

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL



**GEOMORFOLOGIA DE ALGUNOS SECTORES DE COSTA RICA,
BASADA EN LA FOTOINTERPRETACION DE IMAGENES DEL
SATELITE LANDSAT, EN LA BANDA ESPECTRAL MSS 7.**

DR. JEAN PIERRE BERGOEING
Servicio de Cooperación Cultural
y Técnica del Gobierno de Francia.
Depto. de Geografía – U.C.R.



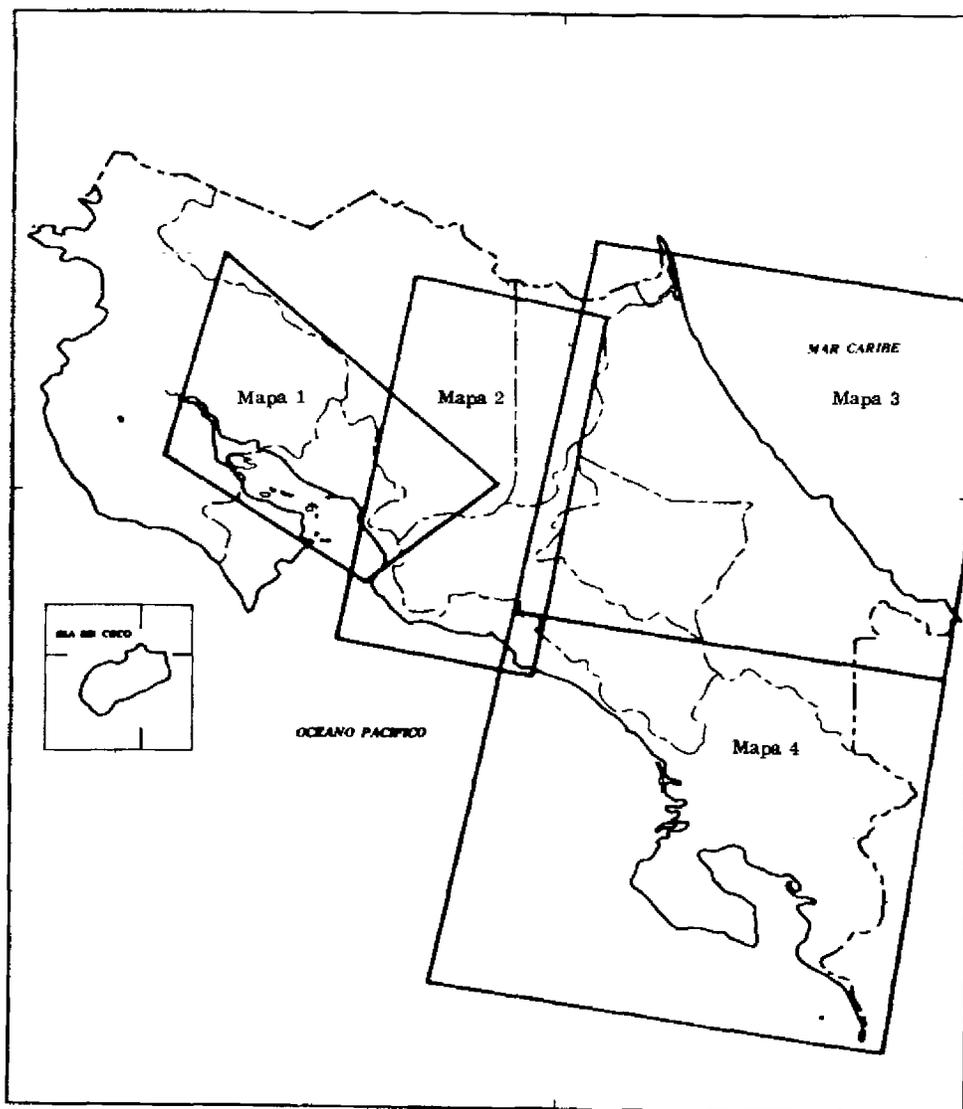
**PUBLICACIONES GEOGRAFICAS DEL
"INFORME SEMESTRAL JULIO-DICIEMBRE 1982"**

-Suplemento del Volumen 28-

San José, Costa Rica

1982

DIAGRAMA DE LOCALIZACION



Eduardo Protti Martinelli
Coordinador Editorial
Instituto Geográfico Nacional
Apartado Postal 148
1001 Plaza González Víquez
San José, Costa Rica, A.C.

GEOMORFOLOGIA DE ALGUNOS SECTORES DE COSTA RICA, BASADA EN LA FOTOINTERPRETACION DE IMAGENES DEL SATELITE LANDSAT, EN LA BANDA ESPECTRAL MSS 7.

DR. JEAN PIERRE BERGOEING
Servicio de Cooperación Cultural
y Técnica del Gobierno de Francia.
Depto. de Geografía - U.C.R.

INTRODUCCION.

Después de unos cuantos años de recorrer, observar, verificar y cartografiar un sinnúmero de fenómenos geomorfológicos en Costa Rica, se hace imperioso detenerse y reflexionar sobre el trabajo realizado.

La síntesis geomorfológica aquí expuesta, es el producto del trabajo de campo, ayudado o favorecido por el estudio de algunas imágenes Landsat, ampladas al doble, es decir, a escala 1: 500.000. Dicha escala fue seleccionada en orden a la claridad técnica de la misma, así como a la base topográfica utilizada (Carta aeronáutica de Costa Rica, Edición 1978, U.S.A.), la gran precisión de este mapa, ayudó a corregir la distorsión óptica inherente a la imagen de satélite, así como a la distorsión óptica de la ampliación.

LAS AREAS SELECCIONADAS. Se utilizaron cuatro imágenes de satélite, en forma parcial o integral, según su claridad y su cobertura nubosa. Ellas son las siguientes: No. 312; No. 064; No. 082; y No. 060.

La primera de ellas, es decir la No. 312, cubre toda la Cordillera de Tilarán, unidad escogida por su uniformidad y complejidad tectónica, así como por la originalidad de su modelado.

La imagen No. 064, es tal vez la más importante, ya que cubre una buena parte del Valle Central, las llanuras del norte y la costa Pacífico Central de Costa Rica, permitiendo, de este modo, una visión global, en corte, de este sector vital del país. La imagen No. 082 cubre toda la fachada del Caribe de Costa Rica, desde la frontera norte, con Nicaragua, hasta la frontera sur, con Panamá. Permite, además, observar el contraste entre litoral, llanuras y vertiente Caribe de la Cordillera de Talamanca. Finalmente, la imagen No. 060, que se complementa totalmente con la anterior, muestra de vertiente del Pacífico de la Cordillera de Talamanca, así como todos los rasgos fisiográficos del litoral Pacífico Sur de Costa Rica.

I- LA CORDILLERA DE TILARAN (Mapa No. 1 - Imagen No. 312)

Este primer sector de estudio, representado por la imagen No. 312, tomada el 3 de marzo de 1975, permite observar, por su gran precisión y nitidez, el conjunto montañoso de Tilarán, así como el golfo de Nicoya. Esta área de estudio se sitúa dentro de las siguientes coordenadas geográficas: $84^{\circ}15'$ y $85^{\circ}30'$ de long. W. y entre los $11^{\circ}00'$ y $9^{\circ}30'$ de lat. N. Dicho sector se divide en las siguientes áreas topográficas: La Cordillera de Tilarán, el piedemonte y la llanura litoral (con afloramientos aislados de colinas), el golfo de Nicoya con sus islas y la costa norte de la península de Nicoya.

1- GEODINAMICA INTERNA: En este sector, afloran rocas de diferentes edades. Las más antiguas, pertenecen al Cretácico y se distribuyen de la siguiente manera; litoral norte de la península de Nicoya, sector insular y parte de la desembocadura del río Tempisque (margen izquierda). Aunque la mayoría de las rocas del Cretácico son predominantemente de origen volcánico (Kuijpers, 1979), en el sector abundan las rocas sedimentarias del mismo período. Estas rocas se encuentran muy plegadas y afalladas. El rumbo del afallamiento es en parte diferente al sentido general NW-SE que predomina en el resto del país. En este mismo orden de cosas, las rocas sedimentarias del Terciario, se encuentran aflorando próximas a aquellas del Cretácico.

