

PROPUESTA DE LÍMITES FUNCIONALES DE HUMEDALES A PARTIR DE CRITERIOS DE GEOMORFOLOGÍA EN VENTANAS CIÉNAGA DE LA VIRGEN, CIÉNAGA DE ZAPATOSA Y PAZ DE ARIPORO - HATO COROZAL A ESCALA 1:25.000

Contrato de prestación No. 14-13-014-308PS Instituto
Humboldt – Jorge Eduardo Patiño Quinchia

Objeto: Prestar los servicios profesionales para elaborar a. Un documento técnico que aporte a los manuales metodológicos para la delimitación de cada una de las ventanas a escala 1:25.000 partiendo de los criterios físicos para la misma, b. Realizar el análisis de transformación de humedales a nivel nacional y c. Aportes a la clasificación de humedales partiendo de la información geomorfológica generada durante el primer año de ejecución del proyecto delimitación páramos y humedales, con el fin de aportar insumos técnicos y recomendaciones que contribuyan a la delimitación de humedales y desarrollo de actividades enmarcadas en el Convenio N° 13 - 014 (FA.005 de 2013) suscrito entre el Fondo Adaptación y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt”.



Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación

Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Bogotá, D.C., 2015

Propuesta de límites funcionales de humedales a partir de criterios de geomorfología en ventanas a escala 1:25.000



Jorge E. Patiño

31 de agosto de 2015

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt"

Contrato No. 14-13-014-308PS

Producto 9 - documento 2

Resumen

En este documento se presenta la propuesta para la identificación del límite funcional de humedales a partir de cartografía de unidades geomorfológicas de las ventanas Ciénaga de La Virgen, Ciénaga de Zapatosa y Paz de Ariporo - Hato Corozal en escala 1:25.000. La información aquí presentada es el resultado de la revisión de información de cartografía geomorfológica a escala 1:25.000 elaborada durante el primer año del proyecto para las ventanas Ciénaga de Zapatosa y Paz de Ariporo - Hato Corozal mediante convenio de cooperación con el IDEAM; así como de la cartografía de unidades geomorfológicas elaborada por el Servicio Geológico Colombiano, antes Ingeominas, en la investigación del diapiroismo de lodo y de la evolución costera del Caribe colombiano publicada en 2010.

La propuesta de identificación del límite funcional de los humedales en las tres ventanas mencionadas a partir de la cartografía de unidades geomorfológicas se basa en la calificación de esas unidades de acuerdo con su susceptibilidad a la inundación, en función de su geometría y su posición relativa en el paisaje. La información aquí presentada debe combinarse con información de otros criterios físicos y bióticos (suelos, hidrografía y vegetación), así como socioculturales, para identificar integralmente el límite funcional de los humedales en cada una de las ventanas.

Índice general

1. Introducción	5
2. Ventanas para delimitación de humedales a escala 1:25.000	7
3. Cartografía geomorfológica a escala 1:25.000	10
4. Susceptibilidad a la inundación y temporalidad de humedales	17
5. Anexos	24
5.1. Cartografía digital	24
5.2. Información secundaria de la zona de Cartagena	24

Índice de cuadros

3.1. Geoformas mapeadas en ventana Ciénaga de Zapatosa.	13
3.2. Geoformas mapeadas en ventana Paz de Ariporo - Hato Corozal.	13
3.3. Geoformas de los ambientes antrópico, denudacional y marino mapeadas en ventana Ciénaga de La Virgen, Cartagena.	14
3.4. Geoformas de los ambientes eólico, fluvial y estructural mapeadas en ventana Ciénaga de La Virgen, Cartagena.	15
4.1. Grado de susceptibilidad a la inundación y asociación a la pre- sencia de humedales.	20

Índice de figuras

2.1. Localización de ventanas piloto. Mapa base wms OpenStreetMap, © OpenStreetMap contributors.	9
4.1. Tipos de humedal según criterios de geomorfológicos y adaptación de cartografía de unidades geomorfológicas del SGC (Carvajal et al., 2010) en ventana Ciénaga de La Virgen.	21
4.2. Tipos de humedal según criterios de geomorfológicos y adaptación de cartografía de unidades geomorfológicas del convenio IAVH-IDEAM 13-13-014-093CE-IAVH/008 de 2013 en ventana Ciénaga de Zapatosá.	22
4.3. Tipos de humedal según criterios de geomorfológicos y adaptación de cartografía de unidades geomorfológicas del convenio IAVH-IDEAM 13-13-014-093CE-IAVH/008 de 2013 en ventana Paz de Ariporo - Hato Corozal.	23

Capítulo 1

Introducción

En este documento se aborda la propuesta para identificar el límite funcional de los humedales en tres zonas del país con información espacial de geomorfología a escala 1:25.000. La delimitación de humedales es el proceso de comprobar la presencia de un humedal en el terreno y marcar sus límites (Cwikiel, 2003; Tiner, 2000). Las ventanas escogidas para este ejercicio están ubicadas en Cartagena (Ciénaga de La Virgen), el Valle Medio del Río Magdalena (Ciénaga de Zapatoza) y los Llanos Orientales (Paz de Ariporo - Hato Corozal).

