

## **Estudio Geomorfológico para la Ordenación del Espacio Litoral: Caso del Estuario del Río Purio, República de Panamá**

### **Geomorphological Study for the Management of Coastal Space: Case of the Estuary of the River Purio, Republic of Panama**

**Jaime A. Rivera Solís**

#### **RESUMEN**

Se analizan las unidades geomorfológicas y las geoformas de la zona marino-costera de la cuenca hidrográfica del río Purio (República de Panamá), con el objetivo de analizar las evidencias que permitan discriminar las características geomorfológicas de la franja litoral y de la costa. Para ello se ha dispuesto de los procedimientos de realce de bandas y eliminación de ruidos aplicados sobre la imagen *Rapid Eyes* (2012), en ambiente SPRING, y del uso de los productos derivados del geoprocesamiento de la imagen SRTM – DTED (2011) (*Digital Terrain Elevation Data*), en ambiente ArcMap (curvas de nivel, datos hipsométricos y pendientes), además de la verificación de campo. Los resultados de las interpolaciones en SIG y el trabajo de campo indican que los cordones litorales constituidos por flechas, paleo-flechas, dunas frontales y bancos de arenas, y la planicie fluvio-marina, colonizada por *Rhizophora mangle*, forman parte de las unidades geomorfológicas litorales que se internan decenas de metros sobre la costa. No obstante, se sustenta la necesidad de reconocer las especies bio-indicadoras para fundamentar la dinámica de la geobiocenosis en cada una de las unidades geomorfológicas y geoformas que integran la zona marino-costera.

**Palabras claves:** Río Purio, Geomorfología Litoral, zona marino-costera, litoral y costa.

#### **ABSTRACT**

In this paper the geomorphological units and geoforms of the coastal marine area of the Purio river basin (Republic of Panama) are analyzed, with the purpose of analyzing the evidences that allow to discriminate the geomorphological characteristics of the littoral strip, and the coast. For this purpose, the procedures of band enhancement and noise elimination have been applied to the *Rapid Eyes* image (2012), in the SPRING environment, and the use of the products derived from the geoprocessing of the SRTM - DTED (2011) image (*DigitalTerrain Elevation Data*), in ArcMap environment (contours, hypsometric and slope data), in addition to field verification. The results of interpolations in GIS and field work indicate that the littoral cords consisting of arrows, paleo-arrows, frontal dunes and sand banks, and the fluvial-marine plain (colonized by *Rhizophora mangle*) are part of the littoral geomorphological units, and go in tens of meters on the coast. However, the need to recognize the bio-indicator species to support the dynamics of geobiocenosis in each of the geomorphological units and geoforms that make up the marine-coastal zone is identified.

**Keywords:** Purio River, Littoral Geomorphology, marine-coastal zone, littoral and coast.

Recibido el 27 de mayo de 2016. Aceptado el 30 de junio de 2016.

## INTRODUCCIÓN

Los espacios naturales, paisajes, que conforman las zonas litorales están sujetos a constantes presiones por parte de diversos grupos de económicos representados a través de empresas pesqueras, turísticas e inmobiliarias que descubren en esta franja la posibilidad de mejorar su calidad de vida, ya sea, a través del usufructo de la calidad visual del paisaje, o del aprovechamiento directo de los recursos hidrobiológicos marinos (comunidades pesqueras y recolectoras). Justamente, son los miembros de estas comunidades los que integran los grupos vulnerables de las zonas costeras, producto del estrés socioeconómico y ambiental que confronta la zona.

El área de estudio surge de las manifestaciones de los moradores de las comunidades pesqueras y recolectoras que observan cómo disminuyen los bienes y servicios ambientales que el ecosistema les ofrece, generando una merma en los productos que soportan la economía de subsistencia. De esta forma, con el objetivo de fortalecer los planes de gestión ambiental y cumplir con los requisitos planteados en la Declaración de Río (UN 1992), Agenda 21, Sección II, Capítulos 10 y 17, se elabora una propuesta para la ordenación de la franja litoral y costera fundamentada en el análisis geomorfológico.

Para GUTIÉRREZ (2009) la zona litoral presenta continuos cambios, algunos catastróficos, y otros imperceptibles. Los modelados litorales de gran tamaño operan en grandes escalas de tiempo (geológicos), mientras que las formas litorales de menor dimensión responden a intervalos de tiempo más cortos (horas, días y años). KING (1984) señala que la respuesta morfológica del litoral a los procesos morfenéticos actuantes, el oleaje, la marea, el viento y las corrientes, detallan tanto geoformas de acreción como de erosión, las cuales para CRUZ (1998) se deben diferenciar y considerar al desarrollar proyectos de

ordenamiento territorial, puesto que, sin estudios previos es imposible impedir la desorganización de sus ambientes ecológicos y evitar su extinción. Sobre la zona litoral de estudio no existen investigaciones geomorfológicas a escala local, excepto, un estudio a escala regional (1:1.000.000) publicado en el ATLAS NACIONAL (2007) y reimprimido a escala 1:1.700.000 en el ATLAS AMBIENTAL (2010), en los cuales, sin discriminar la características intrínsecas del litoral y la costa, se clasifica la zona como una costa baja arenosa con presencia de cordones litorales y glaciares.