Se encuentran principalmente representadas por areniscas y en menor grado por calizas y lutitas. Se distribuyen de la siguiente manera: un sistema plegado de calizas y areniscas en el extremo SE de la península de Nicoya, así como en la isla de San Lucas. La margen derecha de la desembocadura del río Tempisque, representada por una serie de afloramientos individualizados, de calizas de origen arrecifal y afectadas por el Karst (S. MORA, 1979), así como la margen izquierda del mismo río, (Colorado de Abangares a Costa de Pájaros y Punta Morales).

Las rocas volcánicas Terciarias, pertenecen al período superior y termina y son las responsables de la formación de la cordillera de Tilarán propiamente. Se les conoce bajo el nombre de "Grupo Aguacate" (R. Madrigal 1970) y están formadas por rocas que van de los basaltos a las andesitas, con presencia de actividad ácida terminal (ignimbritas). El centro del macizo de Tilarán está formado por un intrusivo, igualmente de edad Terciaria, producto de los empujes magmáticos del manto, probablemente favorecido por el mecanismo propio de una zona de subducción.

2-TECTONICA: En este primer sector de estudio, aparecen muchos alineamientos tectónicos. Algunos han sido ya cartografiados por los especialistas en la materia; otros, aunque muy evidentes en la imagen del satélite, han pasado desapercibidos hasta el momento. En la imagen, resaltan tres alineamientos de primera importancia, que al parecer, nacen en un punto común (área de confluencia del río Barranca con el río Barranquilla). De ellos, dos corren paralelos, con dirección NNE-SSW, mientras que el tercero, NW-SE, es una prolongación de la gran falla inversa de Costa Rica y corta la vertiente sur de la cordillera de Tilarán, casi a sus pies.

Estas fallas están cortadas, a su vez, en forma casi perpendicular, por importantes alineamientos NE-SW, dentro de los cuales el más importante es, sin lugar a dudas, la falla del río Jamaical, (ver imagen de satélite No. 312).

Dentro de estos alineamientos, cabe señalar con claridad, las fallas del río Cañas y del río Tenorio, y la de éste último divide los edificios volcánicos de Miravalles y Tenorio.

Finalmente, es importante señalar el activo juego tectónico que se observa en la meseta de Orotina, comprendida entre los ríos Barranca y Tárcoles y que se asemeja a un juego de teclado de piano. En este último sector, las fallas han dado origen, mediante una fuerte reactivación tectónica, a un sistema de pequeños Horst y Graben. Dicho sistema se adentra en el golfo de Nicoya hasta el sector de Punta Morales, originando una pequeña depresión tectónica, frente a Puntarenas, cuya profundidad no excede los 30 metros.

3-GEODINAMICA EXTERNA: La Cordillera de Tilarán es una vieja cadena volcánica en Costa Rica. Sirve de bucho climático, ya que detiene los flujos húmedos provenientes del Caribe durante la estación seca de la vertiente del Pacífico (Enero a Abril). Dicha situación se observa perfectamente en la imagen de satélite No. 312. Por ello, la vertiente del Caribe de dicha cordillera, se encuentra mucho más disectada aunque provista de un manto vegetal más denso. Las lluvias a lo largo del Cuaternario, han hecho desaparecer rasgos volcánicos importantes de dicha cadena, dejando visibles sólo algunos elementos de una antigua meseta volcánica próxima a la margen derecha del río Barranca, así como elementos ruinosos de los antiguos cráteres volcánicos que dieron origen a la cordillera. Predomina el relieve multiforme, originando un modelado piramidado debido al intenso y continuo desgaste de las vertientes. El producto de la ablación es el responsable de los conos coalescentes que se han desarrollado a los pies de dicha cordillera, en ambas vertientes. Sin embargo, aquí sólo se tratará de la vertiente del Pacífico. Estos conos coalescentes, se encuentran encapionados y en terreno se distinguen dos y a veces tres generaciones (relacionados tal vez con dos o tres eventos climáticos mayores?). Los conos de piedemonte se terminan por una pendiente suave, que se confunde con la llanura litoral; llanura formada por una antigua serie de conos deltaicos fósiles colonizados en parte por el actual manglar. En este sector protegido del golfo de Nicoya, el manglar colonizó directamente el sector marítimo, alimentado por los sedimentos aportados por las corrientes del golfo de Nicoya y provenientes del río Tempisque, así como por los otros ríos que desembocan en dicho golfo.

A este respecto, cabe señalar que el único accidente litoral notable, corresponde a la flecha de Puntarenas, probablemente también de edad flandense, como el resto de los cordones litorales de Costa Rica, y que ha subsistido gracias a la construcción del ferrocarril al Pacífico, cuyo lastre de piedras creó las condiciones para que dicha

flecha litoral no se estrangulaba en el sector conocido como la "Angostura". La transgresión flandense (alrededor de los 7.000 años B. P.) debe haber ocupado gran parte del área recubierta por el actual manglar. Se sabe que fue mundial y que afectó las áreas hasta una altitud de 4 metros sobre el actual nivel del mar, (salvo en aquellos sectores donde la tectónica de alzamiento ha sido muy activa, como por ejemplo en Playa Montezuma, donde existe un nivel flandense de 6-7 metros BATTISTINI & BERGOEING, 1982). El área transgredida por el mar flandense es más evidente en el área del curso inferior del río Tempisque, donde aún subsisten áreas bajas inundables y hay presencia de conchas fósiles hasta unos 14 Km. al interior (sector de Bolsón).

El área de contacto entre las formas volcánicas Cuaternarias y Terciarias, es igualmente evidente. Aparecen los edificios de Miravalles con su caldera de Guayabo y el edificio volcánico del Tenorio en donde se han presentado la mayoría de los focos volcánicos visibles. Luego el sector de vulcanismo Terciario de la laguna de Arenal y laguna de Cote, donde no ha habido aparentemente reactivación volcánica desde fines del Terciario, originando formas multiconvexas en un material evolucionado, predominante de arcillas rojas. Dicha área se ve interrumpida por la aparición del volcán Arenal, volcán que junto con el Chato, Los Perdidos y Poco Sol, forman un conjunto Cuaternario, de los cuales al menos Chato y Arenal son probablemente los más jóvenes y a los cuales se les puede atribuir edad del Cuaternario reciente.

II- EL AREA CENTRAL (Mapa No. 2 - Imagen No 064)

La imagen No. 064 del satélite Landsat, en la banda espectral 7 (Infra-rojo) blanco y negro, cubre todo el sector NE de Costa Rica. Sin embargo, hay un importante recubrimiento nuboso en el sector Oeste de la imagen, por lo cual se seleccionó una franja N-S, ligeramente inclinada hacia el NNE, debido a los efectos de la trayectoria orbital del satélite. El sector N, es excepcionalmente claro en esta imagen, que suele aparecer recubierto por nubes en la mayoría de las tomas o imágenes, debido al fenómeno climático expuesto anteriormente para el caso de la Cordillera de Tilarán. Ello da una visión de conjunto al sector occidental de la Cordillera Volcánica Central y a su piedemonte, el cual se diluye en la llanura de inundación del norte.

El área de estudio se sitúa entre los $9^{\circ}30'$ y los $10^{\circ}30'$ de lat. N. y entre los $84^{\circ}00'$ y los $84^{\circ}30'$ de long W. Abarca las siguientes regiones; la llanura de inundación del Caribe (al norte), la Cordillera Volcánica Central y el Valle Central Occidental (al centro), la parte oriental de la Cordillera de Tilarán y el litoral Pacífico central (al Este) y el contacto entre las estribaciones septentrionales de la Cordillera de Talamanca con el Valle Central Occidental y con el complejo volcánico sedimentario de Nicoya (al Sur). (Ver Mapa No. 2).