En este documento se presenta la propuesta para la identificación rápida de las geoformas que pueden asociarse a la presencia de humedales en las tres ventanas piloto, a partir de la cartografía geomorfológica a escala 1:25.000. La cartografía de unidades geomorfológicas de las ventanas Ciénaga de Zapatoza y Paz de Ariporo - Hato Corozal es el resultado del convenio de cooperación No. 13-13-014-093CE-IAVH/008 de 2013 entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), ejecutado en el marco del componente Humedales del proyecto *Insumos Técnicos para la delimitación de ecosistemas estratégicos (Páramos y Humedales)*, del Convenio Interadministrativo No. 005 (13-014) entre el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt y el Fondo Adaptación. La información producida en el convenio mencionado fue revisada desde el punto de vista de su utilidad para la identificación del límite funcional de las zonas de humedales, en particular los informes mensuales y finales producidos por los expertos en geomorfología, así como la cartografía de unidades geomorfológicas entregada en formato digital.

La cartografía de unidades geomorfológicas de la ventana Ciénaga de La Virgen (Cartagena) hace parte de los resultados del trabajo titulado «Investigación

del diapirismo de lodo y evolución costera del Caribe colombiano» desarrollado en el Servicio Geológico Colombiano, SGC (Carvajal et al., 2010). Esta información fue revisada de igual forma que la información proveniente del convenio antes mencionado y adaptada a la identificación del límite funcional de los humedales en esa zona.

El resto de este informe está organizado de la siguiente forma: en el capítulo 2 se muestra la localización de las ventanas piloto a escala 1:25.000. El capítulo 3 presenta una breve descripción de la clasificación y jerarquía de unidades geomorfológicas usada para el mapeo de unidades y subunidades geomorfológicas a escala 1:25.000 propuesta por el profesor Kim Robertson en el marco del convenio mencionado, así como el resultado del convenio en las dos ventanas y la cartografía de unidades geomorfológicas producidas por el SGC en la ventana Ciénaga de La Virgen. El capítulo 4 describe la propuesta de calificación de las geoformas de acuerdo con la susceptibilidad a la inundación producida durante el convenio IAvH - IDEAM, y presenta la propuesta para asociar el grado de susceptibilidad a la inundación con la categoría de los ecosistemas de humedal usada en el mapa nacional de humedales 1:100.000 del Instituto Humboldt (2015), como una vía expedita para identificar el límite funcional desde el criterio geomorfológico.

Capítulo 2

Ventanas para delimitación de humedales a escala 1:25.000

El mapa de humedales del Instituto Humboldt (en proceso de publicación) identifica las áreas con características asociadas a la presencia de humedales a escala 1:100.000 en todo el país. Dicho mapa fue elaborado a partir de la combinación espacial de criterios de hidrología, suelos, geomorfología y vegetación, con información secundaria y a escala 1:100.000; y es un mapa que contiene todas las áreas que, según la información usada, tienen condiciones adecuadas para la presencia de ecosistemas de humedal.

El mapa, que hasta el momento es el mapa más detallado que existe de cobertura nacional completa, tiene algunas limitaciones. La escala de trabajo 1:100.000, de carácter general, implica que pueden existir muchos humedales que no alcanzan a ser identificados por su tamaño, si son más pequeños que la unidad mínima de mapeo de cada uno de los insumos usados para obtener el mapa. Otra limitación viene de la cartografía de suelos usada, que es producto de extrapolación de información en muchas zonas del país, y contiene un grado de generalización importante. También hay que tener en cuenta que los errores presentes en los insumos usados para generar el mapa se trasladan al mapa final. Esta situación puede derivar en errores de comisión, cuando se han identificado como humedales zonas que en la realidad no son ecosistemas de humedal, o en errores de omisión, cuando se han dejado de identificar humedales debido a falencias en los insumos o a su tamaño.

La caracterización social y físico-biótica en tres ventanas piloto del país a partir del levantamiento de información primaria a escala de semidetalle (1:25.000)

y con validación de campo pretende abordar la identificación del límite funcional de los humedales y hacer visible las diferencias que se pueden presentar en tres zonas del país con características muy distintas. Los lugares escogidos para este trabajo de mayor detalle son la Ciénaga de Zapatosa en el Valle del Magdalena, una zona entre los municipios de Paz de Ariporo y Hato Corozal en los Llanos Orientales y la Ciénaga de la Virgen en Cartagena (ver Figura 2.1).

Dos de las tres ventanas, Paz de Ariporo - Hato Corozal y Ciénaga de Zapatosa, fueron seleccionadas para elaborar un levantamiento de unidades geomorfológicas a escala 1:25.000 en el marco del convenio de cooperación suscrito con el IDEAM No. 13-13-014-093CE-IAVH/008 de 2013.

