La presión que tal poblamiento ejerce de manera a menudo anárquica en el medio ambiente, sus prácticas depredadoras, la introducción concomitante de especies animales y vegetales del continente, las aguas servidas no procesadas, son otras tantas dimensiones de una colonización cuyo efecto devastador en el medio natural del Parque Nacional Galápagos se presiente.

Ese poblamiento, reciente y creciente, es alimentado por una migración continua y definitiva desde el continente, pero tal transferencia de población no es totalmente independiente de la otra migración que representa el flujo turístico nacional e internacional que en 1993 alcanza 46.000 visitantes (mientras que eran apenas 7.500 en 1974).

Este contexto incierto condujo a la Fundación Charles Darwin a proponer al ORSTOM una colaboración para estudiar el conjunto de la problemática del desarrollo humano del archipiélago, partiendo de la doble dinámica migratoria, turística y de colonización.

Ese programa — de dos años de duración — se inició efectivamente a principios de 1993 y se ha desarrollado según varios ejes de investigación:

- un estudio en una muestra de 200 hogares, estratificada según su localización en las diferentes islas (Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela y Floreana) y su situación en zona urbana o rural, tomando como universo de referencia el censo del INEC de noviembre de 1990; el objetivo es caracterizar y diferenciar a la población de las Galápagos desde un punto de vista demográfico, migratorio, económico y sociológico; este estudio es realizado por Christophe Grenier en el marco de su tesis de doctorado en Geografía (La Sorbona, París);

- un censo exhaustivo de todos los establecimientos económicos urbanos privados de Puerto Ayora, Puerto Baquerizo y Puerto Villamil; la meta de este tipo de conteo, más allá de la caracterización del tejido económico urbano, es proporcionar una fotografía capaz de ser actualizada en el futuro, radicando el interés en la posibilidad de efectuar un seguimiento de la dinámica económica local, teniendo, como telón de fondo, la categoría de sitio protegido de las Galápagos;

- un inventario y un análisis de las comunidades de pescadores, de su perfil profesional y de las características sociales y económicas de esa actividad; este estudio es realizado por

[1] 6 % de incremento anual promedio desde 1974, es decir más del doble de la tasa nacional.

Marco Andrade en el marco de una tesis de antropología en la Universidad Católica de Quito, cuya realización está financiada por un subsidio de investigación del ORSTOM;

- un seguimiento sistemático del flujo turístico (perfil, gastos, apreciación); las informaciones son recogidas en el aeropuerto de Baltra, al momento de la salida de los turistas; el período de observación cubre los doce meses comprendidos entre abril de 1993 y marzo de 1994; se han realizado aproximadamente 1.300 encuestas;

- un estudio del circuito comercial de las agencias de viajes y de los operadores turísticos instalados en Quito; tal investigación, en la que se privilegió el destino Galápagos fue efectuada en el marco de una tesina de DESS (diploma de estudios superiores especializados) en economía (opción análisis de proyectos) de la Universidad de Rennes;

- un estudio de impacto del ingreso de los grandes barcos de crucero a las islas; este componente del programa no estaba previsto inicialmente pero la actualidad y la urgencia de tal análisis hicieron que, en 1993, se estudie el caso del Sagafjord, y en 1994, el del Vistafjord y del Mermoz fueron objeto de un estudio detallado solicitado por la FCD y el INEFAN.

Estos trabajos se caracterizan por varios rasgos que contribuyen a la elaboración de un diagnóstico sin duda innovador:

- el estudio de una gran diversidad de temas, necesario dada la falta de información detallada y de síntesis en el campo social en lo que respecta a las islas Galápagos; además, la elaboración de un diagnóstico global supone un amplio conocimiento de dicho campo;

- una real inmersión en el campo estudiado: tanto Christophe Grenier como Marco Andrade permanecieron un año en el terreno de su estudio;

- un carácter pluridisciplinario que reúne economía, geografía y antropología y que proporciona un conjunto de enfoques y de reflexiones complementarios entre sí;

- la constitución de inventarios en el campo social y económico, capaces de dar cuenta con precisión de la evolución de los diferentes aspectos;

- un importante componente de capacitación, cuyo objetivo es evidentemente la formación de personal nacional competente, capaz de proseguir el estudio del proyecto específico;

- un análisis retrospectivo estructural combinado con indispensables evaluaciones a corto plazo como fue el caso del estudio del ingreso de los barcos de crucero.

Desde hace veinte años, se ha podido instaurar un equilibrio entre la colonización humana, el desarrollo turístico y la conservación y protección del medio ambiente. Sin embargo, se puede plantear la hipótesis de que el desarrollo de las Galápagos ha entrado en una fase contradictoria ligada a la exacerbación de cada una de esas lógicas — particularmente la de la migración y del turismo — que evolucionan con elevadas tasas de crecimiento (duplicación todos los años); por otro lado, surge una incompatibilidad por ejemplo entre la conservación y un activo poblamiento, entre el ecoturismo y una explotación turística masiva, o incluso entre una creciente colonización y una actividad turística, cuyos ingresos son poco distribuidos localmente.

Una de las repercusiones de este programa de investigación será sin duda la reflexión sobre una nueva articulación entre conservación, colonización y actividad turística, planteándose, conjuntamente con las instancias competentes y las partes involucradas:

- ¿qué forma y qué nivel de colonización son compatibles con la conservación del medio ambiente?
- ¿qué forma y qué nivel de turismo son compatibles con la conservación del medio ambiente?

- ¿qué formas, directas o indirectas, de inserción económica en la actividad turística deben buscarse de la población a nivel del archipiélago no sólo para evitar que su marginación económica la empuje a prácticas depredadoras del medio natural sino para hacer de ella un agente activo de la conservación?
- ¿qué formas y niveles de control, directos o indirectos, de la migración pueden aplicarse por parte de la población y de las autoridades para no transformar un mejoramiento de la situación en una prima a la inmigración?

Se vuelve evidente que la problemática que oponía la colonización humana a la conservación ya no es operativa y debe ceder su lugar a una nueva articulación de los actores presentes alrededor de una nueva idea central: el capital ecológico y el capital económico son una sola y misma cosa, cuyas ventajas y desventajas deben compartir los tres actores involucrados (conservación, población y ecoturismo). De ello debería resultar un modelo durable de consenso para el desarrollo del archipiélago de Galápagos.

La profundización de tal proyecto de desarrollo sostenible podría ser una de los frutos de este programa de investigación.

Estudio antropológico comparativo de la comunidad de pescadores en el archipiélago de Galápagos, Ecuador

Marco Andrade Echeverría
estudiante del Departamento de Antropología Social
de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Antecedentes del proyecto

El estudio antropológico sobre la comunidad pesquera insular se realizó en el marco del proyecto específico de cooperación entre el *Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération* (ORSTOM) y la Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos (FCD) sobre « Migración y turismo en el archipiélago de Galápagos ». Dentro de este mismo tema de investigaciones sociales, se incluyó el estudio de la actividad pesquera, el mismo que fue posible gracias a un subsidio de investigación y adiestramiento académico otorgado por el ORSTOM, organismo cuyo apoyo ha sido fundamental para la realización de este trabajo.

Como uno de los fundamentos del proyecto fue precisamente el trabajo multidisciplinario, se desarrolló permanentemente una estrecha colaboración y trabajo en equipo con el economista Claude de Miras y el geógrafo Christophe Grenier. Este ha sido uno de los elementos constantes a lo largo de la investigación y ha permitido fortalecer las diferentes reflexiones sobre el ámbito de los estudios sociales desde las diferentes perspectivas disciplinarias.

Durante toda la investigación ha sido sumamente valioso el asesoramiento científico y académico del economista de Miras (ORSTOM) y del Lcdo. Teodoro Bustamante, profesor del Departamento de Antropología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

El trabajo de campo se inició en los primeros días del mes de enero de 1993 y finalizó en el mes de noviembre del mismo año. En esos once meses de permanencia en las islas tuve, de igual manera, el apoyo institucional y personal de los miembros de la Estación Científica Charles Darwin y del Parque Nacional Galápagos. Debo agradecer a la Dra. Chantal Blanton, y a todo el personal de las diferentes instituciones que me brindaron su hospitalidad y me permitieron acceder a la información requerida para desarrollar el presente estudio. Deseo igualmente expresar mi gratitud a Jacinto Gordillo y Jorge Sotomayor, representantes de la ECCD en la isla Isabela y San Cristóbal respectivamente, así como a todos mis compañeros, por el apoyo que me supieron brindar durante el trabajo de campo.

De manera especial agradezco a toda la comunidad de pescadores de Galápagos por haberme permitido irrumpir en innumerables ocasiones en su cuotidianidad y haber compartido conmigo sus historias vitales y sus días de isla y mar.

> « *El pescador, ese ser que mira de cara al agua, sabe que el mar no siempre es calmo. Por ello amolda su vida y sus actividades a los tiempos, a los vientos, a los ciclos climáticos...* ». (Chenau, V., 1985, p.29)

1. El tema específico de investigación y su importancia en la interpretación social de los asentamientos humanos en el caso específico del área de estudio

La investigación realizada en el archipiélago de Galápagos sobre la comunidad de pescadores planteaba, desde un inicio, varios retos tanto por su definición metodológica como por la complejidad interpretativa de la vida humana en un espacio ecológicamente protegido. El estudio requería, principalmente, un trabajo censal exhaustivo de una población que está en permanente relación de conflicto con las instituciones encargadas de la conservación en las islas.

Esta situación permitió afirmar aún más la necesidad de tener un estrecho acercamiento con la población como un imperativo para poder entender las relaciones que se ciernen sobre este espacio natural privilegiado y sobre los actores sociales, cuya existencia depende de la preservación del medio ambiente.

Era fundamental incluir en el estudio a los pescadores de Galápagos, ya que es uno de los sectores de la población insular que están intrínsecamente relacionados con el futuro del sostenimiento ecológico de las islas, así como con el mantenimiento de su propia comunidad. Esta interdependencia requería un acercamiento efectivo con la población de pescadores para poder observar e interpretar el desarrollo socioeconómico de la comunidad y para tener una idea sobre el balance en las relaciones con el ecosistema marino.

Por otra parte, era importante observar el vínculo entre la población y las instituciones conservacionistas, ya que es un componente más de todo el sistema de relaciones que configuran la posición y el comportamiento de los pescadores frente al manejo del entorno. Igualmente, había que observar la importancia que tienen las restricciones de tipo legal en el comportamiento de la población.

Por estas razones, uno de los objetivos del estudio era situar a la población de pescadores en relación con el contexto general y con su desarrollo histórico, socioeconómico y antropológico, como una comunidad integrada por su forma productiva a la problemática que llevó a plantear esta investigación.

Gracias al acercamiento sistemático a la población de pescadores, se ha logrado determinar la demografía actual de la comunidad en las tres islas de estudio y se ha registrado la perspectiva de los pobladores frente a un problema que debió haber sido entendido de forma integral en las relaciones entre hombre y medio ambiente. Esta marginación interpretativa, desde una óptica social de los asentamientos humanos, ha determinado una importante limitación para intentar integrar de forma efectiva y sustentable a la población en su entorno. De allí que el estudio de la población de pescadores sea de vital importancia para entender mejor uno de los problemas con mayor incidencia en la actualidad en del Parque Nacional Galápagos.

Los objetivos planteados en la investigación de « Las comunidades y las actividades pesqueras en las Islas Galápagos » se dividieron en dos partes: la primera que trató de la descripción y análisis de los aspectos sociales de la actividad pesquera y de la población correspondiente, y la segunda en la que se investigaron los aspectos indicativos de la actividad tales como el censo, el inventario de la infraestructura pesquera y su localización geográfica, la descripción etnográfica de la actividad en sí, la economía de la comunidad, el perfil ocupacional de la población, el perfil migratorio de la población y los vínculos entre el turismo y la pesca en relación con la evolución socioeconómica de esta última.

2. La metodología de estudio y el trabajo de campo
El recurso metodológico para la interpretación de la comunidad de pescadores: limitaciones y alcances

La disciplina antropológica demanda, ante todo, una permanencia constante con la sociedad estudiada; esa permanencia tiene que traducirse necesariamente en un acercamiento cuotidiano a la población de estudio para lograr un nivel óptimo de relación y poder acceder a lo que en nuestro argot denominamos la visión « émica ».

Particularmente, el estudio de la comunidad de pescadores en Galápagos tuvo varias limitaciones, como la escasa información previa sobre la población estudiada y las limitaciones propias que impone la dinámica de vida general de los pescadores, como la constante movilidad, las intempestivas salidas de pesca, el desplazamiento hacia otros sitios y el aislamiento geográfico de una comunidad con relación a la otra.

Uno de los objetivos más difíciles y quizás por eso más atractivos, ya que se presentaba como un reto, fue lograr acceder a la población a pesar de su situación conflictiva con las instituciones y con todo lo que les supiera a conservacionismo. Sin embargo las largas y desesperantes esperas y el deambular por los muelles y las calles de los poblados ratificando « ritualmente » a diario mi presencia, me permitió ese acercamiento fundamental para de alguna forma integrarme a la comunidad, cuyos miembros, al cabo de algún tiempo, me aceptaron, principalmente en San Cristóbal y en Isabela.

Una de las reglas del trabajo etnográfico, parafraseando a Malinowski, es precisamente apartarse de la compañía de los otros blancos y permanecer con los indígenas en un contacto tan estrecho como se pueda, lo cual es realmente posible si se acampa en sus mismos poblados... De hecho compartí la vida en los poblados y ocasionalmente los pescadores compartieron conmigo sus hogares, pero es necesario aclarar que para un acercamiento antropológico es imprescindible hacer vida al interior de los mismos pueblos y en las mismas embarcaciones... es decir, ser un pescador más. Durante la investigación de campo, estuve en continuo movimiento de una esfera a otra, de la conservación estricta a las actividades furtivas. Aunque a lo largo de los once meses estuve instalado al interior de las instituciones que me brindaron generosamente su hospitalidad, mi trabajo cuotidiano se desarrollaba en los sitios de recorrido habitual de los pescadores.

Era fundamental entender los aspectos específicos de la comunidad pesquera para diseñar y aplicar una metodología adecuada a sus características, considerando no sólo los aspectos contables, concretos, sino y también los aspectos subjetivos de la concepción cultural de los pescadores. Esto demandó metodológicamente tres bases de aproximación: la primera, en la que se fundamentaron los registros y observaciones concretas y sistemáticas fue la aplicación censal que recogía componentes socioeconómicos, técnicos y cognocitivos para captar la percepción que tienen los actores de la problemática estudiada; la segunda fue la investigación etnográfica con métodos de levantamiento de información cualitativa, tales como las historias de vida, entrevistas y la observación participante; y finalmente la tercera fue el registro sistemático de los diferentes datos de archivo. Esta combinación de métodos es sin duda una experiencia enriquecedora para alimentar la perspectiva antropológica que tradicionalmente ha privilegiado el cualitativismo.

La trayectoria del trabajo de campo posibilitó, por otro lado, tener una de las mayores ventajas en los estudios antropológicos, ya que los períodos de estadía en las diferentes islas me permitieron cambiar de un sitio a otro, con lo cual se pudo tener el recurso comparativo de una población con otra y se observaron las incidencias estructurales socioeconómicas e institucionales en cada población estudiada.

De esta forma, se pudieron aprehender las diferencias y polaridades, como la composición estructural de Puerto Ayora, con una orientación predominantemente vinculada a la actividad turística, en donde la importancia económica de la población pesquera queda velada, o el caso de Puerto Baquerizo en donde la economía de la población depende en su mayor parte del Estado y la pesca se sitúa como el segundo factor de la dinámica de la economía local, e incluso el caso de Puerto Villamil en donde la actividad pesquera organiza en su mayor parte las relaciones económicas y sociales de la población de la isla dada la marginalidad y el nulo acceso a los otros tipos de economía como la proveniente del turismo.

3. La pesca en el contexto de la colonización de las islas Galápagos: síntesis histórica

Nos referiremos específicamente al rol histórico que jugó la pesca en la colonización. Durante el siglo XIX, la colonización humana en las islas se operó básicamente desde una perspectiva de ocupación territorial con fines agrarios e ideológicos como la afirmación de la soberanía nacional sobre el archipiélago. La mayor parte de las actividades pesqueras eran practicadas de forma agresiva por los balleneros procedentes de otras naciones, que transitaban normalmente por las islas. Se puede afirmar que los pobladores no participaban en esa actividad, ya que fundamentalmente se situaban en la zona agrícola y se ocupaban a ese tipo de producción. En ese entonces, la pesca que realizaban los pobladores era una práctica de subsistencia, de complementariedad y de reciprocidad social. Los pocos habitantes asentados en la parte costanera intercambiaban el pescado con los productos traídos de la zona agrícola, o los campesinos bajaban hasta la « playa » para realizar faenas de pesca de tipo doméstico.

Es posible afirmar que esta práctica duró hasta entrado el siglo XX. La actividad pesquera tuvo varias fases de desarrollo y protagonismo en el conjunto de la población: en los años treintas, despertó el interés de empresas foráneas por los recursos marinos de las islas. En esos años, la población de San Cristóbal especialmente, dio un salto en las prácticas habituales extractivas, es decir, se pasó de la pesca de subsistencia a la pesca comercial, ya que en ese período la población se había articulado en alguna medida en la explotación industrial del atún.

En los decenios de los cuarentas y hasta los cincuentas se constituyó la empresa pesquera denominada « Predial »; esta estimuló definitivamente la pesca en San Cristóbal y origen al núcleo de los primeros pescadores con otro tipo de orientación, extractiva y mercantil. Los años sesentas se caracterizaron por la consolidación de la actividad pesquera en Galápagos ya que se había inaugurado una etapa de explotación intensiva del bacalao debido a la alta demanda continental e internacional de ese producto. A finales de esa misma época se inició la pesca de la lisa para consumo interno, y empezó la aplicación de un arte de pesca diferente al « empate » que tradicionalmente se utilizaba para la captura del bacalao, y se introdujo el « chinchorro de playa » que es una red de monofilamentos.

En esos mismos años, se intensificó la captura del tiburón por medio de otro tipo de arte de pesca denominado « espinel » o *long line*. Paralelamente a esta nueva modalidad extractiva, tomó fuerza la captura comercial de la langosta, lo cual marcaría en 1975 el incremento de la pesca y por lo tanto el estímulo de la comunidad de pescadores, en términos tanto demográficos como infraestructurales. Se puede afirmar que San Cristóbal estuvo históricamente más ligado a la dinámica de pesca y fue el punto geográfico desde donde se irradió la actividad hacia las otras islas. Una buena proporción de los pescadores con los que trabajé se habían integrado a la actividad en ese Puerto y posteriormente se trasladaron hacia Puerto Ayora principalmente y a Puerto. Villamil.

La constante demanda de los recursos marinos para la comercialización produjo que paralelamente se intensifique la extracción. En 1991, según un informante, se inició la pesca del pepino de mar y se incrementó significativamente la flotilla de pesca en Isabela, pese al corto período de pesca formal. Aunque el eje de la colonización en Galápagos fueron, paradójicamente, la declaratoria de Parque Nacional con el consecuente estímulo del turismo hacia las islas, y la tardía provincialización, la pesca, en un momento de la historia de los asentamientos humanos en las islas, tuvo gran importancia, y a pesar del crecimiento lento e irregular de la población se debió haber previsto los efectos que tendría ese hecho en la población misma y en el ecosistema. Actualmente, los cambios en la tecnología pesquera de optimización y la falta de conocimiento de la sustentabilidad de explotación de algunas especies, tales como el pepino de mar — sustentabilidad que en última instancia atenuaría la crisis económica que vive un sector de la población — cuestionan seriamente el manejo de la reserva marina en la medida en que no se observan las interrelaciones de forma integrada: la pauperización de un sector de la población por falta de alternativas económicas formales amenaza la coexistencia de los pobladores y su entorno.

4. El censo a la población de pescadores propietarios y los resultados de una demografía comparativa

Antes de abordar los resultados obtenidos a lo largo del trabajo es necesario explicar el contexto de la investigación, ya que el censo se efectuó en forma total en Puerto Baquerizo y Puerto Villamil, y en el caso de Puerto Ayora se lo efectuó parcialmente. Esto constituye un indicador más de la problemática existente entre población de pescadores e instituciones: la dificultad de acceder a los pescadores para realizar el censo es un reflejo del estado conflictivo que se vive en las islas. Los reiterados rechazos respondían al distanciamiento concreto existente entre la población y los entes conservacionistas. En esa medida, el censo tuvo que ser complementado con datos de archivo para hacer los cálculos demográficos e infraestructurales de esa población. El total de encuestas procesadas fue de 87, pero se pueden estimar como válidas en toda su extensión las 61 encuestas consignadas en el censo.

Los datos sobre la historia demográfica de la población son muy limitados por una carencia de seguimiento de la comunidad pesquera a lo largo de su establecimiento en las islas y por el tardío poblamiento del archipiélago. Sin embargo, durante la investigación de archivo se pudieron obtener algunos datos sueltos que de todas formas permiten observar el crecimiento de la población y sus tendencias:

Años	número de pescadores	fuentes de información
1971	156	I Censo Nacional Pesquero
1981	117	Estudio Ecología Humana ECCD
1983	152	Inspectoría de Pesca / INGALA
1984	202	Inspectoría de Pesca / INGALA
1985	235	Inspectoría de Pesca / INGALA
1986	369	Inspectoría de Pesca / INGALA
1993	431	Proyecto Pesca ORSTOM / FCD

Como se puede observar en los siete datos demográficos, el desarrollo de la población sufre variaciones significativas y se constata que el crecimiento es irregular y que no responde a un principio de desarrollo constante, sino espontáneo. De los datos comparables por una unidad común de tiempo, la tasa de crecimiento anual de la población de

pescadores, entre 1984 y 1986 es del 25 %, del 14 % y del 43 %. En el transcurso de 8 años se han incorporado a la población 62 pescadores con distinto grado de inserción en la actividad pesquera.

Estos cambios demográficos bruscos son el resultado de las condiciones estructurales externas a la comunidad. Existe una relación directa entre el estímulo externo a las pesquerías de productos altamente cotizados en el exterior, como el caso del pepino de mar, de la langosta, etc., y el crecimiento o decrecimiento acelerado del número de pescadores, sin que exista una organización gremial capaz de regular este flujo laboral.

Tomaremos principalmente la demografía actual de la comunidad, el perfil migratorio de sus miembros por regiones geográficas y otros datos relativos al perfil de los pescadores.

procedencia	frecuencia	porcentaje
casos válidos	64	100,0
Costa	18	28,1
Sierra	8	12,5
región insular	38	59,4

El 40,6 % de las pescadores tienen como procedencia otras regiones geográficas del continente. Este hecho es particularmente significativo para la interpretación de la comunidad dada la alta heterogeneidad cultural y regional. Es notorio que en el desarrollo de la comunidad se presenta un fenómeno de continuidad, por la recurrencia en la práctica pesquera, etc., y de cambio por varias razones. Esto último se observa sobre todo en lo que respecta a los pescadores que no tuvieron un acercamiento previo con este tipo de ecosistemas. Un pescador de procedencia serrana, por ejemplo, tiene necesariamente que cambiar su esquema cognocitivo y su valoración cultural del entorno ya que se enfrenta a otro medio e igualmente tiene que apropiarse de una tecnología productiva desconocida.

Los años de llegada de los pescadores no nativos de las islas van de 1939 a 1993, pero se observa que desde el decenio de los sesentas y particularmente en los años setentas, fue cuando más flujo migratorio se experimentó en la comunidad, ya que en ese período y particularmente entre 1973 y 1980 se recibió el 56 % del flujo total de migrantes. La edad de los pescadores tiene un amplio rango de distribución y va desde los 24 hasta los 64 años. Se puede estimar que la población en su conjunto fluctúa entre los 25 y los 44 años (78,6 %). En su mayoría están casados (83,3 %) formalmente. Cabe señalar que la condición civil cambia bruscamente en la población de pescadores no propietarios de embarcaciones, ya que se practica la unión libre en un sector amplio de la población. El nivel de instrucción de los pescadores es alto comparativamente con otras comunidades continentales ya que más del 50 % de ellos ha cursado hasta el ciclo básico de la secundaría. Es interesante anotar que la composición de la unidad doméstica de los pescadores es bastante alta en cuanto al número de miembros:

miembros del hogar	frecuencia	porcentaje
casos válidos	62	100,0
1 miembro	2	3,2
de 2 a 5 miembros	24	38,7
de 6 a 9 miembros	34	54,8
de 10 a 11 miembros	2	3,2

A este cuadro se debe agregar el comentario de que el 91,8 % de los pescadores censados tienen familiares en distintos grados de consanguinidad viviendo permanente en Galápagos, y este dato puede proyectarse al conjunto de la población de pescadores incluyendo a aquellos que practican esta actividad de manera itinerante. Es por esta razón que la comunidad de pescadores involucra en realidad a un amplio sector de la población en general, especialmente en Isabela y San Cristóbal, en donde la mayor parte de los pobladores antiguos tienen amplias relaciones de parentesco con los demás miembros de la sociedad en general.

Los datos que a continuación presentamos, referentes a la constitución de la demografía actual de la población de pescadores, incluyen en el cálculo a los pescadores no propietarios y a los situacionales, e igualmente la composición de la infraestructura pesquera según el tipo de embarcación conjuntamente por sitio de estudio. Se debe aclarar que el cálculo de la población de pescadores no propietarios se realizó con base en los datos de la tripulación constante para cada tipo de embarcación. El dato es confiable en la medida en que no se observó mayor movilidad de los pescadores en las plazas de ocupación de trabajo al interior de la comunidad.

Puerto Ayora	frecuencia	propietarios	tripulación
botes de pesca	14	11	98
pangas	16	14	34
fibras	3	2	9
Total	33	27	141

Puerto Baquerizo	frecuencia	propietarios	tripulación
botes de pesca	15	12	97
pangas	18	16	52
fibras	1	1	4
Total	34	29	173

Puerto Villamil	frecuencia	propietarios	tripulación
botes de pesca	7	7	42
pangas	23	16	66
fibras	3	3	3
Total	33	26	117

El conjunto de la población de pescadores es de 431 personas con una vinculación directa e indirecta con la actividad pesquera del archipiélago y la infraestructura de pesca es de 100 embarcaciones distribuida de la siguiente forma: botes, 36; pangas, 57; fibras, 7.

El número más alto de la población se encuentra en San Cristóbal y sigue siendo hasta la actualidad una de las islas más activas con relación a la pesca. En Isabela, la actividad en este último año se ha caracterizado por tener una situación particularmente difícil por la clandestinidad en la que operan los pescadores locales, y por ser una población económicamente deprimida, conjuntamente con los pocos habitantes de la isla Floreana.

5. Entre las pesquerías furtivas y la marginalidad: composición de la economía extractiva

La economía de la población se estructura según el tipo de pesca que se realiza y el tipo de intermediación a la que están sometidos los pescadores. Hasta el día de hoy, la pesquería del bacalao ha sido uno de los ejes de la actividad, que en su momento fue desplazada o mejor dicho complementada con la extracción de la langosta, la cual generalmente se hacía durante más de la mitad del año. Tras la veda de esta actividad y la baja en los precios del pescado seco por el flujo de este producto proveniente del Perú, la débil economía de los pescadores se ha visto reducida. A esto se suma la conducta de los pescadores frente al recurso económico ya que hay una clara tendencia a gastar rápidamente el dinero ganado con su trabajo, por una concepción muy inmediatista de la vida. Se debe agregar además las condiciones que imponen los intermediarios al precio de sus productos y a la falta de articulación directa del comercio con el continente, lo cual por otro lado ha determinado que las pesquerías no excedan los límites de una explotación intensiva y agresiva.

Es innegable también que los pescadores no están articulados en forma directa con la actividad turística, lo que produce un efecto de marginación con relación al reparto del beneficio económico directo proveniente de ese tipo de actividad pues, según se observó, no existen relaciones directas de abastecimiento de ese producto con los diferentes operadores del sector turístico.

La pesca diaria es sin embargo uno de los recursos por los cuales la población de pescadores de Puerto Ayora tiene un nivel relativamente estable en términos económicos, ya que la densidad poblacional de esa isla y la demanda de pescado son mayores que en las otras islas. En el caso de Puerto Baquerizo y especialmente de Puerto. Villamil, esta estrategia de la pesca diaria para el consumo interno de la población es muy limitada y nula en Isabela.

Estos factores han acentuado y consolidado las prácticas de pesca furtiva de tiburón y pepinos de mar en todas las islas y en especial en Isabela, y se puede decir que es uno de los componentes de la economía informal en un sector de los pescadores. La actividad ilícita es una respuesta consustancial al estímulo externo para que se realicen ese tipo de transgresiones dada la crisis económica por la que atraviesan los pescadores de las islas, y es también una respuesta a la falta de integración en programas de desarrollo socioeconómico y de uso sostenido del entorno. La comunidad de pescadores sufre una marginación evidente y su economía se va complejizando cada vez más, se evade el control del Parque Nacional y se va sumiendo en una situación de clandestinidad y de riesgo tanto para los pescadores como para su medio ambiente.

La estabilidad socioeconómica de la comunidad pesquera ha estado condicionada por factores exteriores a su propia posibilidad de orientarse en forma armónica con relación al ecosistema y a una economía de extracción adecuada y compatible con ese entorno tan especial como es el de las islas Galápagos. Es necesario buscar bases legales y de manejo práctico de apoyo a la comunidad para que el futuro del archipiélago no sea una reedición más de otros casos en donde los habitantes y el espacio que los acoge generosamente choquen entre sí.

Ciencias del Agua

FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO TRADICIONAL EN LOS ANDES ECUATORIANOS
Recomendaciones para el Plan Nacional de Riego

Patrick Le Goulven, Thierry Ruf

El estudio del funcionamiento del riego tradicional es un programa de investigación desarrollado, desde 1987, conjuntamente por la Dirección de Planificación del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos — INERHI — (Departamentos del Plan Nacional de Riego y del Plan Nacional Hidráulico) y los Departamentos DEC (Aguas Continentales) y SUD (Sociedad, urbanismo, desarrollo) del ORSTOM.

Voluntariamente, el proyecto se limitó a los valles del callejón interandino en donde el riego se implantó hace mucho tiempo ya, aunque los recursos hídricos y de tierra son limitados. El incremento de la población y de los sitios industriales provocan tensiones con relación al agua y la tierra, las mismas que por el momento no han sido resueltas por falta de instrumentos adecuados de análisis y de manejo de los recursos.

La intervención del Estado creó un riego estatal, en donde el manejo de la infraestructura hidráulica se encuentra enteramente en manos de las instituciones públicas: esta forma de riego representa entre el 15 y el 20 % de las superficies regadas de la Sierra y cuenta con la mayor atención y los mayores subsidios nacionales o internacionales.

Los demás sistemas de riego son manejados directamente por los usuarios (reunidos en asociaciones cuando son numerosos) incluso si en ocasiones reciben ayudas puntuales del Estado para su mantenimiento o mejoramiento.

Este riego privado (o tradicional) ha sido poco estudiado, y es por lo tanto poco conocido, pues no responde a las normas internacionales admitidas comúnmente. Esconde sin embargo un gran potencial de desarrollo pues globalmente es poco tecnificado, atañe a una gran cantidad de personas y proporciona lo esencial de los productos de consumo corriente.

El objetivo del proyecto es entonces proporcionar una tipología de funcionamiento a diferentes niveles (por tipo de problema, por sistema, por región y por micro-región) para ayudar al Estado ecuatoriano a elaborar una política de intervención y de rehabilitación a corto, mediano y largo plazo, con base en análisis científicos y técnicos comprobados.

Esto supone la realización de estudios pluridisciplinarios concomitantes (medio físico, medio socioeconómico, aspectos históricos, legales e institucionales) cuyos resultados deben organizarse y analizarse conjuntamente a fin de que puedan servir para acciones concretas de desarrollo.

Para alcanzar ese objetivo, el proyecto desarrolló 3 grandes tipos de operaciones:

1. **estudios pluridisciplinarios sobre el estado de los actuales sistemas de riego;**

2. **estudios temáticos para completar y afinar los diagnósticos;**

3. **elaboración de instrumentos informáticos para manejar, actualizar y analizar todas las informaciones.**

1. CARACTERISTICAS DE LOS ACTUALES SISTEMAS DE RIEGO

En realidad, pocos son los programas que se han dedicado al funcionamiento del riego privado, por lo que el análisis de la situación actual es una ardua tarea, dada la gran diversidad de situaciones encontradas.

1.1. Delimitación y estructuración del espacio regado

A lo largo de su historia, el riego tradicional se ha extendido a todos los pisos climáticos de los valles interandinos, acabando por modelar el paisaje agrario de los mismos. El desarrollo de los sistemas no se ha operado de manera casual sino siguiendo una lógica de utilización y de organización del espacio, apropiada a las rústicas técnicas de construcción en vigencia en la época en que fueron implantados.

Esta operación está destinada a identificar, delimitar y caracterizar esos territorios que servirán de base para todo el trabajo posterior, bajo el nombre de:

ZARI (Zonas de Análisis y de Recomendaciones para el riego)

1.2. Análisis detallado de sitios representativos

Con base en los trabajos de PRONAREG, se escogieron varias ZARI representativas y en cada una de ellas se realizaron estudios detallados a diversos niveles, a lo largo de la cadena de captación, de transporte, de distribución y aplicación del agua, es decir de la toma de agua en la parcela.

Las diferentes escalas de trabajo están ilustradas en el esquema presentado en la siguiente página.

La búsqueda de los puntos de disfuncionamiento se efectúa utilizando medidas, encuestas, seguimientos diarios, análisis de documentos existentes (legales, históricos...).

Por el momento, se han estudiado 6 ZARI piloto. Se trata de las zonas de **Urcuquí** (cuenca del Mira), **Puembo-Pifo** (cuenca del Guayllabamba), **Santa Rosa** (cuenca del Pastaza), **Guamote** (Pastaza), **Ludo** (cuenca del Santiago) y **Gualaceo** (Santiago).