Por lo antes citado, el análisis geomorfológico del litoral a escala local, inicia de acuerdo con TARBUCK & LUTGENS (2005) contemplando la zona litoral como aquella que se extiende dentro del continente hasta donde se perciben las arenas que constituyen el material propio de la zona, y que en la mayoría de los casos se delimita a través del supralitoral. También, son considerados los indicadores morfológicos que evidencian las variaciones del nivel del mar durante el Pleistoceno y el Holoceno, y que según DERRUAU (1966), BERGOEING (2007), GUERRA & GUERRA (2011) y AYOADE (2011) se encuentran los cordones litorales constituidos por dunas, flechas, paleo flechas y/o restingas, como parte de las geoformas de acreción que conforman la orla litoral. Del mismo modo, se suman las recomendaciones de LEVINTON (1982), CRUZ (1998) y GUTIÉRREZ (2009) que incluyen dentro de los datos geomorfológicos litorales la planicie de marea y la planicie fluvio-marina que evoluciona asociada al estuario. Para identificar los datos geomorfológicos costeros se realizó el análisis hipsométrico que corresponde al valor de los píxel de la imagen SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) con resolución espacial de 30 metros, versus, el significado geomorfológico de las unidades del relieve de SILVA (2002, en TORRES et al. 2012) donde “las planicies costera presentan altitudes inferior a los 20 metros

y las colinas suaves desde los 21 hasta los 80 metros sobre el nivel del mar”.

El análisis del paisaje, dentro del esquema para la ordenación del espacio marino costero está dirigido a facilitar la zonificación funcional de cada geoforma o elemento natural para fundamentar las medidas de protección ambiental que garanticen las funciones ambientales a través del uso sustentable del espacio (CAVALCANTI & VIADANA 2007). Por consiguiente, el reconocimiento y delimitación de las unidades geomorfológicas marino-costeras sustenta la propuesta de ordenación de la franja litoral y presenta el material cartográfico de consulta para los encargados de elaborar los planes de ordenamiento territorial. Por ende, la correspondiente contribución cartográfica se torna un importante subsidio que facilitará la interpretación y aplicación de la ley 80 del 31 de diciembre de 2009, a través de la cual se regula la apropiación de las zonas costeras del país, utilizando como referencia para la titulación de tierras los movimientos de la línea de costa. Éste presenta una gran ambigüedad relacionada a las características geomorfológicas del tipo de costa, y se excluye la importancia del reconocimiento de las geoformas litorales para fundamentar la toma de decisiones y minimizar los riesgos ambientales que pueden ser ocasionados al alterar los flujos de energía producto de la acción antrópica sobre el paisaje natural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La franja litoral de estudio se encuentra ubicada sobre la zona marino-costera de la cuenca hidrográfica del río Purio (entre los 7°37'38" y 7°30'47" de latitud norte, y los 80°02'52" y 80°12'51" de longitud oeste), República de Panamá (Fig. 1).

En la península de Azuero, la línea litoral del espacio delimitado posee 3.420 metros de extensión al norte del manglar a partir del estuario (extremo norte 7°40'03"N y 80°05'05"O) y 8.070 metros al sur

del manglar (extremo sur 7°35'45"N y 80°01'59"O) (Fig. 2).

## Materiales

Carta Topográfica Pedasí a escala 1:50.000 (*Datum* Norte América 1927, proyección UTM – Zona 17, elipsoide Clarke 1866 y redacción cartográfica de 1990), imagen *Rapid Eyes*. R-5m (2012), imagen del radar SRTM (*shuttle radar topography mission*) R-30m (2011), imagen Landsat/Google Earth Pro (2016), sistema de posicionamiento global (Garmin GPS 60 – 2006), sistema geográfico de información Arc GIS 10 y SPRING 5.4., autoCAD, Software Mapsource (2006), martillo, cincel, balanza digital, tamiz (N° 230, 120, 60, 35 y 18), cinta métrica (30m) y cámara fotográfica.

## Procedimientos Metodológicos

Para determinar la región morfoclimática, se realizó el análisis de los datos de temperatura y precipitación, fundamentados en los procedimientos de clasificación climática de Köppen y los rangos de estacionalidad según CHORLEY (1984 en GUTIÉRREZ 2009). Los datos utilizados fueron suministrados por la Empresa de Transmisión Eléctrica, Panamá (ETESA) y corresponden a la estación meteorológica Pedasí, la cual cuenta con más de 30 años de registros.

Para el análisis litológico, fueron colectadas muestra de rocas a partir de los afloramientos rocosos sobre el mesolitoral (al norte), puntas, acantilados y excavaciones en el supralitoral (al sur). Seguidamente, en el laboratorio las muestras fueron fragmentadas para identificar y separar sus elementos constitutivos y posteriormente clasificadas. Finalmente, el análisis granulométrico se fundamenta en WENTWORTH (1929 en SUGUIO 1973).

Para discriminar las unidades geomorfológicas costeras y litorales, se implementaron diferentes técnicas de geoprocésamiento sobre la imagen SRTM