La cartografía de unidades geomorfológicas de la ventana Ciénaga de La Virgen (Cartagena) es el resultado del trabajo «Investigación del diapirismo de lodo y evolución costera del Caribe colombiano» desarrollado en el Servicio Geológico Colombiano, SGC Carvajal et al. (2010). El área de la ventana Ciénaga de La Virgen comprende las planchas 1:25.000 número 23 I D, 23 III B, 23 III C, 23 III D, 23 IV A y 23 IV C del trabajo mencionado. En el siguiente capítulo se describe la clasificación usada en el levantamiento de unidades geomorfológicas y se resume la información de las tres ventanas.



Figura 2.1: Localización de ventanas piloto. Mapa base wms OpenStreetMap, © OpenStreetMap contributors.

Capítulo 3

Cartografía geomorfológica a escala 1:25.000

Para el trabajo de cartografía de unidades geomorfológicas se usó la jerarquía de unidades que se resume a continuación. Esta clasificación parte de las propuestas de estandarización de cartografía geomorfológica que se han presentado para Colombia en los últimos años (Carvajal, 2011; Gómez Velásquez et al., 2013). El esquema propuesto comprende la siguiente jerarquía de unidades de mapeo:

- **GEOMORFOESTRUCTURA.** Son grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intracontinentales definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales. Pueden haber sufrido deformación, basculamiento y otras transformaciones geológicas. Algunos ejemplos son: cadenas montañosas, plataformas y grandes cuencas sedimentarias. Corresponde a escalas de trabajo menores de 1:2.500.000.
- **PROVINCIA GEOMORFOLÓGICA.** Constituida por conjuntos de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macro-relieve y una génesis geológica similar. Corresponde con los terrenos geológicos, los cuales están demarcados en Colombia por el trazo de grandes fallas regionales y suturas definidas o inferidas. La escala de trabajo varía entre 1:1.000.000 y 1:500.000.
- **REGIÓN GEOMORFOLÓGICA.** Son áreas que, además de reunir las características arriba mencionadas, tienen un origen dominado por procesos morfogenéticos o climáticos relacionados a un mismo ambiente (relieve ca-

racterístico) y que interactúan entre sí. El ambiente morfogenético hace alusión a las condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se generaron las geoformas. Se determina con base en la interpretación de los procesos geomorfológicos registrados que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de las mismas. La escala de trabajo está entre 1:500.000 y 1:250.000. De acuerdo con Carvajal (2011), los ambientes se agrupan de manera general en las siguientes clases:

- Ambiente estructural. Geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente la asociada a plegamientos y fallamientos.
 - Ambiente volcánico. Geoformas generadas por la intrusión y la extrusión de materiales fundidos procedentes del interior de la tierra.
 - Ambiente denudacional. Determinado por la actividad de los procesos erosivos hídricos y pluviales, y principalmente producto de procesos de meteorización, erosión y remoción en masa, sobre geoformas pre existentes.
 - Ambiente fuvial y lagunar. Geoformas generadas por procesos de erosión y sedimentación, formadas por corrientes de agua tales como ríos y arroyos, y lagos y lagunas respectivamente.
 - Ambiente marino y costero. Geoformas construidas o esculpidas por la actividad de las corrientes y procesos del mar. Incluye los deltas.
 - Ambiente glaciar y periglaciar. Definido por las geoformas originadas por los glaciares tanto continentales (casquetes polares) como de alta montaña. En Colombia sólo se presenta el tipo de alta montaña.
 - Ambiente eólico. Geoformas erosivas y de acumulación de sedimentos formadas por la acción de los vientos en climas desérticos o con déficit de agua.
 - Ambiente kárstico. Definido por las formas del terreno producidas por la meteorización y dilución de rocas y materiales de fácil disolución, como las calizas y la sal mineral, en ambientes tropicales húmedos.
 - Ambiente antropogénico. Corresponde a las formas del terreno producidas por la actividad del hombre que modifica la superficie terrestre.
- UNIDAD GEOMORFOLÓGICA. Esta unidad se propone como la unidad básica de la cartografía geomorfológica. Corresponde a aquellas partes de las regiones que fueron generadas por un proceso morfogenético particular, el cual les imprime una característica morfológica específica. Presentan

uniformidad en el material geológico y/o edad. La escala de trabajo está entre 1:100.000 y 1:50.000.

- **SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA.** Corresponde a una subdivisión de las unidades geomorfológicas. Son partes específicas de cada unidad que es posible diferenciar en el terreno de acuerdo con su expresión morfológica o composición. Por ejemplo, en una unidad de terrazas marinas es posible diferenciar como una subunidad el escarpe de la terraza. La escala de trabajo varía entre 1:25.000 y 1:10.000.
- **COMPONENTE GEOMORFOLÓGICO.** Corresponde al máximo nivel de detalle en la jerarquización propuesta. Esta categoría está determinada por los rasgos del relieve (escarpes naturales o antrópicos, relieves internos de laderas o flancos, crestas, formas de valle), definidos en sitios puntuales y determinados por la morfometría detallada del terreno dentro de la subunidad geomorfológica. Escalas de trabajo mayores que 1:10.000.