1.3. Inventario exhaustivo de los sistemas de riego

Esta operación constituye la columna vertebral del proyecto, puesto que proporciona una descripción detallada y exhaustiva de las características de cada sistema de riego, la misma que está organizada por ZARI y por cuenca hidrográfica.

Los datos se obtienen mediante:

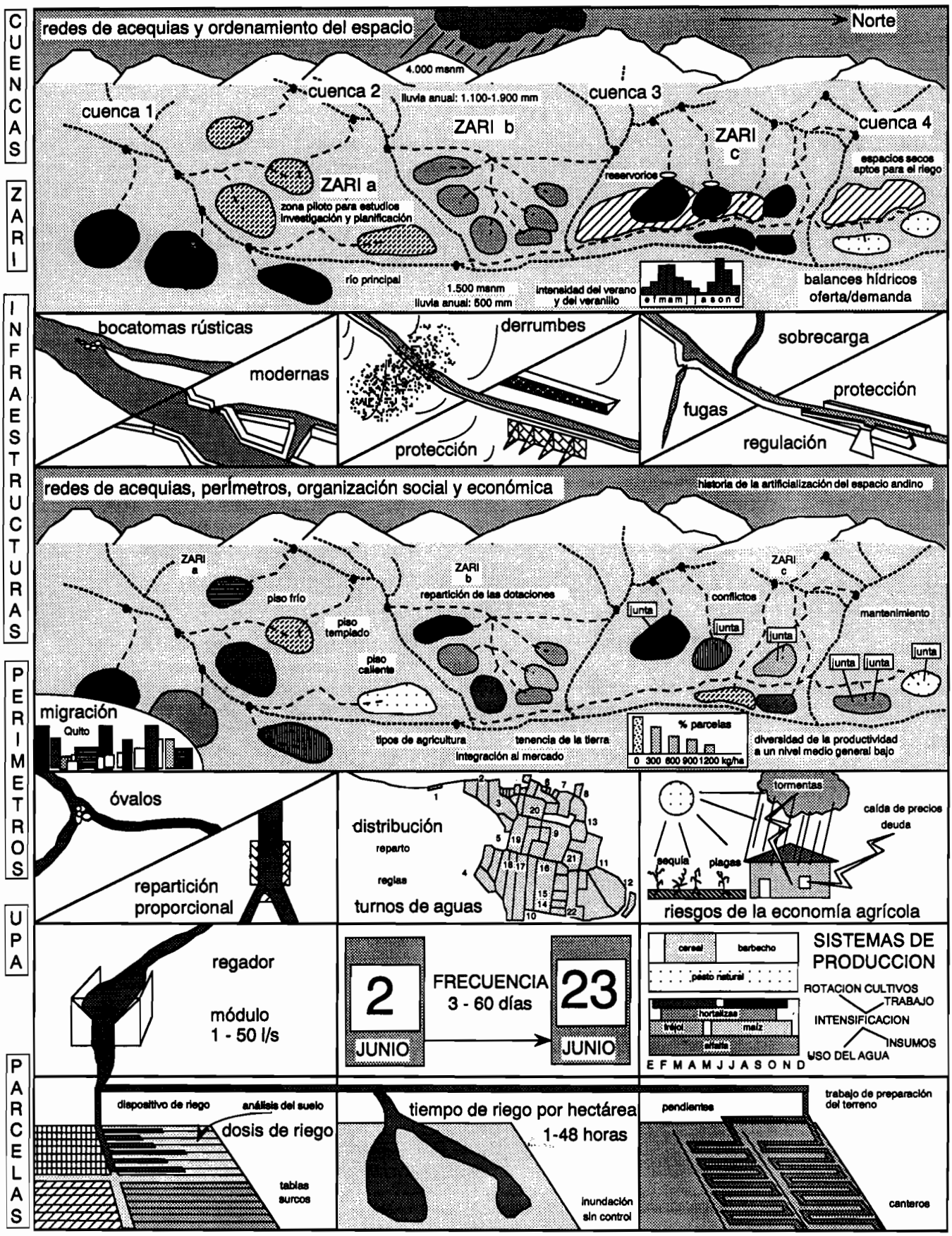
- **recopilación** de las informaciones existentes en las diferentes agencias regionales del INERHI (concesiones, inventarios de las bocatomas...);
- **análisis** de las fotografías aéreas (diferenciación de los grises y de la organización a nivel de la parcela) y de las imágenes satelitarias SPOT (cuenca del Mira);
- **verificaciones** de campo y encuestas sistemáticas.

Al interior de una ZARI, los datos se presentan por perímetro (medios geográfico, climático y social, utilización del agua y dotaciones, sistemas de producción y de cultivo, tipo de suelo, técnicas de distribución y aplicación) y por sistema (características de las bocatomas y de las cuencas de aporte, descripción detallada de la infraestructura de transporte, caudales transportados y perímetros atendidos).

Cada ZARI se acompaña de un resumen y de un mapa a escala 1:50.000.

Este inventario existe para las cuencas del Mira, del Guayllabamba y del Pastaza.

LAS ESCALAS DE TRABAJO SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL RIEGO PARTICULAR EN LOS ANDES



2. ESTUDIOS TEMATICOS COMPLEMENTARIOS

El objetivo de los estudios temáticos es modelizar el medio físico y socioeconómico a fin de completar los diagnósticos establecidos anteriormente y prever esquemas de evolución.

2.1. Análisis histórico

El estudio de los sistemas actuales nos ha llevado a descubrir estructuras complejas y técnicas originales de repartición y de aplicación. El análisis histórico busca comprender su desarrollo.

Con base en los documentos históricos encontrados en los diferentes archivos del país, se ha recogido información del período 1540-1945, la misma que ha sido ya inventariada y organizada en una base computarizada.

Se está efectuando el respectivo análisis el mismo que permitirá aprehender el desarrollo del riego andino durante el período colonial y republicano, para prever tal vez el impacto de las intervenciones estatales en los sistemas de producción.

2.2. Modelización hidroclimática

El estudio hidrológico comenzó por constituir un banco nacional de datos climáticos mensuales (lluvia, evaporación, temperatura, humedad, viento, insolación).

Estos datos verificados, corregidos y homogeneizados son utilizados en la regionalización climática para generar en todo punto del espacio series probables de lluvia y de ETP (vectores). La modelización del clima está terminada en la Sierra y bastante avanzada en el resto del país.

Los vectores permiten primeramente para calcular correctamente las necesidades de agua de los perímetros actuales y potenciales. Sirven igualmente de parámetros de entrada para un modelo de transformación lluvia-caudal que posibilita la estimación de los recursos hídricos en diversos puntos de la red hidrográfica.

Esta última modelización está siendo terminada en la cuenca del Mira. Una vez finalizada, será posible realizar balances oferta-demanda en las actuales bocatomas y simularlos en otros puntos de la red en función de las condiciones previsibles de intervención.

2.3. Modelización agro-socioeconómica

Esta operación reúne datos originales obtenidos por el proyecto y otros provenientes de instituciones como el SEAN, con miras a obtener una clasificación de los pisos agro-ecológicos, de las actividades agrícolas básicas y de los modelos de producción.

Con base en esta clasificación, se establece un inventario de los modelos de producción y su posible evolución.

El estudio desemboca en la evaluación de la productividad de las actividades agrícolas básicas y de la rentabilidad monetaria de cada modelo de producción (cuenca del Mira únicamente).

2.4. Potenciales de extensión

Aumentar la producción agrícola incrementando las superficies regadas o intensificando la producción en las zonas ya regadas, ese es el dilema al que se ve enfrentado el Estado cuando elabora su política agraria.

Este estudio tiene como objetivo hacer un balance de los suelos potencialmente regables de la Sierra y de los principales factores limitantes. La superposición de mapas de uso potencial y de aquellos de los perímetros regados visualiza las posibilidades de cada ZARI y proporciona datos reales sobre las superficies disponibles y las dificultades de construir nuevos regadíos.

Los estudios están terminados en las cuencas del Mira, del Guayllabamba y del Pastaza.

3. DE LA INVESTIGACION AL DESARROLLO

El proyecto comporta una parte « desarrollo » claramente expresada en su nombre: Recomendaciones para el Plan Nacional de Riego.

Para responder a esta preocupación, 2 tipos de acciones complementarias han venido a insertarse en las operaciones anteriores

3.1. Elaboración de instrumentos de análisis

3.1.1. *Bases de datos*

Comprender el funcionamiento de los sistemas de riego, significa ante todo poseer una información básica consecuente sobre sus características y su medio ambiente. Todas esas informaciones están organizadas en bases computarizadas:

LOCIE reúne la descripción completa de los sistemas de riego (perímetros, infraestructuras, concesiones...). La información está ordenada por gran cuenca.

BIHME: banco de datos hidro-climáticos mensuales para todo el país. Contiene archivos originales y corregidos, así como los vectores de lluvia y de ETP elaborados en el marco de la regionalización climática.

MOPRID: base de datos agro-socioeconómicos (sistemas de producción y productividad). Por el momento solo contiene los datos del Mira.

EPOPIE: características detalladas de las superficies no regadas pero potencialmente regables y de los factores limitantes que presentan.

THADIE: banco de los archivos históricos sobre el riego desde la colonia hasta nuestros días.

3.1.2. *Logiciales de tratamiento y de análisis*

LOCIE maneja toda la base del mismo nombre. Pequeño, este programa puede instalarse fácilmente en computadores medianos, en las agencias regionales por ejemplo, para corregir y actualizar el inventario de los sistemas de riego y transmitir esas modificaciones a la central de Quito.

CLIMAN permite el tratamiento de los datos hidroclimáticos a nivel mensual y anual, el agrupamiento en regiones climáticas homogéneas y el cálculo de los vectores de lluvia y de ETP correspondientes a cada región.

GAMS: versión mejorada del modelo « *General Algebric Modelling System* » del Banco Mundial, este logicial modeliza la economía agrícola de una ZARI a intervalo de tiempo mensual. Puede por lo tanto simular el impacto de las intervenciones a nivel del agua.

BIDRIE reúne todas las bases de datos creadas en el proyecto y permite un análisis combinado de las mismas, para establecer tipologías de funcionamiento por sistema, ZARI y gran cuenca. Es el instrumento técnico que permite elaborar estrategias de intervención a nivel regional.

3.2. La rehabilitación de la zona de Urcuquí

La ZARI de Urcuquí está siendo rehabilitada actualmente con base en las recomendaciones emitidas por el proyecto.

Los fondos correspondientes provienen de la Comunidad Económica Europea y están manejados por el CICDA (Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola) de Francia. La duración del proyecto es de 4 años y en él se prevé una rehabilitación integral (infraestructuras, turnos de agua, organización social y técnicas de riego en la parcela).

CAPACITACION Y DIFUSION DE LOS RESULTADOS

Capacitación

La capacitación del personal del INERHI es uno de los aspectos prioritarios del proyecto, siendo el objetivo dejar en el Ecuador equipos de trabajo capaces de continuar el trabajo en el resto del país y en especial en la Costa.

Dicha capacitación se realizó primeramente en lo cuotidiano puesto que cada actividad era desarrollada por un equipo mixto INERHI-ORSTOM, tanto en las oficinas como en el campo.

Prosiguió luego mediante la organización de seminarios técnicos destinados a presentar y debatir sobre los métodos y técnicas utilizados, mostrar cómo se incluyen los resultados en el diagnóstico integral del funcionamiento del riego andino y analizar la validez metodológica con el fin de extender el estudio a todo el país. Tales seminarios fueron seguidos no solo por el personal del INERHI sino por profesionales de otras instituciones tales como el SEAN, el CICDA, el INECEL y el EMETEL.

Se debe señalar también que uno de los funcionarios del INERHI suscribió con el ORSTOM un contrato de investigador asociado para trabajar sobre la evaluación de los recursos hídricos disponibles.

Finalmente, se organizaron algunas (6) pasantías en Francia para personal ecuatoriano, principalmente destinadas a profundizar las técnicas de modelización. Casi todas esas pasantías se efectuaron en el marco de un protocolo de capacitación/inserción suscrito entre las dos contrapartes.

Difusión de los resultados

La publicación de los resultados se efectúa a varios niveles:

- **una serie de informes editados en español y en francés**: publicados en una misma colección titulada « Riego tradicional en los Andes ecuatorianos », estas obras presentan todos los resultados obtenidos y las metodologías empleadas, incluyendo la descripción de los logiciales desarrollados y los manuales de utilización correspondientes; dado su gran número (50 aproximadamente) y su volumen, la publicación ha sufrido un cierto retraso y muchos volúmenes están aún en curso de traducción o en reproducción;
- **resúmenes condensados**: publicados bajo la forma de artículos o ponencias en congresos, seminarios, etc. (ver resumen bibliográfico);
- **tesis**.

El proyecto se ha dado a conocer también mediante:

- un video que resume la problemática del riego andino:
  ACEQUIAS (o canales en los Andes)
  video PAL, NTSC, 17 min.
  producción DIST/ORSTOM

- una exposición permanente:
  Urcuquí, un ejemplo de ordenamiento hidro-agrícola de alta montaña
  Agropolis Museum, Montpellier, Francia

Finalmente, se ha previsto organizar un seminario de presentación de los resultados en el transcurso del primer semestre de 1995, evento durante el cual se entregarán oficialmente al INERHI todos los informes.

INUNDACIONES Y SEQUIAS EN EL ECUADOR

É. Cadier (ORSTOM), **G. Gómez** (INAMHI), **R. Calvez** (ORSTOM), **F. Rossel** (ORSTOM)

Las **inundaciones** azotan periódicamente la costa ecuatoriana provocando:

- Pérdidas de vidas humanas
- Pérdidas de cultivos.
- Daños, destrucción de puentes, casas y de la infraestructura en general.
- Aislamiento entre ciudades y áreas rurales.
- Problemas de salud (epidemias).
- Consecuencias sociales y económicas negativas

La **falta de lluvias** en la sierra trae también graves problemas:

- El funcionamiento normal de las centrales hidroeléctricas se ve alterado por la escasez de agua en los ríos, imponiéndose un racionamiento de electricidad

- Ocasiona pérdidas de cultivos y la disminución del caudal de los canales de riego.

El Proyecto de Cooperación Franco-Ecuatoriano para el estudio e investigación de las Inundaciones y Sequías en el Ecuador (INSEQ), pretende utilizar los conocimientos disponibles en la Hidrología y la tecnología adecuada para disminuir los efectos que causan estos problemas a través de:

- Previsiones de las inundaciones y sequías

- Concepción de obras de control y de regulación.

INUNDACIONES

1. CAUSAS DE LAS INUNDACIONES

Las lluvias en la parte occidental del Ecuador están concentradas entre los meses de febrero y mayo. Durante estos meses la Corriente Calida de "El Niño" rebasa la Corriente Fría de Humboldt hacia el sur, provocando lluvias fuertes.

La comparecencia del Fenómeno de "El Niño" hace que se presenten precipitaciones extraordinariamente fuertes, las mismas que pueden extenderse por varios meses, provocando graves inundaciones en las zonas bajas de la región costanera ecuatoriana, en especial en la cuenca baja del río Guayas.

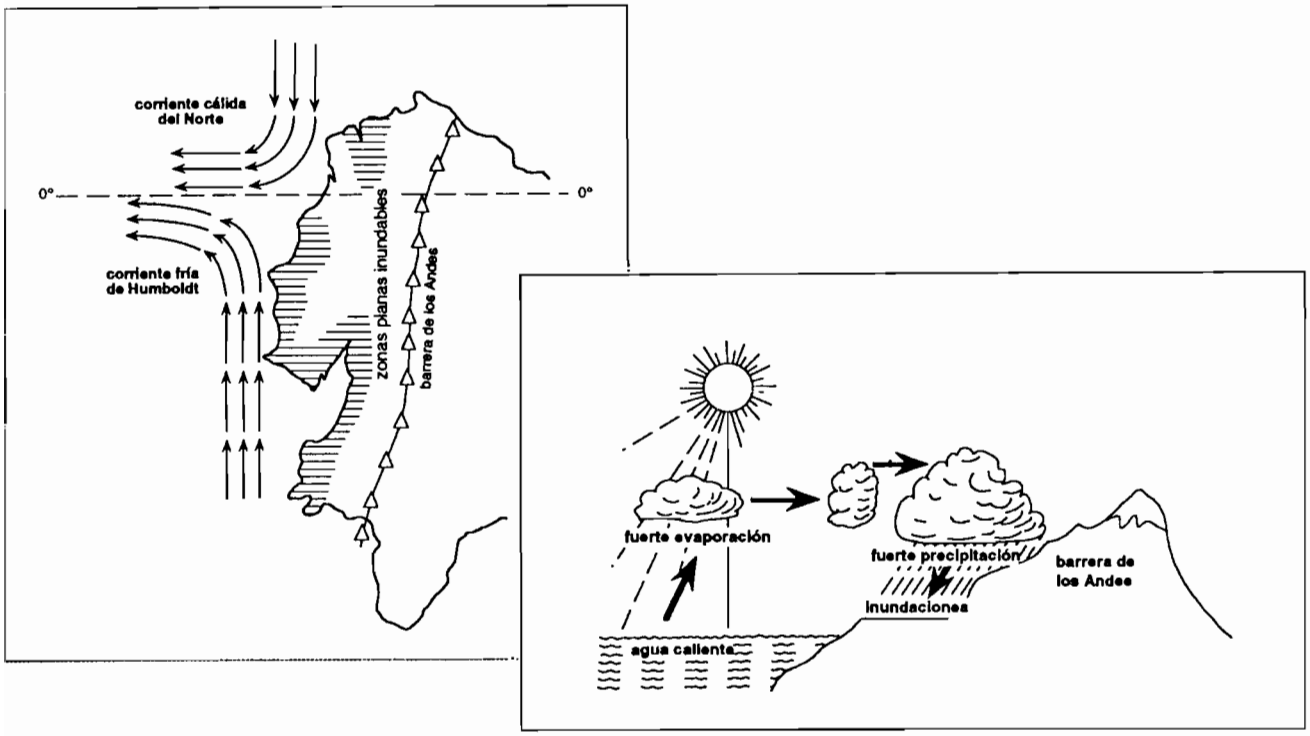


Figura 1: El Ecuador está situado en el frente de contacto entre una zona de agua calida al norte y fría al sur. Cualquier anomalía de la ubicación de esta zona de contacto repercute en modificaciones del régimen de las precipitaciones.

2. PREVISION DE INUNDACIONES CON ALGUNOS MESES DE ANTICIPACION

Las inundaciones en gran parte son previsibles, dado que son una consecuencia de anomalías climáticas repartidas sobre los 10.000 Km. de longitud en el Océano Pacífico (desde Indonesia hasta el Ecuador) y pueden ser detectadas varios meses antes.

Los medios modernos de detección (satélites meteorológicos), de transmisión (barcos oceanográficos) y modelos de previsión en computadoras, facilitan la previsión a largo plazo.

3. PREVISION DE INUNDACIONES A CORTO PLAZO

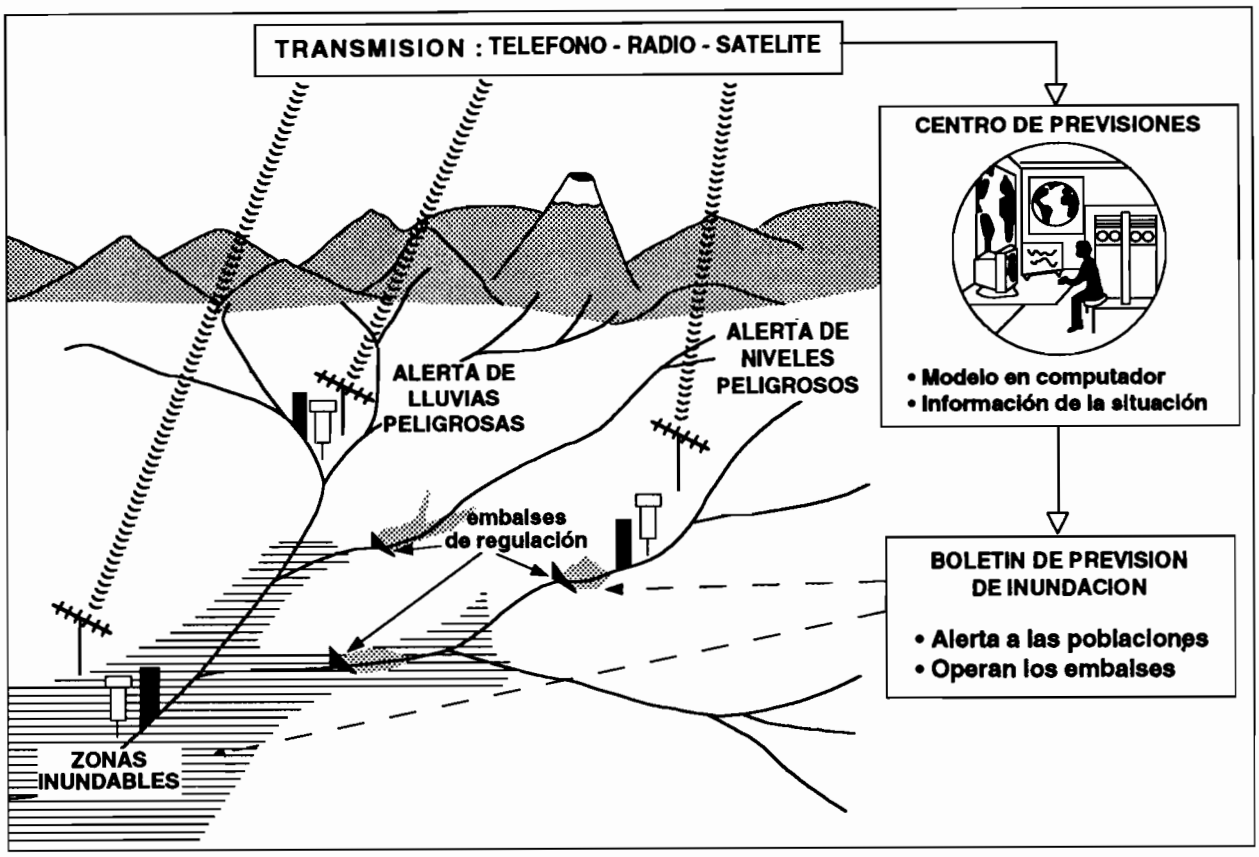


Figura 2: ***Red de alerta para la previsión de inundaciones***
Cuando una situación de lluvias catastróficas ocurre, es posible prever la subida de los niveles en los cursos de agua con varias horas o varios días de anticipación a través de un sistema de alerta que informa la cantidad de lluvia caída y niveles de agua en los ríos de las partes altas de las cuencas.

4. LOS MEDIOS DE PREVISION

a) Red de Instrumentos de Alerta

Pluviómetros (aparatos recolectores de lluvias) y limnígrafos (aparatos registradores de los niveles de agua en los ríos) estratégicamente ubicados y capaces de transmitir en forma inmediata información sobre lluvias y caudales peligrosos, constituyen la red de instrumentos de alerta

La medición, transmisión de las magnitudes de lluvia y niveles de agua, deben realizarse con un grado elevado de confiabilidad en cualquier instante; razón por la cual, el mantenimiento y operación de la red de alerta es delicado.

b) Modelos en Computadora

Los modelos en computadora permiten simular y prever las variaciones de niveles y de caudales que ocurrirán en la zona de inundación, a consecuencia de las lluvias y niveles de agua en los ríos observados en toda la cuenca.

Para hacer previsiones con seguridad, los modelos precisan ser calibrados con series históricas de inundaciones. Esta calibración puede necesitar mediciones complementarías en el campo.

c) Delimitación de las Zonas de Inundaciones

El conocimiento de la topografía del terreno permite saber cuales zonas serán exactamente inundadas para diversos niveles de crecidas.

5. LAS SOLUCIONES

a) Previsiones y Alertas

Las previsiones permiten pronosticar hasta donde el agua de los ríos puede subir, con lo cual se puede:

1. Alertar a las autoridades y población a través de bole tines difundidos por los medios de comunicación.

2. Organizar evacuaciones y socorros conociendo que carreteras y aeropuertos serán utilizables.

3. Optimizar la operación de los embalses de regulación para controlar la subida de los niveles de agua en los ríos.

4. Evitar asentamientos poblacionales en las zonas inundables.

b) <u>Proyección de Nuevas Obras de Protección</u>

Un mejor conocimiento de la propagación de las crecidas a través de un modelo matemático, así como también de las zonas inundables, permiten conocer y evaluar el impacto de nuevas obras de protección tales como:

- Embalses de Regulación.
- Diques de Protección.
- Obras de Drenaje y Evacuación de Agua.

SEQUIAS

La sequía es una deficiencia de agua en relación con los recursos hídricos habituales .

La duración de una sequía puede ser menor a una semana o de varios meses.

1. CAUSAS DE LAS SEQUIAS

Las sequías tienen su origen en una interrupción o disminución de las lluvias provocadas por situaciones climáticas anómalas:

- Situación septentrional anómala de la corriente fría de Humbolt (la cual es opuesta a la del fenómeno de " El Niño" que provoca inundaciones).

- Situación anticiclónica que bloquea la acción de los frentes, sistemas convectivos y depresiones, como es el caso en la sierra ecuatoriana y de las estribaciones orientales de la cordillera.

Estas situaciones meteorológicas anómalas pueden ser monitoreadas y pronosticadas con anterioridad.

Las investigaciones meteorológicas, realizadas actualmente a nivel mundial, posiblemente permitirán saber si las sequías observadas en los últimos años son consecuencia de un cambio climático global de nuestro planeta o simplemente fruto de una conjetura desfavorable.

2. CONSECUENCIAS DE LAS SEQUIAS

La falta de agua puede traer grandes consecuencias como:

- Interrupción del suministro de energía eléctrica.
- Perdidas en la agricultura.
- Racionamiento en el abastecimiento de agua potable a los habitantes de las ciudades.
- Elevación del grado de contaminación de los ríos.

3. ¿DE DONDE PROVIENE EL AGUA DE LOS RIOS EN PERIODOS SECOS ?

a) Contribucion del escurrimiento subterraneo

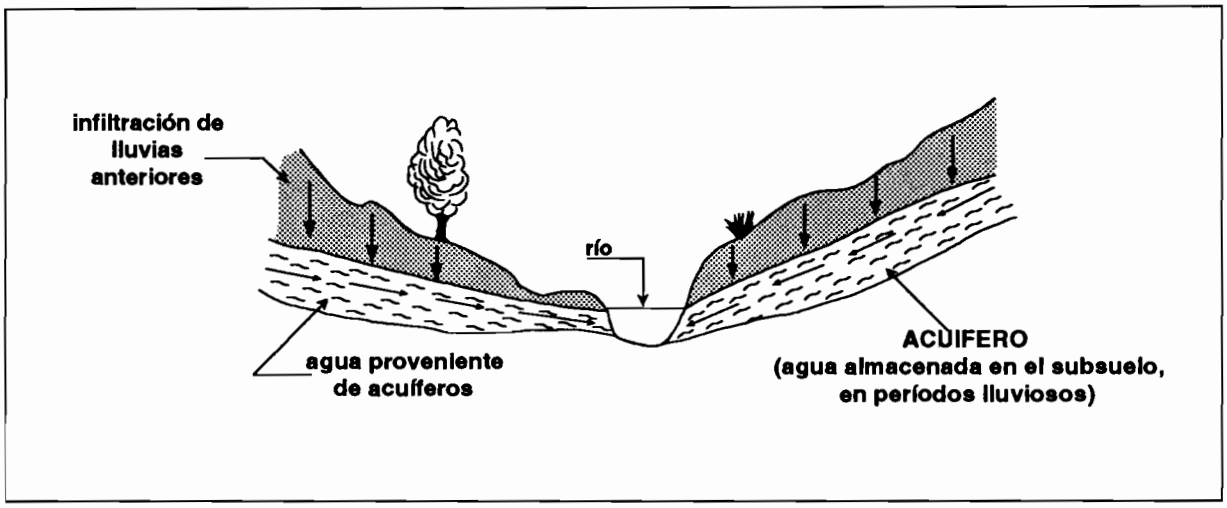


Figura 3: ***Aporte de los acuíferos a los ríos en período seco***
Durante los períodos secos, los ríos son principalmente abastecidos por el flujo de aguas almacenadas en el subsuelo; esto es el aporte subterráneo de los acuiferos.

Este escurrimiento subterráneo depende de:

- Espesor, tamaño, y permeabilidad del acuífero
- Cantidad de agua o carga del acuífero que depende de las precipitaciones acumuladas durante el último período lluvioso.

Ilustración del aporte de los acuíferos hacia los ríos en períodos secos.

b) Contribucion de las lluvias aisladas y de los embalses de regulacion

El caudal en estiaje puede ser sostenido por lluvias aisladas que pueden presentarse durante el período seco, y a través del aporte de aguas almacenadas en embalses de regulación.

4. COMO MITIGAR LAS CONSECUENCIAS DE LAS SEQUIAS

a) Realizando previsiones

Un mejor conocimiento de la formación del fenómeno climático permite hacer previsiones y cuantificaciones de lluvia.

Identificado el mecanismo de abastecimiento de los ríos, por el agua almacenada en los acuíferos, permite prever la disminución de los caudales en los períodos de estiaje o de recesión en la ausencia de lluvias, lo cual es previsible con varias semanas de anterioridad y se puede optimizar el manejo de los escasos recursos de agua en períodos críticos.

Para conseguir lo anterior, se debe instalar una red de instrumentos de medición de niveles de agua en los ríos y de lluvia en diferentes puntos de una cuenca hidrográfica en estudio.

b) Construcción y manejo de embalses de regulación

Uno o varios embalses de regulación pueden almacenar el escurrimiento del período lluvioso para su posterior uso en estiaje.

La capacidad de estos embalses de regulación es de gran importancia. Por ejemplo, una presa de 90'000.000 de m^3 equivalente a una profundidad de represa comprendida entre 25 y 50 m. será necesaria para abastecer un caudal suplementario de 10 m^3/s durante tres meses.

c) Construcción de embalses en otras zonas climáticas:

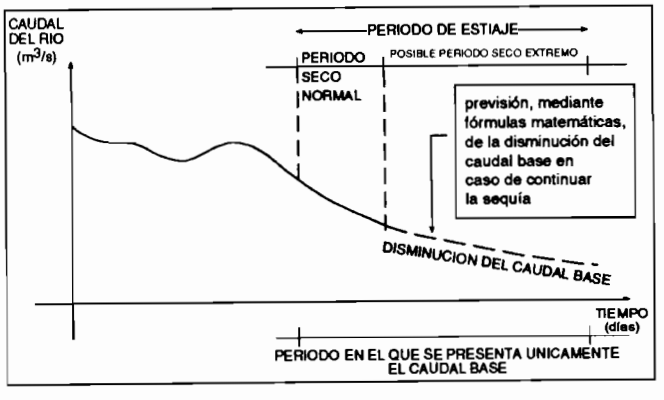


*Figura 4: **Previsión del caudal de un río en período seco***
Durante los períodos secos, los caudales de los ríos provienen principalmente del escurrimiento del agua contenida en el subsuelo denominándose como caudal base .

El Ecuador está influenciado por varios sistemas meteorológicos, siendo los principales:

- El Régimen del Pacífiço, cuya estación seca mas rigurosa ocurre entre los meses de julio a octubre; y,

- El Régimen Oriental, que presenta un período menos lluvioso entre los meses de noviembre a febrero.

La construcción de centrales hidroeléctricas en las dos zonas, puede permitir la disminución del riesgo de falta simultánea de agua en todo el sistema de producción.

* *
*

El proyecto INSEQ se desarrolla según un convenio INAMHI-ORSTOM firmado en 1993 y cuya duración es de tres años. Tres técnicos franceses y diez del INAMHI conforman el equipo INSEQ. Se escogieron como zonas de estudio la cuenca del Río Paute y la cuenca alta del Río Guayas.

Paralelamente, dos otros proyectos están en su fase inicial:

1 - El Proyecto de estudio hifrológico de las Laderas del Pichincha (EMAAPQ, INAMHI, ORSTOM) cuyos objetivos son:

• instalar una red de monitoreo y de alarma de crecidas susceptibles de constituir un peligro para la ciudad de Quito;

• establecer los parámetros necesarios (caudales y volúmenes de las crecidas) para permitir un diseño correcto de las obras de protección y de evacuación de crecidas (por ejemplo el alcantarillado);

• cuantificar las consecuencias de la urbanización acelerada y de la deforestación de algunas zonas de la región metropolitana.

2 - El estudio de la variación de la cobertura glacial en los Andes Ecuatorianos para evaluar los impactos de los últimos cambios climáticos. Este proyecto lo llevarán a cabo conjuntamente la ESPE, el INAMHI y el ORSTOM.

El objetivo es el monitoreo de tres glaciares de volcanes ecuatorianos con el fin de relacionar las variaciones de niveles de estos glaciares con las variaciones climáticas regionales y planetarias. Para tal fin se medirán el abastecimiento en nieve así como los desplazamientos y la fusión de dichos glaciares.

Ciencias de la Tierra

BREVE RESEÑA HISTORICA DE LAS ACTIVIDADES DEL ORSTOM EN EL ECUADOR EN CIENCIAS DE LA TIERRA

por
R. Marocco
ORSTOM, Quito

La colaboración que mantuvo y sigue manteniendo el ORSTOM con diferentes entidades ecuatorianas en el dominio de las Ciencias de la Tierra es uno de los aspectos importantes de l a cooperación de nuestro Instituto con el Ecuador. Todos los programas mencionados a continuación comportan dos principales tipos de actividad : la investigación en colaboración con profesionales ecuatorianos y la capacitación. Dicha capacitación reviste aspectos diferentes, desde los cursos teóricos hasta las direcciones de tesis, pasando por los seminarios, las conferencias y los cursos de campo. Los especialistas en Ciencias de la Tierra del ORSTOM que trabajaron y siguen trabajando en el Ecuador, pertenecen al Departamento Tierra, Océano, Atmósfera (TOA).

