

# **CARTILLAS DE DIVULGACION ECUATORIANA N.º 28**

**LOS SENSORES REMOTOS  
EN EL ECUADOR**

**POR: MYR. ING., FRANCISCO SAMPEDRO V.**



**EDIT. CASA DE LA CULTURA ECUATORIANA - QUITO - 1980**

## CARTILLAS DE DIVULGACION

### SECCION DE HISTORIA Y GEOGRAFIA CASA DE LA CULTURA ECUATORIANA

- 1 **Aquiles Pérez:** Las Culturas Aborígenes en la República del Ecuador
- 2 **Francisco Terán:** Nuestras lagunas andinas; Historia y Geografía
- 3 **Emilio Uzcátegui:** Desarrollo de la educación en el Ecuador
- 4 **Gustavo Vásconez H.:** Cartas de Bolívar al General Juan José Flores; Historia y Antihistoria
- 5 **Luis Andrade Reimers:** Materiales históricos para el Pacto Andino
- 6 **César Vicente Velásquez:** El reverso de la guerra entre Quito y el Cuzco
- 7 **Eduardo Martínez:** Intervención del Gobierno de Alfaro en la guerra de los Mil Días
- 8 **Plutarco Naranjo:** Semblanza de Montalvo
- 9 **Marco A. Bustamante:** Ecuador país tropoandino
- 10 **César Vicente Velásquez:** El enigma histórico de Cajamarca
- 11 **Emilio Uzcátegui:** Reflexiones sobre nuestras grandes efemérides
- 12 **Aquiles R. Pérez:** Rumiñahui
- 13 **Luis Andrade Reimers:** La cada vez más increíble historia de Atahualpa
- 14 **Marco A. Bustamante:** La línea equinoccial en el territorio de la República del Ecuador
- 15 **Francisco Sampedro V.:** Las Cuevas de los Tayos
- 16 **Luis Andrade Reimers:** Las esmeraldas de Esmeraldas en el siglo XVI
- 17 **Eduardo N. Martínez:** Entrevistas presidenciales Ecuador-Colombia
- 18 **Aquiles R. Pérez:** La minúscula nación de Nasacota Puento, resiste la invasión de la gigantesca de Huayna Cápac
- 19 **Francisco Sampedro V.:** El problema geográfico geomorfológico del Cenepa
- 20 **Ricardo Alvarez:** Bolívar y Manuelita Sáenz; aspectos biográficos, episodios románticos y anécdotas
- 21 **Emilio Uzcátegui:** Es gloria de Quito el descubrimiento del Amazonas
- 22 **César Vicente Velásquez:** Proyección Continental de la Revolución de Agosto
- 23 **Aquiles R. Pérez T.:** Los Duchisela
- 24 **Ing. Vicente Enrique Avila:** Los sensores remotos para la cartografía
- 25 **Luis Andrade Reimers:** Lo que Sucre hizo por el Ecuador
- 26 **27—Franklin Barriga López:** Temas de Historia.

PRECIO S/. 2.—



**Por: Myr. Ing., Francisco Sampedro V.**

# LOS SENSORES REMOTOS EN EL ECUADOR



**EDITORIAL CASA DE LA CULTURA ECUATORIANA**

1662

## EVOLUCION CARTOGRAFICA

1.—Hemos seguido muy de cerca la evolución cartográfica experimentada en el Ecuador en los últimos treinta años, y por tanto podemos establecer la historia verídica de la utilización que se ha hecho en el País de los **SENSORES REMOTOS**, siendo la **PERCEPCION REMOTA** la “detección o evaluación de objetos a gran distancia y sin contacto directo”, cuyos medios prpodujeron a mediados del siglo XX la asombrosa evolución cartográfica en el Mundo.

2.—Hasta 1952, la Institución de las Fuerzas Armadas denominada “Geográfica”, empleaba para la confección de Cartas o Mapas, como en todos los países, los métodos terrestres del siglo pasado, y para la reproducción litográfica se utilizaban las antiguas prensas de tamaño muy limitado y el método de grabado en piedra. Así se produjeron unas pocas Cartas a la Escala 1:25.000 de la parte central de las provincias de Pichincha, León (hoy Cotopaxi), Imbabura, Tungurahua y Chimborazo, en un total que no llegaba a cubrir el 5% de la extensión territorial, con el lamentable defecto de haberse tomado como base para los levantamientos el Meridiano de Quito como Meridiano CERO, contrariamente a las recomendaciones geográficas dadas por el Dr. Teodoro Wolf hace más de una centuria.