La cartografía geomorfológica a escala 1:25.000 debe llegar hasta el nivel de Subunidad Geomorfológica. Este procedimiento y sistema de clasificación fue usado para el mapeo de unidades geomorfológicas en las ventanas Ciénaga de Zapatososa y Paz de Ariporo - Hato Corozal.

La clasificación de unidades geomorfológicas de la ventana Ciénaga de La Virgen fue elaborada por el SGC (antes Ingeominas) y sigue una metodología similar, pero no exactamente igual, a de la guía del IDEAM para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000 (Robertson et al., 2013). En este trabajo las unidades espaciales corresponden a la jerarquía de subunidad en unos casos y componente en otros (sin hacer la diferencia), y sólo aparecen agrupadas en el nivel de ambientes (región geomorfológica). Por otro lado, los nombres y la descripción de las unidades mapeadas tiene un matiz más geológico o se usan directamente nombres relativos al origen geológico de las unidades (p. ej., flujos de lodo, en lugar de «abanico»), siempre relaciona la geometría de las unidades con su génesis y los materiales que la componen y además incorpora muchos términos técnicos de la geología estructural (anticlinal, sinclinal, etc.).

Las geoformas mapeadas en cada ventana se relacionan en los cuadros siguientes. En el reporte presentado para la ventana Ciénaga de Zapatososa se agruparon subunidades y componentes en una misma columna, mientras que en el reporte de la ventana Paz de Ariporo - Hato Corozal se diferenciaron estas dos categorías. En el caso de Zapatososa se encontraron tres ambientes diferentes: estructural, denudacional y fluvial (Cuadro 3.1); en el caso de Paz de Ariporo - Hato Corozal se encontraron sólo dos: fluvial y eólico (Cuadro 3.2).

Ambiente	Unidad	Subunidad o Componente
Estructural	Monte isla	
Denudacional	Superficie de aplanamiento	Superficie de aplanamiento reciente
	Laderas coluvio-erosionales	Laderas coluvio erosionales estables
Fluvial	Cauce de ríos	Cauce de ríos principales
		Cauce de canales secundarios
	Vega de divagación	Vega de divagación activa con orillares
		Vega de divagación inactiva
	Llanura de inundación	Diques aluviales
		Cubeta de inundación
		Delta fluvial interior
		Valles inundables
		Plano de terraza aluvial subreciente
	Terraza aluvial	Talud de terraza aluvial subreciente
Ciénaga fluvial permanente		
Ciénaga fluvial	Ciénaga fluvial transicional (inundada)	

Cuadro 3.1: Geoformas mapeadas en ventana Ciénaga de Zapatosa.

Ambiente	Unidad	Subunidad	Componente
Fluvial	Cauce actual		Dique
			Talud de socavación
	Vegas de divagación	Vega activa	Orillares
			Vega inactiva
		Vega antigua	
	Llanura de inundación	Cubetas de inundación	Cubeta de inundación actual
			Cubeta de inundación antigua
			Cubeta de inundación disectada
	Ciénaga fluvial		Ciénagas permanentes
			Ciénagas transicionales
Eólico	Campos de dunas	Campos de dunas inactivas	

Cuadro 3.2: Geoformas mapeadas en ventana Paz de Ariporo - Hato Corozal.

En la ventana Ciénaga de La Virgen se identificaron seis ambientes: antrópico, denudacional, eólico, estructural, fluvial y marino. La lista completa de subunidades geomorfológicas se presenta en los Cuadros 3.3 y 3.4.

Ambiente	Subunidad o Componente
Antrópico	Canales y cauces artificiales
	Canteras
	Embalses y jagüeyes
	Planos y campos de relleno
Denudacional	Colinas denudacionales
	Conos lóbulos coluviales
	Cerros remanentes o relictos
	Conos de talus
	Deslizamiento rotacional
	Escarpes de erosión mayor
	Glacis por acumulación
	Glacis por erosión
	Lomas estructurales muy denudadas
	Flujos de detritos
	Flujos de lodo actuales
	Escarpe acantilado
	Escarpe paleoacantilados
	Bajos arrecifales subactuales
Barras espiga	
Barras litorales	
Playas	
Delta de flujo de marea	
Lóbulos y llanuras deltáicas actuales	
Marino	Espigas o flechas
	Laguna costera
	Llanura costera
	Llanuras intermareales y marismas
	Escarpe paleoacantilados
	Plataforma de abrasión elevada
	Llanuras y planos con manglar
	Tómbolos
	Escarpe de terraza marina
	Terraza marina

Cuadro 3.3: Geoformas de los ambientes antrópico, denudacional y marino mapeadas en ventana Ciénaga de La Virgen, Cartagena.