1- GEODINAMICA INTERNA: La imagen cubre un sector donde afloran rocas de origen variado que van desde el Cretácico hasta el Cuaternario. Las rocas más antiguas, corresponden a aquellas del Complejo de Nicoya. En general, se trata de rocas volcánicas (basaltos y andesitas) sobre las cuales descansan rocas sedimentarias, tales como lutitas alternadas por calizas o areniscas. Se encuentran plegadas y afalladas. En la imagen, dicho sector forma serranías bajas, que se distribuyen al sur del río Tárcoles y en algunos sectores se adentran en el mar, formando acantilados vivos. Tal sistema vuelve a aparecer en el sector de Quepos, donde las calizas del Paleoceno se han depositado sobre "pillow-lavas" (AZEMA & TOURNON 1978), (J. P. BERGOEING, 1979). El segundo afloramiento sedimentario de esta área de estudio, se encuentra preferentemente en el litoral formando acantilados vivos o muertos y, corresponde a depósitos de lutitas y calizas del Mioceno (Formación Punta Carballo) (KUIJPERS, 1979). Dichas rocas se encuentran menos plegadas que las rocas más antiguas del Cretácico, pero están basculadas hacia el Este en posición monoclinas. Otras rocas sedimentarias del Terciario, que forman espesores considerables, afloran al sur del Valle Central Occidental, formando en parte su límite meridional. Son principalmente areniscas y lutitas, plegadas y afalladas en contacto o alternando con flujos volcánicos del mismo período. Fundamentalmente se trata de rocas que corresponden a las formaciones Terraba (HENNINGSEN, 1966), Córís (FISCHER & FRANCO, 1979) y San Miguel (CARBALLO & FISCHER, 1978).

El sector fue instruido por un pequeño plutón, de dimensiones modestas, formado principalmente por granodioritas y monzodioritas (F RIVIER, 1979) y que constituye el punto culminante del límite sur del Valle Central Occidental, en el macizo de Escazú. La parte septentrional de la Cordillera de Talamanca, está formada fundamen-

talmente por rocas volcánicas del Mioceno y por algunas intrusiones (grupo co-magmático), (SPRECHMANN *et al.*, 1979) que alternan con rocas volcánicas más modernas (Plioceno), del Grupo Aguacate (R. MADRIGAL, 1970) y que se distribuyen desde el flanco Oeste (Cordillera de Tilarán, Montes del Aguacate) hasta el flanco sur de las estribaciones que marcan el límite meridional del Valle Central Occidental.

En este sector, algunas muestras fueron datadas mediante el sistema K/Ar (J. P. BERGOEING, 1982) y corresponden a los siguientes sectores; Cerros de Escazú (Granodiorita) = 5.24 M.A.; Cerros de La Carpintera (Monzogabro) = 2.24 M. A. Piedemonte de Orotina (Ignimbrita) = 1.24 M. A. y Mesa de San Pablo de Turubares, sector superior (Toba Ignimbrita) = 1.34 M. A. Esta última datación es importante, pues permite conocer la edad de la meseta del Valle Central Occidental y la hace remontarse al Cuaternario Inferior, con lo cual se demuestra por otra parte que el Vulcanismo de la Cordillera Volcánica Central tiene sus orígenes en el Plioceno.

Finalmente, un importante sector, cubierto por la imagen de satélite, está constituido por rocas volcánicas Cuaternarias, que han edificado imponentes conos volcánicos dando origen a la Cordillera Volcánica Central, y más al sur a una meseta igualmente volcánica, en donde se asienta la ciudad de San José, capital de Costa Rica. El resto del área, se encuentra recubierto por depósitos sedimentarios de diverso origen que trataremos de explicar más adelante.

2- TECTONICA: El área de estudio, está surcada por importantes alineamientos tectónicos, que aparecen en forma clara en la banda espectral MSS 7 (infra-rojo) de la imagen de satélite No. 064. En primer lugar, hay cuatro grandes alineamientos, que marcan accidentes mayores;

a) La falla inversa de Costa Rica es un alineamiento NW-SE que corta la vertiente del Pacífico de Costa Rica. En la imagen atraviesa al sur, cercana a Quepos, para luego internarse, cortando el flanco norte del Cerro Turubares y el piedemonte de Orotina.

b) El segundo sector digno de mención es el límite sur de la fosa tectónica de Nicaragua, que disecta una parte de los conos aluviales del piedemonte norte de la Cordillera Volcánica Central. Una segunda falla, al parecer asociada con ésta, secciona el piedemonte, pasando al norte de la caldera de la laguna del Hule. Queda oculta por los depósitos modernos del Barva para luego reaparecer al Este.

c) El alineamiento NNE-SSW que nace en la Cordillera Volcánica Central (sector del Cerro Chayote y antiguo foco volcánico), que disecta parte de los montes del Aguacate y que dibuja gran parte del curso inferior del río Tárcoles, es un accidente mayor asociado con el de juego de bloques tectónicos que afecta al sector comprendido entre los ríos Barranca y Tárcoles y que influye igualmente en la meseta de Orotina-Esparza.

d) Finalmente, el cuarto alineamiento de importancia en este sector es una falla N-S, que corta una parte de las estribaciones de Talamanca, la meseta del Valle Central Occidental (en la longitud de la ciudad de Alajuela) y que parece prolongarse al norte del edificio volcánico del Poás. Al parecer, este alineamiento está íntimamente ligado con el alineamiento de los focos volcánicos -Poás-Congo-Laguna de Hule- Maar de río Cuarto. Creemos que este alineamiento que nace en el Océano Pacífico, cercano a Puerto Quepos, debería ser estudiado en detalle y con mayor profundidad, tanto por su orientación como por el sector que afecta.

El área se encuentra igualmente surcada por fallas menores, que en general se orientan siguiendo dos rumbos preferenciales, el NW-SW, salvo para el sector del río Grande de Candelaria donde existen alineamientos paralelos E-W.

3- GEODINAMICA EXTERNA: Por ser Costa Rica un país montañoso que supera los 3.500 metros de altitud y situado en el medio tropical húmedo, presenta variaciones climáticas altitudinales. Ello influye tanto en la vegetación como en el modelado. Por ello distinguimos seis tipos fundamentales de modelado.

a) El primero y el segundo de ellos corresponden a formas glaciares y periglaciares fósiles. Posiblemente parte de un período Würm III Dichas formas son predominantes en la Cordillera de Talamanca, a partir de los 3.500 m. y de los 3.000 m. respectivamente. Dichas formas las citamos sólo a modo de referencia, puesto que no aparecen en la imagen No. 064, sin embargo, son visibles en la imagen No 082.

b) El modelado multifacético corresponde a formas más o menos bien conservadas del substrato, dejando aparecer formas agudas y angulosas, protegidas por el bosque natural primitivo. Cubre una gran extensión, ya que se sitúa en las cordilleras, desde el límite de los 3 000

metros hasta el límite de los 500 metros. Dichos límites no son fijos, y obedecen sólo a ciertos sectores del país.

c) El modelado multiconvexo es típico de las áreas tropicales húmedas y caracteriza el paisaje tropical alternando con el modelado multifacético. El modelado multiconvexo se encuentra preferentemente en las partes bajas, dando formas arredondeadas del tipo "media naranja", es decir, un paisaje de colinas redondeadas y es el producto de la alteración "in situ" de la roca madre, presentando como característica, un suelo profundo de aleritas, donde es difícil llegar a reconocer la roca madre. En el sector estudiado, predomina el relieve multifacético, debido primeramente a lo joven y vigoroso del relieve, y en segundo lugar, a que éste ha permanecido protegido en gran parte por la selva natural hasta este siglo. Las formas multiconexas predominan, por lo general, en los sectores bajos, es decir, el área comprendida entre las llanuras litorales y el sector de colinas que no supera los 500 metros. Este es el caso, en el área de estudio, para los sectores al interior de la llanura del río Parrita, así como el área de Esparza. El área comprendida entre el río Tusubres y bahía de Herradura, pese a sus características de serranías bajas, ha conservado un modelado multifacético, debido en gran parte a su litología (rocas sedimentarias del Cretácico y del Terciario, intensamente plegadas y afalladas), y al hecho de haber conservado hasta hace poco su cobertura arbórea.