Los Sensores Remotos que comenzaron a emplearse en la Cartografía moderna, son considerados hoy como “pasivos” calificándolos como “activos” a aquellos medios tecnológicos que comenzaron su desarrollo en la década del 60 o sean los “satélites artificiales”; pero de todos modos los medios aéreos que se denominan “pasivos” han sido y siguen siendo básicos para las investigaciones geográficas.

3.—En todos los países latinoamericanos, la moderna técnica aerocartográfica fue proporcionada y difundida por los Estados Unidos de Norteamérica, y no puede desconocerse su tutoría técnica mundial, que es ajena a ciertas extrañas actitudes políticas imperialistas que a veces adoptan sin tino contra países del tercer mundo.

El empleo de los SENSORES REMOTOS se comenzó en el Mundo con los levantamientos aerocartográficos norteamericanos en 1943, como resultado del gran desarrollo tomado por la aviación durante la segunda guerra mundial, en la que ya fue empleada la fotografía aérea en la exploración y en las operaciones bélicas, lo que sirvió de base para el desarrollo aerofotogramétrico.

La Fuerza Aérea Norteamericana, comenzó a fotografiar con fines aerocartográficos los diversos sectores del mundo, empleando inicialmente el sistema TRIMETROGON que consistía en tomar fotografías con una gran cámara fotográfica de tres lentes; el uno sobre el eje vertical, un oblicuo lateral a la derecha y otro oblicuo lateral a la izquierda que operaban simultáneamente; luego se experimentaron cámaras de cinco y siete lentes, pero la práctica probó que las más eficaces eran las cámaras de gran ángulo, con un solo lente, teniéndose que desarrollar luego muchas operaciones de gabinete con el empleo de complicados instrumentos óptico-mecánicos estereoscópicos que eran permanentemente innovados. El sistema lo conocimos cuando en 1947 formamos parte del primer contingente de Ingenieros Civiles y Militares Latinoamericanos que fuimos a los Estados Unidos a conocer por primera vez y aprender la nueva tecnología cartográfica, habiendo tomado nuestro entrenamiento técnico en Washington D. C., como becarios del Aeronautical Chart Branch del Coast & Geodetic Survey del Departamento de Comercio, en el que se nos hizo conocer por primera vez la nueva técnica de la AEROFOTOGRAMETRIA que comenzaba a emplearse en el mundo.

Esto sucedía cuando en los países de Centro y Sudamérica se empleaban como "última palabra", la "Fotogrametría Terrestre" y los levantamientos se completaban con "plancheta" y en el Ecuador se confeccionaban las cartas topográficas 1:25.000 de una parte de las provincias centrales.

4.—En 1943, algunos grupos de aviones de la Fuerza Aérea Norteamericana, se distribuyeron en diversas partes del mundo, y la primera base para Sudamérica fue instalada en Albrook Field, Zona del Canal de Panamá; centralizándose en Washington los miles de rollos de películas tomadas secretamente en todo el mundo, con las que comenzaron a elaborarse la primera serie de Cartas Aeronáuticas Mundiales 1:1'000.000, en el Aeronautical Chart Branch del Coast & Geodetic Survey, donde tomamos nuestro entrenamiento técnico.

Al mismo tiempo se estructuró la OPACI (Organización Provisional de Aviación Civil Internacional), que posteriormente se denominó OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) con sede en Montreal, y la primera serie de cartas aeronáuticas, produjo en el mundo el gran desarrollo de la Aviación Comercial. Dichas cartas eran periódicamente actualizadas y renovadas debido al permanente cambio de accidentes geográficos que constantemente se producen.