Ambiente	Subunidad o Componente
Eólico	Barjanas
	Dunas parabólicas
	Dunas transversales
	Mantos de arena eólica
Fluvial	Barras puntuales
	Conos de deyección
	Llanuras fluviales subrecientes
	Planos anegadizos
	Llanuras y planos de inundación fluvial
	Terrazas fluviales de acumulación
	Laderas estructurales de anticlinal
Estructural	Cuestas
	Laderas de contrapendiente de cuesta
	Laderas estructurales
	Cornisas estructurales
	Laderas de contrapendiente de espinazo
	Espolones estructurales
	Laderas estructurales de espinazo
	Escarpes de línea de falla
	Ganchos de flexión
	Facetas triangulares
	Lomos de falla
	Sierras y lomos de presión
	Escarpe de meseta estructural
	Superficie tabular de mesetas estructurales
	Sierras anticlinales
	Laderas estructurales de sierra anticlinal
	Laderas de contrapendiente sinclinal
	Sierra homoclinal denudada
	Laderas de contrapendiente de sierra homoclinal
	Laderas estructurales de sierra homoclinal
	Laderas estructurales sinclinales
	Planos aluviales confinados
	Volcanes de lodo

Cuadro 3.4: Geoformas de los ambientes eólico, fluvial y estructural mapeadas en ventana Ciénaga de La Virgen, Cartagena.

En los casos de las ventanas Ciénaga de Zapatoza y Paz de Ariporo - Hato Corozal la presencia de humedales está ligada al ambiente fluvial y a geoformas básicas de tipo canal (cauces y vegas de divagación), plano (cubetas de

inundación) y depresión (ciénagas). Aunque no fue el caso, también es posible encontrar algunos humedales en el ambiente denudacional y unidad superficie de aplanamiento, si existiera alguna depresión que pueda anegarse en época de lluvias. Lo mismo aplica para el ambiente eólico, en el que sí es común encontrar humedales en las partes bajas de los campos de dunas inactivas, aunque no se hallan mapeado en esta ventana en particular.

En el caso de Ciénaga de La Virgen, el paisaje es en general muy plano y cercano al nivel del mar, conformado principalmente por depósitos fluviales y marinos de edad reciente (Cuaternario) y algunos enclaves de zonas más antiguas, como el Cerro de La Popa y el sector de Morro Grande, Morro En Medio y El Morrito al norte, conformados por rocas sedimentarias de edad Terciaria. En esta ventana la presencia de humedales está ligada a los ambientes fluvial, denudacional, marino y antrópico; en las mismas geoformas básicas que en las otras dos ventanas: las de tipo canal (cauces y paleocauces), plano (cubetas de inundación) y depresión (ciénagas litorales).

En el siguiente capítulo se presentan los resultados de la clasificación de geoformas de acuerdo con su susceptibilidad a la inundación, así como una propuesta de relación con las categorías de humedal del mapa a escala 1:100.000 del Instituto Humboldt para definir el límite funcional en las ventanas.

Capítulo 4

Susceptibilidad a la inundación y temporalidad de humedales

En el convenio de cooperación No. 13-13-014-093CE-IAVH/008 de 2013 con el IDEAM se realizó una clasificación de las unidades geomorfológicas mapeadas de acuerdo con su susceptibilidad a la inundación en las ventanas Ciénaga de Zapatosa y Paz de Ariporo - Hato Corozal. Esta información es la más útil de cara a la identificación y delimitación del límite funcional de los humedales en las ventanas. La metodología para la clasificación de la susceptibilidad a la inundación se encuentra consignada en el informe del consultor Omar Jaramillo Rodríguez: *Anexo 4: Propuesta de calificación de susceptibilidad de las geoformas a las inundaciones lentas. Documento técnico como apoyo a la metodología de trabajo del componente geomorfológico. Bogotá, mayo de 2014, 16 p.* (archivo: ACTULIZACION_SUSCEPTIBILIDAD DE LAS GEOFORMAS A LAS INUNDACIONES.docx).

El marco de referencia está descrito en el infome mencionado en la página 3 y la metodología propuesta se encuentra en la página 5 (Marco Metodológico). La susceptibilidad a la inundación de las geoformas aluviales se definió como «el grado de propensión que tiene un terreno o espacio a sufrir procesos de encharcamiento o inundación producto del desborde de los ríos y el encharcamiento por lluvias locales». Para determinar el grado de susceptibilidad a la inundación es necesario revisar fotografías aéreas o imágenes de satélite de varias fechas, que correspondan a épocas secas y épocas de lluvia, y el resultado de la clasificación

debe ser verificado con trabajo de campo si es posible.

Sin embargo, se cree que esta definición y metodología se puede ampliar a otros ambientes geomorfológicos además del fluvial, ampliando la definición de susceptibilidad a la inundación como sigue: «grado de propensión que tiene un terreno o espacio a sufrir procesos de encharcamiento o inundación producto del desborde de los ríos, *la acción de las mareas, la descarga de aguas subterráneas* y el encharcamiento por lluvias locales». A continuación se presenta la caracterización del grado de susceptibilidad a las inundaciones de las geoformas aluviales, tomada y modificada de la propuesta del consultor Omar Jaramillo R.