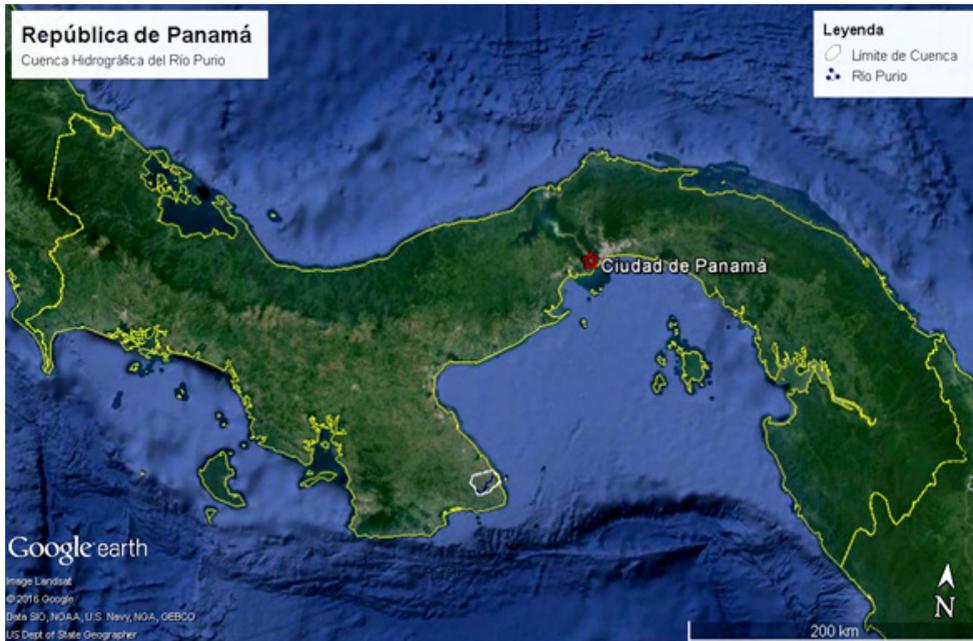


Fig. 1. Localización de la zona de estudio.

Fig. 1. Location of the study area.



Fig. 2. Localización regional de la zona de estudio.

Fig. 2. Regional location of the study area.

(2011) en ambiente Arc-Gis, además, de aplicar técnicas de realce y contraste de bandas en ambiente SPRING, para eliminar ruidos sobre la imagen *Rapid Eyes* (2012).

Para confeccionar los mapas de Geomorfología litoral, se utilizaron las recomendaciones de TRICART (1965) y la propuesta de VERSTAPPEN & ZUIDAM (1975) utilizada para resaltar las rasgos topográficos: formas de origen estructural se exponen en color lila, las de origen fluvial en azul oscuro, de origen marino en verde, por efectos eólicos amarillo, y para resaltos litológicos el negro. Al final, es fragmentada la franja litoral en tres segmentos que permiten diferenciar la propuesta de ordenación de las unidades del paisaje natural, cartografiadas a escalas 1:10.000 y 1:12.000.

Otros procedimientos realizados para efectuar el estudio y reconocimiento del espacio geográfico que contiene el paisaje marino-costero consistió en i) la digitalización y georreferenciamiento de la Carta Topográfica Pedasí (1:50.000); ii) con el Software ArcGIS fue realizado el procedimiento de vectorización de la base cartográfica: límite de la cuenca hidrográfica, curvas de nivel, cursos de agua, geoformas del litoral y franja marino-costera; iii) sobre la región norte son seleccionados dos puntos de muestreo para verificar la resistencia de las areniscas. Se realizaron dos giras de campo anuales (Abril y Noviembre) durante los años 2014 y 2015 para registrar y comparar los datos; iv) en campo, se realizó la captura de puntos (Garmin GPS 60) en compañía de los moradores de las comunidades tradicionales de La Laguna, Mariabé, La Concepción y Purio, para el reconocimiento y valoración socio ambiental del paisaje marino-costero y su dependencia económica.

Con los puntos marcados en campo se procedió a interpretar las geoformas costeras y litorales para realizar la clasificación del tipo de costa, sustentados en la teoría del análisis de los criterios

genéticos de las costas VALENTIN (1952 en CHRISTOFOLETTI 1980) y de la teoría basada en el análisis de los elementos descriptivos costeros (ALEXANDER et al. 1983).

Sobre el tema, según CHRISTOFOLETTI (1980), Valentin presenta la clasificación de dos tipos de costas, destacando que las costas de avance son el resultado de los procesos de emersión o de depositación; y las clasificadas como en retroceso son producto de los procesos que desencadenan la sumersión y la erosión. Es oportuno resaltar que para el autor, entre las evidencias que caracterizan una costa en avance, se encuentran los efectos debido a la deposición de materia orgánica aportada en las zonas de manglares, además de la deposición de materia inorgánica, aportada por la corriente litoral, las mareas, las olas y los aportes de sedimentos fluviales. Luego, las costas de retroceso, presentan entre otros factores geomorfológicos, acantilados vivos producto de la erosión marina.

Para ALEXANDER et al. (1983) la clasificación de las costas se fundamenta en el análisis del perfil vertical del litoral, a través del cual las costas se clasifican en acantiladas cuando la escarpa en >1.5 metros de altura compuesta de rocas consolidadas y una pendiente pronunciada que expone la plataforma de abrasión; las costas no acantiladas presentan formas de depositación con amplias playas y cordones litorales. Se incluye el análisis del perfil horizontal del litoral, siendo clasificadas de contorno regular al presentar pequeñas anomalías en su perímetro, y de contorno irregular, cuando exponen bahías de formas y tamaños variables.

## **RESULTADOS**

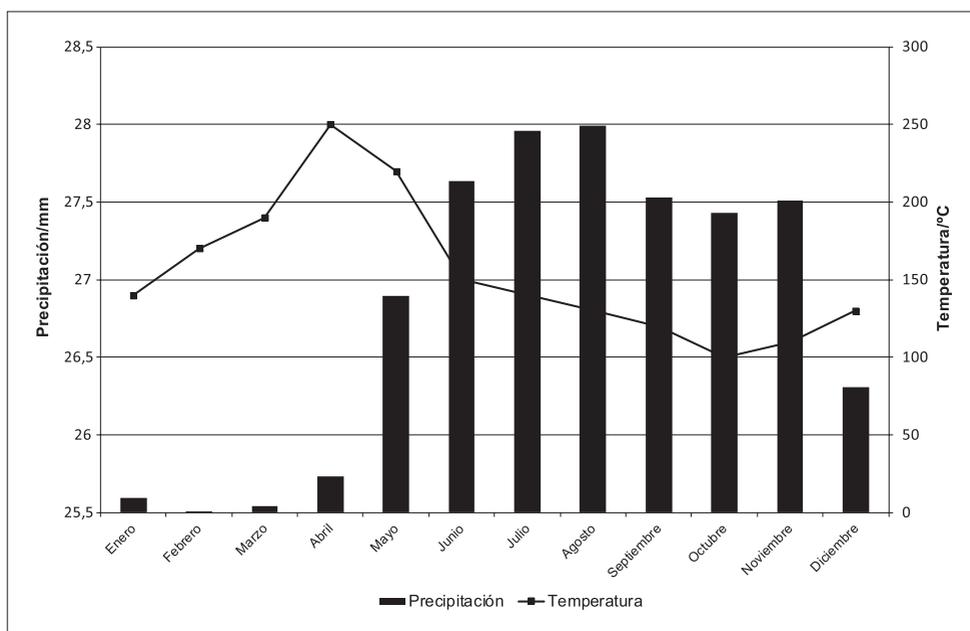
Con temperaturas promedio anual de 27.5 °C y precipitaciones promedio de 1.564 mm anuales (Tabla 1 y Fig. 3), el área de estudio exhibe el bioma de sabana con invierno seco (Aw) perteneciente a la zona morfoclimática tropical húmeda – seca.