5.—Como resultado del estudio técnico realizado por los Estados Unidos en todos los países latinoamericanos en 1950, y encontrándonos en Washington D. C., el Army Map Service organizó el INTER AMERICAN GEODETIC SURVEY (IAGS) y siendo Jefe el recordado Coronel Petit, se suscribió individualmente con cada uno de los países "Convenios Cartográficos Cooperativos", mediante los cuales todos los Institutos Geográficos debían comenzar reajustando primero la RED GEODESICA INTERAMERICANA, refiriendo sus meridianos a la Red Geodésica mundial, es decir tomando como CERO El Meridiano de Greenwich (criterio que fue recomendado por Wolf hace un siglo). Luego todos los países debían comenzar el levantamiento de sus cartas nacionales con sujeción a las normas cartográficas internacionales y los Estados Unidos daba su asistencia aerofotogramétrica que ninguno de los países la conocían todavía.

Así en el Ecuador, como en todos los países americanos, hubo que efectuar nuevas observaciones astronómicas en todos los hitos de su Red Geodésica principal que ya existía, haciendo reajustes empleando instrumentos y técnicos norteamericanos, y así llegó a establecerse las Coordenadas Geográficas unificadas de la Red Geodésica Interamericana, como base para los levantamientos aéreos que debían iniciarse.

6.—Así en el año de 1953, se comenzó a aplicar, tanto en el Ecuador, como en los demás países sudamericanos, la fotogrametría aérea y las primeras cartas fueron confeccionadas en Fort Clayton, Zona del Canal, mientras se entrenaba personal de las diferentes especializaciones cartográficas con la tecnología moderna, que luego sirvió en las Organizaciones geográficas de cada uno de los países latinos, los que comenzaron a adquirir también nuevos instrumentos de restitución estereoscópica y reproducción con el objeto de modernizar su equipo introduciendo la moderna técnica cartográfica con la asistencia del IAGS que envió sus Grupos de trabajo a cada uno de los países Centro y Sudamericanos.

En nuestras visitas a varias Exposiciones Aerofotogramétricas Internacionales, pudimos conocer los más perfeccionados Implementos y Equipos de casa fabricantes norteamericanas, suizas, alemanas, holandesas, francesas, etc., algunas de las cuales mantienen laboratorios de investigación e introducen permanentemente innovaciones con la producción de sus nuevos equipos de restitución estereoscópica, instrumentos de campo y gabinete y cámaras aéreas que constituyen los más importantes "sensores remotos" para la obtención de los datos primarios, básicos de la cartografía.

La Fuerza Aérea Norteamericana, en cooperación con el IAGS, en su programa de Asistencia Técnica a los países del Centro y Sudamericanos organizó en 1958 grupos que se denominaron AIR SURVEY TEAM con gigantescos aviones Hércules C—130, montados con grandes cámaras fotográficas y tripulaciones especializadas. Estos grupos fueron distribuidos en todo el mundo con el objeto de tomar las fajas requeridas para cartografiarlo. Varios grupos fueron enviados a los países sudamericanos, y el AIR SURVEY TEAM N° 2 con seis aviones Hércules C—130 y todas las instalaciones necesarias fueron ubicadas en el Aeropuerto "El Dorado" de Bogotá, con la misión de tomar fotografías del territorio colombiano y ecuatoriano, al mismo tiempo que los otros Grupos tomaban en los demás países americanos.

Como las grandes cámaras aerofotogramétricas de los C—130, tomaban simultáneamente dos rollos, estos una vez revelados y controla-

dos en los laboratorios de la Base de El Dorado, eran enviados el uno a Washington D. C. y el otro al país interesado.

Este autor realizó en los Hércules C—130 varios vuelos de 5 a 6 horas a más de 16.000 pies de altura, saliendo de el Aeropuerto de Bogotá El Dorado hacia territorio ecuatoriano y sobrevolando hasta Macará sin haber sido posible algunas veces tomar ni una sola fotografía debido a las adversas condiciones meteorológicas predominantes, resultando por esto muy costosas esas operaciones.

El Air survey Team N° 2 operó en Bogotá más de tres años, habiendo tomado fotografías de más del 70% de territorio ecuatoriano, y así se enviaron centenares de rollos de películas al Instituto Geográfico Militar donde se ha realizado la restitución de una parte, guardándose en sus archivos los demás rollos que no han sido restituidos todavía, y con este valioso material se han confeccionado las hojas de la Carta Nacional, escala 1:50.000 y 1:25.000 en un porcentaje cercano al 40%.