- **MUY ALTO:** Geoformas permanentemente sumergidas. Son las geoformas más bajas del paisaje, es decir, las depresiones que actualmente se encuentran cubiertas por una lámina de agua permanente. Ejemplos de unidades que caracterizan esta categoría son los cauces de ríos, lagos y las ciénagas permanentes. Debido a su baja posición en el paisaje, estas geoformas son las que reciben el mayor aporte de aguas durante las inundaciones y desbordes de los cuerpos de agua. Como respuesta a estos procesos, las geoformas presentan un incremento del nivel de sus aguas, anegando de esta forma los espacios adyacentes a ellas. Las geoformas consideradas en esta categoría son los: cauces antiguos o paleocauces, ciénagas o lagunas permanentes y cauce principal de los ríos.
- **ALTO:** Geoformas muy bajas, mal drenadas, de superficie cóncava, que permanecen encharcadas la mayor parte del año y durante los períodos de aguas altas pueden quedar sumergidas. Se encuentran localizadas dentro de valles inundables de ríos o contiguas a lagunas y ciénagas y su posición geomorfológica es adyacente a la categoría de muy alta. Se caracteriza por tener mal drenaje, pendientes cercanas a cero, superficies que tienden a ser cóncavas y en la mayoría de los casos adyacentes a los cuerpos de agua. Debido a estas características permanecen encharcadas la mayor parte del año, su nivel freático es alto y en temporada de lluvias y/o desborde de los ríos principales pueden llegar a estar sumergidas, es decir, presentar una lámina de agua durante un largo período del año. Las unidades geomorfológicas que se consideran dentro de esta categoría son las ciénagas estacionales o transicionales.
- **MODERADO:** Geoformas bajas, con pobre drenaje, planas a levemente inclinadas, que permanecen encharcadas largos periodos durante el año y

pueden llegar a estar inundadas durante los periodos de crecientes (niveles altos). Las geoformas con moderada susceptibilidad se caracterizan por ser bajas, con superficies planas a levemente planas y alta tendencia al encharcamiento y la inundación temporal. La mayor parte de estas geoformas presentan encharcamiento e inundaciones ocasionales durante los periodos de lluvias. En las condiciones actuales, estas geoformas presentan niveles freáticos altos y suelen presentar algún grado de intervención, principalmente representada por actividades agrícolas y ganaderas, especialmente durante los periodos asociados a pocas lluvias. Ejemplo de geoformas consideradas en esta categoría son: complejo de diques y paleocauces antiguos y vega de divagación activa.

- **BAJO:** Geoformas altas, con drenaje moderado, superficie levemente inclinada, permanecen encharcadas cortos periodos del año y durante las inundaciones estacionales pueden ser inundadas cortos periodos del año. En este grupo se incluyen las geoformas altas en su disposición en el paisaje. Se caracterizan por presentar un drenaje moderado y superficie levemente inclinada, pueden permanecer encharcados cortos periodos al año y durante el desborde de los cuerpos de agua pueden ser inundados durante algunos días. Además, este grupo de geoformas se caracterizan por presentar un nivel freático cercano a la superficie y estar compuestas por material no consolidado. Ejemplos de geoformas en esta categoría de susceptibilidad son: abanico aluvial reciente y vega de divagación inactiva.
- **MUY BAJO:** Geoformas altas, con drenaje moderada a bueno, superficie inclinada a levemente inclinada, son afectadas por desbordes que pueden causar inundaciones cortas durante las épocas de aguas altas o crecientes. Son geoformas que representan una transición entre las formas estructurales y las geoformas de origen aluvial y marino. Debido a que ofrecen las menores condiciones de inundabilidad y la posición geomorfológica más resguardada del paisaje, se utilizan con frecuencia para la localización de asentamientos humanos. De acuerdo con su ubicación, pueden ser afectadas por el desborde durante algunos pocos días en eventos extremos. Geoformas que hacen parte de esta categoría son: valle fluvio lacustre, valle coluvio aluvial, cono aluviotorrencial reciente, valle lateral obturado, abanico aluvial subreciente, terraza aluvial reciente y vega de divagación antigua
- **NULO / NO APLICA:** Geoformas muy altas, dispuestas por encima de los planos de inundación y fuera del alcance de sus efectos, y geoformas donde

el análisis de susceptibilidad a inundaciones lentas no aplica. Corresponden con geoformas que están generalmente dispuestas por encima del plano de inundación y que pueden ser consideradas por fuera del alcance de los efectos de los desbordes de un río, o que no están al alcance de las mareas muy altas (mar de leva) en el caso del ambiente marino. Son unidades caracterizadas por tener buena pendiente y buen drenaje superficial, así como por estar compuestas por materiales gruesos y consolidados. Por estas características se consideran mínima la posibilidad de que se presente inundación o encharcamiento. Ejemplos de unidades en esta categoría de susceptibilidad son: ladera estructural, sierra, cuesta, cono aluviotorrencial antiguo y terraza aluvial antigua, entre otras.

Esta misma filosofía de clasificación de unidades se usó para clasificar a las subunidades geomorfológicas en la ventana de Ciénaga de La Virgen. Para la indentificación del límite funcional de los humedales, se propone asociar el grado de susceptibilidad a las inundaciones a las categorías de humedal del mapa nacional como se muestra en el Cuadro 4.1.