LA COLABORACION ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL-ORSTOM

Es la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) que inauguró las actividades ecuatorianas del ORSTOM en Ciencias de la Tierra.

El primer período 1979-1983

Comenzó formalmente[1] la colaboración en el año 1979 cuando F. Dugas (ahora fallecido) y B. Labrousse fueron asignados a la ESPOL con la cual se había suscrito un acuerdo de cooperación científica. Aunque los resultados de este convenio no alcanzaron todas las metas fijadas, la colaboración desembocó sobre un mapa geológico de la Península de Santa Elena y sobre precisiones estratigráficas relativas a la historia cretácica de la Costa ecuatoriana.

El trabajo de F. Dugas y B. Labrousse fue valorizado por la tesis que realizó M. Lebrat (trabajo de campo, de 1982 a 1983, defensa en 1985) sobre la caracterización geoquímica del volcanismo ante-orogénico, o sea de edad cretácica, del oeste del Ecuador.

El segundo período 1992-?

En 1992 se reanudó la cooperación según un convenio de dos años, renovado en abril de 1994, que prevé la realización de investigaciones geológicas de campo sobre el SW del Ecuador con la ayuda de la teledetección satelitaria. Es G. Laubacher quién, por parte de ORSTOM, es responsable del programa, siendo coordinador del proyecto E. Navarrete, profesor de la ESPOL. Además de las actividades de investigación, de docencia y de atribución de becas locales a dos estudiantes, el ORSTOM aportó el financiamiento parcial (más del 50%) para montar, en la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra de la ESPOL, un laboratorio informático de teledetección.

[1] No mencionaré aquí los viajes científicos de corta duración que geólogos del ORSTOM pudieron realizar al Ecuador antes de 1979.

LA COLABORACION ESCUELA POLITECNICA NACIONAL-ORSTOM

El inicio de la colaboración

En 1984, después de concluir el acuerdo con la ESPOL, F. Dugas fue asignado a un convenio[2] (que no fue firmado sino sólo en 1988!) con la Escuela Politécnica Nacional de Quito (EPN) a través de la Facultad de Geología, Minas y Petróleos; la finalidad de la colaboración era precisar la estratigrafía mesozoica y terciaria del Callejón Interandino.

Las Cuencas Sedimentarias y la Neotectónica

En 1985 la Unidad de Investigación "Geodinámica y Recursos Minerales" del ORSTOM, que llevaba a cabo un programa sobre las cuencas sedimentarias de los Andes peruanos y bolivianos, decidió de extender dicho programa al Ecuador en colaboración con la EPN. Así, llegó al Ecuador C. Noblet (investigador del IFEA adscrito a un programa ORSTOM); estuvo encargado de realizar el estudio estratigráfico y sedimentológico de la cuenca intramontañosa neógena de Cuenca. La contraparte ecuatoriana del programa de estudio y coordinador de los convenios EPN-ORSTOM fue el Dr. A. Egüez, profesor de geología de la EPN y miembro muy activo del equipo de investigación.

En 1986, A. Lavenu aportó la dimensión estructural al estudio de las cuencas intramontañosas. En 1987, el equipo se complementó con T. Winter y R. Marocco, se pudo así abordar el estudio de las otras cuencas intramontañosas neógenas (Vilcabamba, Loja, Girón-Santa Isabel, Chota, Nabón) hasta la fecha poco estudiadas. En este estudio hay que subrayar el valioso aporte de estudiantes egresados ecuatorianos de la Escuela Politécnica Nacional (F. Robalino, O. Izquierdo, J. Fierro, J. Mediavilla, R. Barragán, J. Toro) y del cooperante R. Baudino.

Aunque estrechamente asociados a los estudios sobre las cuencas sedimentarias neógenas, vale recalcar las investigaciones que A. Lavenu y T. Winter, en relación con M. Sébrier (CNRS) y F. Ego (IFEA), realizaron sobre la neotectónica, las fallas activas y sus relación con los sismos.

El paleo-volcanismo jurásico

Paralelamente a los estudios sobre las cuencas sedimentarias, de 1990 a 1993 la EPN (A. Egüez) y el ORSTOM (L. Aguirre, P. Soler, N. Romeuf) realizaron estudios sobre el paleo-volcanismo jurásico de la región oriental del país. Las investigaciones de campo y de gabinete fueron realizadas en colaboración con E. Jaillard, sedimentólogo y estratigráfo del ORSTOM que trabaja con Petroproducción (véase más abajo).

Sismología y Riesgos Sísmicos[3]

En 1993, terminada la colaboración de casi ocho años con la Facultad de Geología, Minas y Petróleos, el ORSTOM se asoció con el Instituto Geofísico de la EPN para realizar investigaciones sobre la sismicidad, la Sismotectónica y la modelización de la deformación de la región norte del país y sobre el riesgo sísmico amenazando a la Ciudad de Quito.

Este programa consta con la participación de J. L. Chatelain (ORSTOM), de B. Guillier (ORSTOM), H. Yepes (IG-EPN), J. Egred (IG-EPN). A fines de 1994 está prevista la

---

[2] El primer convenio formal (1988-1990) se celebró entre la EPN, el IPGH, el CLIRSEN y el ORSTOM. Los siguientes (1990-1992, 1992-1993) lo fueron solamente entre la EPN y el ORSTOM.

[3] En septiembre de 1994 comenzará una colaboración portando sobre los volcanes activos y el Riesgo volcánico. Véase en la parte final de esta obra "Perspectivas".

asignación de un ingeniero electrónico - F. Bondoux (ORSTOM) - para participar al mantenimiento de la red sismológica del Ecuador.

LA COLABORACION PETROPRODUCCION-ORSTOM

En 1991 se firmo un convenio de acción conjunta entre Petroproducción (filial de Petroecuador) y el ORSTOM para realizar el estudio de las cuencas sedimentarias de interés petrolero. E. Jaillard es el responsable ORSTOM del convenio.

De 1991 a 1993, las actividades se realizaron a partir de la sede de Petroproducción en Guayaquil. Las investigaciones pottaron sobre el Cretácico-Paleógeno de la Costa y de la Cordillera Occidental. La contraparte ecuatoriana durante los primeros dos años fueron S. Benitez y G. Berrones, los dos ingenieros de Petroproducción.

A fines de 1993 se renovó el convenio. El centro de actividades pasó a Quito y las investigaciones portan sobre el Cretácico-Paleógeno del Oriente. La contraparte ecuatoriana es el Ing. Marco Ribadeneira (Petroproducción).

LA COLABORACION UNIVERSIDAD DE CUENCA-ORSTOM

Ha sido el objeto de un convenio de 1990 a 1993. El tema de investigación era el estudio de la génesis de los placeres auríferos del Austro. A pesar de que el ORSTOM sólo pudo asignar al proyecto un cooperante (E. Gautier) a partir del segundo año y a pesar que no hay geólogos en la Universidad de Cuenca, el proyecto fue un éxito. Los alcances obtenidos se deben a las personalidades de E. Gautier y de P. Dominguez, profesor en la Universidad de Cuenca y coordinador del proyecto. G. Hérail, especialista del oro aluvial en el ORSTOM, realizó dos misiones de supervisión en 1990 y en 1992.

METODOS Y OBJETIVOS DEL

ANALISIS DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS

por
Etienne JAILLARD y René MAROCCO
ORSTOM, Unidad de Investigación " Geodinámica y Concentraciones Minerales"

Una cuenca sedimentaria es una depresión en la superficie de la corteza terrestre, rellenada por sedimentos formando capas superpuestas, que representan edades geológicas sucesivas. El análisis del contenido de las cuencas sedimentarias es una preciosa herramienta para identificar, datar y caracterizar los eventos tectónicos, magmáticos y geodinámicos que ocurrieron durante su relleno. Además, estos sedimentos pueden encontrarse deformados durante, o despues de su depositación. El análisis de estas deformaciones tectónicas informa sobre los esfuerzos que las provocaron.
En este trabajo, expondrémos los métodos del análisis de las cuencas sedimentarias utilisados en el marco de los convenios firmados por la Escuela Politécnica Nacional de Quito (EPN) y el Orstom para los años 1987-1993, y por Petroproducción (filial de Petroecuador) y el Orstom desde el año 1991.

I. EDAD DE LA CREACION Y DEL RELLENO DE UNA CUENCA SEDIMENTARIA

La geología siendo la ciencia del pasado alejado, el primer trabajo, fundamental, del geólogo es datar el objeto de su estudio, cualquier que sea. Por eso, dispone de varías herramientas, que se puede dividir entre naturalistas y físicas.

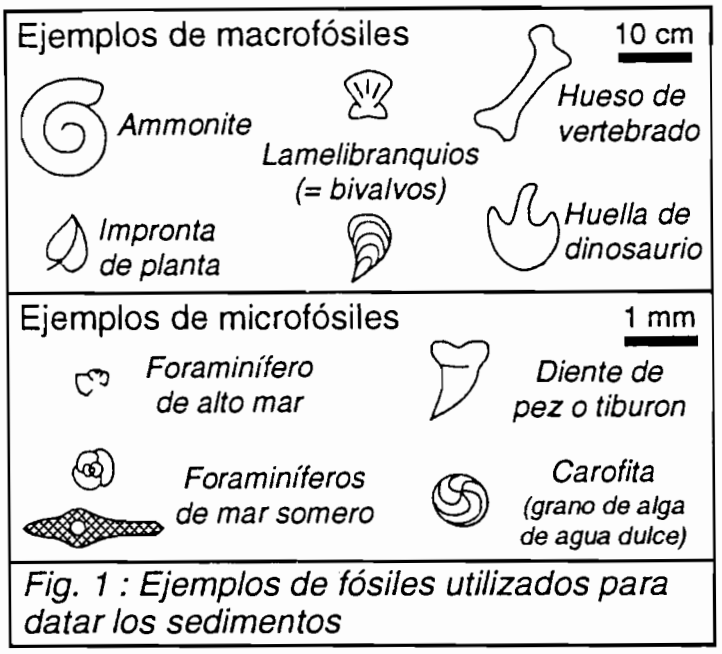


Fig. 1 : Ejemplos de fósiles utilizados para datar los sedimentos

1. 1. Métodos naturalistas

El método naturalista, conocido desde hace mucho tiempo, consiste en el estudio, por los paleontólogos, de los fósiles contenidos en los estratos. Los fósiles son muy variados (fig. 1) : los grandes (vertebrados, moluscos, etc) se colectan mayormente en los afloramientos de campo, mientras que los microscópicos (organismos planctónicos marinos, pólenes de plantas, etc) están utilizados en el estudio de muestras de perforaciones.

1. 2. Métodos físicos

Los métodos físicos fueron desarrollados en las últimas decadas. Entre los más utilizados, la *radiocronología* se basa en la transformación atómica de minerales inestables (radioactivos, por ejemplo) con el tiempo. Conociendo la velocidad de su transformación, y midiendo su estado final (actual), se puede deducir el tiempo pasado desde su estadio inicial, es decir la edad de su formación y la de la roca que los contiene. El *paleomagnetismo* utiliza el fenómeno de inversión periódica del Norte magnético terrestre. Midiendo la sucesión de inversiones magnéticas en rocas que las registraron (sedimentos finos, rocas volcánicas), y correlacionandolas con las inversiones reconocidas y datadas a escala mundial, se puede determinar la edad de la roca estudiada.

II. CARACTERISTICAS DEL RELLENO SEDIMENTARIO

La segunda etapa del análisis es el estudio de los sedimentos que constituyen el relleno de la cuenca. Esto se basa en un proceso clásico de observación-interpretación, yendo desde lo más pequeño o elemental hasta lo más grande y/o interpretativo.

2. 1. Naturaleza del sedimento y de sus componentes

La naturaleza misma del sedimento informa sobre las circunstancias de su depósito. Condiciones áridas y calientes provocan la evaporación del agua, la concentración de las sales disueltas que contiene y su precipitación bajo la forma de yeso o sal (*evaporitas*). Aguas marinas limpias, calientes y someras favorecen el desarrollo de macro- o microorganismos con concha o cáscara calcáreas, y el depósito de calizas. En cambio, aguas cargadas en partículas detríticas, al prohibir la penetración de la luz, impiden la fotosíntesis, inicio de la cadena ecológica que permite la sedimentación calcárea.

La presencia de sedimentos detríticos no solo indica que la erosión estaba actuando en los bordes de la cuenca, pero permite tener ideas sobre su procedencia. Existe una correlación grosera entre el tamaño de los granos detríticos (arcilla, arena, cantos) y la intensidad de la erosión, y por tanto la importancia de los relieves en curso erosión. Granos detríticos redondeados indican una erosión importante durante un transporte largo, y un área fuente lejana. Finalmente, la naturaleza de los granos detríticos informa sobre la naturaleza del relieve erosionado : abundantes cuarzos indican una zona fuente granítica o continental, minerales ricos en óxidos metálicos proceden de lavas volcánicas o de la corteza oceánica, cantos calcáreos atestigan de la erosión de sedimentos, etc.

2. 2. Figuras sedimentarias

Todas las rocas sedimentarias presentan estructuras particulares debidas a su modo de depositación. Estas figuras sedimentarias tienen varios orígenes.

Las figuras de orígen *mecánico* (fig. 2) incluyen organisaciones particulares de los granos del sedimento, figuras de erosión o transporte, estructuras de deslizamiento, deformaciones tectónicas, etc.. Estas informan sobre la naturaleza e intensidad de las corrientes (marinos, fluviátiles, de marea, etc), la presencia de pendientes, de movimientos tectónicos, etc..

Fenómenos *físico-quimicos* incluyen mayormente la desecación, la cristalización, la disolución y la circulación de fluidos (fig. 3). Las figuras sedimentarias que resultan brindan preciosas informaciones sobre la profundidad de depósito, la tasa de sedimentación, la concentración en sales del agua, etc.

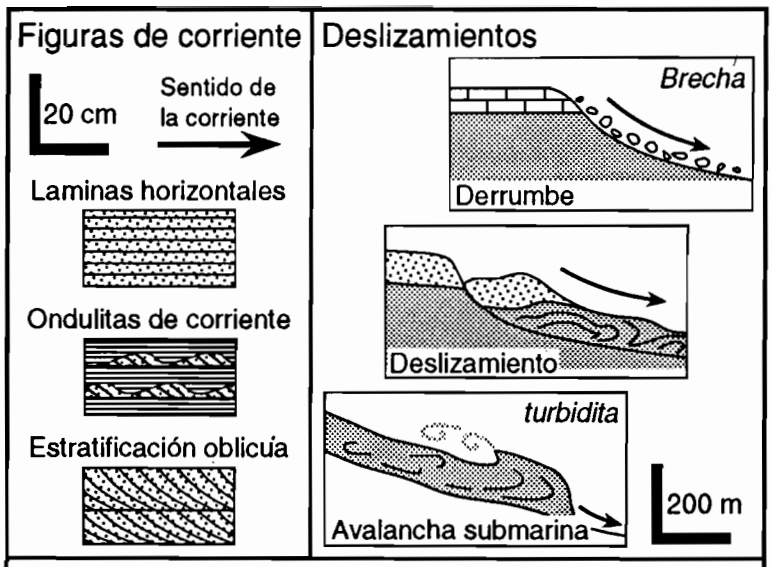


Fig. 2 : Ejemplos de figuras sedimentarias de orígen mecánico a pequeña y gran escala.

Las figuras de orígen *biológico* incluyen huellas, madrigueras o perforaciones de animales (bioturbaciones), estructuras edificadas por organismos constructores (corales, algas) y perturbaciones debidas a los gases formados por fermentación de la materia orgánica (fig. 3). Reflejan la actividad orgánica, que depende del clima, de la profundidad de depósito, de las condiciones físico-químicas, de la tasa de sedimentación, etc.

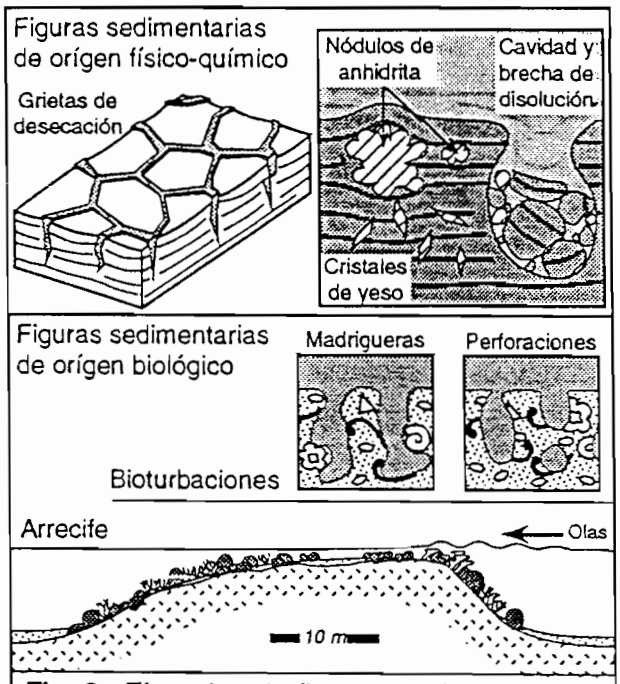


Fig. 3 : Ejemplos de figuras sedimentarias de orígen físico-químico y biológico .

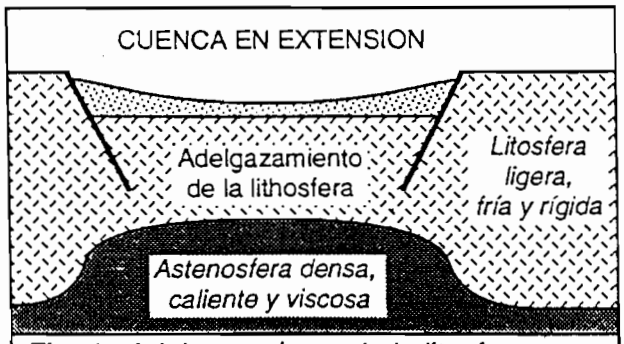


Fig. 4 : Adelgazamiento de la litosfera

2. 3. Interpretaciones e integración

Por lo tanto, el analisis del sedimento y de sus figuras sedimentarias permite reconstruir el medio de depositación, es decir las condiciones climáticas, físicas, químicas, ecológicas, tectónicas, etc. que reinaban durante su depositación, y, finalmente tener una idea de la geografía de la zona estudiada en la época considerada.

III. MECANISMOS DE FORMACION DE LAS CUENCAS SEDIMENTARIAS

La tierra está constituida por un corazón caliente (≈ 1250°C), denso y viscoso (*astenosfera*), sobre el cual "flota" una corteza fría y ligera (*litosfera*), formada por placas rígidas y mobiles. Estas pueden ser sea ricas en cuarzo y ligeras (placas *continentales*), sea ricas en óxidos metalicos y densas (placas *oceánicas*). Cuando se enfrentan dos placas, la más densa pasa por debajo de la más ligera, creando una *zona de subducción*, como es el caso en los Andes donde la placa oceánica Pacífica se hunde por debajo de la placa continental América del Sur. Al hundirse, la placa inferior fusiona en profundidad, dando nacimiento a un magma que sube adentro de la placa superior formando un *arco magmático*, constituido por plutones profundos (granitos por ejemplo) y volcanes superficiales (*arco volcánico*).

3. 1. Isostasia

Por sus características físicas, las placas obedecen al principio de Arquímedes : cuando se apilan sedimentos sobre una placa, ésta se ahunde como un barco cargado, lo que permite la acumulación de más sedimentos. El fenómeno de hundimiento de una placa se llama la *subsidencia*, mientras que el principio de equilibrio entre la litosfera rígida y la astenosfera viscosa está llamado *isostasia*.

3. 2. Adelgazamiento de la corteza

Por el contrario, si la placa disminuye de espesor, se levanta, pero dejando una depresión que corresponde a una cuenca sedimentaria (fig. 4). Esta disminución de espesor, siempre de orígen tectónico, provoca una subsidencia tectónica, que puede ser debida a un estiramiento (*cuencas en extensión*), a una desgarra lateral (cuencas de *rumbo*, también en extensión), o al arrastramiento de la parte inferior de la placa por fricción (*erosión tectónica*), fenómeno recientemente evidenciado en las zonas de subducción.

3. 3. Contracción térmica

Todo cuerpo aumenta de volumen cuando se calenta, y se contracta al enfriarse. Cuando este fenómeno afecta a placas, se habla de *subsidencia térmica*. Una placa oceánica se forma por la acumulación de lavas emitidas a ≈ 1250 °C por volcanes submarinos. Al enfriarse, la placa disminuye de volumen, y se crea una cuenca oceánica (fig. 5). De la misma manera, cuando se forma una cuenca sedimentaria por estiramiento de una placa continental, la proximidad de la astenosfera caliente calienta la placa, que luego se enfria yse contracta con el tiempo, provocando la subsidencia térmica de la cuenca.

3. 4. Flexión de la corteza

La subsidencia puede ser debida a la flexión del borde de una placa (*subsidencia por flexión*), bajo el efecto de un esfuerzo mecánico. Las flexiones más pronunciadas están debidas al sobrepeso de una cadena montañosa en proceso de edificación, dando lugar a depresiones muy subsidentes ligadas a un contexto en compresión, llamadas *cuencas de ante-pais* (fig. 6). Ocurren también flexiones menos fuertes, debidas a fenómenos de circulación en la astenosfera, circulaciones generalmente ligadas a las zonas de subducción.

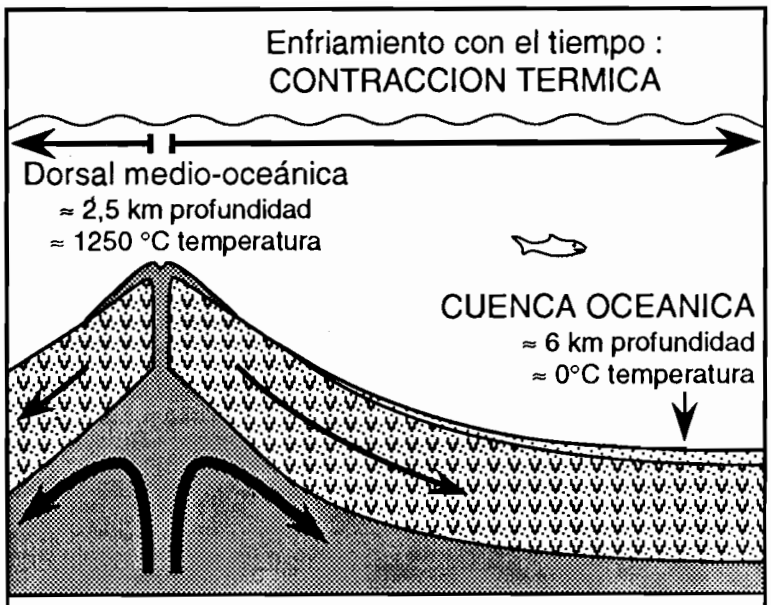


Fig. 5 : Subsidencia por contracción térmica.

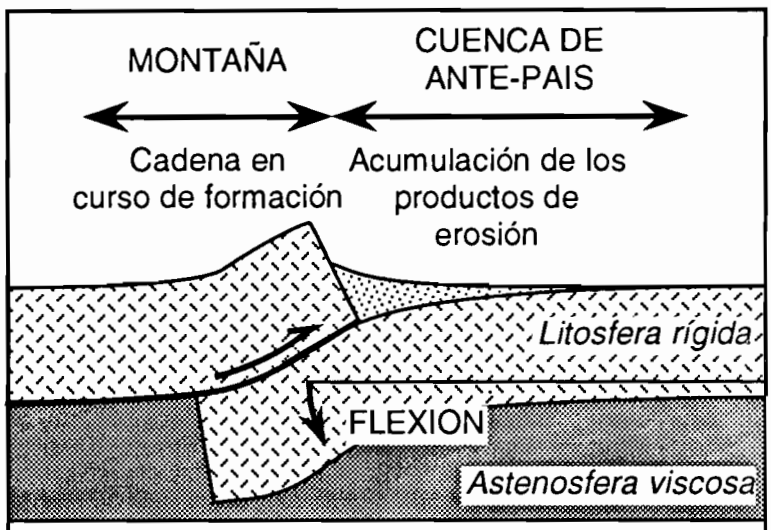


Fig. 6: Subsidencia por flexion de la litosfera.

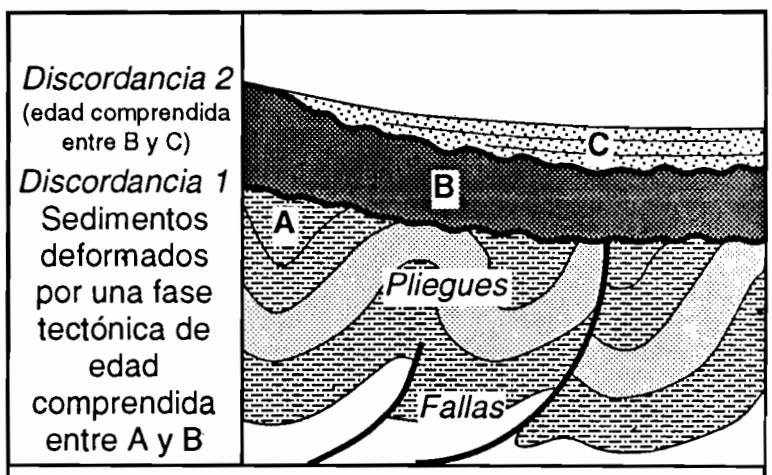


Fig. 7 : Ejemplo de capas separadas por discordancias.

IV. DEFORMACIONES TECTONICAS DEL SEDIMENTO

Este tipo de análisis ha sido llevado a cabo en el marco del convenio Orstom-EPN, pero solo está previsto para los próximos años en el marco del convenio firmado por Orstom y Petroproducción.

4. 1. Edad y estilo de la deformación

La edad de una fase de deformación (*fase tectónica*) está comprendida entre la edad más jóven de las capas deformadas, y la edad más antigua de las capas sobreyacentes, no (o menos) deformadas, si existen. Esta disposición es una *discordancia* (fig. 7). El análisis de la geometría de los estratos deformados permite definir el estilo de la deformación, que a su vez, caracteriza la intensidad y las condiciones de la deformación tectónica.

4. 2. Esfuerzos tectónicos y cuantificación

En una segunda etapa, se trata de estudiar la geometría de las estructuras tectónicas para deducir la dirección (referidas al Norte actual) y la naturaleza (extensión, compresión, cisalla, etc) de los esfuerzos tectónicos. Esto, asociado con una reconstrucción cuidadosa de la geometría de las capas deformadas, puede llevar a estimar la cantidad de deformación (acortamiento, estiramiento, movimientos laterales, etc), experimentada por una capa o una zona (método de las *secciones equilibradas*).

V. INTERPRETACIONES GEODINAMICAS DE LA HISTORIA TECTONICA

Está ahora establecido que los movimientos (la *geodinámica*) de las placas controlan las deformaciones tectónicas de. Varios autores propusieron que las fases tectónicas esten relacionadas con cambios en la velocidad, la dirección de movimiento, la pendiente (*buzamiento*), la edad, etc., de la placa subductada, y también del movimiento de la placa superior. Sin embargo, las relaciones entre los eventos tectónicos y geodinámicos no están claras todavía.

El análisis de la subsidencia, de los levantamientos, de las erosiones, de las deformaciones, el establecimiento de un "calendario" tectónico, el estudio de los esfuerzos, y su comparación con los cambios en la geodinámica de las placas permiten, no solo de precisar las modalidades de la edificación progresiva de los Andes, sino también de precisar las relaciones entre un tipo de fase tectónica y un tipo de cambio geodinámico, y, así, proponer hipótesis sobre las consecuencias tectónicas propias de cada tipo de cambio geodinámico.

La formación de los Andes empezó hace unos 100 millones de años (Ma) (fin de la era secundaria, parte media del Cretáceo), pero la cadena andina emergío definitivamente solo hace 65 Ma (fin de la era secundaria y del Cretáceo). Durante toda esta época, cuencas marinas existieron en lo que se volveran los Andes, y su sedimentación registró las etapas del proceso. Para analisar el período más reciente (Terciario) durante el cual la erosión dominó en los Andes, uno debe estudiar sea cuencas ubicadas dentro de la cadena (cuencas intramontañosas del callejon interandino) que registraron directamente la erosión y la deformación de la cadena, sea las cuencas ubicadas al pie de las vertientes de los Andes (Oriente, Costa) que registraron indirectamente las etapas de su edificación.

ANALISIS DE CUENCAS SEDIMENTARIAS E HISTORIA PRECOZ DE LOS ANDES

Etienne JAILLARD[1], Stalin BENITEZ[2], Gerardo BERRONES[2], Carlos HUAMAN[3], Marta ORDOÑEZ[2] y Marco RIVADENEIRA[3].

1 : ORSTOM, Calle Rusia 220 y Shyris, Apdo 17.11.06596, Quito, Ecuador;
y : ORSTOM, 213 rue La Fayette, 75480 Paris cedex 10, Francia.
2 : Petroproducción-Labogeo, km 6.5 vía a la Costa, Casilla 10829, Guayaquil, Ecuador.
3 : Petroproducción, Juan León Mera 1741 y Orellana, Casillas 5007 y 5008, Quito, Ecuador.

En este trabajo, presentamos resultados preliminares adquiridos desde dos años y medio sobre cuencas sedimentarias ecuatorianos, en el marco de un convenio firmado por Petroproducción (filial de Petroecuador) y el Orstom en el mes de Junio de 1991.

En todas las cuencas estudiadas, escogímos el período comprendido entre ≈ 110 y 40 Ma, que corresponde al inicio de la formación de los Andes, y durante el cual la presencia de fósiles marinos permite datar las capas y los eventos geológicos. Además, muchas de las rocas con interes comercial (mineralización, petróleo) se formaron durante esta época. Las cuencas ecuatorianas estudiadas son (fig. 1): (1) la zona sur de la costa; (2) la sierra del Sur-Oeste del pais, y (3) la cuenca amazónica u "Oriente".

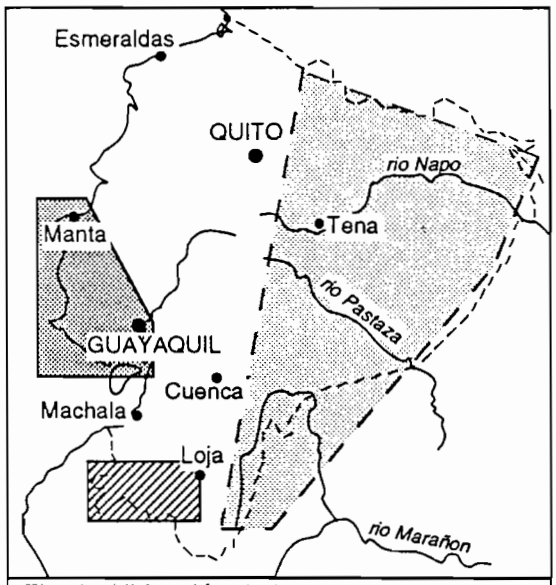


Fig. 1 : Ubicación de las cuencas sedimentarias ecuatorianas estudiadas

I. LA COSTA SUR ECUATORIANA (Manabi-Santa Elena) entre 110 y 40 Ma

El basamento de toda la costa ecuatoriana está formado por rocas volcánicas que formaban el piso de una placa oceánica hace 110 a 100 Ma. En la zona de Guayaquil y Santa Elena, está sobreyacido por sedimentos detríticos depositados por avalanchas submarinas de mar profundo que indican la erosión de un arco volcánico datado por paleontología de 90 a 75 Ma (arco Cayo), y por arcillas finamente volcano-detríticas datadas por fósiles de 75 a 60 Ma (fig. 2). En Manabí, afloran depósitos volcano-detríticos marinos comparables, asociados con lavas datadas por radiometría de 80 a 60 Ma, que expresan la actividad de un otro arco volcánico más jóven (arco San Lorenzo, fig. 2).

En la región de Santa Elena, las arcillas finas (75-60 Ma) están intensamente deformadas y sobreyacidas en discordancia por depósitos marinos gruesos ricos en cuarzo, datados paleontológicamente de 60-55 Ma, depositados por potentes avalanchas submarinas (fig. 2). Así se evidencian (1) una fase de deformación intensa a los ≈ 60 Ma, y (2) un cambio de la naturaleza del detritismo desde volcánico y oceánico, a cuarzoso y continental. Esta fase está interpretada como la colisión del arco volcánico Cayo extinguido con la placa continental sur-americana. Más al Norte, en Guayaquil y Manabí, no se observan deformaciones, lo que indica que estas regiones estaban independientes de la primera.
Entre 55 y 50 Ma, la ausencia de sedimentación hace suponer una probable emersión de la mayor parte de la costa ecuatoriana. Mientras tanto, un nuevo arco volcánico (Macuchi), datado por radiometría, fue activo en el borde Este de la costa (actual Cordillera occidental).

Luego, una nueva cuenca sedimentaria marina se creó en toda la costa, debido a una tectónica en extensión, probablemente ligada a la erosión tectónica de la placa por efecto de la subducción. La cuenca estuvo rellenada por sedimentos cada vez más finos y más someros, datados paleontológicamente de 50 a 40 Ma (fig. 2). A los 40 Ma de años, llegan abruptamente depósitos gruesos (conglomerados), ricos en cantos de roca volcánica, depositados en ambiente continental o

costero, lo que evidencia (1) un levantamiento de la zona, y (2) el reinicio de la erosión de relieves volcánicos. Este nuevo evento tectónico mayor está interpretado como el resultado de la colisión del arco Macuchi con la placa continental. Está seguido por un hiato de sedimentación, asociado con erosiones, entre 40 y 25 Ma.