d) Finalmente, los otros tipos de modelados corresponden a mesetas y llanuras. El área de estudio, se caracteriza por un modelado dibujado en piedemontes volcánicos Terciarios y Cuaternarios, profundamente entallados por los ríos torrenciales que han entallado profundos cañones. Los piedemontes Terciarios, por ser más antiguos, se encuentran más erosionados. No obstante, es interesante constatar que la vertiente norte de la Cordillera Volcánica Central, presenta profundos barrancos, en terrenos jóvenes (Cuaternario medio a superior), debido a la presencia de importantes lluvias orográficas a lo largo del año, que provienen del Caribe. La escorrentía producida por dichas lluvias, captadas y ordenadas por importantes colectores, debido a su gran competencia han edificado los importantes abanicos aluviales coalescentes, que se sitúan a los pies de esta cadena volcánica, y que por lo poco alterado del material pueden atribuirse al Cuaternario medio y superior, así como al Reciente.

Los diferentes abanicos aluviales del Valle Central, así como los de la meseta de Orotina, son el producto probable del óptimo climático Post-Wurm III, que debe haberse caracterizado por ser un período relativamente más seco en el tiempo, pero con lluvias torrenciales prolongadas y una sensible disminución de la actual cobertura vegetal. Ello permitió el transporte de gran cantidad de materiales y su posterior depositación, originando las formas hoy conocidas.

En el área, igualmente destaca el sector paleo-lacustre de Palmares. Se trata de un antiguo centro de emisión volcánica Terciaria (Grupo Aguacate), colapsado y luego ocupado por un lago (probablemente durante el Cuaternario inferior y hasta el Cuaternario medio), ello debido a la presencia de ignimbritas depositadas en un medio lacustre así como a la presencia de diatomitas. La depresión fue posteriormente colmatada por los sedimentos y el lago desapareció, dejando como testigo mudo de ello, sus suelos limosos ricos en caolín, y con una curiosa presencia de concreciones esféricas de arcilla, cuyo centro está constituido por pómez. Este fenómeno, debe ser el producto de corrientes de fondo, en el lago, durante una o varias erupciones, que permitieron transporte aéreo del material pumiceo. Al caer en el lago, se rodeó de una película lamosa, que se fue ampliando a medida que se desplazaba por efectos de la corriente, hasta quedar aprisionado en el fondo junto al otro material que se iba decantando en el lago.

La meseta del Valle Central Occidental es un área plana, semi ondulada, recubierta en parte por aportes modernos ignimbriticos y depósitos de vertientes, que descansan sobre una serie ininterrumpida de lavas basálticas y andesíticas. El cañón del río Virilla (que marca su límite Sur) y el cañón del río Grande (que marca su límite Oeste), se unen para dar origen al río Grande de Tárcos, el cual se alinea en el accidente tectónico NE-SW dibujado en el mapa No. 2.

Dichos cañones son el producto de la gran competencia fluvial de estos ríos, que se vio incrementada durante los óptimos climáticos de los últimos 500.000 años y que afectaron a la región. Es probable que estos ríos sean antecedentes pero de ello no hay pruebas concretas aún.

La llanura de inundación del Caribe, de la cual un sector aparece enmarcado en la imagen No. 064, corresponde a una fosa tectónica rellenada durante todo el período Cuaternario. Sin embargo subsisten afloramientos del vulcanismo alcalino del Terciario terminal que afectó al área (BELLON & TOURNON, 1978). En la imagen del satélite se

observa la línea de fractura que marcaría el bordé sur del graben de Nicaragua, pese a su proximidad con el área de relleno aluvial, lo que estaría demostrando que la cuenca es aún subsidente.

Las llanuras litorales del Pacífico Central, que aparecen en la imagen del satélite, no se encuentran muy desarrolladas. En gran parte son el resultado del relleno aluvial moderno, posterior a la transgresión flandense, que dejó luego de su retroceso, un sector de pantanos, que fueron colonizados por el mangle y protegidos de los fuertes temporales que producen un mar agitado, gracias a los cordones litorales que datan del mismo período flandense.

El área de llanuras litorales de este sector, se encuentra dividido por dos accidentes notables, en donde afloran las formas estructurales. El primero, es el sector que va desde el delta del río Tárcos a Bahía de Herradura. El segundo, corresponde al sector de Puerto Quepos. En ambos casos, el relieve se traduce por formas litorales, tales como acantilados vivos y plataformas de abrasión, en general, modelados en rocas volcánicas (basaltos) Cretácicas y a veces en rocas Terciarias sedimentarias y fosilíferas (areniscas y lutitas de Punta Leona).

III- LA VERTIENTE DEL CARIBE.

(Mapa No. 3 - Imagen No. 082)

Dicho sector corresponde a la imagen Landsat No. 082, tomada el 12 de febrero de 1975. La nitidez de la banda espectral MSS 7 es sorprendente, para un sector generalmente recubierto por nubes. Sin embargo, éstas se presentan en el cuadrángulo NW de la imagen, ocultando de éste modo el delta del río San Juan y una parte del litoral. Dicha imagen se localiza en las siguientes coordenadas geográficas; entre los 82°30' y 84°10' de long. W. y entre los 11°00' y 9°30' de lat. N.

La imagen abarca toda la vertiente Caribe de Costa Rica, aparte de la llanura de inundación, la Cordillera Volcánica Central y el Valle Central (sector oriental) y gran parte de la Cordillera de Talamanca.

1- GEODINAMICA INTERNA: Las rocas más antiguas del sector son del Terciario y en raras ocasiones pueden remontarse al Cretácico. Se encuentran preferentemente en la Cordillera de Talamanca. Se trata de un basamento sedimentario marino (calizas, areniscas, limolitas...) con aportes continentales (lutitas conglomerados, brechas...). Dichas rocas sedimentarias, se encuentran fuertemente plegadas, formando a veces pliegues de corrimiento o de cabalgadura debido a las presiones laterales de Talamanca durante su orogénesis. Esta franja sedimentaria aparece bajo formas de colinas y cerros que no van más allá de los 1.000 metros de altitud y, por lo tanto, están situados en el sector próximo al litoral. Son rocas muy alteradas y desgastadas y a veces presentan mantos espesos de alteritas. El sector superior de Talamanca, en esta fachada Caribe, presenta preferentemente rocas de origen volcánico que van desde inicios del Terciario hasta el Cuaternario (fila Matama; en este sector es posible observar en la imagen de satélite No. 082, formas volcánicas de caldera, relativamente jóvenes y posiblemente asociadas a un vulcanismo tardío, Pleistoceno superior?). Quedan algunos restos de antiguos focos volcánicos en algunos picachos aislados como el Cerro Kamuk (3 564 m.).

El vulcanismo Terciario, alterna con intrusivos del mismo período, conocidos como "grupo co-magmático" de Talamanca (BERRANGE 1977, in SPECHMANN *et al.* 1979). Son rocas pertenecientes al batolito de Talamanca y van desde la granodiorita hasta el gabro, dándose así una amplia variación magmática.

El borde norte de la Cordillera de Talamanca, está formado por rocas sedimentarias que pertenecen a las formaciones Coris y San Miguel (*Op. Cit.*) y que alternan con rocas volcánicas del Terciario superior (Grupo Aguacate); sin embargo, dichas rocas no marcan el límite final del relieve en este sector, ya que se hacen presentes los grandes aportes volcánicos Cuaternarios que edificaron los imponentes conos del Irazú y del Turrialba. Este vulcanismo debe ser considerado asociado con el borde sur del graben de Nicaragua. Los pequeños volcanes calco-alcalinos de Tortuguero, pertenecientes al Plioceno, la Cordillera Volcánica Central y la nueva actividad volcánica de Aguas Zarcas, son todos indicadores de un vulcanismo de tipo Rift, y por lo tanto, la llanura de inundación puede ser considerada como el fondo rellenado de dicha fosa.