**Tabla 1. Precipitación pluvial y temperatura media registrada en la estación meteorológica Pedasí. Años 1967 – 2013.**

**Table 1. Pluvial precipitation and average temperature recorded at the weather station Pedasi. Years 1967 – 2013.**

Mes/Promedio Anual	Precipitación/mm	Temperatura/°C
Enero	9.4	26.9
Febrero	0.9	27.2
Marzo	4.3	27.4
Abril	23	28
Mayo	139.6	27.7
Junio	213.4	27
Julio	246	26.9
Agosto	249.5	26.8
Septiembre	203.2	26.7
Octubre	193.3	26.5
Noviembre	200.9	26.6
Diciembre	80.9	26.8
<b>Média Anual</b>	<b>130.4</b>	<b>27</b>

Datos disponibles en [http://www.hidromet.com.pa/clima\\_historicos.php](http://www.hidromet.com.pa/clima_historicos.php)



**Fig. 3. Climograma de la estación meteorológica Pedasí. Años 1967 – 2013.**

**Fig. 3. Climograph of weather station Pedasi. Years 1967 – 2013.**

Respecto al estudio litológico, las muestras colectadas en campo (Tabla 2) indican que las puntas expuestas del contorno costero sobre el mesolitoral están constituidas por basaltos, además de andesitas que yacen específicamente sobre Punta Tigre (región sur). El mesolitoral de la región norte expone una extensa cantidad de basaltos en

almohadillas (*pillow lavas*), disminuyendo en cantidad hacia la región sur. Los acantilados de la región norte se encuentran constituidos por areniscas (Fig. 4) y sobre los cordones litorales del supralitoral sur, se encuentran a 500 metros de la línea de marea alta diferentes variedades de pedernales (Fig. 5).

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS.

TABLE 2. LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS.

Periodo (millones de años)	Época (millones de años)	Grupo	Formación	Símbolo	Colecta de Campo
Terciario (63 – 1)	Mioceno (25 – 13)	La Yeguada	Playa Colorada	TM - PC	<b>Volcánicas/ Fijos piroclásticos - Ignimbritas y Andesitas</b>
Terciario (63 – 1)	Oligoceno (36 – 25)	Macaracas	Macaracas	TO - MAC	<b>Sedimentarias/ Detríticas Areniscas</b>
Secundario (180 - 63)	Cretáceo (135 – 63)	Playa Venado	Playa Venado	K - VE	<b>Volcánicas efusiva/ Basalto y <i>Pillow lavas</i></b>

Escala geológica: mapa geológico de Panamá (1991).

Tipo de Sedimento	Diámetro (mm)	Porcentaje (g)
Arena muy gruesa	>1	10.9
Arena gruesa	0.5	29
Arena media	0.25	27
Arena fina	0.125	15.4
Arena muy fina	0.0625	7.5
Limo y Arcilla	<0.0625	10.2



Fig. 4. Análisis granulométrico. Areniscas. (RIVERA 2014)

Fig. 4. Granulometric analysis. Sandstones. (RIVERA 2014)



Fig. 5. Sílex (SiO<sub>2</sub>) o Pedernal. (RIVERA 2014)

Fig. 5. Siliceous (SiO<sub>2</sub>) or Flint. (RIVERA 2014)

Los productos cartográficos fueron elaborados a partir del estudio de la altitud relativa del terreno y el grado de inclinación,

conjuntamente con la verificación en campo de las unidades geomorfológicas y sus geofacies (Fig. 6, 7 y 8).