Susceptibilidad a la inundación	Categoría de humedal
Muy Alto	Permanente (abierto y bajo dosel)
Alto	Temporal
Moderado	Potencial medio
Bajo	Potencial bajo
Muy Bajo	No es humedal
Nulo / No aplica	No es humedal

Cuadro 4.1: Grado de susceptibilidad a la inundación y asociación a la presencia de humedales.

Como se observa en el Cuadro 4.1, la propuesta consiste en asimilar las subunidades geomorfológicas que han sido calificadas con grado de susceptibilidad «Muy Alto», «Alto» y «Moderado» a las zonas de humedal permanente (abierto y bajo dosel), humedal temporal y potencial medio (de humedal) respectivamente; mientras que las subunidades clasificadas con grado de susceptibilidad a la inundación «Bajo», «Muy Bajo» y «Nulo / No aplica» se asimilan a las zonas de potencial bajo (de humedal) y áreas que no hacen parte del humedal (no humedal). Esta delimitación a partir de las unidades geomorfológicas debe ser corroborada con información de suelos y vegetación, para definir si se

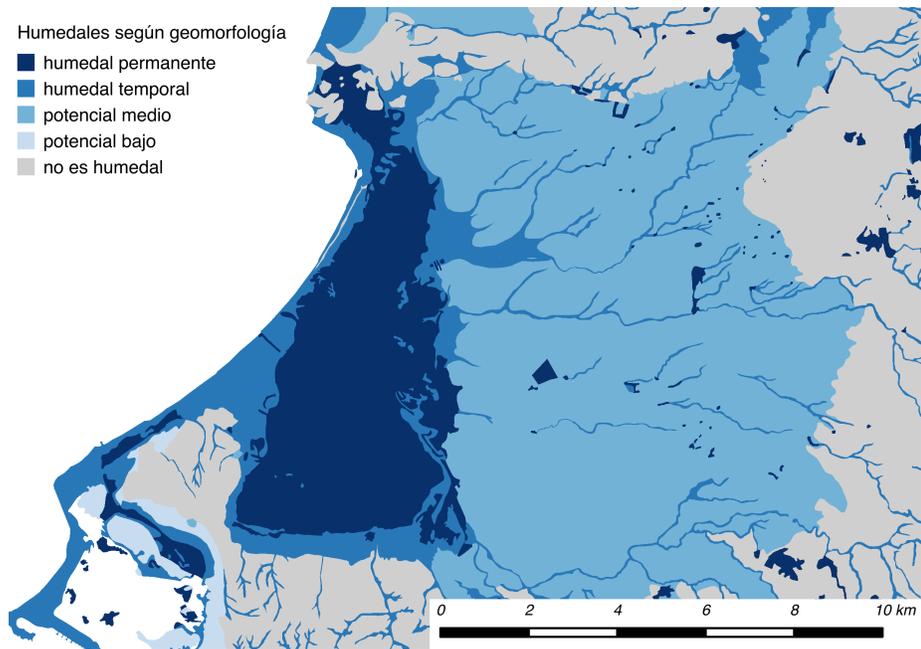


Figura 4.1: Tipos de humedal según criterios de geomorfológicos y adaptación de cartografía de unidades geomorfológicas del SGC (Carvajal et al., 2010) en ventana Ciénaga de La Virgen.

trata de zonas de humedales como tal, de humedales hiperestacionales o zonas que definitivamente no funcionan como ecosistemas de humedal.

Las siguientes figuras muestran de forma global el resultado de asignar estas categorías de humedal a los mapas de unidades geomorfológicas en cada una de las tres ventanas. En el siguiente capítulo se hace la relación de anexos que acompañan este informe.

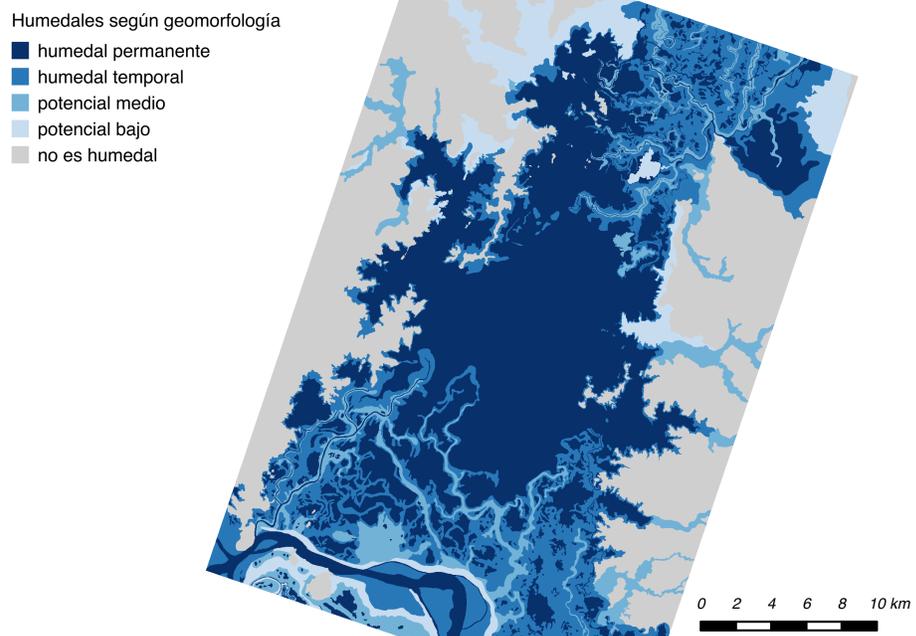


Figura 4.2: Tipos de humedal según criterios de geomorfológicos y adaptación de cartografía de unidades geomorfológicas del convenio IAVH-IDEAM 13-13-014-093CE-IAVH/008 de 2013 en ventana Ciénaga de Zapotosa.