2- TECTONICA: En este sector, la tectónica se encuentra representada en la parte sur, es decir, en la Cordillera de Talamanca y parte de la Cordillera Volcánica Central. Los principales alineamientos siguen una dirección preferencial NW-SE y afectan a todos los tipos de rocas sin distinción, prueba de que se trata de una tectónica activa y

que ha vuelto a reactivarse. Dentro de los grandes accidentes tectónicos, destacan algunos como el borde sur del graben de Nicaragua, cuya dirección aquí es WNW-ESE y marca un límite claro entre los relieves cordilleranos y la llanura de inundación. Los sectores de los ríos Pejibaye, Reventazon y Chirripó del Atlántico, están trazados por profundos accidentes tectónicos NNE-SSW y reactivados por movimientos NW-SE que han creado fallas de cizalla, lo cual originó trazados fluviales en forma de bayoneta. Finalmente, caben señalar dos accidentes tectónicos importantes; la gran falla E-W del río Telire que se puede prolongar hasta el Océano Pacífico y que cortaría al país en dos mitades una septentrional y otra meridional y la fosa tectónica del río Yorkin, que es un remanente de una fosa posiblemente más grande donde estarían incluidas las depresiones tectónicas del valle de Baja Talamanca y de la Estrella, ambas rellenadas por los aportes modernos fluviales de fines del Terciario y del Cuaternario.

3. GEODINAMICA EXTERNA:

LA CORDILLERA DE TALAMANCA: Es un conjunto montañoso, cuyo modelado se distribuye conforme a las zonas climáticas altitudinales. Las partes bajas, entre 0 y 500 metros sobre el nivel del mar, es un área de llanuras litorales, terrazas litorales y también de colinas bajas donde predomina los relieves multiconvexos, salvo en aquellos lugares donde el bosque primitivo ha perdurado más tiempo, protegiendo un substrato rocoso más resistente (como por ejemplo en el caso de las areniscas) y conservando un modelado multiforme. Igualmente, la tectónica ha reflejado este último tipo de modelado, con grandes escarpes, debido a su juventud y vigor (sector de Home Creek y Bri-Bri). El modelado multiforme prima en todo el área hasta los 3.000 metros de altitud. Debido a la tectónica activa, este tipo de modelado alterna con formas anesetadas (sector de Alta Talamanca) y con grandes escarpes de falla (ejemplo del río Chirripó del Atlántico), o bien, con formas volcánicas antiguas (Kamuk) o recientes (fila Matama, caldera de Pacayas, caldera de Doán). A partir de los 3.000 metros, existe un modelado de antigua acumulación nival, probablemente asociado a períodos más fríos. Creemos que el último período frío que podemos llamar tentativamente "Chiripoense", estaría asociado con el Würm Europeo y el Wisconsinan Norteamericano, ello debido a las formas frescas y bien conservadas del modelado, así como a los perfiles criclasticos (pipekrakes) del suelo. Las formas paleoglaciares, comienzan a partir de los 3.500 metros y son evidentes en el Cerro Chirripó (3.819m.) punto culminante de Costa Rica. (WEYL, 1955, BERGOEING, 1978).

El vigoroso relieve de Talamanca, unido a las lluvias orográficas de la vertiente del Caribe, ha permitido a los ríos formar profundos cauces en V, recubiertos en sus márgenes por un denso manto vegetal tropical, que es un regulador de la escorrentía fluvial y creando de esta manera una riqueza potencial hidroeléctrica, de grandes proporciones para el país.

LA CORDILLERA VOLCANICA CENTRAL, En la imagen No. 082, se observa la parte oriental de dicha cordillera y que corresponde a dos edificios volcánicos importantes; el Irazú (3.453 m.), y el Turrialba (3.329 m.) Estos grandes edificios corresponden a estrato-volcanes que se han edificado desde fines del Plioceno y durante todo el Cuaternario y, en muchos casos, los episodios volcánicos se han individualizado en sectores específicos, por ejemplo; sector Las Nubes, Cabeza de Vaca y Cerro Pasquí (de donde surgió la colada de Cervantes) para citar algunos casos. Igualmente cabe señalar episodios volcánicos periféricos como el de La Carpintera, que separó la meseta volcánica originando, de este modo, dos valles fluviales bien individualizados con drenajes opuestos; uno hacia el Pacífico (Valle Central Occidental) el otro hacia el Caribe (Valle Central Oriental).

La vertiente norte de la Cordillera Volcánica Central, está surcada por profundos barrancos debido al impacto directo de las lluvias que aquí precipitan orográficamente y que se originan en el Caribe. Los cañones formados de este modo canalizan las aguas hacia la llanura de inundación y es particularmente impresionante el cañón del río Sucio, por la verticalidad de sus paredes volcánicas. El piedemonte formado por estos aportes y por los depósitos volcánicos (principalmente cenizas), es de dimensiones imponentes, formando conos o abanicos aluviales coalescentes, donde se observan hasta tres generaciones de ellos que son una prueba más de las oscilaciones climáticas acaecidas desde el Cuaternario medio. La granulometría de dichos abanicos es fundamentalmente de elementos gruesos (arenas, cantos rodados y bloques de hasta dos metros de diámetro). Los bloques acarreados por los ríos durante períodos excepcionales de lluvias (temporales) torren-

ciales, son responsables de considerables destrozos, como el del deterioro del puente de la vía férrea sobre el río Toro Amarillo, que retorció vigas y rieles.

LA LLANURA DE INUNDACION. Es el producto de los aportes volcánicos y fluviales cuaternarios que rellenaron la antigua fosa de Nicaragua, dejando aislados algunos viejos vestigios volcánicos (vulcanismo Plioceno de Tortuguero). Dentro de estos vestigios, cabe señalarse algunos puntos importantes como el sector de Lomas Azules (J. Tourmon 1975) y el pequeño cono estrombólico de Tortuguero. La llanura de inundación se caracteriza por dos sectores bien definidos; el primero que intercepta y se confunde parcialmente con la base de los piedemontes y se caracteriza por un suelo de cantos rodados y material grueso en general, de diversos orígenes petrográficos, y que forma un sinnúmero de cauces anastomosados. El segundo, está formado por un suelo limoso-arcilloso, de pantanos y meandros divagantes, que suele inundarse frecuentemente por la crecida de los ríos durante los períodos de temporales, es decir, de lluvias prolongadas de una o más semanas. Sin lugar a dudas, el río más importante —en este sector— es el San Juan, que formado un gigantesco delta en su desembocadura formado por dos brazos principales, el San Juan propiamente tal y el Barra del Colorado. Las numerosas lagunas aprisionadas en el área deltaica son testigos mudos del doble juego del divagar de sus brazos y de los cordones litorales que han retrocedido ante el empuje sedimentario fluvial.

EL AREA LITORAL: El litoral caribe de Costa Rica se divide en dos sectores bien individualizados (BATTISTINI & BERGOEING, 1980); desde la frontera norte con Nicaragua hasta el sector de Moín (Puerto Limón), se ha construido una costa formada sólo por cordones litorales, producto éstos de la última transgresión marina la transgresión flandense. A partir de Moín y hasta la frontera sur con Panamá, el litoral se caracteriza por un levantamiento tectónico Pleistocénico, que ha dado origen a una terraza marina donde sobresale el antiguo tómbolo de Cahuita y el arrecife de Punta Mona. En este sector hemos encontrado dos generaciones fósiles de arrecifes coralinos de franja, denominados respectivamente Formación Puerto Viejo y Formación Portete. (Dataciones en proceso en Gif-sur-Yvette, Francia). En Punta Mona, el arrecife de franja se separó de la línea de costa, para formar un arrecife de barrera que se prolongó hasta la bahía del Almirante en Panamá. Solamente en la punta extrema de Cahuita (Puerto Vargas) hoy Parque Nacional, encontramos un renacer de los arrecifes coralinos de franja, que aún subsisten y pueden progresar, gracias a las condiciones particulares de este sector (aguas claras, poco contaminadas por sedimentos fluviales y antiguas lozas coralinas donde las colonias madreporicas se han vuelto a asentar).