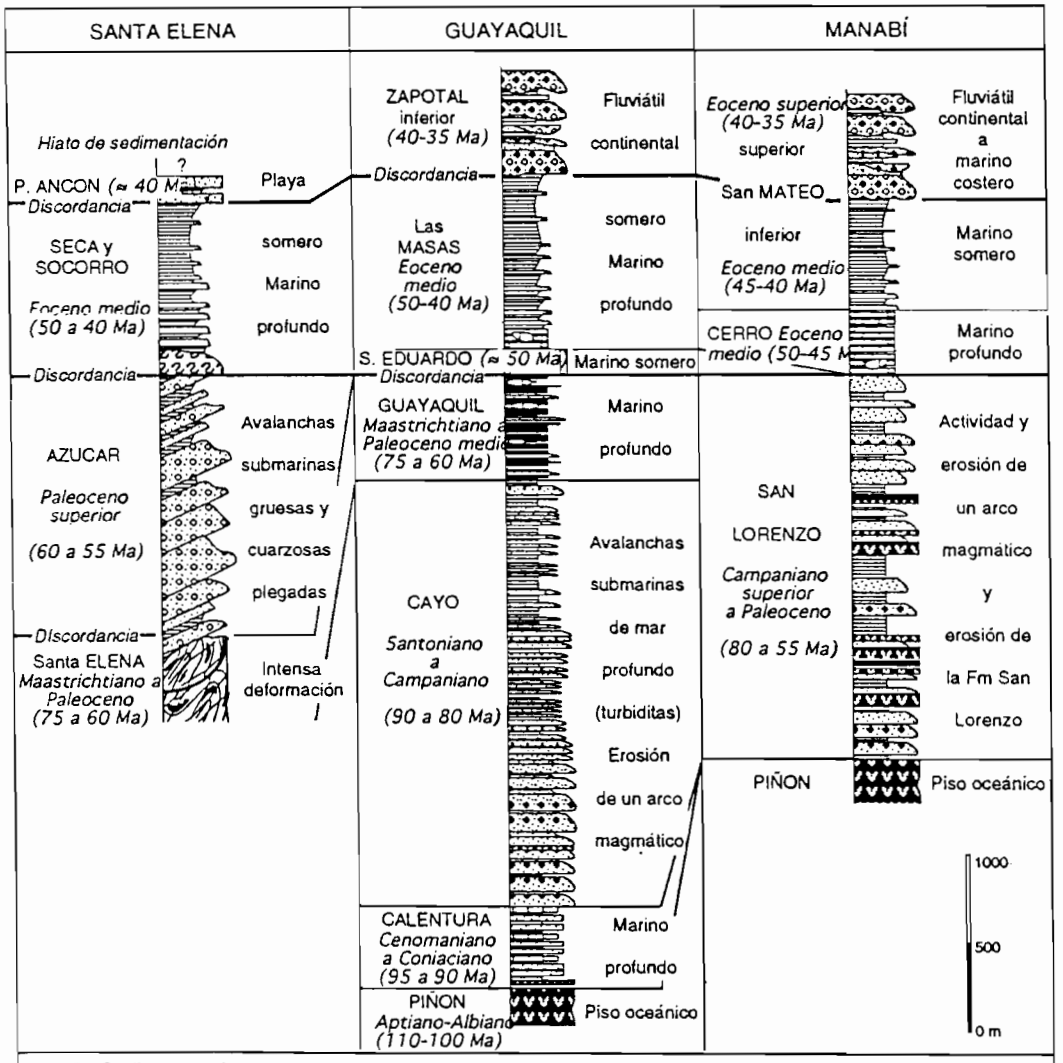


Fig. 2 : Sedimentación comparada de tres áreas de la costa sur-ecuatoriana.

Esta evolución compleja indica (1) que existieron varios tipos de cuencas sedimentarias : oceánica profunda entre 100-95 y 60 Ma, en extensión entre 50 y 40 Ma; (2) que actuaron varias zonas de subducción con geometrías distintas, expresadas por los arcos volcánicos sucesivos; y (3) que los relieves formados por los arcos volcánicos no fueron hundidos en la zona de subducción, sino que colisionaron con la placa continental, y permitieron que fragmentos de la placa oceánica resistieran a la subducción, para formar la costa actual del Ecuador.

II. LA SIERRA SUR-OCCIDENTAL DEL ECUADOR (Alamor-Catamayo) entre 110 y 40 Ma

En la zona suroccidental del Ecuador, se reconocieron dos series sedimentarias que expresan evoluciones distintas al Oeste (Amotape) y al Este (río Playas y Catamayo) (fig. 3).

2. 1. La serie occidental

Al Oeste, las rocas antiguas (más de 300 Ma) del macizo de Amotape están sobreyacidas en discordancia por areniscas fluviátiles de 130 a 105 Ma de edad. Luego, calizas marinas datadas por

fósiles de 105 a 95 Ma expresan la invasión de la zona por un mar somero (fig. 3). Entre 95 y 85-80 Ma sobrevenieron avalanchas submarinas de detritos volcánicos. La irrupción de detritismo y la erosión de un relieve volcánico indican la ocurrencia de un evento tectónico importante hace 95 Ma. Hace 80 Ma, una nueva fase tectónica provocó el depósito en discordancia de rocas gruesas ricas en cuarzo, derivadas de la erosión de la placa continental. Están sobreyacidas por arcillas finas negras de mar profundo datadas de 75 a 65 Ma. Luego, la zona emergió probablemente, ya que solo se conocen depósitos gruesos discordantes datados paleontológicamente de 40 Ma (fig. 3).

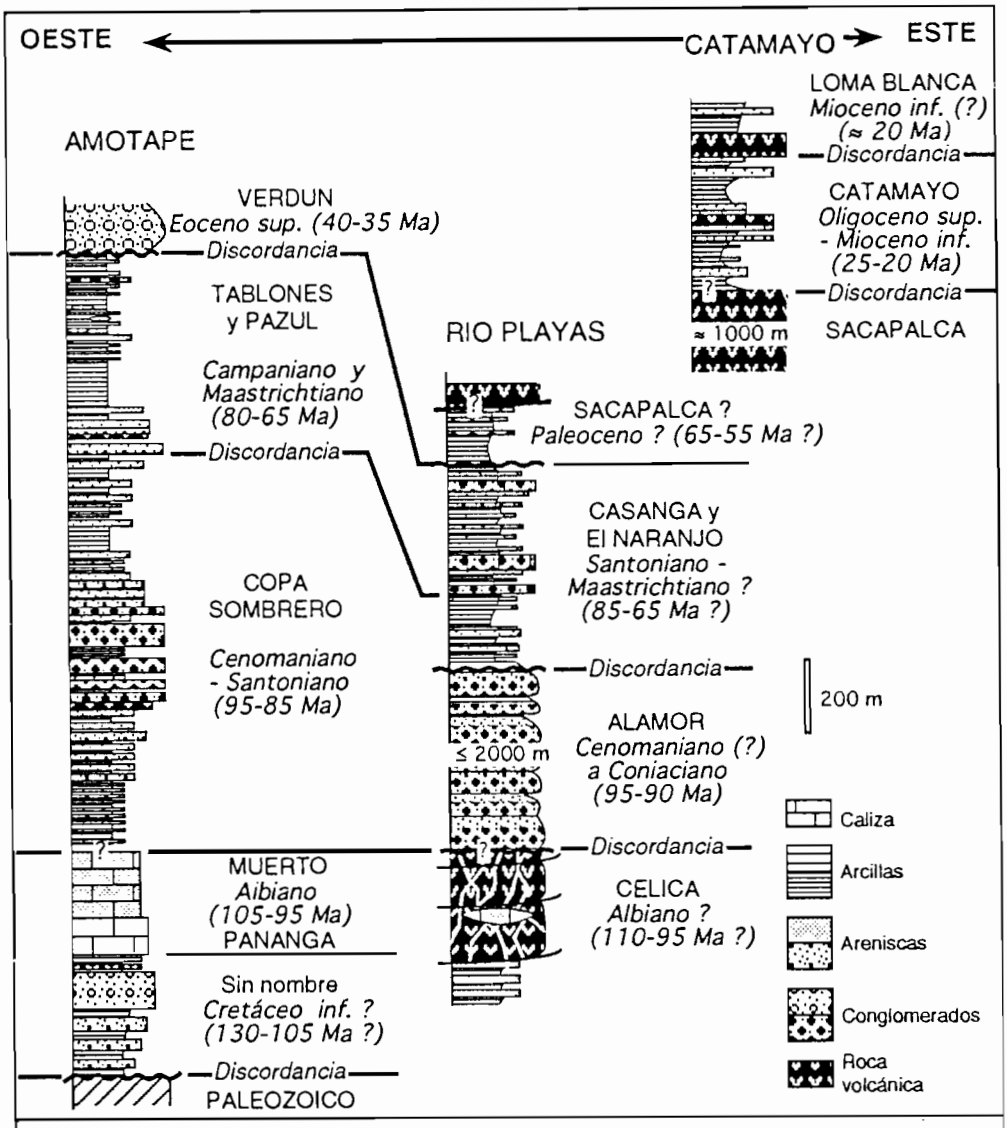


Fig. 3 : Series sedimentarias occidental y oriental de la sierra sur-ecuatoriana

Esta evolución expresa la creación de una cuenca sedimentaria hace 95 Ma, cuyo relleno de avalanchas detríticas indica una inestabilidad tectónica importante, que alcanzó su máximo hace 80 Ma. La edad de la deformación que provocó la emersión ulterior está mal conocida.

2. 2. La serie oriental

Al Este (río Playas), en cambio, la serie empieza por potentes derrames volcánicos que representan la actividad de un arco magmático (arco Celica) atribuido al período 110-95 Ma. Encima se observan depósitos marinos muy gruesos depositados por derrumbes y avalanchas submarinas, mal datados por escasos microfósiles (≈ 90 Ma, fig. 3). Estos depósitos están derivados de la erosión de rocas exclusivamente volcánicas, probablemente las del arco Celica. La intensa erosión de este último sugiere que fue abruptamente levantado por una fase tectónica que ocurrió entre 95 y 90 Ma. Luego, sedimentos detríticos de mar somero, datados por fósiles de 87 a 80 Ma, se depositaron en marcada

discordancia. La discordancia, así como el cambio abrupto de tipo de sedimentación nos indica un nuevo evento tectónico de edad 87 Ma. Hace unos 80 Ma, aparecieron conglomerados marinos gruesos que indican la rejuvenación de la erosión de relieves volcánicos (fig. 3). La serie se termina por capas rojas no datadas de medio continental, que indican el levantamiento y la emersión de la zona despues de 70-65 Ma.

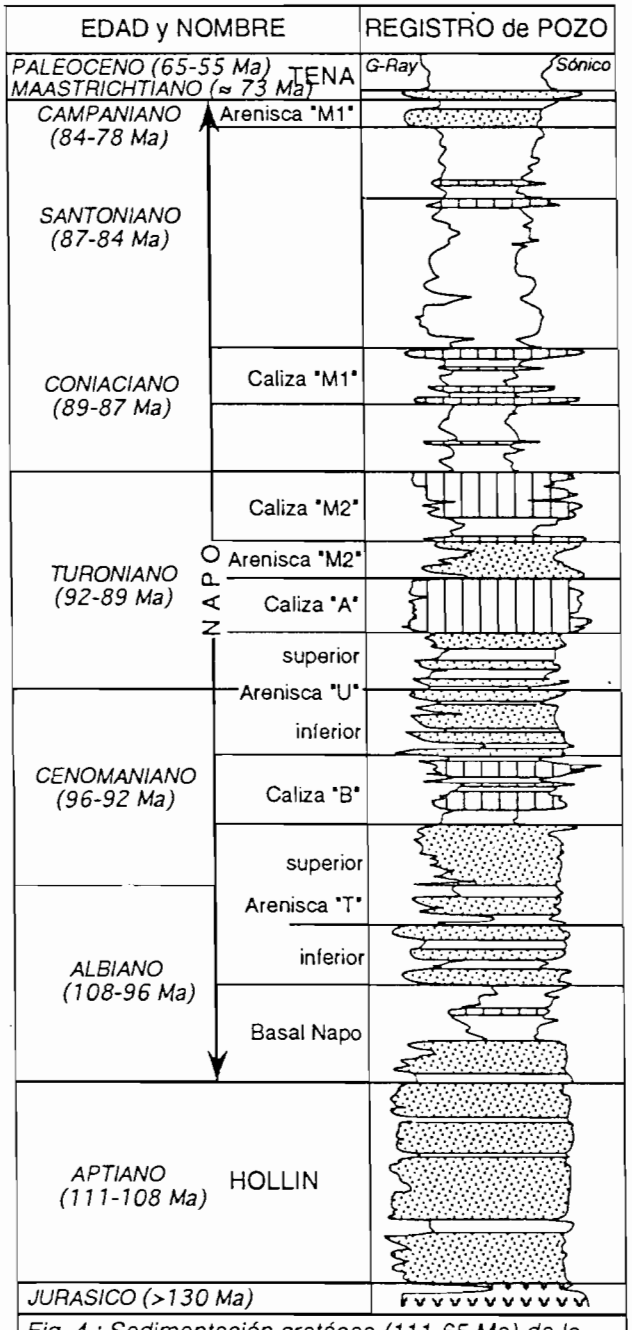


Fig. 4 : Sedimentación cretácea (111-65 Ma) de la cuenca oriental, tal como observada en un pozo de la industria petrolera.

Más al Este (Catamayo), la base de la serie está constituida por potentes efusiones volcánicas (fig. 3) cortadas por plutones datados de 40 y 60 Ma, lo que indica una edad más antigua para las rocas volcánicas. Estas últimas están sobreyacidas por capas rojas continentales, y por arcillas negras y sedimentos volcano-detríticos probablemente lacustres mal datados, o por arcillas y areniscas continentales y parcialmente marinas datadas de 25-20 Ma (fig. 3).

Dicha evolución traduce la actividad de un arco magmático (110-95 Ma ?), interrumpida por un evento tectónico a 95-90 Ma que creó una cuenca sedimentaria marina que emergió despues por efecto de otra fase de deformación. Luego, hace 87 Ma se creó una nueva cuenca sedimentaria marina. Los eventos tectónicos ulteriores (80 Ma y un otro, más jóven que 70 Ma) hicieron levantar y emergir progresivamente la zona.

III. LA CUENCA AMAZONICA

La cuenca oriental experimento una evolución menos movida.

La sedimentación empezó hace 111 Ma con el depósito de areniscas fluviátiles, seguidas por una invasión marina que depósitó areniscas, arcillas y calizas de mar somero entre 108 y 84 Ma (fig. 4). La presencia de arcillas y calizas hace 105-100, 95 y 91-89 Ma indica condiciones tranquilas de sedimentación, mientras que las areniscas de edad 100-96, 94-91 Ma expresan sea el retrabajamiento de sedimentos durante invasiones marinas, sea el depósito de detritos de orígen continental durante las regresiones marinas.

Un primer evento tectónico hace 89 Ma provocó el fin de la sedimentación calcárea, y la llegada de detritismo fino (arcilla, fig. 4). Una nueva fase tectónica importante hizo levantar y erosionar la parte occidental de la cuenca entre 80 y 75 Ma. Una nueva breve invasión marina inició el depósito de arcillas entre 74 y 66 Ma. La ausencia de sedimentación (hiato) entre 66 y ≈ 55 Ma traduce la ocurrencia de un nuevo evento deformacional mal datado, que provocó probablemente la llegada de depósitos gruesos parcialmente marinos, datados por paleontología de ≈ 54 a 42 Ma. Un nuevo hiato entre ≈ 42 y ≈ 35 Ma está interpretado como el resultado de una nueva fase de levantamiento tectónico.

Dicha evolución traduce la creación de la cuenca con subsidencia moderada hace 111 Ma, invadida por un mar somero desde 108 hasta ≈ 85 Ma. Eventos tectónicos de intensidad creciente ocurrieron hace 87, 78-74 y entre 65 y 55 Ma.

IV. SINTESIS E INTERPRETACIONES GEODINAMICAS

La evolución comparada de las cuencas estudiadas, y su comparación con los eventos geodinámicos conocidos revela los siguientes hechos.

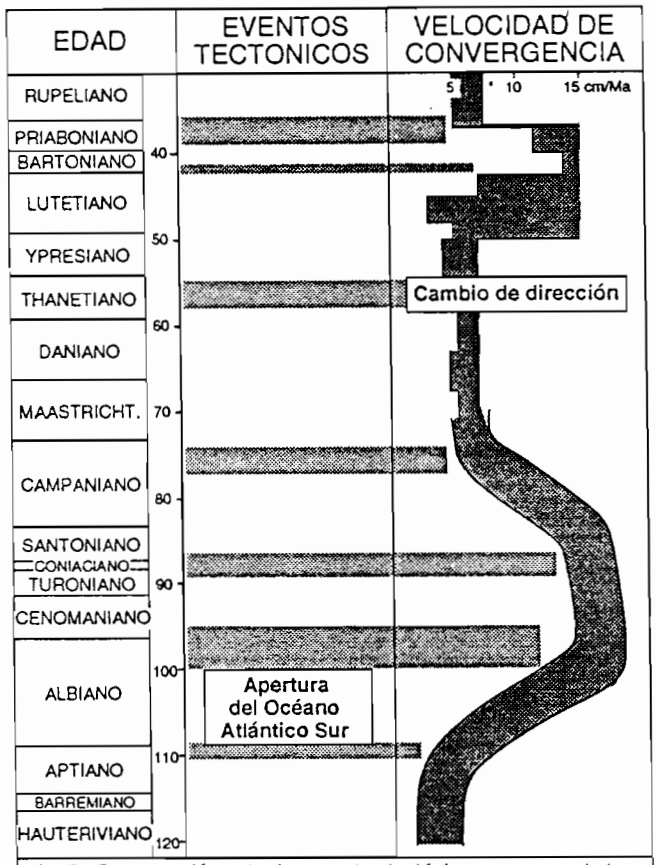


Fig. 5 : Comparación entre los eventos tectónicos precoces de los Andes y la geodinámica de las placas en la zona de subducción.

* ≈ 110 Ma es una época de grandes cambios, expresados por una importante actividad volcánica en la placa oceánica de la Costa y en el área de río Playas, y por la invasión del mar en los Amotape y la cuenca oriental. Corresponde a una abrupta aceleración de los movimientos de las placas a nivel mundial, y en particular en la zona de subducción andina (fig. 5). Además, en esta época, la placa sur-americana se separaró de Africa y empezó a migrar hacia el Oeste, abriendo el Océano Atlántico Sur.

* Entre 100 y 95 Ma, la actividad volcánica cesó en la costa y en río Playas, y se crearon cuencas sedimentarias en la Costa y en la serie de Amotape. En la cuenca oriental se depositan areniscas. Estos eventos coinciden con la estabilización (deceleración) de la velocidad de las placas (fig. 5).

* Cerca a 90 Ma, aparecen depósitos detríticos, gruesos en la costa y finos en la cuenca oriental, mientras que se levantó la zona de río Playas. Este evento corresponde a una disminución de la velocidad de convergencia entre las placas (fig. 5).

* Hace ≈ 80 Ma, una fase tectónica importante dió nacimiento a un nuevo arco volcánico en la costa, provocó la llegada de conglomerados en la zona de río Playas, y dió lugar a discordancias en la cuenca amazónica y en el área de Amotape. Esta fase mayor coincide con una estabilización (aceleración) de la velocidad de las placas al nivel de la zona de subducción andina (fig. 5). Estuvo seguido hace 75 Ma por el depósito de arcillas negras de mar profundo en todas las zonas occidentales, mientras que el mar reinvadió la cuenca oriental.

* Una nueva fase tectónica mayor ocurrió hace 60-55 Ma. Provocó una intensa deformación, una emersión y el nacimiento de un nuevo arco vocánico al Este de la Costa, probablemente la emersión y erosión de la sierra sur-occidental, y una discordancia erosiva sobreyacida por depósitos gruesos en la cuenca oriental. Este evento mayor coincide con un brusco cambio de dirección de la placa oceánica Pacífica, sin cambio de velocidad (fig. 5).

* Otros eventos tectónicos importantes, hace 40 a 35 Ma, provocaron primero el depósito de sedimentos gruesos y luego el levantamiento y erosión de toda la costa, una discordancia en la serie de Amotape, y un hiato sedimentario en la cuenca oriental. Esta época está coetánea con una brusca aceleración y una abrupta deceleración de las placas en la zona de subducción andina (fig. 5).

VI. CONCLUSIONES

La mayoría de los eventos tectónicos precoces afectaron a todas las zonas de los Andes, aunque de manera desigual según las zonas. De manera general, están más suaves y más tardíos hacia el Este.

La mayoría de las fases tectónicas coinciden con cambios en la velocidad de las placas (110, 100-95, ≈ 90, ≈ 80, 40-35 Ma). Es decir que no dependen de la velocidad, sino de la aceleración (o deceleración) del movimiento de las placas.
Otros factores geodinámicos capaces de provocar fases tectónicas son el movimiento de la placa superior en dirección de la zona de subducción (≈ 110 Ma), y el cambio de dirección de la placa inferior (60-55 Ma).

LAS CUENCAS INTRAMONTAÑOSAS NEOGENAS DEL ECUADOR

por
R. Marocco (ORSTOM), A. Egüez (EPN), A. Lavenu (ORSTOM), C. Noblet (IFEA, ORSTOM, BHP Minerals), R. Baudino (IFEA), T. Winter (IFEA, Coyne & Bélier)

INTRODUCCION

El proyecto de estudiar las cuencas neógenas ecuatorianas nació:

- de contactos establecidos a principios de los años 1980 entre geólogos ecuatorianos de la Escuela Politécnica Nacional y de CEPE (actual PetroEcuador) con colegas franceses del *Centre National de la Recherche Scientifique* (CNRS), del Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA) y del *Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération* (ORSTOM);

- del proyecto iniciado en 1983 por Jean Delfaud y René Marocco obre el estudio de las cuencas neógenas de los Andes de Bolivia, Perú y Ecuador. Dicho proyecto tenía como finalidad aportar la dimensión sedimentaria (es decir sedimentológica, climática, paleogeográfica, etc.) a los estudios tectónicos que ya se estaban realizando sobre el período Oligoceno superior-Cuaternario. En otras palabras, se buscaba agregar a la visión algo estática (fases tectónicas sucesivas) obtenida por el mero análisis estructural, una visión dinámica, como en un dibujo animado, dada por el análisis de cuenca. El período escogido corresponde al que marca la reactivación de la tectónica andina que hasta ahora sigue.

F. Dugas (ORSTOM) trabajó desde el año 1984 sobre la geología del Callejón Interandino, pero es C. Noblet, investigador del IFEA integrado al equipo ORSTOM, que inició el programa de las cuencas neógenas en 1985 con el estudio de la cuenca de Cuenca (fig. 1) en el marco de un convenio suscrito por la Escuela Politécnica Nacional (EPN), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), el Centro de Levantamiento Integrado de Recursos Naturales (CLIRSEN) y el ORSTOM. Posteriormente (de 1988 a 1992), se estudiaron otras cuencas según dos convenios sucesivos entre la EPN y el ORSTOM. El equipo ORSTOM se complementó con la asignación de A. Lavenu en 1986 y R. Marocco en 1987. El programa benefició también del apoyo de jóvenes cooperantes del IFEA : T. Winter en 1988-1990 y R. Baudino en 1991-1992. El programa se llevó a cabo, en todos sus aspectos de campo y de gabinete, con profesionales ecuatorianos : Dr. A. Egüez (EPN), Ing. R. Cornejo (EPN), Ing. V. H. Pérez (EPN), Ing. R. Iglesias (CLIRSEN). Cabe señalar también la importante participación de estudiantes egresados de la EPN que realizaron su tesis de grado sobre temas directamente ligados al programa: J. Fierro, O. Izquierdo, J. Toro, J. Mediavilla, F. Robalino, F. Dávila. En 1992 y 1993, tres alumnos egresados de la Escuela Politécnica de Zurich se integraron al equipo ecuatoriano-francés para estudiar la cuenca de Nabón (fig. 1).

Una síntesis general del conjunto de las cuencas intramontañosas neógenas ecuatorianas está en curso de elaboración por R. Baudino.

Una cuenca sedimentaria registra en su relleno los eventos geodinámicos sufridos por la misma cuenca y sus zonas de aportes. En efecto, fenómenos tan diferentes como la tectónica, el magmatismo, los cambios climáticos, los movimientos eustáticos, dejan sus huellas en la sedimentación. La influencia de dichos fenómenos es muy variada; unos afectarán las relaciones geométricas de las capas sedimentarias entre ellas (la tectónica por ejemplo), algunos se manifestarán por una modificación de la litología de los sedimentos (el magmatismo), otros induciran cambios evolutivos en la génesis de los minerales arcillosos (cambios climáticos), otros por fin determinarán organizaciones secuenciales a gran escala de las pilas sedimentarias rellenando las cuencas (la tectónica, el eustatismo). Vemos así que analizar una cuenca sedimentaria va mucho más allá que el simple estudio estratigráfico; es el complemento indispensable a la comprensión de la evolución geodinámica de una cadena montañosa.

LOCALIZACION Y JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

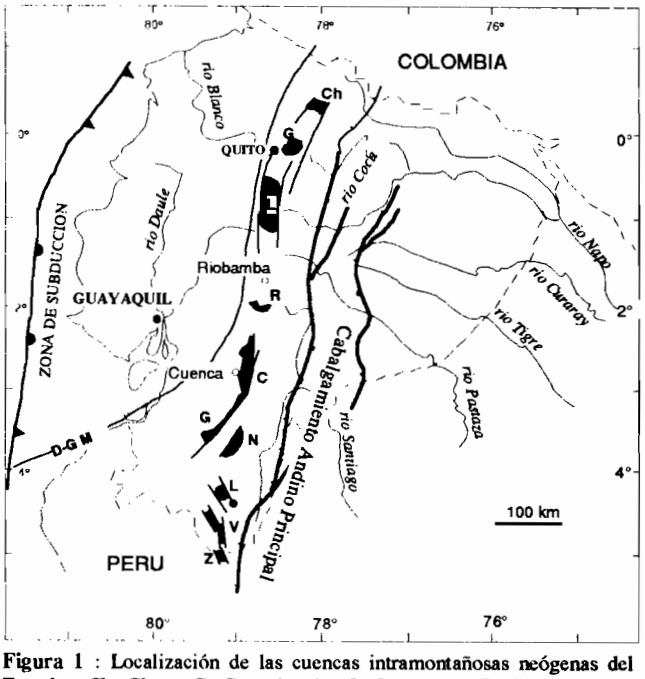


Figura 1 : Localización de las cuencas intramontañosas neógenas del Ecuador. Ch: Chota, G: Guayabamba, L: Latacunga, R: Riobamba, C: Cuenca, G: Girón-Santa Isabel, N: Nabón, Lo: Loja, V: Vilcabamba, Z: Zumba. D-G M: Zona de falla Dolores-Guayaquil.

Los trabajos realizados de 1985 a 1993 y que aquí presentamos portaron sobre las cuencas intramontañosas neógenas. Posteriormente, y para tener una visión completa de la evolución de la cadena de los Andes ecuatorianos se necesitará estudiar también las cuencas de misma edad de la Costa (zona de ante arco) y del Oriente (cuenca de antepaís).

La figura 1 presenta la ubicación, a lo largo del Callejón Interandino, de las cuencas intramontañosas estudiadas. Antes de comenzar la descripción de dichas cuencas me parece necesario definir lo que es una cuenca intramontañosa. Es una depresión activa controlada por la tectónica (fallas activas) y que se establece en el seno de macizos montañosos. En otras palabras es una cuenca en la cual se depositan los productos de erosión de los relieves que la rodean; por lo general, las cuencas intramontañosas son continentales y controladas por la tectónica compresiva que generan los plegamientos y los relieves de las cadenas montañosas . Morfológica y genéticamente, las cuencas intramontañosas son fundamentalmente diferentes de las cuencas de ante arco (marinas y controladas por esfuerzos distensivos) y de las de antepaís ligadas al cabalgamiento de la cadena sobre su antepaís.

EL RELLENO SEDIMENTARIO

A pesar de las particularidades locales en el detalle del desarrollo de cada una, las cuencas intramontañosas neógenas ecuatorianas muestran un cierto número de importantes características comunes que hace pensar que todas han sido controladas, en su evolución geodinámica general, por los mismos fenómenos ocurridos simultáneamente en el conjunto de la región andina del Ecuador. Estas características comunes son :

- una misma edad de la series constituyendo el relleno de las cuencas, que va del Oligoceno terminal al Mioceno superior-Plioceno;

- una misma sucesión vertical de los ambientes sedimentarios que es de abajo hacia arriba: fluvial, lacustre (fino en un principio, después grueso), fluvial proximal, abanicos aluviales, el conjunto constituyendo una serie granocreciente;

- una organización de la sedimentación en dos grandes secuencias·
- un control tectónico de la sedimentación que se traduce por la existencia, a los diferentes niveles de la columna estratigráfica, por estructuras tectónicas sinsedimentarias;
- una misma evolución de los esfuerzos compresivos que presentan una rotación progresiva (de NNE-SSW a E-W).

Estas mismas características se encuentran también en las cuencas intramontañosas neógenas del Perú.

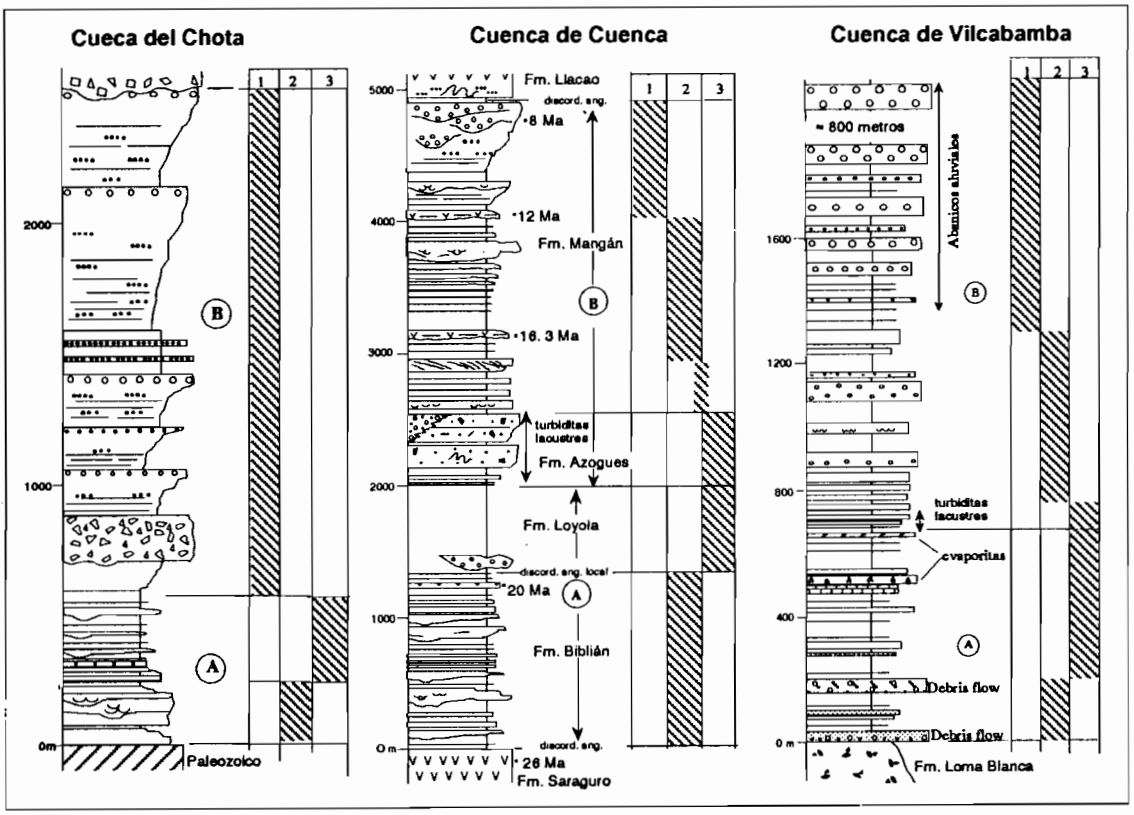


Figura 2 : Relleno sedimentario de las cuencas neógenas de Chota (Barragán, 1992), de Cuenca (Noblet *et al.*, 1988), y de Vicabamba (Fierro, 1991). 1 = Abanicos aluviales; 2 = Ambiente fluviátil; 3 = Ambiente lacustre.

La figura 2 presenta las columnas estratigráficas de las cuencas del Chota (Norte del Ecuador), de Cuenca y de Vilcabamba (Sur del Ecuador). **La primera gran secuencia [A]** es granodecreciente (fluvial proximal en la base y después lacustre tranquilo). La interpretación dinámica es la de una depresión de se inicia en la cual se establece un sistema fluvial drenando los cursos de agua bajando de los relieves que circundan la depresión. Esta se acentúa, iniciándose una importante subsidencia que permite la instalación de un lago por la dificultad que tiene el sistema fluvial a evacuar el agua en forma suficiente. **La segunda gran secuencia [B]** es granocreciente traduciendo una inestabilidad creciente de las zonas de aportes sedimentarios. La sedimentación es típica de una cuenca en proceso de clausura.

EVOLUCION TECTONICA Y GEODINAMICA DE LAS CUENCAS

Los análisis estructurales sobre las deformaciones dúctiles (pliegues) y frágiles (fallas) realizados en las cuencas y en sus bordes indican que el régimen compresivo fue constante desde el Oligoceno superior hasta el Plioceno. Los sedimentos de la primera gran secuencia A y el substrato presentan deformaciones indicando una evolución de la dirección de acortamiento desde NNE-SSW (N23°E) hasta ENE-WSW (N64°E). En la segunda gran secuencia B, la dirección de acortamiento varía de ENE-WSW (N71°E) a aproximadamente E-W (N107°E).