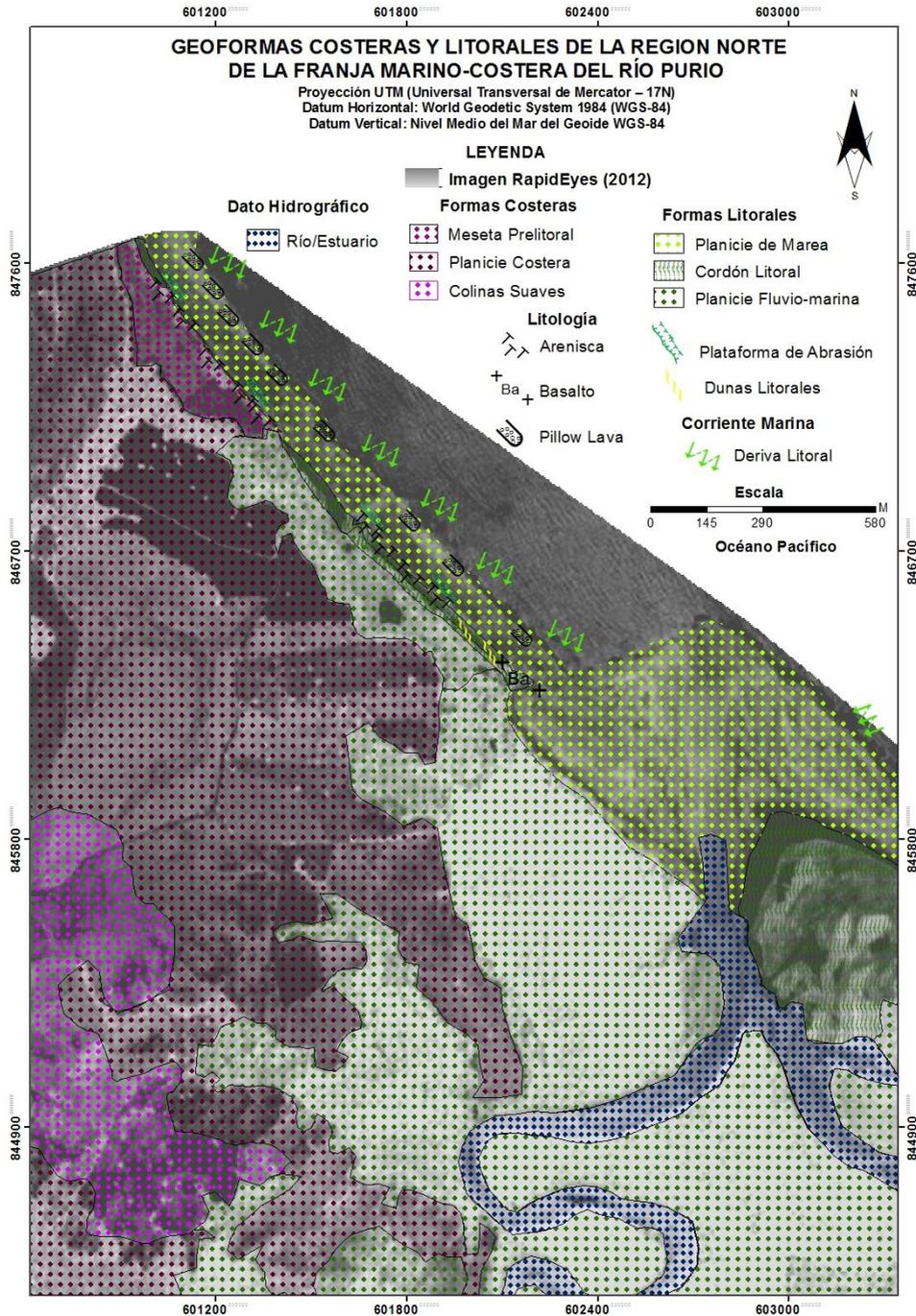


Fig. 6. Litoral de la región norte del manglar.

Fig. 6. Seaboard of northern region of the mangrove swamp.