Muchos rollos de fotografías del territorio nacional, que fueron tomados en 1960 y 1961 por el Air Survey Team N° 2 y que no han podido ser restituidos todavía, hoy resultan "OBSOLETOS", porque después de haber transcurrido 19 años, el "paisaje geográfico" de algunos sectores se ha transformado con nuevas áreas pobladas, nuevas zonas cultivadas, obras de infra-estructura, etc; y muchas fotografías requieren renovación de datos para poder obtenerse una cartografía actualizada.

7.—Posteriormente el Instituto Geográfico adquirió una variedad de modernos instrumentos, y también aviones y helicópteros con los que está hoy en capacidad de tomar fotografías de cualquier lugar y ha realizado importantes trabajos de cooperación cartográfica para muchas de las Instituciones empeñadas en el desarrollo, tales como el Instituto de Recursos Hidráulicos INHERI; el Instituto de Electrificación INECEL; La Comisión para el Desarrollo del Río Guayas; CEDEGE; El Ministerio de Agricultura; el Ministerio de Fomento y otras que han requerido para sus trabajos de Cartas Temáticas especiales que se han confeccionado con medios aerofotogramétricos que son los básicos **SENSORES REMOTOS**.



## EVOLUCION DE LOS SENSORES

8.—La tecnología aérea ha sido objeto de permanente adelanto, y así, en la década del 60 fueron lanzados los primeros satélites artificiales no tripulados que contenían delicados instrumentos que iban registrando la exploración que se hacía del espacio y transmitiendo las observaciones que se obtenían. Haciendo una resumida historia del desarrollo de los principales *sensores remotos*, debe considerarse que, las inversiones necesarias para esas investigaciones eran millonarias, y sólo las grandes potencias, Estados Unidos y Rusia estaban en capacidad económica y técnica de desarrollar tales experimentos, y así en Norteamérica se organizó la "National Administration of the Space and Aeronautics" (NASA) que emprendió en el gigantesco programa de Satélites Artificiales.

9.—La NASA comenzó estructurando una Red Mundial de Estaciones para el control de paso de los satélites, con la Central de Washington D. C. Una de estas fue instalada en Cotopaxi, al pie del nevado ecuatoriano, y está llena de instrumentos sofisticados, tableros de control electrónico y computadoras; instrumentos de radio transmisión y recepción que registran el paso de los satélites y automáticamente están comunicando a Washington D. C., donde se reciben las informaciones enviadas por todas las estaciones del mundo; siendo así posible registrar mediante las computadoras el paso y las trayectorias de todos los satélites que giran en órbita alrededor de la tierra.

Después de haber lanzado la NASA varios satélites de prueba en 1962 y 1963 puso en órbita en 1964 el Satélite NIMBUS 1, con instrumentos que llegaron a funcionar normalmente sólo 24 días. En mayo de 1966 fue lanzado el NIMBUS —2— con instrumentos meteorológicos que tuvieron una vida activa de casi tres años, habiéndose obtenidos eficientes observaciones de nubosidad, lluvia, vientos y huracanes, que antes no se habrían podido registrar. EL NIMBUS —3 fue lanzado en 1969; el NIMBUS —4 en 1972 y el NIMBUS —6 en 1974; encontrándose hoy en funcionamiento estos dos últimos, cuyas observaciones son fundamentales para la información del tiempo y las Cartas Temáticas meteorológicas que emite diariamente el Weather Bureau con la predicción de tiempo en los Estados Unidos.

10.—El principal factor de los sensores remotos actuales es el empleo de la banda multispectral que con diferentes microlongitudes de onda transmitida hacia la tierra, pueden registrar por fotografías de color, los diferentes elementos encontrados en la superficie terrestre, la directa información de montañas y su superficie cubierta de vegetación o nieve, plantaciones de diversas índole, ríos, lagos y elementos de irrigación, y hasta se ha podido descubrir elementos submarinos que han ayudado a la investigación oceanográfica.

El 23 de julio de 1972, fue lanzado por NASA desde la Base de la Fuerza Aérea Vandenberg, de California el Satélite denominado LANDSAT —1 con una variedad de instrumentos modernos de sensores que emplean el Sistema ERTS (Earth Resource Tecnology Satélite) que se emplea específicamente para la investigación de los Recursos Naturales.