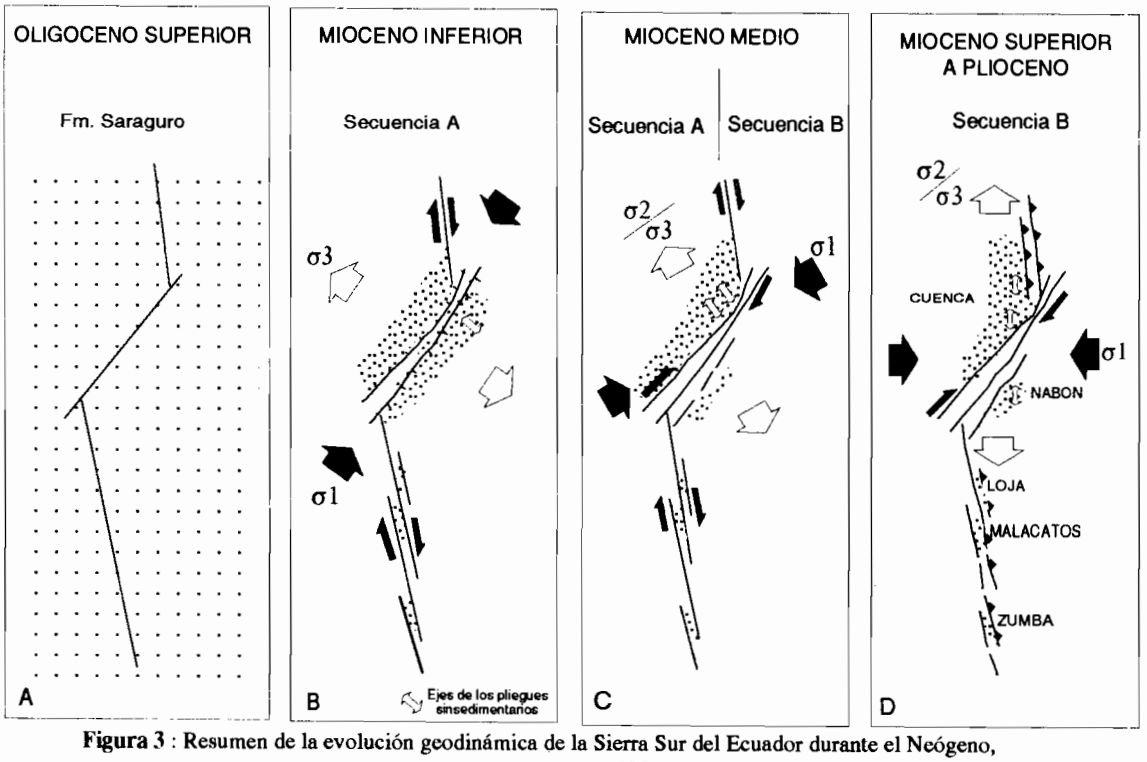


Figura 3 : Resumen de la evolución geodinámica de la Sierra Sur del Ecuador durante el Neógeno, según Noblet *et al.* (1988)

Esta rotación de los esfuerzos es responsable del tipo de evolución dinámica de las cuencas intramontañosas neógenas, como lo muestra la figura 3 para las cuencas del Sur del Ecuador. Las direcciones de compresión NNE-SSW del comienzo de la evolución [Secuencia A] están asociadas a una extensión perpendicular horizontal (WSW-ENE), estas direcciones de esfuerzos determinan un juego siniestral-normal en las fallas NE-SW (Cuenca, Nabón) y un juego dextral-normal a lo largo de las fallas NNW-SSE (Vilcabamba, Loja); resulta una **apertura** de las cuencas intramontañosas. La compresión pasando a direcciones próximas a E-W [secuencia B] determinan una componente inversa importante a lo largo de las fallas controlando las cuencas; es el fase de **cierre**.

PERSPECTIVAS

Ahora que los principales rasgos sedimentarios y tectónicos de las cuencas intramontañosas neógenas ecuatorianas han sido establecidas y que una síntesis general está en curso de preparación, es tiempo de pasar al estudio de las cuencas de misma edad de la costa (cuencas de ante arco) y de la zona subandina (cuenca de antepaís). Es el objetivo que se fija el equipo para los próximos dos o tres años.

Se deberá seguir vías de investigación hasta ahora poco exploradas en el estudio de las cuencas neógenas. Por ejemplo la integración de los datos aportados por las arcillas que permiten evaluar las alturas de su génesis y los tipos de paleoclimas; por ejemplo las influencias relativas eustatismo-tectónica en los cambios de sedimentación continental; por ejemplo los diacronismos posibles entre los eventos tectónicos generadores de relieves y los sedimentos correlativos.

LAS ACCIONES DE FORMACION EN GEOLOGIA

por R. Marocco, É. Jaillard y A. Lavenu
ORSTOM, Unidad de Investigación "Geodinámica y Concentraciones Minerales"

La formación de estudiantes y profesionales nacionales siempre ha sido una parte importante de las actividades de los geólogos de la Unidad de Investigación "Geodinámica y Concentraciones Minerales" del ORSTOM. Iniciadas en 1979 en el Perú, las acciones de capacitación comenzaron en el Ecuador en el año 1988 con el fin de complementar la formación "de todos los días" efectuada en la realización de los programas de investigación por los equipos binacionales.

Tomaron varios aspectos las acciones de formación :

- cursos teóricos en los centros de enseñanza superior con los cuales el ORSTOM firmó convenios,
- dirección de tesis de estudiantes egresados de estos mismos centros de enseñanza superior,
- dirección de Escuelas de Campo en las especialidades de los expertos del ORSTOM,
- en la medida de nuestras posibilidades financieras, lamentablemente muy limitadas, pasantías al exterior del país.

LA ENSEÑANZA TEORICA

Lo principal de la enseñanza teórica se dio bajo forma de cursos semestrales previstos en los convenios que unieron (y que siguen uniendo) el ORSTOM con la Escuela Politécnica Nacional (EPN) y la Escuela Politécnica Superior del Litoral (ESPOL). Aunque cada convenio tenga sus particularidades en cuanto a la participación del ORSTOM en las actividades docentes, por lo general se prevé, en los convenios con las Universidades y Escuelas Politécnicas, que cada experto del ORSTOM dicte un curso semestral al año en la rama de su competencia. Así, en el marco del convenio con la Escuela Politécnica Nacional (EPN), de 1987 a 1994 se dictaron los siguientes cursos :

Tema	Responsable	n° de horas/curso	n° de cursos	Total horas
Neotectónica	A. Lavenu	50	4	200
Análisis de cuencas	R. Baudino	50	1	50
Modelos Sedimentarios	R. Marocco	50	6	300
Paleocorrientes	Ch. Noblet	25	2	50
Petrología Sedimentaria	R. Marocco	48	1	48
Dinámica de las Cuencas	C. Hibsch/R. Marocco	40	1	40
Sedimentación Fluviátil	R. Marocco	25	1	25

Tabla 1 : Principales cursos dictados en el marco del convenio EPN-ORSTOM

De 1984 a 1986, F. Dugas (ahora fallecido) dictó también en la EPN un cierto número de cursos de los cuales no tenemos información suficiente para que aparezcan en la tabla precedente.

A estos 17 cursos semestrales sumando un total de 713 horas, que entraron en el currículo normal de la Facultad de Geología, Minas y Petróleos y que dieron lugar cada una a exámenes parciales y finales,

hay que agregar conferencias o seminarios de corta duración dictados por los mismos expertos del ORSTOM asignados al convenio y por otros expertos (Jean Delfaud, Étienne Jaillard, Thierry Winter, Luis Aguirre, etc.).

Con la ESPOL, en el marco del primer convenio (1979-1982), F. Dugas y B. Labrousse dictaron cursos y seminarios. El nuevo convenio (1992-1994 y renovación por dos años en abril del 1994) considera también una participación a la enseñanza de la Teledetección de G. Laubacher que dicta un curso semestral por año.

En el marco del convenio PETROPRODUCCION-ORSTOM, É. Jaillard ha dictado de 1992 a 1994, en Guayaquil y en Quito, seminarios sobre Subsidencia, Eustatismo, Sedimentación Deltáica, Sedimentación en Plataformas Silico-Clástica, Sedimentación Clástica, Sedimentación Carbonatada. Los seminarios tuvieron, según los casos, una duración de 10 a 20 horas. En 1991, antes de firmarse el convenio, A. Lavenu y R. Marocco dictaron un seminario de 20 horas en Guayaquil sobre Ambiente Sedimentarios y Análisis tectónico.

LA DIRECCION DE TESIS

Los expertos ORSTOM se encargan de la dirección de tesis de grado de ciertos alumnos egresados. Además del interés académico de formar jóvenes investigadores por el medio de la investigación, estas tesis, cuyo tema porta sobre los programas de investigación que el ORSTOM realiza con sus contrapartes ecuatorianas, amplían geográfica y temáticamente el alcance de dichos programas.

Con la Facultad de Geología, Minas y Petróleos de la EPN, de 1985 a 1994, durante los 10 años que duró la colaboración efectiva (los convenios sucesivos cubrieron el período de 1988 a 1993), los geólogos del ORSTOM dirigieron y financiaron ocho tesis (S. Robalino [dirección ORSTOM-IFEA, financiamiento IFEA], F. Dávila, O. Izquierdo, J. Fierro, J. Mediavilla, R. Barragán, J. Toro, F. Ribadeneyra).

En el marco de la nueva colaboración del ORSTOM y del IFEA con el Instituto Geofísico de la EPN, el IFEA financia la tesis de A. Alvarado.

De 1990 a 1993 la Universidad de Cuenca (Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológica) y el ORSTOM llevaron a cabo un programa de investigación sobre la génesis de los placeres de oro del Departamento del Azuay. Dos tesis, cuyo tema portaba sobre el diseño y la realización de equipos de separación de minerales pesados, fueron financiadas por ORSTOM y dirigidas por el Ing. Pablo Dominguez, contraparte ecuatoriana del ORSTOM en el proyecto.

En el convenio que el ORSTOM firmó con PETROPRODUCCION se está dirigiendo tres tesis de grado de alumnos egresados de la Universidad Central, dos financiadas por ORSTOM una por ELF-Ecuador.

Dos otras tesis están en curso de realización, bajo la dirección del experto ORSTOM que colabora con la ESPOL en la rama de la Teledetección geológica.

En conclusión, el ORSTOM dirigió y/o financió nueve tesis, defendidas entre 1990 y 1994. Cinco están en curso de realización.

LOS CURSOS DE CAMPO

Para complementar la formación teórica, el equipo ORSTOM organizó y sigue organizando cursos de campo en análisis de cuencas : sedimentología, análisis de medios ambientes sedimentarios, análisis secuencial, análisis tectónico. Estos cursos de campo, además del complemento indispensable a los conocimientos teóricos permiten a los responsables ecuatorianos y franceses de los proyectos identificar los alumnos susceptibles de participar a los programas de investigación.

En el marco de los convenios ORSTOM-EPN (Facultad de Geología, Minas y Petróleos) los expertos del ORSTOM organizaron y dirigieron seis escuelas de campo (una cada año) sobre el análisis de cuencas (sedimentología, ambientes sedimentarios, análisis secuencial, análisis tectónico). Estos cursos, de una duración de 9 a 15 días según los casos se realizaron en Cuenca, Vilcabamba, Nabón, Playas. Ciertos años, en la medida de los cupos disponibles, se abrieron los cursos a dos o tres alumnos de la ESPOL.

La organización pedagógica de los cursos de campo, que se basa en la experiencia que se tenía de cursos de mismo tipo organizados anteriormente en Bolivia y en el Perú, era la siguiente : se reparte los alumnos en grupos de 3 o 4 ; se atribuye a cada grupo una porción de sección que levantar según criterios precisos expuestos en el campo los dos primeros días. Cada grupo tiene a su cargo el levantamiento de una parte de la columna sedimentaria. Cada noche (de 6 p.m. a 11 p.m.) los grupos, después de pasar al limpio sus apuntes, exponen al conjunto de los participantes su trabajo del día. Se critica el trabajo de cada grupo y, eventualmente, los instructores dictan charlas teóricas en relación directa con los problemas encontrados. Cada grupo está acompañado, durante todo el día de trabajo, por un instructor. El último día, el conjunto de los alumnos y de los instructores realiza una vista al campo para efectuar una primera síntesis. De vuelta a Quito, los diferentes grupos tienen dos semanas para preparar un informe sobre su trabajo.

En el convenio PETROPRODUCCION-ORSTOM, el experto ORSTOM organiza cursos de campo de análisis de cuencas sedimentarias dirigidos a los geólogos de PETROPRODUCCION.

PASANTIAS DE JOVENES PROFESIONALES ECUATORIANOS

Las pasantías a Francia de los profesionales ecuatorianos que participan a los programas científicos realizados en el marco de los convenios deberían ser el completo natural de su formación. Lamentablemente, la insuficiencia de los medios económicos disponibles no nos permitió ofrecer a nuestros colegas ecuatorianos todas la pasantías que nos parecían necesarias.

Sin embargo, a pesar de estas limitaciones y gracias, en ciertos casos, a la ayuda de la embajada de Francia y de la empresa ELF Ecuador, pudimos financiar las siguientes pasantías :

- en 1990-1991, gracias a una ayuda de la embajada de Francia en el Ecuador, pudimos enviar a Francia (Universidad de Pau), durante 4 meses, al Ing. G. Berrones (Petroproducción) para que se forme a las técnicas del estudio de la decompactación de los sedimentos y de la subsidencia de las cuencas sedimentarias;

- en 1992, aportamos un complemento de financiamiento para permitir al Dr. A. Egüez de la EPN (que beneficiaba de una beca de tres meses en Suisa) realizar una estadía de 15 días en la Universidad de Marsella;

- en 1992, S. Benitez (Petroproducción) benefició de un financiamiento del ORSTOM para asistir a dos congresos geológicos internacionales en Grenoble y Dijon (Francia);

- en 1992, gracias a un financiamiento de ORSTOM, J. Egred (EPN) pudo realizar una estadía de dos meses en Sevilla (España) para realizar investigaciones sobre sismología histórica en el Archivo general de Indias;

- en 1993, el ORSTOM financió el viaje (y en ciertos casos la estadía) a Oxford de P. Duque (EPN), A. Egüez (EPN), G. Berrones (Petroproducción), S. Benitez (Petroproducción) para asistir y participar al Simposio Internacional sobre la Geodinámica Andina (ISAG);

- en 1993, el ORSTOM otorgó una beca de 10 meses a S. Benitez (Petroproducción) para que vaya a redactar su tesis francesa en Grenoble (Francia);

- en 1994, gracias a un financiamiento mixto ORSTOM-ELF Ecuador, G. Montenegro (Petroproducción) realizó una pasantía de dos meses en Francia en la Escuela de los Petróleos, en los laboratorios de ELF Aquitaine y en los laboratorios de la Universidad de Pau.

A estas pasantías a Francia y a Inglaterra, hay que agregar el financiamiento, en 1992, de los viajes y de los viáticos de P. Dominguez (Universidad de Cuenca) y de A. Egüez (EPN) al simposio internacional sobre el Oro Aluvial (La Paz, Bolivia).

Agradecimientos

Si la formación "de todos los días" entra en la realización normal de las actividades de investigación, y por lo tanto, obtienen su financiamiento del presupuesto normal de funcionamiento que el ORSTOM atribuye a los diferentes programas, las tesis, las escuelas de campo, las pasantías en el exterior, en cambio, se financian gracias a presupuestos extra atribuidos por el Servicio de las Relaciones Exteriores del ORSTOM (SRE). Los autores agradecen a este servicio por su generosidad y su comprensión de los problemas de formación en geología.

APORTES DE LA TELEDETECCION A LA GEOLOGIA DE LA REGION PUYANGO - CELICA (Provincia de Loja, Sur-Ecuador)

Gérard Laubacher, Convenio ESPOL-ORSTOM.
(Guayaquil, Ecuador)

1. INTRODUCCION

El programa científico del Convenio ESPOL-ORSTOM considera un estudio estructural de la Cordillera de los Andes del Sur de Ecuador entre 3° y 4°20' de latitud S, 79°20' y 80°30' de longitud W mediante estudios "tradicionales" y de teledetección espacial. La creación de un taller de procesamiento de imagenes satelites, instalado en la Facultad de Ingenieria en Ciencias de la Tierra de la ESPOL y financiado por ambas partes, constituyo la primera etapa. Este laboratorio, operacional desde marzo de 1993, tiene capacidad para desarrollar una gran variedad de tratamientos de datos digitalizados. Para nuestro propósito se trata esencialmente de detectar y cartografiar estructuras tectónicas y formaciones geológicas que, asociado a datos de campo y de gabinete, deben ayudarnos a precisar las modalidades de la acreción del llamado "Bloque Amotapes-Tahuin". Trabajos se estan realizando en diferentes areas de las Provincias de Azuay, El Oro y Loja. Presentamos aqui resultados obtenidos con 2 imagenes Spot XS sobre la parte más meridional de la Cordillera ecuatoriana, región de Puyango - Alamor - Celica - Cariamanga, zona donde por otro lado se estan realizando tambien trabajos en el campo (Bohorquez, Laubacher)

2. EL CUADRO GEOLOGICO

Geologicamente hablando la zona del programa cientifico corresponde a la parte ecuatoriana del Bloque Amotapes-Tahuin (Mourier & al 1988) y las zonas limitrofes. El Bloque Amotapes-Tahuin (BAT), constituido por rocas graníticas, gneises, micaesquistos y sedimentos epimetamórficos, esta conformado por los Grupos Las Piedras y Tahuin, atribuidos respectivamente al Precambrico y al Paleozoico (Feininger 1978 y 1982). A estas formaciones se encuentran asociados rocas ultra-básicas y esquistos glaucofaníticos testigos de un metamorfismo de alta presión. Una edad K-Ar de 132 Ma se obtuvo sobre estos esquistos azules (Feininger, 1982) pero su significación no es clara. El Bloque Amotapes-Tahuin esta limitado, al norte por la dicha "falla de Jubones" de direccion EW, al este por la falla NNE-SSW de Giron que se prolonga hacia el sur por la falla submeridiana de Las Aradas. Estas fallas se consideran como suturas aunque faltan jalones de rocas ultrabásicas para confirmalo. Al SE de los afloramientos metamórficos del Mazico de Tahuin, se ubica la cuenca volcano-sedimentaria cretácica de Celica-Lancones (Kennerly 1973, Reyes y Caldas 1987, Benitez & al.1993). El estudio de esta cuenca y su relación con el Bloque Amotapes-Tahuin es sumamente importante para comprender las modalidades de la acreción del Bloque Amotapes-Tahuin que occurio sea a la epoca Jurásico superior-Cretácico inferior (Mourier & al 1988 a y b, Aspden & al 1992), sea durante el Cretácico superior-Paleoceno (Jaillard & al 1993, Benitez & al 1993).

3. METODOLOGIA

Para el presente estudio utilizamos 2 escenas Spot XS (multi-canales) con KJ 638-358 del 03-08-1990 y KJ 639-358 del 05-09-1991. Geograficamente estas 2 imagenes cubren una zona de aproximativamente 6000 km2, comprendida entre 3°47' y 4°14' de latitud S y entre 80°27' y 79°34' de longitud W. Ambas imagenes son de buena calidad, casi sin nubes, y han sido adquiridas durante la temporada seca, la más favorable para geologia. La zona fronteriza con Perú se caracteriza por una marcada aridez y buenas condiciones de afloramiento de las rocas. Hacia el norte, en los sectores de Alamor, Chaguarpamba y Porto Velo, donde el clima es mucho más humedo, las rocas se encuentran fuertamente alteradas y cubiertas por una densa vegétacion.

El procesamiento de las imagenes se realiza en la ESPOL sobre la estación de trabajo SUN IPC y con el software PLANETES de ORSTOM (Francia). Con el fin de diferenciar litologias y estructuras tectónicas se confeccionan imagenes según los procedimientos ya bien usuales : manipulación y tratamiento de cada canal para optimizar los niveles de gris y obtener el mejor contraste possible. Se preparan asi varios tipos de composiciones coloradas RGB, IHS, ACP que se pueden vizualizar y manipular en la pantalla previa la impresión. Tambien se usan programas de filtraje para extraer las mayores direcciones de lineamientos. No han hecho clasificaciones : el denso cubierto vegetal, una profunda y intensa alteración no favorecen la separación de las litologias mediante los valores radiométricas. Por otro lado, se ha preparado en Montpellier (Francia) una imagen RGB completa de la 638-358 a escala de 1:75000 (impresión IBM-VERSATEC). Esta escala adecua perfectamente las resoluciónes respectivas de la impresora VERSATEC y de la imagen Spot XS, permitiendo asi sacar el mayor provecho de una imagen.

En modo general, para el tipo de investigaciones geológicas, es interesante empezar a trabajar a gran escala sobre regiones extensas para aprovechar efectivamente de la visión espacial. Por fin, es obvio que documentos existentes o conocimientos previos del campo facilitan mucho las interpretaciones.

4. RESULTADOS

La interpretación de las 2 imágenes Spot nos llevo a distinguir 3 sectores con características peculiares (Fig. 1 y Fig. 2) :

El Bloque Amotapes-Tahuin

Este sector corresponde a la parte norte y nor-noroeste de las imagenes. Se trata de rocas metamórficas de los grupos Tahuin y Las Piedras, y rocas intrusivas syn y post-tectónicas (Feininger, 1978) dentro los cuales se pudo distinguir :

El Grupo Las Piedras, constituido por gneises y rocas graníticas gneisificadas, se caracterisa por una topografia suave y una textura a tendencia anisótropa.

El Grupo Tahuin constituido por secuencias de cuarzitas y esquistos de bajo grado de metamorfismo, que se diferencian relativamente bien del grupo Las Piedras por su estratificación visible buzando hacia el N a NNW. Sin embargo, el limite preciso entre ambos grupos no es bien marcado.

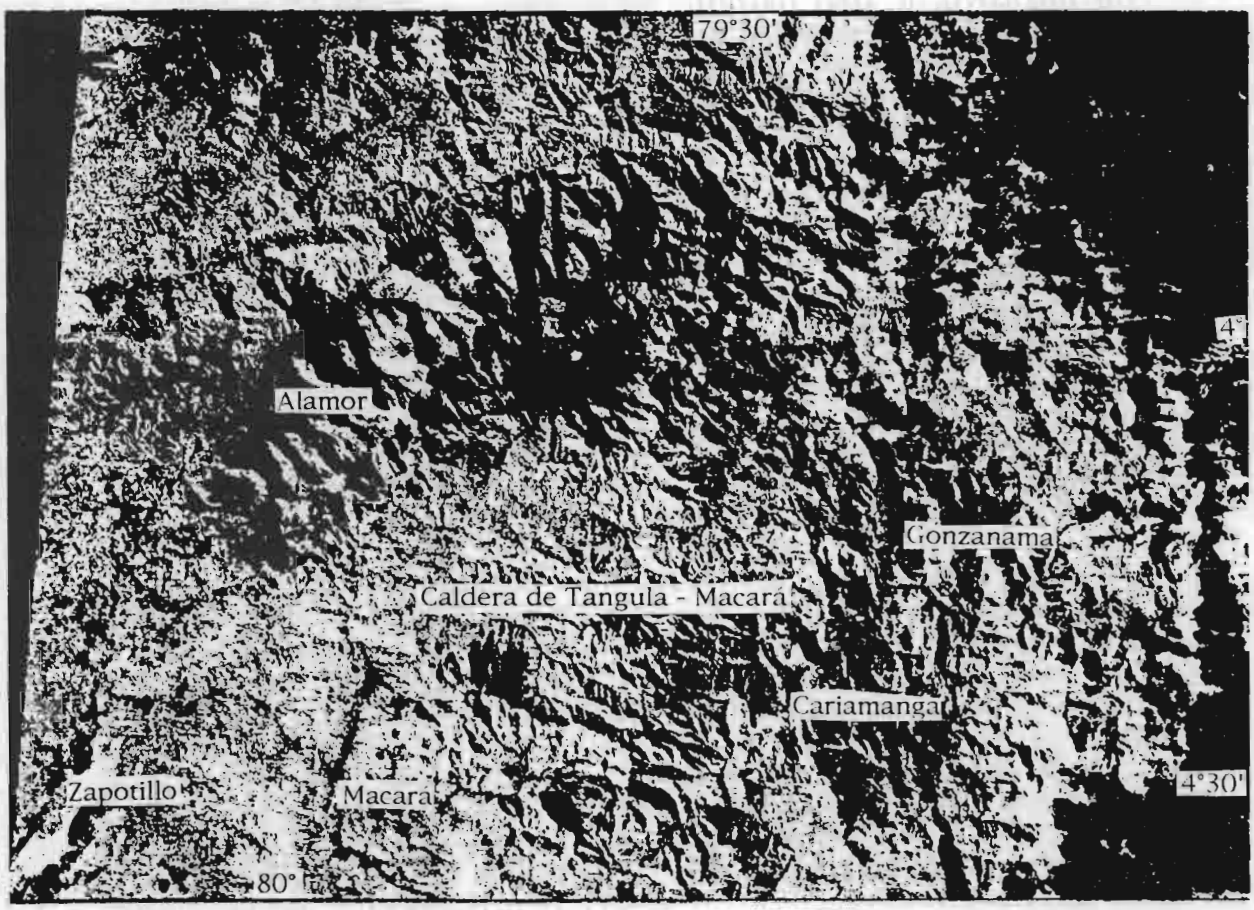


Fig. 1 - Resultado obtenido con un extracto de una imagen MSS reducida al 50%. Canales usados 4, 5 y 6, con manipulación de los potenciómetros para obtener una imagen "pseudo-binarizada" que hace resaltar grandes estructuras interpretadas en el texto. Se individualiza bien la forma circular que interpretamos como la caldera de Tangula-Macará, el bloque Alamor-Chaguarpamba con forma arqueada. La falla de El Derrumbo esta poco marcada, pero se nota bien un lineamiento a lo largo del rio Puyango.

Un intrusivo de tipo batolito, se observa al SE de Marcabelli donde recorta las cuarzitas y esquistos del Grupo Tahuin. En la periferia oeste del batolito se observa una zona ancha de 200 a 300 m cuya respuesta espectral difiere, tanto de la del intrusivo y como del encajante. Posiblemente se trata de la aureola de metamorfismo de contacto inducido por el batolito.

Una fuerte discordancia angular se observa, lo largo del rio Puyango y en su ribera noroeste, entre el substrato metamórfico y una secuencia bien estratificada buzando al SE. Se trata de sedimentos cretácicos (Feininger 1978) que consisten en depósitos de plataforma detríticos del Bosque Petrificado del Cretácico inferior s.l. y carbonatados de la Fm Muerto del Albiano (Jaillard & al.1993). Trabajos de campo en curso (Bohorquez, Laubacher) han determinado que estos sedimentos se encuentran conservados a favor de una falla inversa hacia el NNW que afecta el Bloque Amotapes-Tahuin al SE del rio Puyango y paralelemante a este rio. Este accidente no resalta claramente en la imagen Spot. La morfologia, muy acusada del valle del rio Puyango parece subrayar el trazado de otra falla , con misma dirección.

El limite sur de los afloramientos del Bloque Amotapes-Tahuin aparece en la imagen como un contact NE-SW rectilíneo y en consecuencia probablemente subvertical que pasa a poca distancia al N de las localidades de Tilacos, El Limo, El Derrumbo, Ciano y Orianga. Este contacto, que llamaremos desde ahora *falla El Derrumbo* (Fig. 2), resalta por los contrastes de textura morfológica y del cubierto vegetal inducidos por fuertes diferencias litologicas al NW y SE de su trazado. En el campo, en el sitio donde dicho contacto suele cruzar la nueva carretera Puyango-Alamor afloran cuarzitas y esquistos del Grupo Tahuin al N y depósitos detríticos y carbonatados cretácicos de la cuenca de Alamor-Celica al S. El contacto mismo se localiza en una pequeña quebrada pero esta ocultado por vegetación y coluviones. Hacia el W de la imagen y cuando cruza el rio Puyango, este lineamiento toma una dirección N080. En dirección opuesta, al NE de la localidad de Orianga, su trazado se distingue mal sobre la imagen RVB; sin embargo, en el campo este accidente corresponde probablemente a el que se ha observado en la carretera Balzas-Chaguarpamba, a unos pocos kilómetros al N del puente sobre el rio Puyango y tambien más al NE todavia, en la carretera que va de Zambi a Porto Velo. En ambos lugares, la falla pone en contacto tectónico metasedimentos del BAT al N con rocas volcánicas y volcano-sedimentarias del Cretácico al S.

Con una ventana extraida de una imagen MSS procesado (una casi-binarización, Fig. 1) hemos obtenido una falsa "radiografia" de la zona Puyango-Alamor-Celica que sugiere la existencia, al NW de Alamor, de un contacto tectónico, fuerta-mente marcado y con rumbo NE-SW, que llamaremos *falla Alamor-Zapotillo* (Fig. 2). Hacia el NE, este accidente parece confundirse con el trazado norte de la falla de *El Derrumbo*. Hacia el S, parece superponerse al valle del rio Chira de rumbo NE-SW.

Las fallas de El Derrumbo y de Alamor-Zapotillo, no conocidas en trabajos anteriores, parecen de importancia regional. La falla *El Derrumbo* representa el borde aflorando del Macizo de Tahuin al SE. El accidente *Alamor-Zapotillo* recorta capas y pliegues de la Fm Alamor. Por lo tanto, para ambas fallas el juego visible es posterior a la Fm Alamor; sin embargo, es posible que este juego reactiva fracturas antiguas, posiblemente relacionadas con la acreción del BAT.

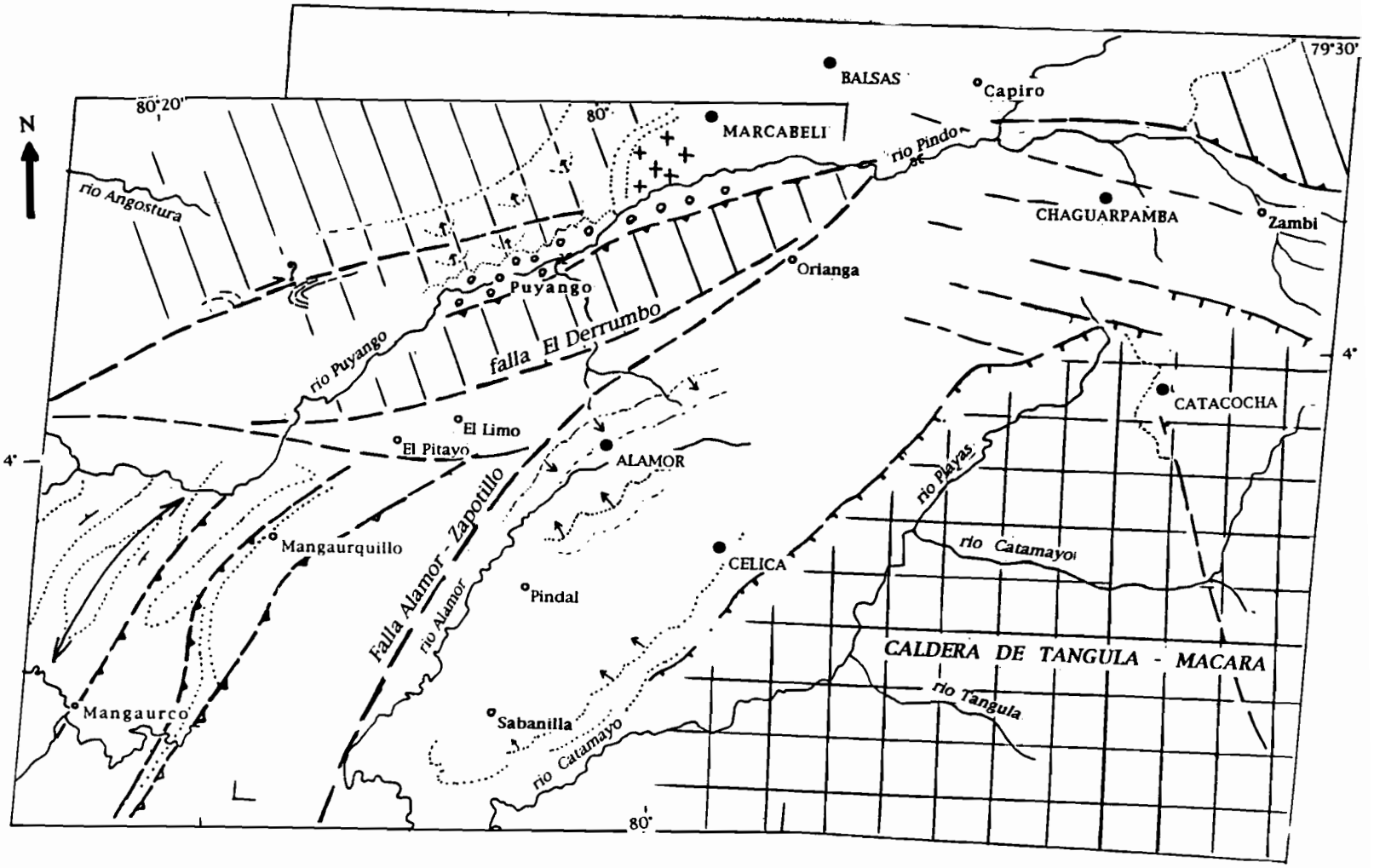


Fig. 2 - Esquema mostrando las principales estructuras detectadas sobre las 2 imagenes Spot. Los metasedimentos del Bloque de Tahuin se representan por rayas oblicuas, el Grupo Puyango discordante sobre los metasedimentos por pequeños circulos; el Cretácico al SE de la falla El Derrumbo queda en blanco, el intrusivo de Marcabeli se marca con cruces y la caldera de Tangula-Macará esta delimitada con un cruzado grueso.

La Cuenca de Alamor-Celica

Los depósitos de la cuenca Alamor-Celica afloran segun una faja alargada NE-SW entre la zona de Zambi-Chaguarpamba al NE y Zapotillo-Cazaderos al SW en la zona fronteriza de donde se prolonga en el NW del Perú bajo el nombre de sinclinal de Lancones (Reyes y Caldas 1987). En la imagen satelite, este conjunto de depósitos no es homogéneo : las texturas aparentemente corresponden a cambios laterales y verticales de fácies litológicos :

- al S y al E de Celica, aflora principalmente una fácies poco estratificada, en secuencias gruesas: se trata probablemente de depósitos volcánicos y volcanosedimentarios del arco volcánico Celica, posiblement equivalente a la serie del rio Playas (Fm Alamor de Jaillard & al (1993).