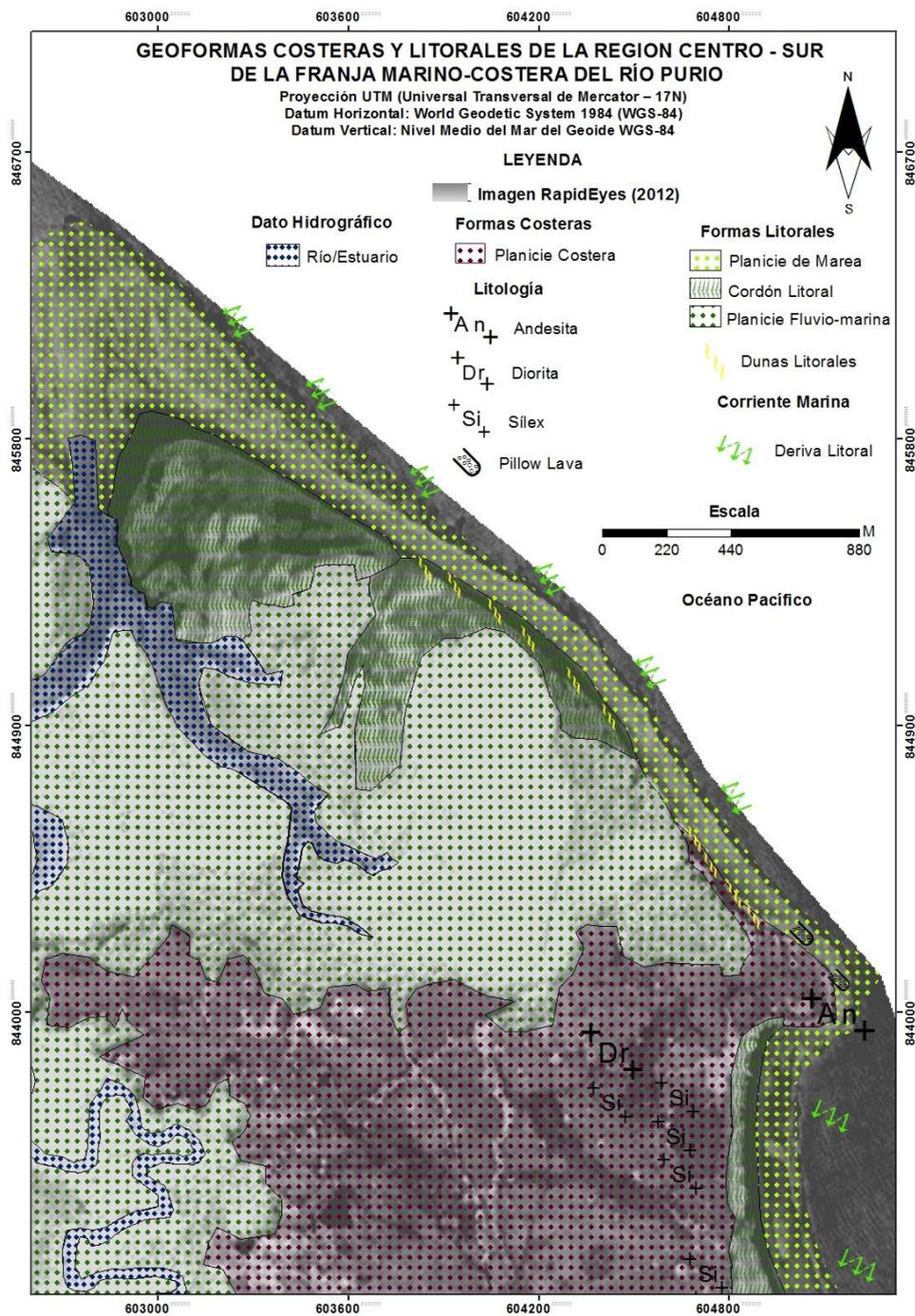


Fig. 7. Litoral de la región centro-sur del manglar.

Fig. 7. Seaboard of central-southern region of the mangrove swamp.

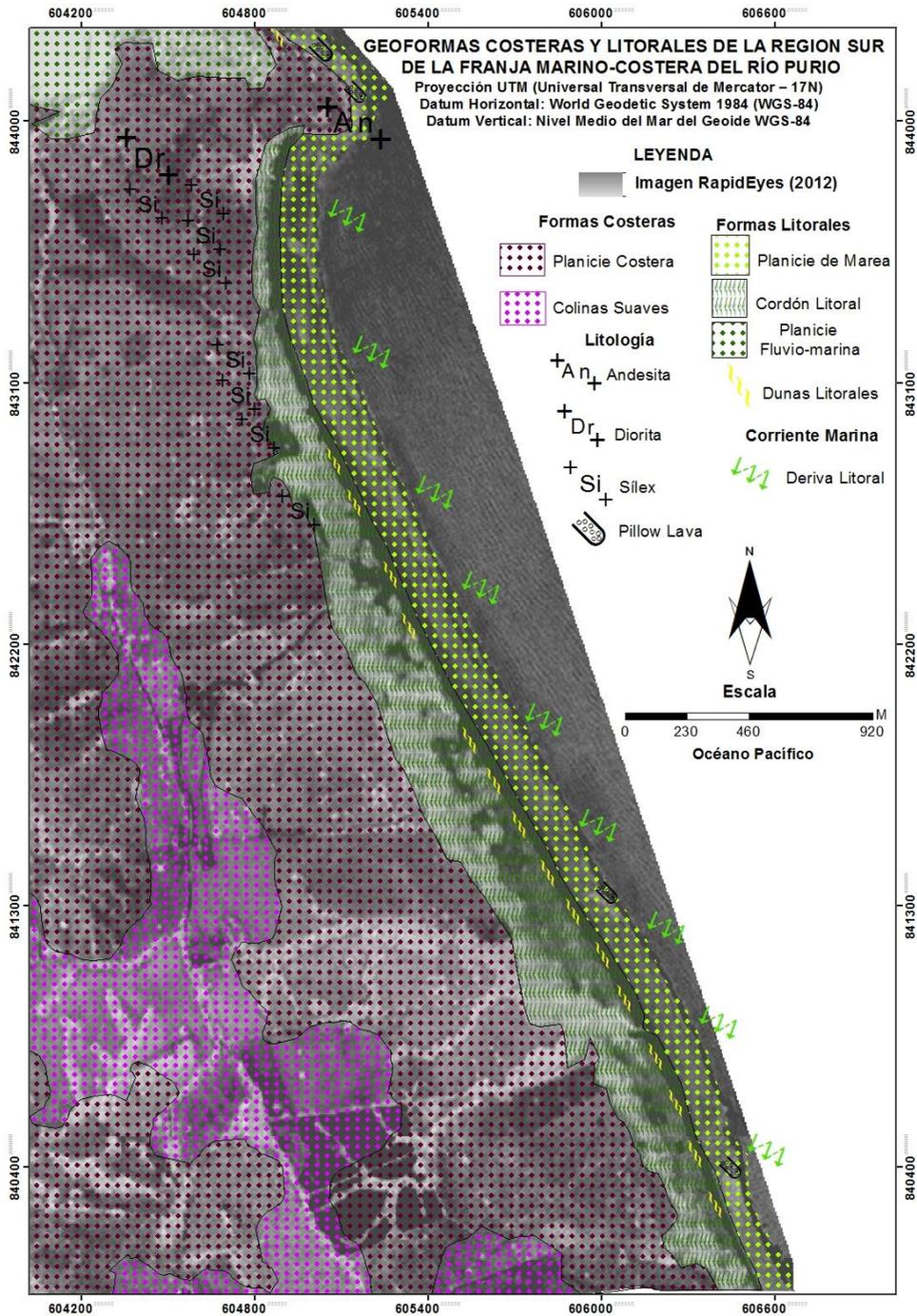


Fig. 8. Litoral de la región sur del manglar.

Fig. 8. Seaboard of southern region of the mangrove swamp.

Los contornos fisiográficos verificados en campo demuestran que la zona norte (extremo norte  $7^{\circ}40'03''\text{N}$  y  $80^{\circ}05'05''\text{O}$ ) con 3.420 metros de línea costera (Fig. 9), presenta una costa en retroceso con acantilados vivos y de contorno irregular. La zona denominada centro-sur (entre los

$7^{\circ}39'03''\text{N}$  /  $80^{\circ}03'59''\text{O}$  y los  $7^{\circ}38'03''\text{N}$  /  $80^{\circ}02'51''\text{O}$ ) con 2.893 metros de línea costera (Fig. 10), expone una costa baja que avanza, de contorno regular, al igual que la zona costera de la zona sur (extremo sur  $7^{\circ}35'45''\text{N}$  y  $80^{\circ}01'59''\text{O}$ ) con 4.598,5 de línea (Fig. 11).