IV. LA VERTIENTE DEL PACIFICO-SUR. (Ver Mapa No. 4 — Imagen No. 060)

Este último sector de estudio se caracteriza por ser una franja estrecha y muy disectada de la Cordillera de Talamanca, la cual a no mediar la condición de antecedencia del río Térraba, nos pondría en presencia de una cuenca cuyo drenaje sería endorreico formando un enorme lago, por efectos de un obstáculo mayor cual es la fila costeña. Dicha fila es un conjunto de serranías que sigue una dirección NW-SE y cuyo promedio altimétrico no supera los 1.000 metros. El sector litoral en parte es rectilíneo (influencia de la falla inversa de Costa Rica), interrumpido por dos accidentes mayores; la Península de Osa y la Península de Punta Bunca.

Dicha área de estudio se encuentra enmarcada dentro de las siguientes coordenadas geográficas; entre los 82°30' y los 84°10' de long W y entre los 9°30' y 8°00' de lat. N.

1.- GEODINAMICA INTERNA Paradójicamente, las rocas más antiguas y más modernas se encuentran en forma alternada en el sector costero, en Península de Osa. Efectivamente, en dicho sector, las rocas se remontan hasta el período Cretácico, pero en su gran mayoría son Terciarias. Se trata de "pillow-lavas" o lavas en almohadillas pertenecientes al Complejo Ofiolítico de Nicoya que representa la fase de vulcanismo primario insular que formó a Costa Rica hace unos 100 millones de años. Igualmente, en el sector existe la presencia de intrusivos (próximo al Parque Nacional de Corcovado, comunicación oral de J. Azema y J. Tourmon, 1980). El sistema de pillow-lavas vuelve a aparecer en Puerto Quepos y sobre ellas descansan gruesos bancos de calizas arrecifales.

La Cordillera de Talamanca presenta una fachada del Pacífico, mucho menos desarrollada que la del Caribe y cortada por numerosas

fallas NW-SE que le confiere un sistema escalonado a toda la vertiente. Según Mora (S MORA, 1980), el alzamiento final de Talamanca durante el Terciario superior, plegó las series sedimentarias de la fila costeña, dejando a estas en posición anticlinal, mientras que el valle de El General adoptaba la forma de un sinclinal de tipo canoa (R. MADRIGAL, 1977). Mientras ocurría el levantamiento de la fila costeña, el río Grande de Térraba, ya en formación, iba ahondando su cauce y formando el actual cañón por efectos de antecedencia.

2- TECTONICA: La imagen de satélite, no es tan nítida como las anteriores sin embargo, es posible seguir un accidente mayor, el cual corresponde a la "falla inversa de Costa Rica". Dicho alineamiento es nítido en el sector de la fila costeña y se pierde en la llanura de Coto Colorado (oculto probablemente por el relleno Cuaternario; sin embargo, el gran escarpe de la fila costeña, en este sector, es la resultante de este accidente tectónico constituyendo un escarpe de línea de falla). El sector se caracteriza por una serie de fallas paralelas cuya orientación es NW-SE (como la gran mayoría de los accidentes tectónicos de Costa Rica). La Península de Osa se caracteriza por formar una serie de compartimentos a fallados y afectada por un basculamiento generalizado hacia el NW (MADRIGAL R 1978, BERGOEING 1979). R. Madrigal había ya detectado este fenómeno, el cual es evidente si se observan las isobárimas batimétricas del Golfo Dulce, donde el área subsidente se destaca, ya que la parte más profunda de dicho golfo, queda al norte y no en el área de su desembocadura. El Valle de El General, como ya lo habíamos anticipado, está plegado formando un sinclinal NW-SE, que en algunos casos ha sido la causa de la inversión de algunos patrones de drenajes actuales. Sin embargo, existe un alineamiento NNW-SSE que divide en dos el Valle de El General y se prolonga a través de la fila costeña, hasta ciudad Neily.

Por último, es interesante señalar que gran parte del litoral, obedece a un ordenamiento tectónico y, a modo de ejemplo, podemos señalar el imponente escarpe de línea de falla de Golfito o el litoral NW de Punta Burica.

3- GEODINAMICA EXTERNA:

LA CORDILLERA DE TALAMANCA: Este sector montañoso sur de Costa Rica, a pesar de tener una vertiente menos desarrollada, alcanza puntos culminantes próximos a los 3.800 m. lo cual hace más imponente el desnivel producido entre las cumbres y el valle. Por ello, igualmente predomina el relieve multiforme, con agudas aristas, donde es frecuente ver aflorar la roca (generalmente intrusivos granodioríticos o rocas volcánicas como las andesitas). Los profundos valles en V, entallados por los torrentes del área, demuestran igualmente la gran competencia de estos sistemas fluviales. Son también responsables de los enormes conos coalescentes del Valle de El General, producto de cambios paleo-climáticos, directamente ligados a las glaciaciones sufridas en el Chirripó durante el Pleistoceno.

Algunos remanentes volcánicos subsisten, pero aquí el batolito aflora con mayor libertad y debido a su estructura petrográfica en un medio tropical húmedo, la roca se presenta muy alterada y se disgrega con facilidad (la acción química de las aguas de lluvias se ejerce de dos maneras; disolución química y disgregación granular).

EL VALLE DE EL GENERAL: Es una depresión de origen tectónico (sinclinal tipo canoa), producto de los empujes laterales de Talamanca durante su orogénesis. Los conos coalescentes están formados por espesores considerables de arcilla roja lateritizada, en donde aparecen trozos de una antigua coraza ferralítica (sería una demostración más de un período más seco, anterior al actual, que habría permitido la formación de una coraza o pedimento ferralítico, parecidos a los que existen en el área de sabanas del África Ecuatorial). Los cantos rodados en dichos conos han desaparecido por alteración "in situ", sin embargo, en algunos sectores, como los cortes de la carretera interamericana; próximos a San Isidro de El General, existen "fantasmas" (*) de dichos cantos rodados, que en su gran mayoría parecen haber sido ígneos.

Los conos aluviales coalescentes se encuentran en posición encajonada unos con respecto a otros, indicando series más modernas. El cono aluvial que se extiende entre Volcan y Buenos Aires, es mucho más moderno que el resto de los conos circundantes (posiblemente realimentado por el deshielo post-chirripoense?) En superficie, se encuentran bloques enormes de granodioritas que superan en algunos casos los 4 metros de diámetro. La importancia de dichos bloques granodioríticos radica en el hecho de haber sufrido disolución química

por efectos pluviales, en su superficie, adoptando en la parte superior formas de cubetas drenadas por acanaladuras semejantes a la de la disolución kárstica. (La superficie superior es una cubeta donde el agua de lluvias se ha acumulado ejerciendo una acción química al mezclarse con las sales de la roca y disolver parte de los materiales expuestos. Al escurrirse por los bordes creó un sistema de lapiaz típico de la disolución química. Ello es una demostración más de la poca resistencia que presentan las rocas graníticas al clima tropical húmedo).

Al SE, el Valle de El General, se adentra en territorio panameño, formando un gran glacis de erosión. Dicho glacis de erosión es el producto de anteriores acumulaciones volcánicas de gran espesor, principalmente cenizas y lapilli. El glacis se encuentra disectado por los actuales sistemas de drenajes.

LA FILA COSTEÑA: Como lo dijéramos anteriormente, es un vasto conjunto de rocas sedimentarias Terciarias, plegadas durante el Terciario superior y el Cuaternario (existe una tectónica activa actual). Sin embargo, la uniformidad petrográfica que se observa en estas series, en algunos sectores como el de la carretera que une a San Isidro con playas de Dominical, se ve interrumpido en otros sectores como el del río Grande de Térraba. En efecto, este sector está afectado por una serie de pequeños filones intrusivos que alternan con las series sedimentarias (Mora, *Op Cit.*).