- al NW de Celica en las zonas de Sabanilla, Limon, Alamor, Chaguarpamba y Zambi se observa una fácies mejor estratificada, pero sin capas muy marcadas. Observaciones en el campo (Laubacher-Bohorquez) indican que se trata de sedimentos, turbiditas gruesas y finas, muy bien estratificados y derivadas de volcánicos ubicados más al este, probablemente el arco volcánico Celica.

- al Sur de 4° S y entre la Quebrada Cazaderos al W y el rio Chira al E, se observan secuencias bien estratificadas, con bancos duros y blandos. Esta fácies se caracteriza por importantes aportes detríticos cuarzo-arenosos derivados del BAT (Jaillard & al 1993). Los potentes niveles oscuros, con textura rugosa, podrian representar material mal estratificado y de granulometria gruesa. Este material muestra pliegues kilométricos, de rumbo NNE-SSW, a veces afectados por rampas a vergencia WNW.

Las relaciones entre estos diferentes fácies no se observan bien; pero sugieren al menos dos zonas de aportes: una SW y una E-NE. Sin embargo, a pesar de la existencia de fallas (algunas sinsedimentarias ?) que afectan la cuenca, el paso de una fácies a otra parece ser en continuidad sedimentaria y la inter-digitación occure entre Limon y Manga-Urquillo lo que queda sin embargo a comprobar en el campo. Es en las secuencias del S, litologicamente bien diferenciadas, que sera lo más cómodo individualizar formaciones bien defindas.

El batolito de Tangula-Macará : una caldera?

El sector SE de la imagen (Fig. 1 y 2) corresponde a la zona de Macará-Sozoranga - Catacocha. La característica principal de esta zona es la presencia de varios cuerpos batolíticos, de composición esencialmente grano-diorítica y tonalítica. Kennerly (1973) considera que forman un solo batolito en profundidad. Estos batolitos intruyen la Fm Celica (Albiano?) y la Fm Alamor de Jaillard & al (1993) del Cretácico superior. Por lo tanto es dudoso que las edades radiométricas aptianas de 111 Ma y 114 Ma (K-Ar) obtenidas por Snelling & al. (1970) sobre el batolito fechan la edad de su emplazamiento.

Analizando la imagen Spot se nota que la zona de Macará - Playas - Catacocha y las formaciones que la componen (Fm Alamor, Fm El Naranjo, Fm Casanga, Fm Sacapalca, Jaillard & al.1993) se encuentran en fuerte desnivel, o mejor dicho hundidos, en comparación con las zonas vecinas de Celica al W y Chaguarpamba al N. El limite o barranco W y N tiene una forma curvada concava hacia el E y S que recorta localmente el rumbo de las capas y estructuras de la Fm Alamor. Sobre un quick-look RVB Landsat MSS (010-63, Fig. 2) se nota que este estructura hundida corresponde a una forma circular, de

aproximativamente 50 km de diámetro, dentro de la cual aflora el batolito de Tangula y los otros batolitos más pequeños asociados. Esta mega-estructura se extiende hasta en el N de Peru. En este último pais, una segunda forma circular, de diamétro equivalente y espacialmente asociada a la primera se observa inmediatamente al S del batolito de Tangula. En el mapa geológico al 1:1000 000 del Perú, esta forma circular corresponde a un enorme batolito aflorando al S de la localidad de Ayabaca.

La forma circular del batolito de Tangula y el hundimiento de las formaciones cretácicas y paleocénicas que constituyen su techo suggieren una megacaldera. Cabe notar que los depósitos de las formaciónes Sacapalca y Gonzanama se ubican dentro del area de afloramiento del Batolito de Tangula pero mayormente en su margen este. La Fm Sacapalca esta constituida por material volcánico de composición esencialmente intermedia a ácida y depósitos volcano-sedimentarios. Su edad, todavia mal conocida, es post-Campaniano y pré-Paleoceno superior (Jaillard & al 1994) La Fm Gonzanama que sobreyace la Fm Sacapalca es mayormente volcano-sedimentaria. Se le atribuye una edad Maastrichtiana a Paleocena (Jaillard & al. 1993). Ambas formaciones podrian derivar de la actividad magmática de la supuesta caldera Tangula-Macará. Si se acepta esta hipótesis, la caldera seria aproximativamente contemporanea de la formaciónes Sacapalca y Gonzanama.

Sin embargo, este "descubrimiento" hecho a partir de una imagen satelite es solamente una hipótesis: su realidad necesita ahora ser confirmado por trabajos cartográficos, petrográficos, etc..,

Referencias

Berrones G., Jaillard E., Ordoñez M., Bengston P., Benitez S., Jimenez N., and Zambrano I., 1993 - Stratigraphy of the "Celica-Lancones Basin" (southwestern Ecuador-northwestern Peru). Tectonic implications. ISAG 93, Oxford (UK) 21-23 sept. 1993, abstract, pp 283-286.

Bristow , C.R., & Hoffsteter, R., 1977 - *Ecuador.* Lexique International de Stratigraphie., CNRS ed., Va2, 410p, Paris.

Feininger 1982 - K-Ar Geochronology of Basement rocks on the northern flank of the Huancabamba Delection., Ecuador. U.S. Geological Survey, Open FileReport 82-206.

Feininger T., 1978 - Mapa geológico de la parte occidental de la Provincia de El Oro, Quito, Instituto Geográfico Militar, Ecala a 1/50000.

Jaillard E., Benitez S., Ordoñez M.,y Berrones G., 1993 - Actividades, trabajos y resultados del Convenio ORSTOM-Petroproducción (1991-1993)

Jaillard E., Ordoñez M., Bengston P., Berrones G., Benitez S., Bonhomme M., Jimenez N., and Zambrano I., - Sedimentary and tectonic evolution of the arc zone of southwestern Ecuador during the late Cretaceous and early Tertiary times (J.of South American Earth Sciences, soumis 1994)

Kennerly J.B., 1973 - Geology of the Loja Province, Southern Ecuador, London Insitut of Geological Sciences, Report 23, 34p. London.

Mourrier T., Laj C., Mégard F., Roperch P., Mitouard P., & Farfan-Medrano A., 1988a - An accreted continental terrane in the Northwestern Peru. Earth Planetary Sciences Letters, 88,182-192, Amsterdam.

Mourrier T., Mégard F., Pardo A., & Reyes L., 1988 b - L'évolution mésozoique des Andes de Huancabamba (3°-8°S) et l'hypothèse de l'accrétion du microcontinent Amotapes-Tahuin. Bulletin de la Société Géologique de France,(8),4, 69-79.

Reyes L. & Caldas J., 1987 - Geologia de los cuadrangulosde Las Playas, La Tina, Las Lomas, Ayabaca, San Antonio, Chulucanas, Morropon, Huancabamba, Olmos y Pomahuaca. Bol. Inst. Geol.Min.Metal.., (A,) 39, 83p., Lima.

Snelling N.J., 1970 - K-Ar ages determinations on samples from Ecuador. Inst. Geol. Scien., Geochemical Division, Rep. 70.10, London.

NUEVOS APORTES PARA LA GEOLOGÍA DEL AREA DE QUITO Y ANALISIS DE LA PALEOSISMICIDAD.

A. Alvarado *, C. Hibsch **, y V. H. Pérez ***

* Departamento de Geología, EPN, ** Instituto Francés de Estudios Andinos Quito, *** Instituto Geofísico, EPN.

RESUMEN

Se han identificado tres unidades que forman parte del relleno profundo de la cuenca Quito, estas son: unidad *volcánicos*, unidad *fluviátil*, unidad *cangahua*, además de una unidad que representa la estratigrafía superficial. Las unidad volcánicos está compuesta de los productos antiguos del complejo Pinchincha así como de los del Atacazo. La unidad fluviátil es una potente serie de fluviátiles, tobas intercaladas al occidente por lavas. La unidad cangahua está formada principalmente por cangahua, localmente hay fluviátiles. En cuanto a la estratigrafía supercial se ha podido definir que los sedimentos muestran un paso progresivo de materiales de ambiente muy húmedo (lacustres y pantanos) a series más secas y erosivas. Su depositación parece estar asociada principalmente a cambios climáticos y volcanismo más que a movimentos tectónicos. Se estima que la acción de la falla de Quito ocurrió en algún período durante la depositación de la unidad fluviátil.

Con la utilización de la paleosismicidad se ha podido determinar veinte eventos sísmicos, registrados durante los últimos 1500 años, con escalas de deformación que van desde 1 cm hasta 30 cm. Además, se estimó una escala comparativa en función del tamaño de la deformación, así para una deformación de 2 cm la intesidad estimada es de VI grados obteniendose una escala de intensidad en la cual el factor entre cada grado oscila entre +4 y +5, siendo muy cercano al valor de sismicida histórica.

1 - INTRODUCCION

Este trabajo tiene dos objetivos fundamentales que son: investigar la geología de la cuenca de Quito con el fin de saber el tipo de materiales que la forman y además tratar de comprender su evolución tectónica. El segundo objetivo es tratar sobre la metodología para el estudio de la paleosismicidad, esto con el fin de obtener un registro sísmico que supere los 500 años.

Para el estudio de la geología se utilizaron las descripciones de los pozos para agua potable (EMAPQ, varios años), así como algunas observaciones de campo en los alrededores de la ciudad. También se utilizó como base los datos de las columnas estratigráficas levantadas, especialmente en la zona norte debido a las facilidades dadas por las excavaciones profundas que allí se realizan, que también se utilizaron para el análisis de la paleosismicidad.

2 - GEOLOGIA

Antecedentes.

La ciudad de Quito está ubicada sobre una cuenca alargada limitada al oeste por el complejo volcánico Pichincha, al este hay un conjunto de elevaciones con dirección aproximada N-S, al centro una pequeña colina divide la cuenca. El drenaje principal, al sur, está representado por el río Machángara que corre de sur a norte formado un profunda quebrada al desaguar hacia el valle de los Chillos. En el norte las quebradas de El Colegio y el Batán drenan las aguas de este sector.

Desde el oeste provienen la mayor parte de aportes a la cuenca, por medio de diferentes quebradas, especial interés tiene la quebrada Ingapirca que forma un potente abanico aluvial, cuyos depósitos llegan principalmente al área entre las Avs Colón y Gaspar de Villarroel.

La geología del área de Quito ha sido descrita principalmente por Sauer (1943) y por la DGGM (1978, 1980), en función de los diferentes afloramientos localizados en los alrededores de la

ciudad. Se ha estimado que el basamento de los materiales cuaternarios, según algunos autores, corresponde a los depósitos de la Fm. Pisayambo formada de un conjunto de lavas y piroclastos (Hall y Beate, 1991).

Los materiales cuaternarios están representados por los volcano-sedimentos Machángara, identificados en los afloramientos a lo largo del valle del río Machángara. Están formados por lavas, aglomerados, tobas y sedimentos generalmente mal estratificados que incluyen hasta conglomerados (DGGM, 1978). Sobre estos volcánicos se depositan los sedimentos Chiche, consistentes de una serie de conglomerados y areniscas intercaladas con varios niveles de tefras (DGGM, 1980). Los volcánicos del Atacazo y del Pichincha, formados por lavas andesíticas porfiríticas, se colocan sobre los sedimentos Chiche, (DGGM, 1978). La Fm. Cangahua definida como un depósito de tobas y cenizas finas, originada por caídas, cubre periclinalmente la mayor parte de los materiales anteriores. Se estima una edad pleistocénica (Clapperton, 1990). Dentro de la cuenca el Depósito Lagunar de Ceniza se ha definido como un conjunto de cenizas, arenas y limos estratificados interpretados como parte de una laguna holocénica, ubicada especialmente al norte de la ciudad (DGGM, 1978,1980).

Estratigrafía.

El estudio de la estratigrafía de la cuenca se ha dividido en dos partes de acuerdo al tipo de información que se analizó, y estas son: estratigrafía profunda y estratigrafía superficial

a) **Estratigrafía profunda.** Está basada principalmente en el estudio de los pozos encontrados en la ciudad, y se han definido las siguientes unidades.

Unidad Volcánicos

Es la unidad más profunda encontrada en los pozos. Se la identificó en el lado oriental de la ciudad en las lomas de El Batán y la Bota, al sur en el barrio Matilde Alvarez y en los flancos occidentales de Pichincha.

Está formada de lavas intercaladas con flujos de lodo, depósitos piroclásticos, avalanchas de escombros y algunas arenas volcánicas con pómez. En algunos afloramientos en la zona norte, el conjunto se muestra fuertemente fracturado.

Se presume que estos depósitos son principalmente de los volcanes Pichincha y del Atacazo.

Unidad Fluviátil

Está unidad tiene una disposición compleja dentro de la cuenca ya que está controlada por su ubicación, se ha estimado que su espesor en el eje es aproximadamente 300 m. En el sector noroccidental la unidad contiene flujos de lodo, intercalados con arenas medias a gruesas con pómez, interpretadas como tobas. Hacia el occidente estos materiales están intercalados con lavas.
En el sector de la quebrada Ingapirca se encuentran potentes flujos de lodo interdigitados con arenas y líticos de tamaño variable incluso mayores a 1 m. Todo el conjunto forma parte del cono aluvial que desciende de la quebrada.

Hacia el eje de la cuenca se encuentran los materiales más finos, constituídos de arenas, limos y flujos de lodo, posiblemente corresponden a tobas con fluviátiles y suelos.

En las lomas de El Batán se han encontrado algunos niveles que posiblemente corresponden a fluviátiles, su espesor aumenta hacia la cuenca.

En las zonas de El Ejido, La Carolina y Aeropuerto, se han localizado niveles con material orgánico en descomposición interpretados como turba, lo que indicaría la formación de zonas pantanosas. Similares materiales se han encontrado al sur de Quito.

En la cuenca sur el relleno difiere prinicipalmente por las características de las zonas de aporte, aquí se diferencian dos zonas principales que son:

• Un aporte del oeste, caracterizado por contener fluviátiles finos intercalados con lavas y cangahua retrabajada. Hacia el eje de la cuenca el material es más fino.

• El otro aporte tiene una dirección SW-NE, siguiendo al río Machángara, se indentifica claramente en los pozos ubicados a lo largo de la Panamericana Sur. El tamaño de grano es variable al sur, se encuentran series conglomeráticas (superan los 120 m), mientras que hacia el norte hay arenas y limos confundiendose con los aportes del oeste.

Unidad Cangahua

Dentro de esta unidad se pueden diferenciar dos tipos de cangahua, una primaria de color marrón intercalada por secuencias decimétricas a métricas de caídas de pómez y ceniza, posiblemente se originó por caída directa. El segundo material es la cangahua retrabajada que es una mezcla de arena, limo, pómez y líticos de diferente tamaño, su color es café obscuro, su origen principal es debido a flujos de lodo y también a procesos de pedogénesis.

La localización de ambos grupos es diferente, así en general la mayor parte de la cangahua primaria se encuentra cubriendo periclinalmente las colinas que rodean la ciudad y en las laderas del Pichincha, localmente es posible hallarla en el centro de la cuenca, mientras que la cangahua retrabajada se ubica al pie de las elevaciones que rodean la ciudad y en el centro de la cuenca. Se estima que su espesor promedio es de 35 m. Una datación cerca al parque de La Alameda reportó una edad de 35.000 años A.P. Clapperton y Vera, 1986).

En el sector del Centro Histórico de Quito que va desde el Panecillo hasta el parque de El Ejido, se tiene una estratigrafía diferente, debido principalmente a su topografía. En esta zona existen pocos pozos, por lo que su interpretación se basa principalmente en observaciones de campo.

Se diferencian dos unidades principales que son: la unidad *volcánicos* mostrada por algunas lavas cerca a la cima de la Libertad incluimos dentro de este grupo a los volcánicos que forman el Panecillo. Cubriendo a este grupo se encuentra la *cangahua*, que es principalmente primaria, en la Av. Maldonado hay niveles de cangahua retrabajada. En la Av. Oriental llegando al partidero al Valle de los Chillos se observan flujos de lodo que posiblemente fueron transportados por las quebradas que descendían al río Machángara.

b) **Estratigrafía superficial.** La estratigrafía superficial se definió en base a las columnas estratigráficas levantadas en las excavaciones .

El nivel más profundo corresponde a una capa de ceniza muy fina de color blanco, en donde hay al menos tres períodos de depositación , aún no se ha precisado su fuente. En el sector de la Jipijapa la ceniza se depositó sobre un nivel lacustre.

A continuación se desarrolló en la mayoría de la cuenca un suelo muy húmedo posiblemente de ambiente palustre, en la Jipijapa la laguna progresivamente pasó a un pantano y luego al suelo. Sobre este suelo un nuevo evento volcánico deposita una capa de pómez fina y ceniza fina de color amarillo ligeramente verdoso. Por su mineralogía posiblemente corresponde al volcán Pululahua. Sobre la ceniza aparece un suelo muy orgánico con pómez dispersa y restos de raíces, probablemente de ambiente palustre, localmente hay depósitos lacustres.

Una capa de pómez cuyo espesor varía entre 12 a 15 cm, se depositó sobre los materiales anteriores, el centro de emisión más probable es el Guagua Pichincha. Esta caída de pómez marca un cambio importante en las condiciones ambientales de la cuenca ya que luego de ellas se desarrolla un nivel fluviátil que tiene un aporte importante de pómez. El fluviátil es de dos tipos: uno desarrollado al occidente muy limoso; y otro hacia el lado oriental que es más limpio.

Un nuevo evento volcánico representado por una caída de ceniza, se depositó sobre un nivel de paleo camellones, cuyo posible centro de emisión es el volcán Quilotoa (Hall y Mothes, com. pers.). Es importante notar que el nivel de paleo camellones aporta con información sobre el ambiente en esta época, ya que, según estudios realizados en otros lugares del país se sabe que este tipo de estructura agrícola era construída en zonas pantanosas con el fin de evacuar las aguas, formar reservorios y proteger los cultivos de heladas. El área de los camellones ocupó aproximadamente 300 has.

Posterior a la caída de ceniza en varios sitios se desarrolló un nivel lacustre localizado en el sector de La Carolina y Jipijapa. Este lacustre progresivamente pasa a un nivel fluviátil y luego al suelo actual. En el sector de la Jipijapa se mantuvo hasta hace algunos años un nivel pantanoso. Luego del desecamiento de la laguna se produjo un período muy erosivo representado por las numerosas quebradas que fueron rellenadas paulatinamente.

3 - PALEOSISMOLOGIA

Contexto tectónico y sismicidad.

Debido a que el Ecuador se halla ubicado en un margen activo, este controla la mayoría de estructuras formadas en el continente, las mismas que tienen una dirección preferencial NNE.

Soulas et al. (1991) definen tres sistemas de fallamiento principales, que son:

a) Sistema de fallamiento dextral, su dirección aproximada es NNE entre las fallas más importantes que forman este sistema son la Chingual, Pallatanga y el fallamiento del Golfo de Guayaquil.

b) Sistema sinestral las principales fallas del sistema son Guachucal, San Isidro, El Angel.
c) Sistema de fallamiento inverso de pie de monte, localizado en la base de la Cordillera Real.
Asociados a estos sistemas principales se encuentran pliegues y fallas que afectan a los depósitos cuaternarios, cuya dirección principal es N-S, como son los pliegues localizados en el sector de Salcedo (Dávila, 1990) y la falla de Quito, interpretada como inversa (Soulas et al, 1991), asociada además a un plegamiento (Ego, 1992).

Este conjunto de rasgos representan importantes fuentes sísmicas para la ciudad de Quito, de estos los más importantes son: la falla de Quito Iumbisí sobre la que se ubica la ciudad, se ha estimado que puede generar sismos de magnitud 6.9 a 7.1 grados con intensidades entre VIII y V (Soulas et al, 1991; Del Pino y Yepes,1990). La falla Chingual puede generar sismo con magnitud superior a 7 grados e intensidades aproximadas de VI grados (Soulas et al, 1991; Pérez et al en prensa).

La falla de San Isidor forma parte del sistema sinestral, en 1868 un sismo destruyó la ciudad de Ibarra y produjo una intensidad estimada de IX en la ciudad de Quito (Del Pino y Yepes, 1990). Al oriente al sistema transpresivo de Baeza, que es la prolongación hacia el sur de la falla Chingual, se le atribuyó el sismo de marzo de 1987 que produjo una intensidad de VII en Quito (Del Pino y Yepes, 1990).

La falla de Pallatanga, ubicada al centro del país posiblemente fue la fuente que destruyó la ciudad de Riobamba en 1797, se sintió en Quito con una intensidad de VIII (Del Pino y Yepes, 1990).

El noroccidente ha sido poco estudiada, uno de los trazos ya conocidos es el de Apuela-Nanegalito-Mindo posiblemente dextral (Ego, 1992). Al oeste se han identificado rasgos que muestran evidencias de movimiento dextral, corresponden a las falla de Santo Domingo y del Río Canande, se estima que la magnitud que puede generar este último rasgo es de 7.1 grados, lo que produciría una intensidad de VI en Quito (Pérez et al, en prensa).

La subducción es otra importante fuente, puede generar intensidades de VI grados, en la ciudad de Quito (Del Pino y Yepes, 1990).

La actividad volcánica del Guagua Pichincha ha producido en Quito algunos daños pero es menos importante su influencia.

4 - ANALISIS PALEOSISMICO.

El análisis de la paleosismicidad se basa en el estudio de las deformaciones producidas por los sismos en los sedimentos. El fenómeno por el que ocurren las perturbaciones en la geometría del depósito, es la licuación. A la deformación se la denomina sismita

La licuación de un sedimento ocurre cuando hay una desestabilización de los granos de un material no consolidado, por la acción de una carga cíclica, que genera una reducción del esfuerzo efectivo (pérdida de contacto entre los granos del esqueleto del terreno) debido al aumento en la presión de poros haciendo que el suelo se comporte como fluído (Ishihara, 1985; Ishihara y Hsu, 1986; Jiménez Salas, 1980; Darve y Flavigny, 1979).

Las sismitas pueden encontrarse en diferentes sedimentos como conglomerados,arenas, arcillas, calcáreos y areniscas (cuando aún no han sufrido litificación). En general las arenas poco litificadas que contienen agua, son las más suseptibles a ser licuadas.

Estructuras.

Las estructuras más comunes producidas por este fenómeno son: capas contorneadas o invaginaciones, figuras de carga e inyecciones de material.

Capas contorneadas o invaginaciones. Son figuras parecidas a las de carga, pero se diferencian porque ocurren en materiales de reología similar. Son semejantes a pliegues con vergencias variables, lo que facilita establecer distinciones respecto a un "slump", en algunos casos estos plegamientos se aislan formando los pseudo nódulos. Son claramente visibles cuando existe laminación como en los varves. Posiblemente se originan en las zonas cercanas a la interface agua/sedimento, en donde la presión de confinamiento es mínima y existe mayor facilidad para fluir (Pérez et al, en prensa). En la Figura 1 se observan ejemplos de este tipo de deformación (ver A,B,C,D,E,F). Estas estructuras son las más comunes en Quito.

Figura 1: Ejemplos de sismitas. (A): (a):invaginaciones descritas por Sims (1973) en sedimentos lacustres en California; la deformación afecta 4-5 cm de sedimentos por una intensidad (MM) de VIII-IX / (B): (a): invaginaciones encontradas en sedimentos lacustres (laminitas y limos arcillosos) en una excavación en la Calle Amazonas, al lado del Banco del Pichincha (Quito) / (C): invaginaciones en arenas infra-litorales cerca de Manta (Ecuador). (D): (a): invaginaciones en arenas supratidales del Stampiano del Sur de París (Cojan y Thiry, 1992) / (E): invaginaciones y pseudo-nodulos en los depósitos lacustres de la Calle Pinzón (Quito); / (F): invaginaciones (a) e inyecciones de tipo diapiro (b) en arenas del stampiano al sur de París (Plaziat y Poisson, 1992) / (G): dique de arena (a) en el stampiano del sur de París (Cojan y Thiry, 1992) / (H): diques (a) y sills (b) sedimentarios en los sedimentos lacustres de Quito (excavación del edificio Pucará en la Calle República); inyecciones de limos arcillosos con pómez a través de laminitas lacustres. Las laminitas del nivel (c) fosilizan la deformación / (I): inyección tipo sill (a) de cenizas volcánicas (1) a dentro de sedimentos lacustres (2) en la excavación del centro comercial "el Jardín" en la Calle Amazonas (Quito) / (J): figuras de carga redondeadas (a) descritas por Sims (1973) en depósitos lacustres (K): en la excavación del centro comercial "el Jardín" en la Calle Amazonas (Quito) (a): diques sedimentarios "per descensum"; (b): figuras de carga alargadas y orientadas (N 30-40°E); (c): desplazamiento inverso capa a capa de los filones sedimentarios (a); (1): cenizas volcánicas, (2): laminitas lacustres, (3): arenas medianas, (4): ceniza retrabajada / (L): figuras de carga (b) descritas por Sims (1973) en depósitos lacustres (a) / (M): en la excavación del centro (Tomado de Pérez et al, en prensa).

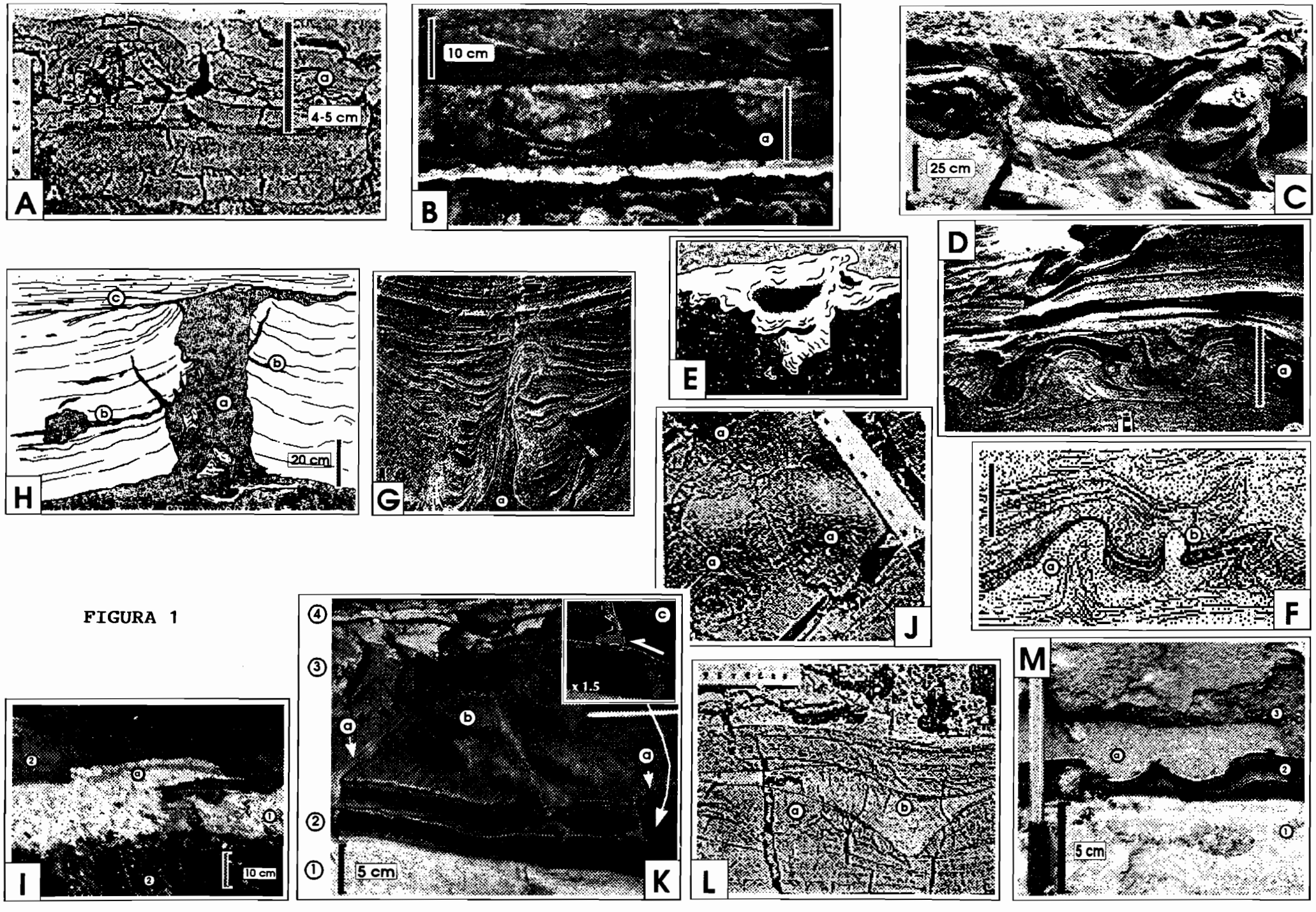

A
4-5 cm
a
B
10 cm
a
C
25 cm
D
a
E
F
a
b
G
a
H
c
b
a
b
20 cm
I
a
2
1
2
10 cm
J
a
a
a
K
4
3
2
1
5 cm
a
b
a
c
x 1.5
L
a
b
M
3
a
2
1
5 cm

FIGURA 1

Figuras de carga. Son del mismo tipo a las definidas en la literatura, pero en este caso se muestran asociadas a las otras figuras descritas. Para diferenciarlas es necesario también conocer el tipo de sedimentación que tiene el sector estudiado, especialmente identificar llegadas catastróficas de material (Pérez et al, en prensa). Ver Fig. 1 J,K,L,M.

Inyecciones de material. Estas son las figuras más comunes asociadas a un sismo, son los "volcanes de arena y lodo" descritos en varios sismos, como en el de Imperial Valley en 1979 (Youd, 1984) y en Niigata en donde aparecieron cráteres de sifonamiento, generando hundimientos, desenterramientos, inundaciones, etc (Geotecnia y Cimientos, 1980). Ocurren cuando la presión hidraúlica del sedimento es lo suficientemente fuerte como para producir un empuje sobre las capas sobreyacientes, que se caracterizan por ser poco competentes lo que ayuda a la expulsión (Fig. 1 G,H;I,K).

Identificación y problemas.

En general los problemas que se encuentran en una investigación de este tipo se relacionan a la identificación de la deformación, la correlación de un afloramiento a otro y la asignación de una intensidad. Para identificar una sismita es necesario realizar un estudio detallado de la zona así como identificar capas guías que permitirán correlacionarlas de un afloramiento a otro. Para su indentificación y correlación se deben tomar en cuenta los siguientes factores que son:

• Reología no favorable, ya que no todos los sedimentos en el momento del sismo son aptos para ser licuados, especialmente cuando hay variaciones laterales, diagénesis o porque el material

es poco o nada licuable, incluso una licuación anterior deja al terreno con menores posibilidades para que este sea licuado nuevamente, ya que aumenta la compactación del terreno.

• Es posible además que exista erosión, o también una falta de depositación, en todo caso hay la posibilidad de encontran por lo menos una zona afectada por un sismo.

Se se debe tomar en cuenta en este análisis que puede existir sobreposición de eventos, para ello es necesario identificar zonas de erosión o discordancias así como la interface agua/sedimento, se puede dar el caso de que el acuífero está repartido en dos zonas, en este caso se requiere encontrar otras evidencias en el afloramiento que indiquen esta compartición del acuífero.

Sismitas en la ciudad de Quito.

Un registro muy importante encontrado dentro de la ciudad es el de la calle Pinzón, aquí se determinaron hasta 20 niveles deformados, con diferentes escalas de deformación que va desde 1 cm hasta 30 cm. En la Fig. 2 se observa los niveles de deformación en este afloramiento. Hemos obtenido una edad de 453 ± 60 D.C a una profundidad de 4.5 m, en la base del nivel deformado más profundo. Con el fín de correlacionar el evento deformado más joven con algún evento sísmico histórico y así poder tener un valor de intesidad, se estimó la edad de 1410 D.C. para este nivel, pero existe un rango de error muy alto. En vista de esto se hizo una aproximación de la intensidad en función del tamaño de la deformación, para ello se tomó como referencia algunos estudios anteriores que indican que para producir una sismita se requiere un sismo de magnitud mayor a 5.6 y una intensidad de VI grados (Ringrose P. 1989, Sims, 1973).