**Fig. 9. Línea de costa. Zona norte. Imagen CNES/Astrium - TerraMetrics 2016. Fuente: Google Earth Pro 2016.**

**Fig. 9. Coast line. North zone. Image CNES/Astrium - TerraMetrics 2016. Source: Google Earth Pro 2016.**



**Fig. 10. Línea de costa. Zona centro-sur. Imagen CNES/Astrium - TerraMetrics 2016. Fuente: Google Earth Pro 2016.**

**Fig. 10. Coast line. Central-south zone. Image CNES/Astrium - TerraMetrics 2016. Source: Google Earth Pro 2016.**



**Fig. 11. Línea de costa. Zona sur. Imagen CNES/Astrium - TerraMetrics 2016.**  
**Fuente: Google Earth Pro 2016.**

**Fig. 11. Coast line. South zone. Image CNES/Astrium - TerraMetrics 2016.**  
**Source: Google Earth Pro 2016.**

Por medio de las giras de campo realizadas en compañía de los moradores de las comunidades se verifican los sitios de pesca y de recolección de cangrejos y bivalvos que sostienen la economía de subsistencia. Utilizando diferentes artes de pesca tradicional, sobre el estuario y los esteros de la planicie fluvio-marina se realiza principalmente la pesca del Cuminato Rojo (*Bagre pinnimaculatus*), Robalo Espina Larga (*Centropomus armatus*) y el Robalito (*Centropomus robalito*). Los suelos halomórficos son el hábitat de la Concha Negra (*Anadara tuberculosa*), la cual representa otra importante especie de la dieta familiar y el comercio local. De

igual forma, la colecta del Ostión de Piedra (*Striostrea prismatica*) se realiza sobre las *pillow lavas* expuestas sobre la planicie de marea de la región norte, la colecta del Longorón (*Solena rudis*) entre las arenas circundantes al igual que la captura de la Langosta Espinosa Verde (*Panulirus gracilis*). Finalmente, la captura del Cangrejo Bandera (*Cardisoma crassum*) se realiza en sus cuevas sobre la planicie costera (Fig. 12), el cual además de formar parte de la dieta familiar es distinguido con un festival anual (Junio) denominada “La Feria del Cangrejo” en la comunidad de Purio.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los valores de temperatura (27.5 °C) y precipitación (1.564,4 mm) promedio son propios de las zonas húmedas tropicales (>1.400 mm anuales), o indistintamente de las zonas subhúmedas tropicales (de 1.000 hasta 1.400mm anuales). Por consiguiente, al elaborar los planes de gestión ambiental, el uso de esta terminología debe ser contemplada para evitar errores que provoquen confusiones de carácter teórico metodológicos, tales como, denominar a la zona de arco seco, (término utilizado en Panamá para clasificar la zona, asociado a la escasez de agua), cuando en realidad la clasificación morfoclimática hace referencia a la estacionalidad climática y no al déficit de precipitación anual <1.000 mm que caracteriza las zonas tropicales semiáridas. La colecta de andesitas en Punta Tigre (Fig. 7, 8), evidencia el recalentamiento de los basaltos, revelando la existencia de manifestaciones volcánicas en la zona durante el Mioceno. También, la disposición de la restinga o paleoflecha (cordones litorales de la región sur) sumado a la existencia de sílex (SiO<sub>2</sub>) constituidos por carbonatos de calcio (Diatomeas y Radiolários) a 500 metros sobre la planicie costera forman parte las evidencias geomorfológicas de los movimientos eustáticos del Flandriano.

Los acantilados vivos sobre la meseta pre-litoral que están constituidos por areniscas, son susceptibles a los procesos de abrasión marina, que entallan en su base diversas socavaduras y amplias plataformas de abrasión. Las geoformas demuestran que durante la pleamar, se inhabilita el uso del mesolitoral para las actividades turísticas, siendo recomendable reglamentar las horas de uso del espacio. Con base en las características climáticas y morfológicas de la zona costera (pendiente <5°; topografía <20 metros), es posible establecer que la planicie costera constituye la superficie de sedimentación que forma parte del glacis

de erosión que expone pequeños relieves residuales.

La construcción de la flecha que forma parte del cordón litoral de la región centro-sur, evidencia la existencia de una corriente litoral inversa (deriva litoral) que avanza de sur a norte. Este fenómeno genera una mayor deposición de sedimentos sobre la desembocadura del estuario, forzándola a migrar lentamente hacia el norte, efecto que produce la recarga de arenas sobre la planicie de marea y aletarga el repoblamiento natural del Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) próximo a la línea de costa.

Constituida por suelos halomórficos y revestida por Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), la planicie fluvio-marina al igual que la planicie de marea (región norte) representan el hábitat de diversas especies bentónicas, crustáceos y langostas. En la región norte, este paisaje natural es el soporte de las actividades económicas de subsistencia de los moradores de las comunidades de La Laguna y La Concepción, convirtiéndose también en un territorio dominado por los miembros de estas comunidades, producto de la construcción de las relaciones socio-culturales que son transmitidas de generación en generación. Cabe mencionar que en la región centro-sur, sobre las dunas frontales fito-estabilizadas por Batatilla (*Canavalia rósea*) y Paja de Playa (*Sporobolus virginicus*) se desarrollan relaciones similares, donde los moradores de las comunidades de Purio ostentan el uso exclusivo de estas geoformas.