Por otra parte, el sector próximo a Paso Real, en el área del Cerro Mano de Tigre, un foco volcánico pleistocénico ha sido descrito (BERGOEING, JIMENEZ & MORA, 1978), lo cual es notable tanto por su edad así como por su proximidad a la costa y por ser hasta el momento el único foco volcánico del sector de la fila costeña.

Entre Palmar y Ciudad Neily, la fila costeña presenta una corniza que se alza hasta unos 1.000 metros del piso de la llanura. Dicha corniza está formada por bancos duros, blanquecinos, cuyo espesor es variable y puede calcularse en unos 100 metros. Descansa sobre una poderosa serie de flysch, plegada y afallada. Las calizas son de origen arrecifal Terciario y están afectadas por el Karst.

EL LITORAL PACIFICO SUR: A partir de Quepos, la llanura que se había ensanchado progresivamente, vuelve a estrecharse a medida que uno se aproxima a playas de Dominical. Aquí la costa se hace abrupta, formando acantilados vivos en rocas plegadas y basculadas. Sin embargo, este acantilado se ve interrumpido a mitad de camino de la desembocadura del río Térraba, por otro accidente de tamaño considerable, se trata del Tómbolo de Punta Uvita que es la resultante de fuerzas encontradas de la corriente de deriva litoral. En todos aquellos sectores donde la deriva litoral pudo depositar el material en suspensión (limos y arenas) bajo condiciones favorables, (regresión marina Flandense unida a obstáculos emergentes o arrecifes) se formaron cordones litorales, flechas, tómbolos y formas asociadas, dejando tras de sí áreas pantanosas o de marismas que protegieron eficazmente el antiguo acantilado vivo. Posteriormente, los rellenos coluvio-aluviales le fueron confinando las características de llanura litoral que actualmente conocemos en algunos sectores de Costa Rica.

Entre Punta mala y el sector norte de la Península de Osa, el río Térraba desemboca dando origen a un gran delta. El manglar que ha colonizado este delta es uno de los más extensos del país y el mejor conservado. El delta se formó, por una parte, protegido por los cordones litorales que permitieron la colonización de Rizoforas, y por otra parte, por la carga gruesa que transporta el Térraba. En época de estío, es fácil observar en su curso inferior (sector de Palmar Sur) a la salida del cañón, el lecho de inundación de dicho río, formado exclusivamente por cantos rodados de tamaño considerable. Igualmente, en sus márgenes existen terrazas encajonadas (al menos dos niveles) formadas igualmente por cantos rodados y que son un testimonio más de cambios climáticos recientes, que otorgaron a dicho río el material de transporte.

En Península de Osa, el litoral sólo ha progresado formando una importante llanura, frente a los embates del Pacífico en lo que hoy conocemos como Parque Nacional de Corcovado y gracias a los cordones litorales Flandenses, en un área netamente subsidente. Es una pequeña fosa enmarcada por fallas que le dan una forma trapezoidal.

A similitud del Golfo de Nicoya, el mangle se ha desarrollado preferentemente en el sector interno del Golfo Dulce, protegido por los embates del mar. El litoral norte del Golfo Dulce, está constituido por

(*) Término proveniente del francés, que califica el aspecto presente en las formaciones superficiales de antiguos fragmentos líticos de los cuales permanecen únicamente los contornos y el material resultante de la alteración

acantilados vivos, entallados en las series sedimentarias Cretácicas, en parte están afallados. La última extensión importante de mangle, aparece al sur del Golfo, donde vuelven a surgir los cordones litorales y en donde se evidencia igualmente una mayor influencia marina. Esto es claro en los sectores de Península de Osa (Puerto Jiménez), y próximos a Punta Burica.

Ambas penínsulas, por lo demás, eran territorios insulares y que durante el Cuaternario dichas islas se unieron al continente gracias a los constantes aportes continentales sedimentarios, depositados por los poderosos sistemas fluviales que ahí desembocaban.

CONCLUSIONES

A- Referente a la utilización de la imagen de satélite Landsat:

El área analizada cubre el sector sur y central del país, visión obtenida gracias a las imágenes de satélite Landsat, que con su gran precisión, dan una visión de conjunto con gran detalle y nitidez. Dentro del área de estudio y gracias a este tipo de documentos, ha sido posible obtener los siguientes avances dentro de la cartografía geomorfológica de Costa Rica:

1- Nuevos alineamientos tectónicos, así como la prolongación de otros que no aparecían en forma evidente en imágenes aéreas convencionales.

2- Regiones geomorfológicas bien definidas, como son las llanuras litorales, los piedemontes, las mesetas y las cumbres de los diferentes sistemas montañosos de Costa Rica.

3- El contraste entre vertientes, por los efectos de la erosión que provocan las lluvias orográficas en aquellas áreas mejor expuestas a los flujos húmedos tanto del Caribe como del Pacífico.

4- Los volcanes aparecen como edificios bien definidos y enmarcados en su cuadro natural.

5- La hidrografía es clara y precisa. En un país netamente tectónico como Costa Rica, muchos de estos ríos están condicionados en su trazado por los alineamientos tectónicos; como ejemplo de ello, está magníficamente representado el curso superior y medio del río Chirripó del Atlántico.

6- La presencia humana con los resultados de su acción deforestadora en el medio tropical húmedo, aparece claramente representada por zonas más claras de ocupación tanto rural como urbana.

7- En el área litoral, la banda espectral MSS 7, permite apreciar la formación de cordones litorales así como la delineación de los diferentes tipos de costas.

B- Referente a los aspectos de la Geomorfología de Costa Rica

Los diferentes tipos de modelado que se observan en el territorio nacional, particularmente aquellos cuyas formas heredadas, lo son de un pasado reciente, reflejan y llevan impresas las huellas de cambios climáticos durante el Cuaternario. A este respecto, sabemos que en África, al menos cinco períodos pluviales son reconocidos con sus respectivos períodos interpluviales y que están directamente relacionados con los cambios climáticos de Europa y América del Norte, es decir, con las glaciaciones Cuaternarias de esos continentes.

En Costa Rica, los indicios de estos cambios climáticos son múltiples, los cantos rodados de las terrazas encajonadas del río Reventazón (3 niveles), los conos aluviales del Valle Central, los enormes conos-glaciares de las llanuras próximas al río Tempisque en Guanacaste, los conos aluviales coalescentes de la Cordillera de Tilarán o del valle de El General, son los hitos más representativos de dichos cambios climáticos. Sin lugar a dudas, existen otros más relevantes; ellos se encuentran situados en lugares opuestos. El primero corresponde a las formas fósiles glaciares y periglaciares que modelan las cumbres de la Cordillera de Talamanca, a partir de los 3.000 metros.

Weyl (WEYL, 1956) reconoce una glaciación pleistocénica. Bergoeng, ve una glaciación asociada con el Wurm europeo terminal. En ambos casos, las formas existentes son el resultado de un empeoramiento climático, acaecido recientemente en la edad geológica del tiempo. Como tal, no es más que el último de toda una serie, que ha modelado las altas cumbres con estas formas particulares. Para determinar los distintos períodos o fases sería preciso iniciar un trabajo sistemático en la región, de estudios de geomorfología glacial y periglacial.