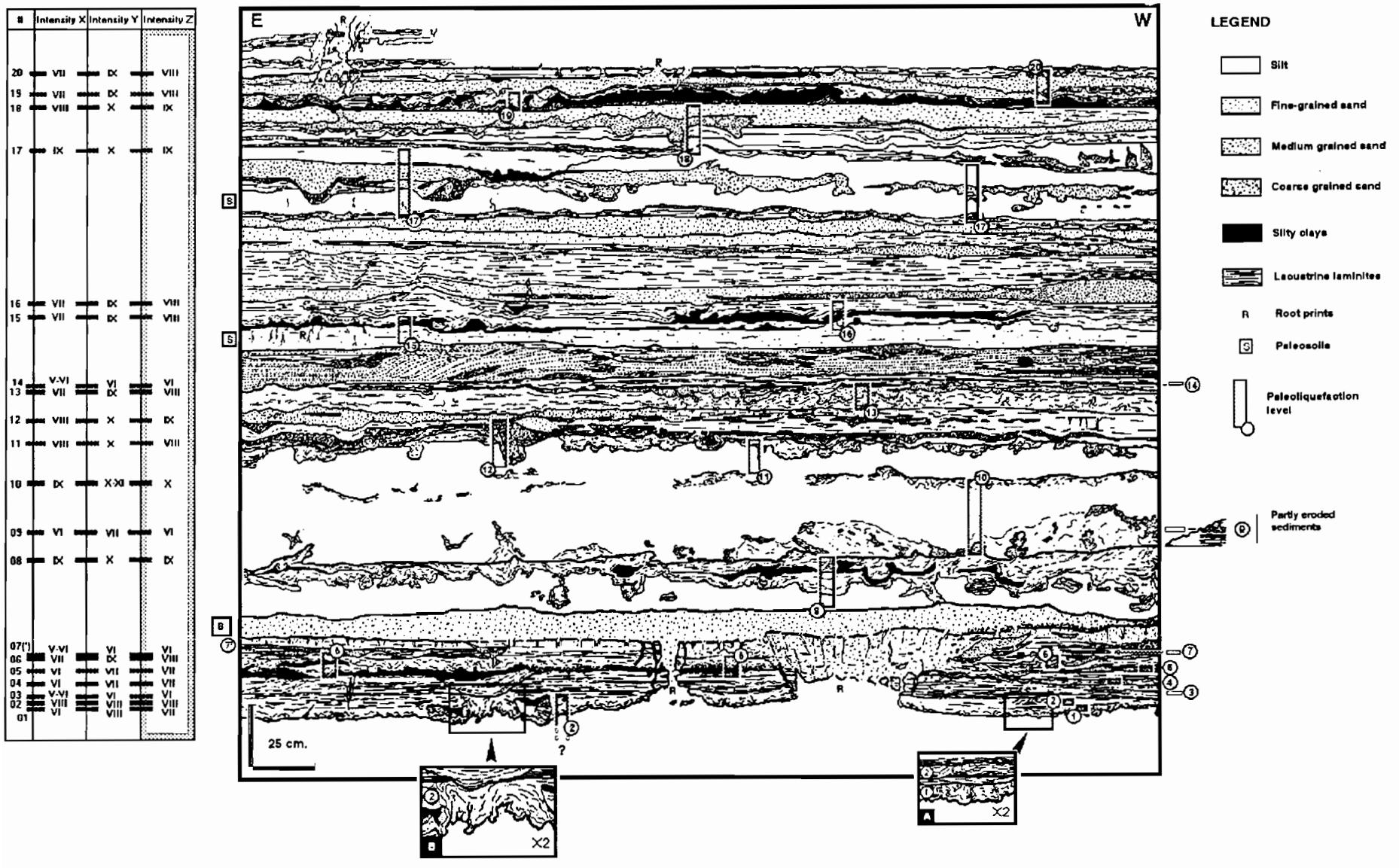


Figura 2.- Niveles de paleolicuación en el afloramiento de la calle Pinzón (tomado de Pérez et al, en prensa)

Considerando que una deformación de 2 cm equivale a una intensidad VI grados, se obtuvo que el factor entre cada valor de intensidad está entre +4 y +5 equivalente a la progresión de la aceleración horizontal en función de la intesidad (Pérez et al, en prensa)(Ver Fig. 2). Con esta escala se pudo estimar una recurrencia de ocho eventos con intensidad igual a VIII, 4 de intensidad sidad IX y uno de intensidad X, correspondiente a un período de más o menos 1000 años (Pérez et al, en prensa.).

5 - CONCLUSIONES.

Con este trabajo se ha podido obtener una idea general sobre la estratigrafía profunda de la cuenca de Quito. La estragrafía aquí defina es una primera aproximación de los depositos que rellenan la cuenca. Se distinguen tres tipos: uno coresponde a la unidad volcánicos que posiblemente está asociada a los productos del volcán Ruccu Pichincha, así como del Atacazo; el segundo tipo está formado por las series fluviátiles interpretadas cuyo espesor está alrededor de los 300 m. Posiblemente el cambio entre los volcanicos y los fluvitailes este asociado a la formación del Guagua Pichincha cuyos productos se localizan principalmente al occidente de la cuenca. Parece que la falla de Quito tiene durante este período una importancia fundamental ya que si se comprueba que existen depositos fluvitiles sobre todas las lomas ubicadas al oriente de la ciudad, entoces se puede afimar que comenzó a actuar durante la depositación de la unidad fluviátil, con ello se estimaría la edad de la falla y su tasa de levantamiento.

Por otra parte la depositación de la unidad cangahua marca un cambio importante en la sedimentación de la cuenca además que por su tasa de sedimetación hace que se la catalogue como un depósito catastrófico; ambientalmente se sabe que el clima fue mucho más frío y seco que en la actualidad durante su depositación.

Los materiales más recientes muestran que la cuenca ha estado sometida a períodos de mucha humedad al igual que a una actividad volcánica importante, lo que sugiere que la mayoría de las lagunas podría haberse formado principalmente por cambios climáticos y por volcanismo, sin que se pueda encontrar evidencias de una actividad tectónica importante durante este período. En épocas más recientes la cuenca tuvo más erosión que sedimentación.

En relación a la paleosismicidad se ha comprobado que las sismitas representan un método apropiado para ampliar el registro sísmico, siempre y cuando se pueda tener un buen control estratigráfico de los eventos. En el caso de la ciudad de Quito se espera obtener un mejor control cronológico para afinar la escala de intensidades. Es importante indicar que muchos sismos no se han registrado debido a diferentes razones, como reología, erosión etc. pero estimamos que el registro muestra los eventos más importantes y con intensidades altas.

BIBLIOGRAFIA

CLAPPERTON CH. y VERA R. 1986.- The Quaternary glacial sequence in Ecuador: a reinterpretation of the work of Walter Sauer.- *Journal of Quaternary Science, vol 1, pp 45 - 56.*

DARVE F. & FLAVIGNY, 1979,- Simulation de la liquéfaction des sols avec une loi incrémentale,- *Matériaux et structures sous chargement cyclique, Palaiseau, Assoc. Amic. Ing. Anc. Elevess de l'E.N.P.C., pp: 101 - 106.*

DÁVILA F., 1990,- Geodinámica plio-cuaternaria de la cuenca de Latacunga - Ambato, Callejón Interandino entre Salcedo y Píllaro.- *Tesis Politécnica Nacional, Quito, 192 p.*

DEL PINO I. y YEPES H., 1990.- Apuntes para una historia sísmica de Quito.- *Centro Histórico de Quito. Problematica y perspectivas. Dirección de Planificación. I. Municipio de Quito, Ecuador.*

DGGM, 1978.- Mapa geológico "Quito" escala 1:50.000.

DGGM, 1980.- Mapa geológico "El Quinche" escala 1:50.000.

DGGM, 1980.- Mapa geológico "Sangolquí" escala 1:50.000.

EGO F. 1992,- La Tectónica Activa en el Norte de los Andes Ecuatorianos.,- *Inf. Cient. IFEA, Quito, pp. 9.*

EMAP-Q, varios años.- Archivos de informes de pozos perforados para agua en la zona de Quito y sus alrededores.

HALL M. Y BEATE B. 1991.- El volcanismo Plio-Cuaternario en los Andes del Ecuador.- *Estudios de geografía. Vol. 4, Quito, pp 5 - 17.*

ISHIHARA K., 1985.- Stability of natural deposits during earthquakes.-'*Proc. 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, San Francisco, vol. 2, pp. 321 -376.*

ISHIHARA K. y HSU H-L., 1986.- Considerations for landslides in natural slopes triggered by earthquakes.- *Proc. of JSCE, No. 376/III-6, 16 p.*

Geotécnia y Cimientos III (Jimenez Salas coord.) 1980.- Tomo lll. *Editorial Rueda, Madrid, pp: 751 - 858.*

PEREZ V.H., HIBSCH C., ALVARADO A., YEPES H., en prensa .- Paleosismicidad de la ciudad de Quito (Ecuador) a través del análisis de la paleolicuación cuaternaria.

RINGROSE P.S., 1989.- Palaeoseismic liquefaction event in late Quaternary lake sediment at Glen Roy, Scotland.- *Terra Nova, vol 1, pp. 57 - 62*

SAUER W., 1943.- Memoria explicativa del Mapa Geológico del Quito.- Universidad Central del Ecuador, Quito.

SIMS J., 1973.- Earthquake-induced structures in sediments of Van Norman Lake, San Fernado California.- *Science, Vol. 182, pp. 161 - 163.*

SOULAS J.P., EGUEZ A., YEPES H. y PEREZ H. 1991.- Tectónica activa y riesgo sísmico en los Andes Ecuatorianos y el extremo sur de Colombia.- *Bol. Geol. Ecuat. Vol. 2, No. 1, pp. 141 - 152.*

YOUD T. L. 1984.- Recurrence of liquefaction at the same site.- *Eighth World Conference on Earthquake Egineering, Vol. 3, pp: 231 -238.*

ESTUDIO DEL RIESGO SISMICO EN EL ECUADOR

H. Yepes (*), J.-L. Chatelain (**), B. Guillier (**)

* Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional (EPN)

** ORSTOM, Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération

A pesar de que el Ecuador tiene una larga historia de actividad sísmica que, en los últimos 460 años, ha provocado la destrucción de ciudades enteras como Riobamba en 1797 o Ibarra en 1868 y la muerte de más de 60.000 personas por causa de terremotos, no existe en el país una conciencia real acerca del peligro sísmico que pesa sobre él. Cada nuevo terremoto ocasiona víctimas, las mismas que habrían podido evitarse si se hubieran asimilado las lecciones dejadas por estos eventos telúricos.

Con el objeto de revertir esta situación, el Instituto Geofísico (IG) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) mantiene un programa sostenido de identificación y vigilancia de las fuentes del peligro sísmico, al cual se ha unido el ORSTOM para desarrollar en común un proyecto de estudio del riesgo sísmico en el Ecuador, que contempla dos aspectos:

(1) la sensibilización de la población y de las autoridades frente al riesgo sísmico;

(2) el estudio científico de la sismicidad y de los sismos.

El primero consiste en la elaboración de un escenario de daños por terremotos en Quito que describa los efectos de eventuales sismos destructores en la ciudad, el cual concluirá en 1994. En cuanto a los estudios científicos, se realizarán con base en los datos de la Red Nacional de Sismología de la EPN, de la sismicidad histórica, de un estudio puntual efectuado en colaboración con el INSU (*Institut National des Sciences de l'Univers*) de Francia utilizando estaciones sismológicas portátiles, y completado por estudios geológicos.

Proyecto de reducción del riesgo sísmico en la ciudad de Quito: escenario sísmico

El proyecto se inició en 1992. En él intervienen un grupo de especialistas del Ecuador (EPN y Municipio de Quito), de Francia (ORSTOM), del Japón (Corporación Oyo), de los Estados Unidos (Geohazard International) y de Canadá, quienes diseñaron la investigación con el objeto de obtener, como instrumentos para mejorar la percepción que del riesgo sísmico se tiene a nivel general en la ciudad de Quito,

(1) una descripción de los posibles daños producidos por un terremoto hipotético pero creíble que genere intensidades significativas en la capital;

(2) una descripción de la vida diaria en la ciudad durante los días y semanas subsiguientes al terremoto, basada en la descripción de daños; y,

(3) una serie de recomendaciones sobre acciones inmediatas y mediatas tendientes a la reducción del riesgo establecido.

Participan en el proyecto científicos especializados en sismología, geología, ingeniería estructural, mecánica de suelos, deslizamientos y planificación urbana. La información que en los campos de la sismología, la geología y la ingeniería de suelos existía ya en la EPN, los

levantamientos estructurales realizados en la ciudad por la EPN y la Universidad Católica de Quito, así como el Sistema Urbano de Información (SUI) desarrollado por el Municipio capitalino con el apoyo del ORSTOM a lo largo de varios años de intenso trabajo, han hecho posible la realización de un proyecto de esta magnitud en un tiempo relativamente corto y con los escasísimos recursos de que se disponía.

Para asegurar la credibilidad de los resultados obtenidos, se ha conformado un grupo de reconocidos expertos internacionales, líderes en sus respectivos campos de investigación, como asesores independientes del proyecto. La función de ese grupo de expertos consiste en verificar el trabajo realizado por los científicos responsables de cada una de las áreas de investigación local, con el fin de garantizar tanto la utilización de una metodología apropiada como el correcto análisis de la información.

Se ha conformado también un grupo de los potenciales beneficiarios de la investigación con el fin de encauzarla hacia resultados prácticos que puedan ser utilizados por las autoridades seccionales y nacionales, por las agencias responsables del manejo de las emergencias, por los grupos del sector privado potencialmente más afectados por un terremoto (bancos, compañías de seguros, industria, comercio) y por los encargados de los servicios básicos de la ciudad (agua potable, electricidad, alcantarillado, transporte urbano, etc.).

Las investigaciones realizadas en el marco del proyecto fueron las siguientes:

1. identificación de las posibles fuentes sismogenéticas que podrían afectar a la ciudad (localización, magnitud probable) y selección de tres de ellas como representativas de distintos ambientes generadores de terremotos y de distancias epicentrales hasta Quito;

2. evaluación de la topografía, la geología superficial y las características del suelo para subdividir a Quito en microzonas sísmicas;

3. cálculo de las intensidades en la ciudad, basado en las microzonas establecidas y en los tres terremotos representativos escogidos, y elaboración de los mapas de distribución de la intensidad sísmica (SID) para cada uno de ellos;

4. determinación de los diferentes tipos de construcción existentes en la ciudad y elaboración de mapas de distribución de esos tipos estructurales en el espacio quiteño;

5. evaluación de los daños esperados en cada tipo estructural y en los servicios básicos de la ciudad, con base en la distribución de intensidades establecida, en matrices de daños calibradas para el medio local y en los fenómenos inducidos sísmicamente (deslizamientos, licuefacción y respuesta de los rellenos de las quebradas);

6. elaboración de un escenario de daños por terremoto en Quito, basado en los resultados técnicos alcanzados, que describe, en un lenguaje sencillo, las posibles consecuencias del evento, minutos, horas días y semanas después de haber ocurrido, considerando los efectos en las personas, las estructuras y la vida diaria de la ciudad;

7. planteamiento de recomendaciones a corto, mediano y largo plazo para minimizar las consecuencias del próximo terremoto en Quito.

Es indudable que Quito debe esperar la ocurrencia, en un futuro más bien próximo, de terremotos importantes que provocarían serios daños en la urbe. La ciudad y sus habitantes no están preparados para la ocurrencia de un terremoto, el cual, a medida que transcurre el tiempo, tendrá consecuencias mayores, por el incremento constante de la vulnerabilidad sísmica, si no se toman adecuadas medidas correctivas. Para que los quiteños, incluyendo a las autoridades

gubernamentales y municipales, a los líderes políticos, a los hombres de negocios y al público en general, se preparen para la ocurrencia del próximo terremoto, deberán primero entender el peligro que pesa sobre la ciudad y los efectos que un evento telúrico tendría en ella. Unicamente con una toma de conciencia real y una voluntad ciudadana originadas en el conocimiento del peligro, Quito podrá empezar un programa de reducción del riesgo sísmico que permita atenuar el impacto del próximo gran terremoto.

El estudio científico

La sismicidad a nivel del Ecuador es consecuencia de la convergencia entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. La subducción de la primera bajo la segunda ha sido ya bien descrita en la bibliografía científica, aunque su historia geológica no se haya definido con exactitud. El Ecuador se ve afectado a la vez por sismos originados en la zona de subducción y por sismos superficiales relacionados con la deformación andina actual.

La mayoría de estudios sismológicos realizados anteriormente en el Ecuador se basan en los sismos localizados por la red mundial (magnitud superior a 4.0). Dada la inadecuada distribución de las estaciones de esa red en esta parte del mundo, las localizaciones son poco exactas y no permiten realizar un estudio exhaustivo de la sismicidad.

Por ello, la EPN empezó, en 1988, la instalación de la Red Nacional de Sismología, cuya primera fase consistió en una red telemetrada en la región interandina. Dicha red estaba compuesta inicialmente de 13 estaciones. Actualmente ha concluido la segunda fase de la red y se dispone de 24 estaciones verticales de período corto (más 5 que están siendo instaladas). A ello hay que agregar la unificación de la Red Nacional gracias a la colaboración del Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) y la Universidad de Cuenca que permitirá dentro de poco la inclusión de 8 estaciones adicionales (4 de cada entidad).

Dada la distribución dispersa (50 a 80 km) de los instrumentos de la Red Nacional, ligada al reducido número de estaciones disponibles, hasta ahora sólo se han obtenido resultados parciales. Se han puesto en evidencia una actividad microsísmica relativamente intensa (100 sismos por mes) así como la producción de enjambres de sismos en algunos puntos, en especial en la zona de Pisayambo. La red, en su actual composición, no permite obtener localizaciones lo suficientemente exactas como para trazar precisamente las fallas activas, ni efectuar un estudio fino de la sismicidad. Sin embargo, ha posibilitado ya la definición de las principales zonas de actividad sísmica. Es imposible, por razones de orden financiero, desarrollar una red densa, permanente y telemetrada que cubra todo el país. Con el fin de realizar estudios más detallados, se van a utilizar estaciones portátiles autónomas del ORSTOM que serán distribuidas según las necesidades, como complemento de las estaciones telemetradas, en zonas poco extensas, ya sea para estudios puntuales (nido de sismicidad por ejemplo), para registrar las réplicas en caso de sismos de fuerte magnitud, o para estudios de edificios volcánicos. Esa red portátil permitirá igualmente a equipos de trabajo mixtos EPN-ORSTOM cooperar, a pedido de otros países de América del Sur, en caso de sismos destructores.

El estudio de la sismicidad histórica, emprendido hace 25 años por el Observatorio Astronómico y la EPN, ha permitido conocer tanto las intensidades ocurridas en el país desde 1541, año en que se describe el primer terremoto. La colaboración entre la EPN y el ORSTOM ha permitido completar la base de datos históricos, obtenida de la investigación en archivos ecuatorianos y en el Archivo de Indias en Sevilla. La sismicidad histórica muestra que el Callejón Interandino ha sido afectado muy a menudo por sacudidas sísmicas de elevada intensidad (superior a IX), pero que las poblaciones de la Costa están sujetas a la poderosa actividad de la zona de subducción, la cual no ha producido tantas víctimas como en la Sierra por el tipo de construcción existente. En el futuro, los sismos históricos mejor documentados serán

utilizados para complementar los estudios de sismo-tectónica basados en los datos obtenidos gracias a las redes permanente y temporal descritas.

Para afinar los estudios anteriores, es necesario disponer de una buena imagen estructural tridimensional del Ecuador. Con tal objetivo, la EPN y el ORSTOM van a realizar un proyecto para instalar una línea de sismógrafos que atraviese el país de Este a Oeste y que permita prospectar la estructura de la corteza bajo el Ecuador. Este proyecto se ejecutará también en colaboración con el Laboratorio de Geofísica Interna y de Tectonofísica de Grenoble (Francia) y se instalarán 70 estaciones del parque francés « Lithoscope ». Por otro lado, parte de las estaciones se ubicarán de manera que permitan estudiar en forma más detallada, tanto las estructuras sobre las que se levanta la ciudad de Quito, como las frecuencias naturales de respuesta de los suelos ante ondas sísmicas en la capital.

Perspectivas

El escenario de daños por terremotos en Quito ha constituido, más allá de una evaluación de los potenciales daños a la ciudad y de su estado de preparación para este tipo de catástrofes, un diagnóstico de la información técnica disponible para poder realizar estudios de riesgo sísmico en el país. De dicho diagnóstico se desprende que las incertidumbres son aún muy grandes y que es fundamental un esfuerzo sostenido para recabar datos relativos a la sismicidad, a suelos y estructuras. Por otro lado, esta información debe complementarse con estudios sociológicos y económicos necesarios para la estimación del riesgo.

Los resultados obtenidos de los estudios puramente científicos realizados con base en los datos de la Red Nacional de Sismología y de redes temporales, servirán tanto para la profundización de los conocimientos teóricos en sismología como para la preparación de la población y de las autoridades ante la eventualidad de un sismo destructor.

Ciencias de la Vida

LA INVESTIGACION EN LA FUNDACION HERPETOLOGICA GUSTAVO ORCES.-

DATOS PRELIMINARES DEL ESTUDIO: " PROTECCION DE LA TORTUGA CHARAPA EN LA AMAZONIA ECUATORIANA ".[1]

Ana María VELASCO [2]

PRESENTACION

La **Fundación Herpetológica Gustavo Orcés** es una Organización No Gubernamental (ONG) sin fin de lucro, creada mediante acuerdo Ministerial # 258 del Ministerio de Agricultura y Ganadería el 5 de julio de 1.989.

Desde su creación la Fundación ha trabajado en cuatro áreas consideradas como prioritarias: educación, protección de especies en peligro, investigación y salud.
Para alcanzar los objetivos propuestos, una de nuestras prioridades ha sido la creación del Vivarium de Quito, una exposición didáctica de herpetofauna viva que, en sus cuatro años de funcionamiento, ha recibido a más de 110.000 visitantes. El Vivarium ha cumplido enteramente sus objetivos educativos puesto que se han dictado charlas a cerca de 26.000 estudiantes de escuelas, colegios y universidades de la ciudad de Quito y provincias.

El Vivarium ha permitido a su vez la recuperación de especies amenazadas por el tráfico local e internacional de fauna. Ha mantenido un centro de cuarentena encargado de recuperar animales en mal estado, para eventualmente ser liberados en su medio natural cuando se considera conveniente. En el área de la investigación, cada ejemplar proporciona datos importantes sobre distribución de las especies, alimentación comportamiento, y otros datos sobre biología general; estos datos han sido utilizados hasta el momento en forma parcial por estudiantes universitarios locales y extranjeros durante períodos de pasantía o trabajos taxonómicos puntuales. El potencial de trabajo en el área de la biología en cautiverio es enorme.

---

[1] Según Convenio ABP- CONV- 074-92.- Fundación Herpetológica Gustavo Orcés - Fundación Natura.

[2] **Fundación Herpetológica Gustavo Orcés.-** Casilla 17 03 448.- Quito-Ecuador.

Desde 1.990 hemos ampliado nuestras actividades en el campo de la investigación y conservación de la herpetofauna en el Ecuador. Hemos establecido relación con instituciones internacionales de investigación (IFEA), ONGs y universidades del país para participar en varias investigaciones fundamentales en el campo de la herpetología, principalmente con trabajos relacionados a inventarios y seguimiento de poblaciones naturales.

En 1.990 el **Instituto Francés de Estudios Andinos** (IFEA) otorgó una asignación financiera de dos años para una investigación relacionada a la distribución y ecología de las serpientes del Ecuador. Si bien esta asignación fue a título personal, desde sus inicios se ha enmarcado en las actividades de la F.H.G.O. Hasta el momento se ha recopilado la información suficiente para el 80% de las casi 200 especies de ofidios ecuatorianos, en gran medida gracias a los especímenes vivos o preservados ingresados al Vivarium. Algunas especies son conocidas únicamente por descripciones originales del siglo pasado, o en el mejor de los casos de los años 1.930.

Entre julio y noviembre de 1.992 participamos en el proyecto :
" *Herpetofauna monitoring: a comparison of methods for detecting response to a complex environmental gradient in the Upper Amazon Basin of Ecuador* " un proyecto de la Universidad de Stanford, con el apoyo de la Fundación Jatun Sacha. El estudio describe los patrones de abundancia, composición de especies y diversidad de la herpetofauna en un bosque primario, a través de un gradiente ambiental provocado en parte por la intervención humana. Pocos estudios cuantitativos han estimado la densidad de las poblaciones de anfibios y reptiles y sus tendencias, de ahí que se han propuesto diversos métodos de muestreo, cuya efectividad requiere una evaluación, especialmente cuando se trata de la diversa fauna amazónica.

Entre septiembre /92 y mayo/93 la Fundación estuvo encargada de los inventarios de herpetofauna en el proyecto **SUBIR**. En convenio con la ***Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos*** *(Ecociencia) se obtuvieron* " *datos preliminares sobre el estado de las poblaciones de herpetofauna en la región del río San Miguel .- Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas*". Durante esta investigación fueron registradas al menos 49 especies de anfibios y reptiles típicas para la zona, lo que confirma la altísima diversidad del bosque húmedo nor-occidental , si tomamos en cuenta que el trabajo de campo se limitó a una sóla visita en la estación lluviosa y otra en la de menor intensidad de lluvias. Uno de los objetivos de este proyecto es el de conocer el estado actual de las poblaciones vegetales y animales, con el ánimo de determinar los cambios ocurridos en el bosque a través de un gradiente de utilización e intervención humana en las áreas protegidas. Solamente un seguimiento de las poblaciones a través del tiempo podrá ser verdadero indicador de las condiciones del ambiente. Por el momento los inventarios en el proyecto **SUBIR** se limitan a establecer

listas de fauna y flora, y a determinar las posibles especies indicadoras del estado ambiental, a través de sus tendencias de abundancia relativa.

Nuestro último y más reciente trabajo de investigación se relaciona con la protección de especies en peligro y el uso sustentable de los recursos biológicos.
Ante el interés de la comunidades indígenas que habitan en la Reserva de Producción Faunística de Cuyabeno y su área de influencia, la **Fundación Herpetológica Gustavo Orcés** (F.H.G.O.). en convenio con **Fundacion Natura** viene desarrollando el proyecto estudio: *"Protección de la tortuga charapa en la Amazonía ecuatoriana"* para establecer un programa adecuado de manejo del recurso. A continuación se detalla algunos aspectos relacionados al desarrollo de este proyecto-estudio.

JUSTIFICACION

La indiscriminada y creciente utilización de los huevos y carne de las charapas ha puesto en peligro las poblaciones naturales de dos de las especies de tortugas acuáticas del género *Podocnemis* registradas en la amazonía ecuatoriana. El proyecto busca obtener datos fundamentales que nos permitan plantear lineamientos y criterios para un plan emergente de protección de las especies, con la participación directa de las comunidades indígenas de la zona, y de las instituciones estatales encargadas del cuidado de la Reserva, luego de conocer los factores que determinan la sobre-explotación y mal uso del recurso en la actualidad.

En una primera fase (enero - diciembre 1.993) se ha determinado que en la actualidad la "charapa grande "*Podocnemis expansa* estaría ocupando solamente la cuenca baja del río Aguarico y posiblemente lagunas y ríos de aguas negras alejados de poblaciones humanas, en el límite sur-este de la Reserva Faunística de Cuyabeno, entre la región de Zancudo y Lagarto Cocha. A pesar de la evidencia histórica y la tradición oral proveniente de las comunidades indígenas de la zona, no se registró la presencia de esta especie en la cuenca del río Cuyabeno y sus lagunas. Este hecho demuestra que la charapa grande ha desaparecido prácticamente de la Reserva, y que las poblaciones restantes se encuentran en serio peligro de extinción. (F.H.G.O., Informe anual , 1993).

Por el contrario, la "charapa pequeña "o "taricaya" *Podocnemis unifilis* tiene un amplio rango de distribución; ha sido registrada a lo largo de las principales cuencas hidrográficas que atraviezan la Reserva, desde las lagunas mayores y menores del río Cuyabeno hasta su desembocadura, y a lo largo del río Aguarico desde la zona de San Pablo de Kantesiaya hasta la frontera ecuatoriano-peruana, continuando aguas abajo hacia territorio del Perú. Es necesario enfatizar y obtener información básica sobre la biología reproductiva de las charapas en esta parte de la Amazonía ecuatoriana. Si bien es cierto que estas especies han sido ampliamente estudiadas en otros países amazónicos, en nuestro territorio las condiciones geográficas y

climáticas, y de la manera especial la presión humana sobre el recurso charapas son diferentes; esto provocaría condiciones especiales en el comportamiento y biología de las especies.

La escasa información sobre la biología de las tortugas acuáticas, así como la dificultad para diseñar técnicas adecuadas de observación hacen que la corta época de reproducción sea la mejor oportunidad para "tamizar" indirectamente el estado de las poblaciones, a través de una estimación de la cantidad de hembras que anidan anualmente en un área, el número de nidos y huevos, y el número de neonatos o éxito reproductivo por año. (W.A.T.S. & S.T.A.O., 1.983). La época reproductiva coincide con la estación seca, que normalmente comprende los meses de noviembre a marzo

El componente biológico plantea la utilización de una metodología sistematizada a lo largo de la época reproductiva que permita evaluar el estado de las poblaciones de charapas en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno.

En el aspecto antroplógico y social, la estrecha relación que guardan las comunidades indígenas que habitan en la Reserva y zonas aledañas con la charapa confirma la importancia del recurso, y su interés de estudio, protección, y manejo a corto plazo.

RESULTADOS PRELIMINARES

Como ha sido demostrado, el año 1.993 no presentó condiciones climáticas normales en la región, por lo que la información prevista sobre la época reproductiva de las charapas se limitó al registro de algunas nidadas, morfometría de huevos, y observaciones generales sobre la estructura y distribución de los sitios de reproducción. Estos datos debían completarse con una investigación sistematizada a lo largo de la época de reproducción, la misma que coincide con la época seca en esta parte de la amazonía ecuatoriana, es decir entre los meses de noviembre a mayo.

En una primera fase se registró y clasificó los tipos de hábitat y su distribución:
- Ubicación geográfica de las playas; si son temporales (estacionales) o permanentes.
- Tipo de playa: según características físicas.
- Determinación de parámetros físicos (temperatura ambiente, condiciones del tiempo, nivel del agua, etc...)
- Selección de áreas de muestreo para facilitar el análisis posterior de los datos. Los datos deben ser compatibles entre épocas, áreas y observaciones para facilitar una comparación a escala, su integración y análisis.
- Reconocimiento de las playas de anidación en base a reconocimientos fluviales desde una embarcación. Hasta el momento se ha determinado la

presencia de nidos con la ayuda y experiencia de los pobladores de la zona, por observación directa en las playas de uso potencial para desove.
- Determinación del éxito de anidación, que incluye:
- Identificación y selección de huellas de anidamiento: si se trata de huellas " falsas", es decir intentos fallidos de formación de nidos, o de huellas verdaderas que conducen a cada nido.
- Captura y marcaje de hembras anidando.- morfometría y peso del animal en kilogramos; - Evaluación del número de nidos en un área determinada.- Determinación del porcentaje de nidos exitosos, nidos depredados (naturalmente), y número de nidos saqueados, durante la estación 93-94.
- Determinación del tamaño de las puestas, en base a los datos existentes y al número de huevos eclosionados. morfometría de huevos y nidos. En muchos casos, se registró el número de neonatos vivos y muertos, y la condición de huevos no eclosionados, para determinar el éxito de la nidada.
- Captura y marcaje de neonatos al momento del nacimiento, toma de medidas y peso.

Se quizo determinar las causas biológicas de mortalidad de huevos y neonatos : depredación por animales domésticos y silvestres, erosión e inundación de playas por aumentos estacionales del nivel del agua.
No se conoce hasta el momento un mecanismo eficaz para el control de la depredación natural; sin embargo, la vigilancia permanente de nidos y posiblemente el traslado de huevos a zona de mayor protección sean una solución alternativa. Se debe considerar un cuidadoso proceso de traslado para minimizar las pérdidas de los nidos trasladados.

Las observaciones sobre los hábitos alimenticios de las tortugas han tenido lugar a lo largo de la investigación, pero principalmente en los meses de lluvia (abril- julio).Esta información se ha registrado cuando las tortugas se desplazan hacia las lagunas y sitios con vegetación abundante para su alimentación.

Los datos obtenidos en el mes de noviembre y diciembre /93 permitieron preveer una época seca normal para el año 1.994 . En este sentido los meses de enero-abril/94 fueron de vital importancia para la continuación del proyecto. Sin embargo, cabe señalar que la información prevista para este año ha sido parcial, entre otras razones por problemas financieros surgidos con la institución auspiciadora.en los meses claves de trabajo de campo (diciembre - enero/93), lo cual ha obligado a un replanteamiento del proyecto, tanto en su contenido y objetivos, como en el tiempo de la investigación. Contamos con financiamiento aprobado por Fundación Natura hasta el mes de abril del año en curso, debiéndo suspender nuestras actividades de campo hasta encontrar financiamiento para una siguiente etapa.

La investigación global requiere información puntual y más profunda de ciertos aspectos reproductivos, los mismos que podrán ser registrados en el siguiente período reproductivo (94-95). Se requiere de un equipo humano de trabajo que permanezca en el sitio de estudio para obtener información

fundamental sobre aspectos específicos de la biología reproductiva de las charapas.

En el aspecto antropológico se ha logrado una cobertura bibliográfica y documental, así como la recopilación etnográfica con la comunidad Siona de Puerto Bolívar. Esta información ha permitido hasta el momento establecer resultados a tres niveles distintos:

- En primer lugar, en torno a temas de historia natural-cultural de la especie en un contexto amplio de la cuenca amazónica. estimamos que la base de datos disponible ha hecho posible dimensionar la acción de grupos humanos sobre la especie en momentos diversos, y con diferente intensidad e incidencia.
- Sobre los registros de memoria oral relacionados con los eventos históricos locales, en segundo lugar; estos registros fueron el punto de partida para iniciar la investigación bibliográfica y documental.
- En tercer lugar, los registros de "Etnociencia" fueron logros del proceso de recopilación de información etnográfica de campo. Tales registros contienen datos relativos al conocimiento de las costumbres de la especie, los mismos que fueron confrontados con los resultados de la investigación biológica (Instituto de Estudios Ecuatorianos (IEE), Informe anual, 1993).

En la segunda fase del componente antropológico (1.994) se persiguen los siguientes objetivos:
- establecer un banco de datos relativo a la historia natural- cultural de la charapa en la cuenca amazónica.
- recopilar la información etnográfica entre las comunidades de los pueblos Cofán, Secoya y Quichua de la zona de la Reserva, en relación con el manejo actual de la charapa.
- organizar una red comunicacional relativa al tema de la protección de la tortuga charapa con participación de las comunidades de la zona del Cuyabeno y eventualmente de otras zonas.

El proyecto ha generado un interés particular en el seno de otras organizaciones indígenas de la Amazonía. Hemos lógrado obtener información sobre la presencia y explotación importante de la "charapa grande" en la cuenca de los ríos Napo, Curaray, Cononaco y otros de la Provincia de Napo, Pastaza y Morona Santiago. Así como la presencia de una población aislada de la "taricaya" en Sinangüé - Alto Aguarico. Sería de enorme interés profundizar el estudio y extender a manera de "transferencia tecnológica" los resultados y programas de protección de estas especies.