El 22 de Enero de 1975 se lanzó el LANDSAT —2 colocándosele en órbita a una altitud de 920 kilómetros (570 millas) en una faja aérea comprendida 30° N y 30° S. y pasando por el mismo punto de la tierra cada 18 días.

Los LANDSAT permiten hacer el más detallado estudio de la Tierra desde el espacio.

Los satélites artificiales son la base para los Programas de los Departamentos del Interior y Agricultura en la investigación de Recursos Naturales, Geología, Mineralogía, Hidrología, Forestales, submarinos, contaminación del Medio Ambiente, etc.

11.—En mayo de 1973 se lanzó el Skylab que era gran laboratorio espacial con numerosos instrumentos, que fue puesto en órbita alrededor de la tierra a una altitud de 426 kilómetros y fue ocupado por tripulaciones en tres diferentes períodos desde mayo de 1973 hasta febrero de 1974, y la información obtenida por este Satélite fue aprovechada en las investigaciones de los Departamentos del Interior y Agricultura.

Es de recordarse que el 9 de diciembre de 1973, la segunda tripulación del Skylab detectó la actividad del volcán "La Cumbre" el momento mismo que se producía en la Isla Fernandina del Archipiélago de Galápagos.

Después de funcionar seis años el pasado Skylab desintegrado cayó a tierra en junio de 1979, en las costas de Australia, dejando su destacada contribución a la Cartografía, porque fue el primer satélite que empleó la toma y transmisión a la tierra de fotografías de color que con poquísimos reajustes y ampliación constituyen verdaderos Mapas.

Existen otros satélites que llevan instrumentos diseñados para captar específicas informaciones militares. Algunos de estos sensores constituyen verdaderos "secretos" de los poderosos, Estados Unidos y Rusia que vigilan el mundo en "PERMANENTE ALERTA". Uno de estos detectó la existencia en Cuba de "misiles balísticos rusos" de poderoso alcance, y con esta información, el entonces Presidente Kennedy, con toda energía, obligó a que dichos proyectiles con sus operadores fuesen retirados de la Isla centroamericana.

Las informaciones que transmiten los Satélites, que son útiles para la investigación de los Recursos Naturales, forestales, agrícolas son proporcionadas por NASA directa o indirectamente a los países interesados; pero determinadas informaciones de carácter militar son captadas, interpretadas y guardadas de modo secreto en especiales instalaciones que en los medios de percepción remota se los ha denominado "la caja negra".

12.—Conociéndose en el Ecuador, el empleo que los países desarrollados han hecho de los sensores remotos, a fines de 1978 se estructuró la Organización denominada "CENTRO DE LEVANTAMIENTOS INTEGRADOS DE RECURSOS NATURALES POR SENSORES REMOTOS". (CLIRSEN), integrado por representantes de los varios Organismos empeñados en el desarrollo, el cual organizó un Seminario en el mes de Julio de 1979, el que tuvo mucho interés por la participación de algunos Técnicos norteamericanos dirigentes de actividades de Sensores, que sustentaron por primera vez en el Ecuador Conferencias de este novedoso tema. El Dr. Charles Paul, Director de la Oficina de Ciencias y Tecnología A.I.D. de Washington D. C., habló de LOS SATELITES TECNOLOGICOS LANSAT III y IV; el Dr. William Carter, Jefe de Programa de Investigaciones Geológicas del Servicio Geológico de los Estados Unidos, habló de "LA UTILIZACION DE LOS SENSORES REMOTOS EN EL CAMPO GEOLOGICO"; el Dr. Phillip Langley, Di-