El segundo elemento de importancia radica en las formaciones coralinas de Puerto Viejo y de Portete, que señalan el desarrollo de antiguos arrecifes de franja a lo largo del litoral Caribe de Costa Rica y

Panamá. Ello es importante porque señala episodios climáticos favorables, de aguas claras y transparentes, con temperaturas tal vez más elevadas que las actuales (tal vez un óptimo climático?). Por lo menos, en Costa Rica, se podría señalar, con el conocimiento actual de las investigaciones, los siguientes episodios en forma meramente tentativa:

CRONOLOGIA DEL CUATERNARIO SUPERIOR Y HOLOCENO EN COSTA RICA

AÑOS	PERIODO	MODELADOS
200.000-100.000	PLUVIAL	Hielo en el Chirripó y (Período chirripoense II) y nieve en las altas cumbres de Talamanca (3000 m.) Formación de un bosque denso húmedo tropical en las llanuras Formación de un arrecife de franja en el litoral Caribe. Formación Portete.
100.000-50.000	INTERPLUVIAL	Deshielo en las altas cumbres de Talamanca ¿Transgresión Eemiense? Formación de importantes conos aluviales en valles y llanuras y de terrazas fluviales en las márgenes de los ríos. Muerte del arrecife de franja de la formación Portete (*).
50.000-10.000	PLUVIAL	Hielo en el Chirripó (Período Chirripoense I) Reconstitución del bosque húmedo tropical Formación de un arrecife de franja en el litoral Caribe. Formación Puerto Viejo. Colada de Cervantes (Volcán Irazú).
10.000-5.000	INTERPLUVIAL	Deshielo de las altas cumbres de Talamanca. Formación de una nueva generación de conos aluviales en valles y llanuras y de terrazas fluviales encajonadas. Transgresión marina Flandense y formación de los actuales cordones litorales. Muerte del Arrecife de Franja de la Formación Puerto Viejo (*).
5.000- a actual	FINI-INTERPLUVIAL PLUVIAL TEMPRANO?	Era Antrópica Costarricense. Primeros asentamientos humanos (Barra Honda?), grandes acumulaciones de cenizas volcánicas. Acumulaciones litorales y reconstrucción del manglar, así como de un pequeño arrecife en Cahuita (Puerto Vargas). Erosión de los grandes conos de acumulación y de los glacis. Reconstrucción del bosque denso húmedo tropical y alteración del mismo por aparición del hombre.

(*) Dataciones en procesos en Gyf-sur-Yvette, Francia.

BIBLIOGRAFIA

- AUBOUIN J. & AZEMA J., 1980. "A propos de l'origine de la plaque Caraïbe", la façade de l'Amérique Centrale". Ac. Sc. Paris T 291 Série D pp 33-37 7 Juillet. Paris, France.
- AZAMBRE B & TOURNON J. 1977 "Les intrusions basiques alcalines du Rio Reventazón, (Costa Rica)". Cnt. Rend. Somm. Soc. Géol. Fr 1977 Fasc. 2 pp. 104-107 Paris, France.
- AZEMA, GLAÇON, TOURNON & VILA. 1978. "Precisiones acerca del Paleoceno de Puerto Quepos y sus alrededores, Provincia de Puntarenas, Costa Rica". Instituto Geográfico Nacional. Informe Semestral, Julio Diciembre 1978 pp. 77-90 San José, Costa Rica.
- BATTISTINI & BERGOEING, 1980. "Observations sur le Quaternaire littoral de la côte Caraïbe du Costa Rica" Revista Cuaternaria No. XXII pp. 237-242. Roma, Italia.
- BATTISTINI & BERGOEING, 1982. "Geomorfología de la costa Caribe de Costa Rica". Instituto Panamericano de Geografía e Historia Revista Geográfica No. 97. México, D. F. México.
- BATTISTINI & BERGOEING, 1982.. "Características geomorfológicas del litoral comprendido entre bahía de Tamarindo y bahía Culebra, Península de Nicoya, Costa Rica". Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Revista Geográfica No. 97. México D. F., México.
- BAXTER, S. 1976. "Estudio geológico de las formaciones Mata de Limón y Punta Carballo, Costa Rica". (Tesis) Escuela Centroamericana de Geología pp. 55 Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- BELLON & TOURNON J 1978. "Contribution de la géochronométrie K-Ar à l'étude du magmatisme de Costa Rica, Amérique Centrale". Bull. Soc. Géol. France 1978 (7) T. XX No. 6 pp. 955-999 PARIS, France.
- BERGOEING & BRENES, 1978. "Mapa Geomorfológico de Costa Rica" Escala 1:1.000.000. Instituto Geográfico Nacional. San José, Costa Rica.
- BERGOEING & MALAVASSI, 1981. "Carta Geomorfológica del Valle Central de Costa Rica". Escala 1:50.000 (9 hojas más texto separado). Instituto Geográfico Nacional San José, Costa Rica
- BERGOEING, Jean Pierre 1978 "La Fotografía Aérea y su aplicación a la Geomorfológica de Costa Rica" Instituto Geográfico Nacional. San José, Costa Rica.
- BERGOEING, MORA & JIMENEZ, 1978 "Evidencias de vulcanismo Plio-Cuaternario en la fila costera, Terraba, Costa Rica". Instituto Geográfico Nacional Informe Semestral, Julio-Diciembre 1978. San Jose, Costa Rica.
- BERGOEING, Jean Pierre 1981. "Fotointerpretación Geomorfológica del sector occidental del Valle Central de Costa Rica, basada en una imagen del satélite Landsat del 23 de Enero de 1971". Instituto Panamericano de Geografía e Historia Revista Geográfica No. 94. México, D F, México.
- BERGOEING, Jean Pierre, 1982. "Dataciones radiométricas de algunas muestras de Costa Rica. Instituto Geográfico Nacional. Informe Semestral, Enero-Junio 1980. San José, Costa Rica.
- CARBALLO & FISCHER, 1978. "La formación San Miguel". Instituto Geográfico Nacional Informe Semestral, Enero-Junio 1978 pp. 45-144. San José, Costa Rica.
- DENGO, G. 1962. "Estudio Geológico de la región de Guanacaste". Instituto Geográfico Nacional pp. 112 y un mapa. San José, Costa Rica.
- DIAZ, R, A. 1981. "Magnitud de un sismo generado por fallas ubicadas en el Valle Central". Facultad de Ingeniería (Tesis). Universidad de Costa Rica.
- FISCHER & FRANCO, 1979. "La Formación Coris". Instituto Geográfico Nacional. Informe Semestral, Enero-Junio 1979. pp. 15-72. San José, Costa Rica.
- HENNINGSSEN D. 1966. "La Fila costera del Pacífico en Costa Rica y su posición-dentro del sistema montañoso centroamericano meridional".; Universidad de Giessen, pp. 90. Giessen, R.F.A.
- KUYPERS, Eric, 1979. "La Geología del Complejo Ofiolítico de Nicoya, Costa Rica". Instituto Geográfico Nacional Informe Semestral, Julio-Diciembre 1979 pp 15 a 76.
- MADRIGAL, Rodolfo 1970. "Geología del Mapa básico "Barranca". Universidad de Costa Rica. pp. 55. San José, Costa Rica.
- MADRIGAL, Rodolfo, 1977. "Evidencias geomórficas de movimientos tectónicos recientes en el valle del General". Revista Ciencia y Tecnología, U.C.R. No. 1 Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- MADRIGAL, Rodolfo 1978. "Terrazas marinas y tectonismo en península de Osa, Costa Rica. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Revista Geográfica no. 85. México, D F. México.
- MORA, Sergio 1979. "Estudio geológico y geotectónica de la región sur del Valle de El General". (Tesis de grado). Escuela Centroamericana de Geología. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- RIVIER, François 1979 "Geología del área norte de los Cerros de Escazú, Cordillera de Talamanca, Costa Rica". Instituto Geográfico Nacional. Informe Semestral, Enero-Junio 1979 pp. 99 a 138.
- SPRECHMANN, et al, 1979. "Estratigrafía de Costa Rica". Informe preliminar). Escuela Centroamericana de Geología, pp. 115. San José, Costa Rica
- WEYL, Richard 1955. "Vestigios de una glaciación del Pleistoceno en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica". Instituto Geográfico Nacional. Informe Trimestral III pp. 9 a 32. San José, Costa Rica.
- WEYL, Richard 1980. "Geology of Central America". Gebruder Borntraeger. Berlin Stuttgart, R.F.A.