PROYECTO ATUCUCHO

*Sylvie Briand * Martine Leyrit * Santiago Escalante ***

INTRODUCCION

Las diarrea agudas constituyen la primera causa de mortalidad de los niños menores de 15 años en el Ecuador (10.000 a 15.000 niños mueren cada año de diarrea aguda, cifras del MSP). Por esta razón el Proyecto Franco-Ecuatoriano para el Control de las Enfermedades Diarreicas y el Cólera (PFE) inicio un estudio sobre estas enfermedades en el barrio urbano marginal de Atucucho.Las experiencias adquiridas en este estudio preparativo serán de mucha utilidad para la realización de un estudio nacional sobre estas enfermedades.

Este barrio localizado al noroccidente de la ciudad de Quito fue escogido por varias razones por los contactos que se mantienen con personas muy relacionadas con el barrio (tales como el personal que labora en el centro de salud, el padre Fraboulet parroco de la comunidad). Además el hecho de que existe solo un centro de salud, a él llegan pacientes de todas las zonas del barrio, por lo tanto la muestra es representativa del mismo.

También este sector tiene todas las condiciones que favorecen a la transmisión de esta enfermedad por su falta de estructuras básicas tales como alcantarillado, falta de agua potable, de recolección de basura, de eliminación de excretas y condiciones pobres de vida.

Es interesante también resaltar que la población que vive hace seis años en este barrio ha migrado de varias provincias del Ecuador, por lo tanto tienen diversidad de costumbres.

Este estudio tiene un enfoque multidisciplinario (epidemiológico,microbiológico y antropológico), entre sus diferentes objectivos están:

- El conocimiento de las diferentes etiologías de las diarreas agudas en los niños menores de cinco años ,sean bacterianas, virales o parasitarias;
- Las características del medio ambiente del barrio que favorecen la transmisión de estas enfermedades;
- Las prácticas sanitarias de las madres de los niños que sufren de diarrea, las trayectorias terapéuticas de las mismas, los factores sociales que pueden favorecer las diarreas agudas, y las representaciones del proceso salud-enfermedad que influyen sobre esas enfermedades.

Este investigación ha sido realizada desde Noviembre 93 hasta el inicio de Mayo 94. El analisis está en curso y este resumen está constituído solamente de una parte de los resultados. Esperamos que para la fecha del ciclo de coferencias organizadas por el Cincuentenario del ORSTOM los resultados finales podrán ser presentados.

* *Proyecto Franco-Ecuatoriano para el Control de las Enfermedades Diarreicas y Cólera.*
** *Médico contratado por la OPS*

MATERIAL Y METODOS

Se acudía al Centro de salud, todas las mañanas de lunes a viernes desde el 10 de noviembre de 1993 hasta el 30 de abril de 1994, para llenar los formularios, receptar las muestras y proceder a realizar las primeras etapas del estudio bacteriológico y parasitológico.

Enfoque microbiológico: En lo que concierne a la parte microbiológica los pasos preliminares de conservación de bacterias y parásitos fueron realizados en el mismo centro de salud mediante la colocación de las muestras en MIF para fijación de parásitos y en Cary-Blair para conservación de bacterias. La muestra entera se la llevó al laboratorio del PFE para su análisis posterior.
En cada muestra se investigaba virus (Rotavirus mediante la técnica de electroforesis), parásitos (examen fresco y por concentración), hongos y bacterias (Shigella, Salmonella, Vibrio cholerae, Escherichia coli enteropatógena, Campylobacter jejuni, Yersinia enterolytica)

Enfoque epidemiológico: Después del examen al paciente, se llenó un cuestionario con los siguientes datos clínicos :

- Características socio-demográficas (edad, sexo, ocupación....)
- Datos clínicos (aspecto macroscópico de las heces, signos clínicos, desnutrición...)
- Antecedentes patológicos.
- y, si la tuvo, la terapia previa del episodio en curso

El análisis de los datos epidemiológicos se hizo en la Dirección Administrativa del PFE con el programa de computación de estadística DM 90.

Enfoque antropológico: Algunas de las madres con las cuales se recopilaban los datos de la historia clínica del niño, eran entrevistadas posteriormente en sus domicilios. Es un complemento cualitativo a la investigación, realizado por la Dra Martine Leyrit del P.F.E.,quien se encargó de todo lo referente a esa parte de la investigación. A través de esas entrevistas semidirectivas se pensaba conseguir informaciones sobre las representaciones de las madres con respeto a la enfermedad de sus niños, informaciones socio-culturales sobre creencias, actitudes y prácticas en cuanto a la prevención y manejo domiciliario de las enfermedades diarreicas, así como también las trayectorias terapéuticas.

- La entrevistadora se movilizaba a los domicilios de cada madre para poder ver lascondiciones sanitarias en las cuales se desenvolvía el niño enfermo.
- La entrevista duró una hora y media aproximadamente según la predisposición de la madre frente a la entrevista
- Después de la grabación de las entrevistas se realizaron las transcripciones respectivas para un mejor análisis de las respuestas.

En el transcurso de la entrevista de la madre con el niño enfermo, se examinaron las siguientes dimensiones:

- Cómo la madre ve la enfermedad del niño?
- La experiencia que tiene de esta enfermedad
- Las etiologías que tiene y reconoce la madre sobre la enfermedad
- Cómo hace el diagnóstico y como aprecia la gravedad de las EDA
- Cuales son las prácticas de salud de la madre frente a las EDA (Prácticas caseras y utilización de los servicios de salud)

FIGURA 1

LUGAR DE PROCEDENCIA DE LA POBLACION DE ATUCUCHO ANTES DE ESTABLECERSE EN EL BARRIO

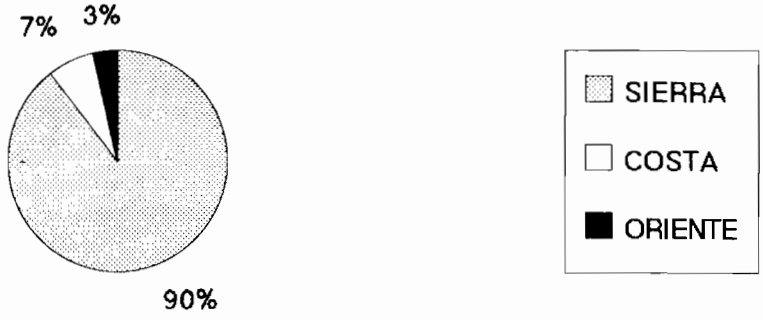


FIGURA 2

NIVEL DE INSTRUCCION DE LOS PADRES DE LOS NIÑOS ESTUDIADOS EN ATUCUCHO

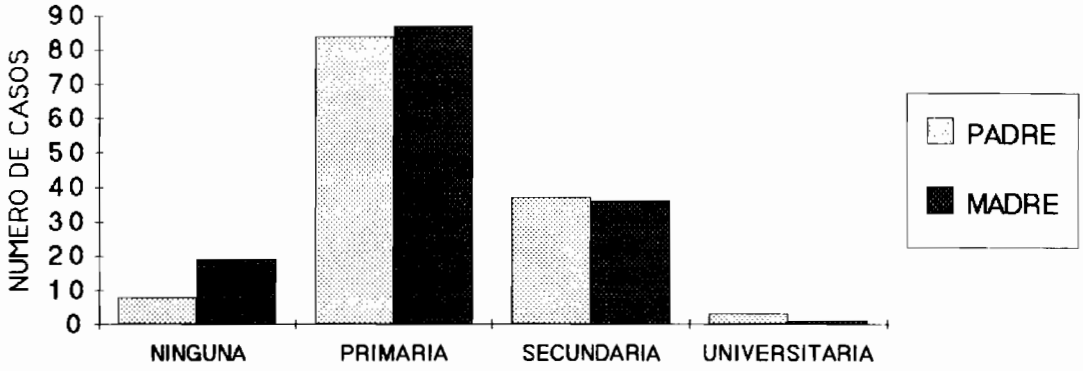


FIGURA 3

CATEGORIAS PROFESIONALES DE LOS PADRES DE LOS NIÑOS ENCUESTADOS EN ATUCUCHO

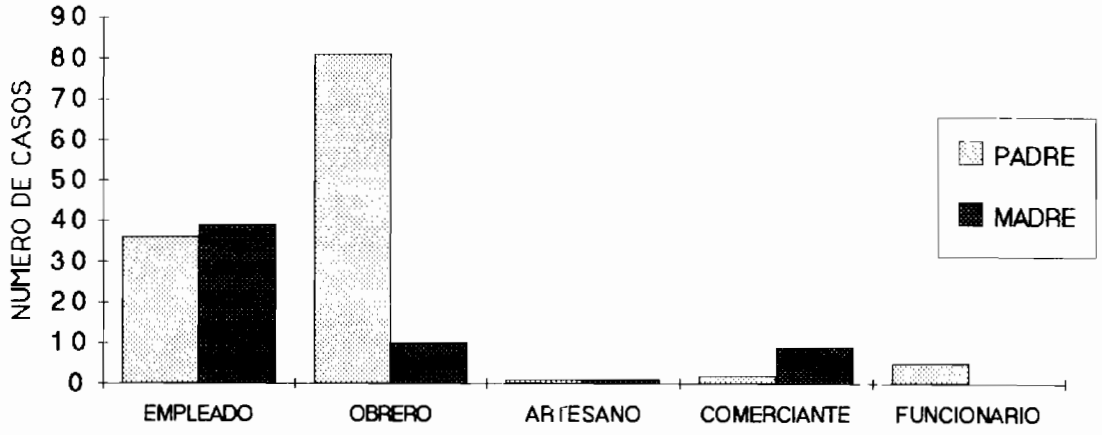


FIGURA 4

NUMERO DE CASOS CON ROTAVIRUS
ATUCUCHO NOV 93-ABRIL 94

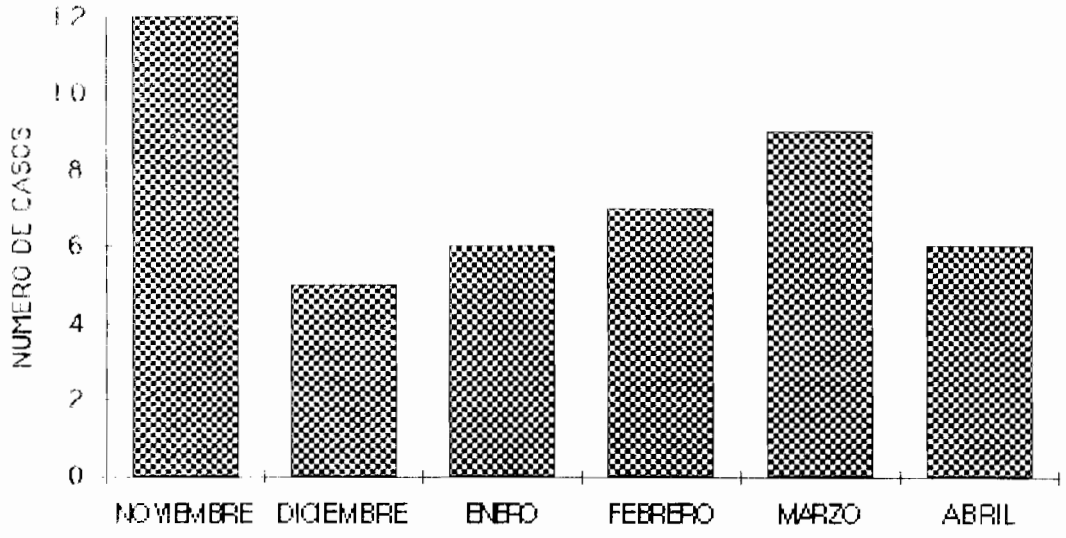
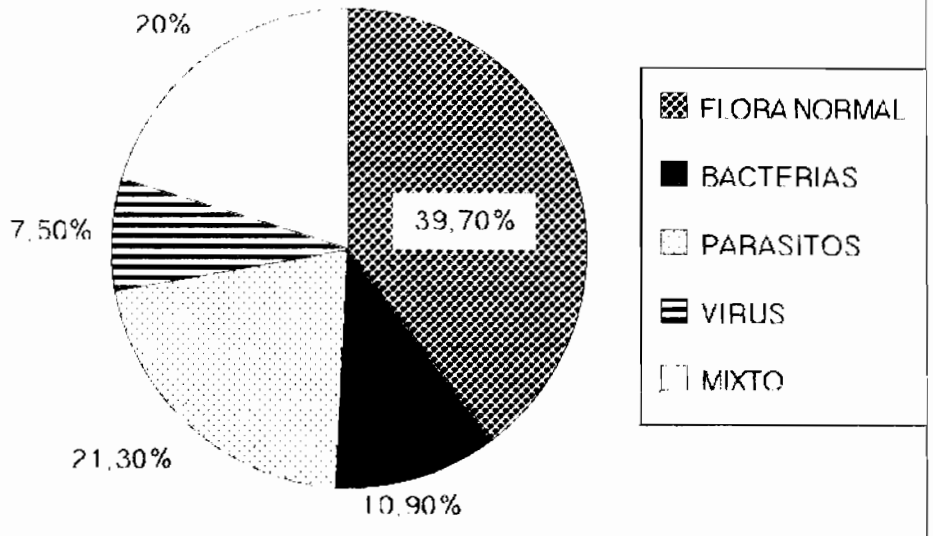


FIGURA 5

RESULTADOS MICROBIOLOGICOS ENCONTRADOS
EN LOS 177 PACIENTES ESTUDIADOS (ATUCUCHO)



RESULTADOS

Descripción de la población:

Durante los seis meses de la investigación, 177 niños menores de 5 años con diarrea aguda fueron analizados. La edad media fue de 24 meses,y se encontraron tantos varones (50,6%) que mujeres (49,4%).

La mayoría de los pacientes procedían de los sectores de la Cabaña (30,1%) y la Escuela (23%) que están cerca del Centro de Salud (CS), el resto de los pacientes provienen de diferentes partes del barrio.

El 66% de la población estudiada provenía de la provincia de Pichincha, el resto de la población se reparte entre Carchi, Chimborazo, Loja, Cotopaxi, entre las más importantes. [Figura 1]

La media de permanencia en el barrio de las familias a las cuales pertenecen los niños, está en los 3 años, con valores mínimos y máximos de menos de un mes y de 6 años, que es el tiempo de existencia del barrio como tal.

Descripción de la familia:

Los hogares de los cuales provienen los pacientes están conformados en un 66% por una familia "nuclear" es decir padre y/o madre. Cabe anotar que un 8% de los hogares está constituido únicamente por la madre y el 24% restante comprenden hogares compuestos por múltiples familiares.

En lo que respecta al cuidado del niño durante el día, el grupo estudiado se puede subdividir en dos grupos, el primero en el cual el niño está cuidado por un miembro de la familia mayor de edad (74,6%), el segundo grupo son niños que se quedan al cuidado de guarderías del Ministerio de Bienestar Social (24%)

La edad media de la madres es de 27 años y del padre es de 30 años

En cuanto a la instrucción de los padres los perfiles encontrados son similares pues un 60,83% para las madres y un 63,63% para los padres tienen instrucción primaria, aunque existe diferencia entre los padres en cuanto un 13,28% no tienen ninguna instrucción y en cambio un 6,06% de los padres no tienen escolaridad[Figura 2]. Las dos categorías profesionales predominantes de los padres fueron los obreros (64,3%) y empleados (28,6%), 1 caso estaba sin trabajo. Mientras que el 59% de las madres no tienen trabajo este dato se relaciona con el cuidado en el día del niño, 27,1% son empleadas y 6,9% obreras.[Figura 3]

De las familias encuestadas 115 de los hogares están constituídos de 2 o 3 personas el 71,2% de 4 a 8 personas y el 17,8% de 9 a 14 personas. El número de hijos que tienen las madres oscila entre 1 a 9 hijos con una media de 2,9 hijos por madre .

Descripción de la casa:

Tienen generalmente una casa propia (82,85), pero 11% vive en una casa prestada o son cuidadores de la casa (1 caso). Las letrinas fueron construidas en un 78,6% de los casos, 4,8% no tienen nada (campo abierto). 44,5% de las familias viven en 2 cuartos, 23,3 % en un cuarto. Las mayoría de las casas son de bloque (61,6%), 6,8% de madera 78,1%. Tienen animales de los cuales el 12,3% estan dentro de la casa.

Datos clínicos del niño:

Se notó que solamente el 1,9% de los niños no habían lactado nunca e incluso un 40% continuaban lactando hasta el momento de la encuesta, el 63,5% no habían recibido nunca lactancia artificial esto se seguramente se debe a la pobreza de las familias.

Los síndromes digestivos fue el motivo de consulta en un 72,9% de los casos pero, 17,5% acudieron por un síndrome respiratorio además de digestivo. Se notó que para la mayoría no era una diarrea grave 70,9% tenían menos de cuatro deposiciones en el día, 6 casos (3,4%) han tenido más de 10 deposiciones en las últimas 12 horas antes de la consulta. Las madres llegaron al CS en un promedio de 3,2 días después del inicio de la diarrea. Las heces eran líquidas para 52,1% de los casos, 25,6% tenían moco, ningún caso era agua de arroz. Los signos que acompañaron la diarrea fueron principalmente los dolores de barriga (49,2%), la fiebre (43,5%), el vómito (31,6%) y como signos extradigestivos fueron los respiratorios (29,4%). El 94 % fueron deshidratados, pero ninguno presentaba signos de shock. Además de la diarrea, 45,1% de estos niños tenía un grado de desnutrición 91,02 % el grado I y 1,28% el grado II. Se nota también que sus vacunas son incompletas para 27,3% de ellas, pero este dato no fue confirmado mediante la verificación en el carné de vacunación.

29,4 % tomaron algunos antibióticos antes de ir a la consulta. La terramicina es el más utilizado (68,08%). La automedicación es importante (63,46%). Las madres rehidratan a los niños (83,6%) con aguas aromáticas (69,3%) o con el suero oral (11,4%). 5 casos (2,8%) confiesan ir donde un curandero o hacer limpiar a sus niños.

Casi todos los niños (82,2%) han tenido ya episodios de diarrea. Un promedio ha tenido 3,7 veces al año. La máxima ha tenido 24 veces al año.

Etiología:

En 39% de los casos, no se encontró ningún germen, en el 10,9% bacterias patógenas, en el 21,3% parásitos, en el 7,5% virus [Figura 4] y en 20% de los casos se encontraron varias asociaciones de patógenos, 1 caso tenía hongos (candida albicans) [Figura 5].La más frecuente de las bacterias es la Shigella (34%) luego le sigue el Campylobacter (31%). Los parásitos más frecuentes son Giardia Lamblia (63%), Ascaris Lumbricoides (16,92%). Dentro de estos porcentajes cabe resaltar que se hallaron asociaciones de parásitos.

Para el análisis de los datos cualitativos se hará un análisis ideal-típico [1] tomando en cuenta las siguientes dimensiones:

- La trayectoria terapéutica de las madres ; los tipos de recursos que escogen (casero, tradicional o profesional); los argumentos que les han llevado hasta esta alternativa (consejos de otra persona , aspecto de la enfermedad , el costo del manejo).
- Las etiologías reconocidas por las madres y los elementos que les permiten diagnosticar el tipo de diarrea como por ejemplo el aspecto de las heces,o el modo de contaminación , y también los tratamientos adecuados a cada tipo de diarrea
- El enfoque de la modernidad: la visión que tienen tanto de lo rural y de la salud en general,como también de los contactos con la medicina moderna.
- Una "cartografía social" del barrio,para colocar la madre dentro de la red social del barrio.

DISCUSION

En las muestras analizadas fueron encontrados muchos Campylobacter, bacteria la cual no había sido encontrada como principal agente patógeno de diarreas entre los niños menores de 5 años, en las revistas científicas, se sabe que los modos de transmisión del Campylobacter, no solo son por agua y

[1]Uta Gerhardt, Klaus Kirchglässler, Analyse idealtypique des carrières de partients, Sciences Sociales et Santé, vol 5,N°1, Fev 1987, pp 41-91

manos sucias como los otros tipos de agentes patógenos sino más bien a través de contactos con animales especialmente aves de corral [2-3].

Frente a este hecho se realizarán más estudios para tratar de definir los modos concretos de transmisión: lugar de transmisión (dentro o fuera de la casa), prácticas que favorecen la transmisión (manera de cocinar, hábitos sanitarios, etc).

Entre los parásitos investigados, el más frecuentemente encontrado fue la Giardia lamblia (63%), lo cual coincide con otros estudios realizados al respecto en el Ecuador [4]. Se puede explicar ya que la población analizada es la más propensa a este tipo de patologías e incluso debido a las escasas medidas sanitarias que facilitan su transmisión y permanencia como agente causal de las diarreas en los niños menores de 5 años.

Han sido halladas muchas asociaciones de patógenos, este hecho nos hace pensar que las EDAs de estos niños son multicausales, lo cual cambia el pensamiento de etiología unicausal (una causa por diarrea). Hace falta confirmar dichas asociaciones con un estudio más amplio, para poder no solo destacar relaciones estadísticas entre el estado del paciente (desnutrición) y la existencia de una asociación [5], sino también para identificar las asociaciones más frecuentes (por ejemplo Rotavirus + Giardia ó Shigella + Giardia + Rotavirus). La existencia de estas asociaciones es tal vez un hecho específico de poblaciones de zonas urbano-marginales, las cuales tienen un acceso fácil a los medicamentos, lo cual favorece tal vez la multiplicación de varios gérmenes al mismo tiempo y condiciones de vida extremas, las cuales también favorecen poli-infecciones. Por eso, un estudio a nivel nacional permitirá saber si las asociaciones de gérmenes patógenos en las heces es particular de zonas periurbanas o si es una característica del Ecuador sea en zonas urbanas o rurales.

Se encontró Rotavirus como agente causal único de las diarreas (7.5%) y sumado a otros agentes patógenos (16.7%).Eso tiene relación con otros estudios realizados sobre el mismo tema [6]. Este estudio se realizó durante los meses de invierno, en los cuales se encuentra más humedad y frío, a pesar de estas condiciones climáticas que generalmente favorecen epidemias de Rotavirus en la niñez [7-8], no hemos encontrado un porcentaje alto de diarreas debidas a Rotavirus. En el Proyecto de investigación hicimos la hipótesis de que existían otros factores ambientales tales como el viento, que podían favorecer la transmisión de Rotavirus. Sin embargo Atucucho es un barrio muy expuesto al viento por la deforestación que acarreó el asentamiento y más que todo en los meses de verano. Siguiendo esta investigación en Atucucho por 6 meses más, podremos observar las variaciones de prevalencia de Rotavirus a lo largo del año.

---

[2]Jawets E.- Microbiología Médica, 13 edición. Editorial Manual Moderno, México 1990 ,pp 617.
[3]Berche P.- Isolement et Identification de Campylobacter jejuni. Journées de Biologie de l'Hôpital Necker.1984,Vol 46, pp 33-37.
[4]Sempertegui F.,Estrella B.,Egas J.,Carrión P.,Yerovi L.,Díaz S.,Lascano M.,Aranha R.,Ortíz W.,Zabala A.,Izurieta R.,Griffiths J.,Factores de riesgo,patógenos e interacciones nutricionales de la enfermedad diarreica en los niños de áreas urbano-marginales de Quito,Ecuador.Documento por publicarse.
[5]Cruz J.R,Cano F.,Cáceres P.,Chew F.and Pareja G.-Infection and Diarrheal Caused by Cryptosporidium sp. among Guatemalan Infants.Journal of Clinical Microbiology,Jan. 1988,pp.88-91.
[6]Mendoza J. y Navrro J.M.-Gastroenteritis virales,Enfermedades infecciosas y Microbiologia clinica,Octubre 1993,Vol 11,No 8,pp 441-449.
[7]Beards G.,Desselberger U.and Flewett T.-Temporal and Geographical Distributions of Human Rotavirus Serotypes,1983 to 1988.Journal of Clinical Microbiology.Dec 1989,Vol 27,N° 12,pp 2827-2833.
[8]Brandt C.,Kim H.,Rodriguez W.,Arrobio J.,Jeffries B.,Stallings E.,Lewis C.,Miles A.,Chanock A.,Kapikian A.and Parrott R.-Pediatric Viral- Gastroenteritis during eight years of study.1983,Vol 18, pp 71-78.

Datos del ORSTOM, como son niveles de pluviosidad en la zona del estudio así como también datos de temperatura nos permitirá demostrar la relación o no que existe entre la presencia de ciertos patógenos con el clima.

Esta investigación en Atucucho, a pesar de haber sido corta, permitió destacar unos componentes sociales importantes, los cuales permiten integrar conocimiento microbiológico dentro de lógicas sociales y mezclar el nivel microscópico (los patógenos) con el macroscópico (organización social del barrio, itinerarios terapéuticos, percepción del proceso salud-enfermedad que influyen sobre la transmisión de la enfermedad y el manejo del paciente).

Gracias a las entrevistas semidirectivas, se pudo explicar el atraso (promedio de 3.2 días) al llegar al Centro de Salud, después del inicio de la EDA. En efecto, la presencia de un amplio sector sanitario informal (curanderos), da la oportunidad a las madres de escoger la terapéutica que ellas quieren dar a sus niños. Cuando la diarrea parece a la madre por "Mal aire" o debida al "Mal de la Calle" ella acude primero al curandero para hacer "limpiar" al niño con huevo, hierbas o trago[9-10], así mismo, las madres utilizan también varios remedios caseros o adquiridos en las tiendas.

Como ejemplo podemos citar que la mayoría de las madres creen en la eficacia de las hierbas y prefieren rehidratar con aguas aromáticas (82%) que hacerlo con Suero Oral (13.5%)[11], otro ejemplo es la automedicación bastante frecuente (29.4% de los cuales el 68% era con Terramicina). Nos dimos cuenta al realizar las entrevistas semidirectivas que estas cifras colectadas a través del cuestionario eran subestimadas, por lo tanto se encontró un alto porcentaje de flora normal (alrededor de 40%) que podría ser explicado por una toma de antibióticos más frecuente de lo que confiesan las madres en el Centro de Salud.

La competencia del médico de la medicina occidental está reconocida por las madres para las diarreas catalogadas por ellas "para los médicos" (infección o "bichos"). Sería interesante en las campañas de educación sanitaria, utilizar los cuadros etiológicos de las madres para que no exista tanta distancia entre las clases de diarreas reconocidas por los médicos con las clases de diarreas reconocidas por las madres. Eso permitirá un uso más amplio de los servicios de salud por parte de la población, más que todo de la urbano marginal, la cual presenta más EDAs.

Los niños son cuidados por sus madres o en las guarderías por madres-cuidadoras, lo que hace al grupo niño-madre como sensible a los esfuerzos de prevención y mejoramiento sanitario. Considerando el alto grado de desnutrición hallada (45%), a pesar de que la lactancia materna en este grupo estudiado es alta, sería interesante analizar más profundamente los hábitos nutricionales y sanitarios de las familias cuyos niños tienen un número de episodios anual de diarrea aguda superior al promedio (3.7).

---

[9]Fassin D.,Antropología y salud en comunidades indígenas-Manual de capacitación para promotores campesinos de salud.Ed Abya Yala/IFEA,1992,p.190.
[10]Lauris Mc Kee.-Ethnomedical treatment of children's diarrheal illness in the highlands of Ecuador.Soc.Sci.Med,1987,Vol 25,N°10,pp 1147-1155.
[11]Neumann A.K.-Anthropology and Oral Rehydration Therapy.Sco.Sci.Med.,1988,Vol 27,N° 1, pp.117-118.

ICTIOLOGIA Y ARQUEOLOGIA : ESTUDIO DEL SITIO SALANGO (MANABI)

por Philippe Bearez
Instituto Francés de Estudios Andinos (IFEA)
y Fundación Presley Norton (FPN)

PRESENTACION

El estudio de los peces del Pacífico-Este empezó a desarrollarse a principios del siglo XX, pero la mayor parte del esfuerzo se concentró en América Central, es decir la parte tropical del océano. Los primeros trabajos importantes pertenecen a los norteamericanos Jordan, Evermann, Meek e Hildebrand. Al final de la primera mitad del siglo aparecen trabajos sobre la parte ecuatorial como los de Hildebrand para Perú y Fowler para Galápagos y Perú. Hubo que esperar la segunda mitad de siglo para que aparezcan estudios de importancia sobre la ictiofauna marina del Ecuador, como el artículo del profesor Gustavo Orcés, precursor de la ictiología nacional : "Peces marinos del Ecuador que se conservan en las colecciones de Quito" (1959). Después se va consagrar a los peces la Dra. Sheila Massay del Instituto Nacional de Pesca y va a publicar en 1969 una lista de los peces marinos de Ecuador, revisada en 1983.

A pesar de eso, la ictiología mundial se ha desarrollado estos ultimos veinte años, y se impone revisar la taxonomía. Pero por falta de financiamiento, la investigación fundamental ha quedado paralizada en los últimos años y actualmente nadie se dedica a ella.

Esta fue una de las razones que motivaron a la Fundación Presley Norton (Centro de Investigaciones de Salango) a pedir asistencia técnica dirigiéndose al Instituto Francés de Estudios Andinos.

Así empezó la colaboración entre las dos entidades, y fue definido el tema de mi investigación : ictiología aplicada a la arqueología o arqueoictiología. Concretamente el trabajo se puede dividir en cuatro partes o etapas :

1) Inventario de fauna y taxonomía.

Consiste en recolectar el máximo de especímenes diferentes, recorriendo los sitios de desembarque del pescado, principalmente las playas de Salango y Puerto Lopéz; y pescando con varios métodos.

Después se identifican las especies con la ayuda de bibliografía especializada, y se les atribuye el nombre científico correspondiente, el más actualizado posible.

2) Constitución de una muestra osteológica de referencia.

Una vez establecida la identificación de la especie, se llena una ficha de recolección con número de inventario, fecha, procedencia, datos morfométricos, etc... El especímen se procesa para obtener el esqueleto limpio, el cual se ingresa a la muestra de referencia. Los diferentes huesos son identificados, separados según la cara izquierda o derecha, y puestos en cajas herméticas. Estas cajas son guardadas en el laboratorio, siguiendo una clasificación por familias de peces.

3) Identificación mediante comparación de los restos arqueológicos

La ictiofauna encontrada por los arqueólogos en el sitio Salango se analiza y los diferentes huesos son comparados con los actuales a fin de intentar su identificación. La facilidad de identificación va a depender del estado de los huesos y de la representatividad de la muestra de referencia.

4) Interpretación arqueo-faunística y arqueo-etnológica

Una vez obtenidos los resultados se determinan los cambios faunísticos de los últimos milenios, y se trata de definir los métodos de pesca antiguos y su evolución, así como los usos de los peces por parte de las sucesivas Culturas.

ICTIOLOGIA MARINA DE MANABI

La costa ecuatoriana está sometida a influencias oceanográficas complejas, principalmente por encontrarse en una zona de frente de corrientes que se desplaza del Norte al Sur a través del año. Para simplificar, los primeros seis meses del año baja esta frente y predominan las aguas calientes viniendo del golfo de Panamá, y los seis siguientes meses sube la frente y predominan las aguas frías provenientes de Perú-Chile. A este fenómeno anual se añaden : un fenómeno de una periodicidad aún poco conocida llamado "El Niño", que consiste en la llegada rápida de aguas calientes desde el Oeste en época de fin de año, y fenómenos de *upwelling* que llevan a la superficie y a la costa aguas frías y ricas en minerales del fondo.

Todo eso explica a la vez la riqueza cuantitativa y cualitativa de la ictiofauna :

- Cuantitativa por la abundancia de nutrientes que permiten un crecimiento del plancton y como consecuencia de las poblaciones de peces planctofagos pelágicos, como las sardinas y anchoas (las aguas peruanas eran probablemente las más productivas del mundo antes de los años setenta).

- Cualitativa por la variedad de las condiciones oceanográficas, las cuales se mantienen dentro de ciertos limites y permiten la sobreviviencia en la misma área de especies de aguas calientes y frías. Según la bibliografía, un mínimo de 600 especies de peces estan presentes en el Pacífico de la costa ecuatoriana, y seguramente quedan algunas por descubrir.

El inventario realizado por nosotros ha permitido registrar por lo menos 7 nuevos registros para Ecuador. Es decir especies que eran conocidas mas hacia el Norte o mas hacia el Sur, pero que nunca habían sido señaladas en Ecuador. Más que todo se trata de un aporte zoogeográfico porque son especies de poca importancia comercial.

La preparación de especímenes identificados con seguridad ha permitido la creación de una colección de 250 esqueletos representando unas 150 especies, lo que cubre la mayoría de las especies comunes y/o de interés comercial.

ARQUEOICTIOLOGIA

La ocupación del sitio Salango empieza hace más de cinco mil años donde se sucedieron las Culturas Valdivia, Machalilla, Engoroy, Bahía y Manteña. Entre otros aspectos, la ocupación permanente del sitio a través de tiempos milenarios representa el interés para un estudio secuencial, permitiendo seguir el desarrollo y la evolución de las actividades de pesca.

Los huesos que se conservan en los sitios arqueológicos son principalmente los de los arcos mandibulares, las espinas y las vértebras de los peces óseos, los dientes y las vértebras de los peces cartilaginosos (tiburones y rayas). La identificación de las especies presentes en Salango se está llevando a cabo, pero ya se destaca la presencia mayoritaria de los carangidos (jureles), de los ariidos (bagres marinos), de los sciaenidos (corvinas) y de los escombridos (bonitos). Se nota la casi ausencia de tiburones.

Pero todavía quedan huesos por identificar, y sobre todo falta la interpretación global de todos los datos; por lo tanto hasta el momento no se pueden adelantar conclusiones. Los proximos seis meses van a permitir acabar las identificaciones y obtener una idea exacta de las proporciones relativas de cada grupo de peces.

En cuanto a la interpretación del uso y manejo del recurso íctico, tampoco se puede decir mucho por ahora. Solamente se destaca que la pesca jugaba un papel primordial en las actividades de los Indios de la Costa, y que en su dieta los pescados representaban la fuente principal de proteínas animales. Esto está corroborado por la presencia de numerosos anzuelos de concha, pesos y otros instrumentos de pesca encontrados en los sitios arqueológicos .