Las cartas geomorfológicas exponen las geoformas que componen el paisaje marino-costero, donde resaltan las unidades geomorfológicas que integran la costa: la planicie costera, la meseta pre-litoral y las colinas suaves; conjuntamente, con las unidades geomorfológicas que constituyen la franja litoral: la planicie de marea (mesolitoral), los cordones litorales (supralitoral) y la planicie fluvio-marina. En consecuencia, el estudio asociado a los

recursos hidrobiológicos marinos, según sitios de colecta del *Cardisoma crassum*, *Ucides occidentalis*, *Centropomus armatus*, *Bagre pinnimaculatus*, *Centropomus robalito*, *Striostrea prismatica*, *Solena rudis* y *Panulirus gracilis*; comprueban la dinámica de la geobiocenosis asociada a las unidades geomorfológicas y geofomas que integran la zona marina costera.

Es necesario en Panamá desarrollar estudios similares sobre todo el contorno litoral, pues, la falta de información geomorfológica coloca en riesgo la sustentabilidad de los ecosistemas marinos-costeros. El material cartográfico del estudio geomorfológico contiene información inédita que puede ser consultada para el desarrollo de futuros planes de ordenamiento territorial. Estos planes deben reconocer las diferencias geosistémicas entre las unidades geomorfológicas costeras y litorales, para justificar el reordenamiento del espacio marino-costero y proponer nuevas reglamentaciones sobre el uso y ocupación de este territorio.

Como lo contempla la ley 80 del 31 de diciembre de 2009, se considera como propiedad del Estado la ribera de playa, que contiene una franja de terreno que inicia sobre la línea de marea alta y termina en una línea paralela a una distancia de 22 metros. La realidad expuesta, excluye por completo la protección del espacio que define la planicie fluvio-marina y de las geofomas que integran los cordones litorales, los cuales se extienden 276 metros por encima de la línea de marea alta. Para garantizar las actividades económicas de subsistencia de los moradores de las comunidades locales, es necesario incluir dentro de las áreas de protección ambiental, la planicie fluvio-marina, los cordones litorales y la planicie de marea; además, se deben reglamentar los artes de pesca y proponer nuevos periodos de veda para garantizar el repoblamiento de las especies de mayor demanda.

## REFERENCIAS

- ALEXANDER, C., KRAMER, F. & PATTON, C. (1983).** Curso de Geografía Física. (446 p.). España, Ediciones Vicens – Vives, S.A.
- AYOADE, J. (2011).** Introdução à Climatologia para os Trópicos. (332 p.). Brasil, Bertrand.
- BERGOEING, J. (2007).** Geomorfología de Costa Rica. (328 p.). Costa Rica. Librería Francesa.
- CAVALCANTI, A. & VIADANA, A. (2007).** Organização do Espaço e Análise da Paisagem. (107 p.). Brasil. UNESP – IGCE, Laboratório de Planejamento Municipal / Programa de Pós – Graduação em Geografia.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980).** Geomorfologia. (188 p.). São Paulo. Edgard Blücher/ Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP).
- CRUZ, O. (1998).** A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo: um estudo de Geomorfologia costeira. (276 p.). Brasil. Editora da UFSC.
- DERRUAU, M. (1966).** Geomorfología. (435 p.). España. Ediciones Ariel S.A.
- GUERRA, A. & GUERRA, A. (2011).** A. Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico. (648 p.). Brasil. Bertrand 9ª edição.
- GUTIÉRREZ, M. (2009).** Geomorfología. (898 p.). Madrid. Pearson Educación, S.A.
- KING, C. (1984).** Geografía Física. (541 p.). España. Oikos-tau, S.A.
- LEVINTON, J. (1982).** Marine Ecology. (526 p.). New Jersey. Prentice-Hall.

- PANAMÁ (1991).** Mapa Geológico de la República de Panamá, Sur de Veraguas y Península de Azuero. Ministerio de Comercio e Industrias. Panamá. Dirección General de Recursos Minerales. Mapa, 60cm x 132 cm. Escala 1:250.000.
- PANAMÁ (2007).** Atlas Nacional de la República de Panamá. (290 p.). Panamá. Ministerio de Obras Públicas: Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”.
- PANAMÁ. (2009).** Ley N° 80. (15 p.). Panamá. Ministerio de Economía y Finanzas.
- PANAMÁ. (2010).** Atlas Ambiental de la República de Panamá. (189 p.). Panamá. Autoridad Nacional del Ambiente.
- SUGUIO, K. (1973).** Introdução à Sedimentologia. (317 p.). São Paulo, Edgard Blücher/Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP).
- TARBUCK, E. & LUTGENS, F. (2005).** Ciencias de La Tierra: Una introducción a la geología física. (686 p.). Madrid. Pearson Educación, S.A.
- TORRES, F., NETO, R. & MENEZES, S. (2012).** Introdução à Geomorfologia. (322 p.). Brasil. Cengage Learning.
- TRICART, J. (1965).** Principes et Méthodes de la Géomorphologie. (475 p.). Paris. Masson et C, Éditeurs.
- UNITED NATIONS, UN. (1992).** Protection of the Oceans, All Kinds of Seas, including Enclosed and Semi-enclosed Seas, and Coastal Areas and the Protection. CONF.151/26 (Vol. I). Disponible enw: [http://www.un.org/depts/los/consultative\\_process/documents/A21-Ch17.htm](http://www.un.org/depts/los/consultative_process/documents/A21-Ch17.htm).
- VERSTAPEN, H. & ZUIDAM, R. (1975).** ITC System of geomorphological survey. (Vol. VII, VII.3). Netherlands. Manuel ITC Textbook.