rector de Aplicaciones Forestales Earth Satellite Corporation de Berkeley California, habló de "LAS TECNICAS DE PERCEPCION REMOTA EN EL CAMPO FORESTAL, el Dr. John Baird, Presidente de la Compañía SCINTREX habló sobre GEOFISICA AEREA; el Ing. Juan P. Beran, de Macdonald Dettwiker & Associated Ltd. Richmond, B. C. Canadá, habló de ESTACIONES DE RECEPCION, PROCESAMIENTOS Y ANALISIS DIGITAL DE IMAGENES LANSAT. El Dr. Fred Thompson, Director de Recursos y Tecnología del Instituto de Investigaciones del Medio Ambiente, Michigán habló del "USO DEL BARREDOR MULTIESPECTRAL EN LA EVALUACION DE LOS RECURSOS NATURALES"; el Dr. Vick Glemas, experto jefe de la aplicación de Sensores Remotos en Estudios Oceanográficos trató sobre "LA PERCEPCION REMOTA EN ESTUDIOS OCEANOGRAFICOS"; el Dr. Otto Bittencourt Netto, Superintendente del Proyecto RADAM de Brasilia habló sobre "el Proyecto Radam Brasil"; el Dr. Jack E. Staples, Jefe de la Escuela Cartográfica de DMAIAGS, Fort Clayton; habló sobre "EL PROGRAMA EROS, SISTEMA DE OBSERVACION DE RECURSOS TERRESTRES".

En dicho Seminario, para demostrar la beneficiosa utilidad de los Sensores Remotos, hubieron otras intervenciones de Funcionarios ecuatorianos sobre Hidrología y Oceanografía; Geología y Minas, Regionalización Agraria; Desarrollo Forestal; etc. y se realizaron mesas redondas que trataron temas de mucho interés técnico moderno.

En apartes de las Reuniones, tuvimos conversaciones con algunos técnicos norteamericanos conferenciantes, y los doctores Paul y Thompson nos dieron a conocer que todo el territorio de los Estados Unidos que tiene 9'363.498 de kilómetros cuadrados existen dos estaciones telemétricas receptoras de datos de los satélites, una en Canadá, una en Brasil, y una se está instalando en Argentina, las que contienen instrumentos de altísimo costo, que sería imposible pensar que puedan instalarse en países pequeños, los que sí podrán utilizar, desde luego, los datos que se obtienen por medio de las Estaciones telemétricas de NASA, Organización que con gran espíritu de cooperación proporciona los importantes datos obtenidos con la telepercepción.

13.—A fin de comenzar a cumplir CLIRSEN con su responsabili-



dad de obtener el Inventario de los Recursos Naturales, ha procedido primeramente a recopilar y evaluar los datos que las varias Organizaciones empeñadas en el desarrollo han obtenido en el cumplimiento de su finalidad específica desde hace varios años, tales como el Instituto de Electrificación INECEL, el Instituto de Recursos Hidráulicos INERHI, la Comisión para el desarrollo de la Cuenca del Río Guayas, CEDEGE, el Centro de Reconversión Económica de Cañar, Azuay y Morona Santiago CREA, El Instituto de Reforma Agraria IERAC, la Dirección de Avalúos y Catastros DINAC, la Dirección General de Geología y Minas DGGM, el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC, el Centro de Rehabilitación de Manabí CRM, el Programa de Regionalización Agraria PRONAREG; los Ministerios de Agricultura y Ganadería de Industrias y Comercio, de Obras Públicas y otros Organismos.

Luego el denominado "Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos" ha formulado una planificación para el empleo de la Percepción Remota obteniendo en una primera fase los datos de NASA, y un programa de adquisiciones de medios e instrumentos modernos como aviones montados con RADAR para proceder en el menor tiempo posible a realizar la investigación de los Recursos renovables y perecibles en primer término de las áreas prioritarias, y luego de levantamiento de todo el territorio nacional, debiendo explicarse que el RADAR permite la percepción a través de nubes y a cualquier hora del día o de la noche, que no puede captarse con los medios aerofotogramétricos tradicionales.

Cuando se disponga del RADAR, será posible obtenerse un mosaico expedito a la Escala 1:100.000 que se complementará con los datos estereoscópicos obtenidos aerofotogramétricamente porque las imágenes de RADAR no dan información topográfica; pero sí será una innovación muy importante para obtenerse el Inventario de los Recursos Naturales, Recursos Hidráulicos, Investigaciones geológicas de minas y petróleo, Investigaciones de bosques y utilización de la Tierra, del medio ambiente; y en el menor tiempo posible llegar a obtenerse siquiera Cartas temáticas de todo el Territorio Nacional, completando la Cartografía que confecciona el Instituto Geográfico Militar, Organismo técnico que con la creación de CLIRSEN amplía su responsabilidad ante el País.