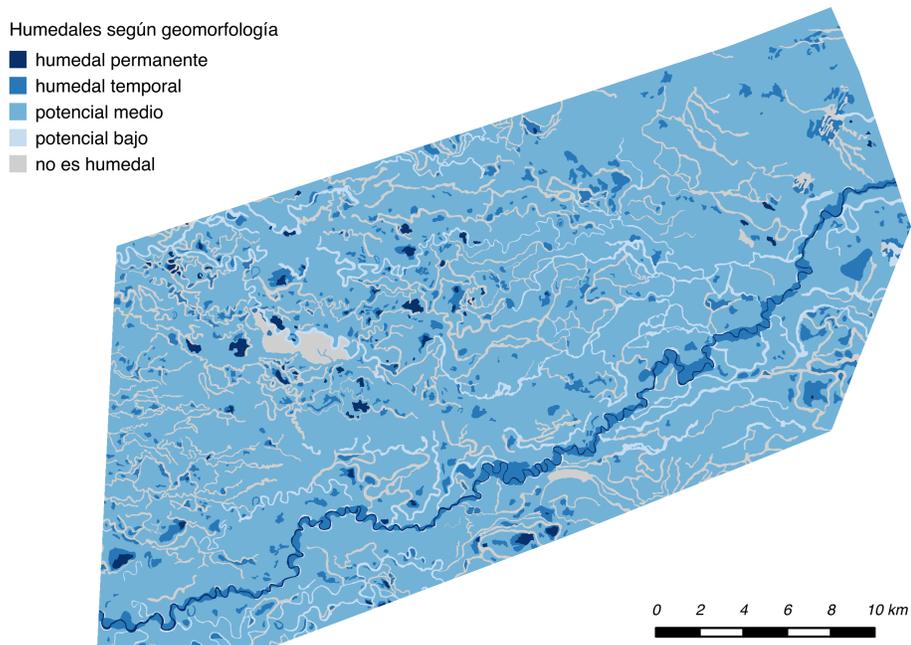


Figura 4.3: Tipos de humedal según criterios de geomorfológicos y adaptación de cartografía de unidades geomorfológicas del convenio IAVH-IDEAM 13-13-014-093CE-IAVH/008 de 2013 en ventana Paz de Ariporo - Hato Corozal.

Capítulo 5

Anexos

Junto con este informe se entrega la siguiente información de soporte, que es de vital importancia para la integración del criterio geomorfológico con los otros criterios físicos para la identificación del límite funcional de las zonas de humedal. También se entrega la información recibida del SGC de la zona de Cartagena.

5.1. Cartografía digital

Se entrega la delimitación de unidades geomorfológicas en escala 1:25.000 para las tres ventanas en formato shapefile de ESRI:

1. Ciénaga de La Virgen: LFG_Virgen.shp
2. Ciénaga de Zapatosa: LFG_Zapatosa.shp
3. Paz de Ariporo - Hato Corozal: LFG_Ariporo

5.2. Información secundaria de la zona de Cartagena

También se entrega la información de apoyo recibida del Servicio Geológico Colombiano de la zona de Cartagena, que está compuesta por las planchas geomorfológicas en escala 1:25.000 y el informe de la investigación sobre diapirismo de lodo y que contiene la descripción de las unidades geomorfológicas mapeadas. Los archivos que se entregan son los siguientes:

1. Planchas 1:25.000 en formato PDF

- 2105244481300001.pdf - plancha 16 IV D
- 2105244481300002.pdf - plancha 23 I D
- 2105244481300003.pdf - plancha 23 II A
- 2105244481300004.pdf - plancha 23 II B
- 2105244481300005.pdf - plancha 23 II C
- 2105244481300006.pdf - plancha 23 II D
- 2105244481300007.pdf - plancha 23 III B
- 2105244481300008.pdf - plancha 23 III D
- 2105244481300009.pdf - plancha 23 IV A
- 2105244481300010.pdf - plancha 23 IV C

2. Investigación Diapirismo GEOMORFOLOGÍA 2105244481101000.pdf - Informe: Carvajal, J. H., Mendivelso, D., Forero, H., Castiblanco, C. R., Pinzón, L. M., & Prada, M. (2010). Investigación del diapirismo de lodo y evolución costera del Caribe colombiano. Geomorfología Sector I. Informe Técnico, Ingeominas. Bogotá, 234 p.

Bibliografía

- Carvajal, J. H. (2011). Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Technical report, Instituto Colombiano de Geología y Minería, Ingeominas, Bogota.
- Carvajal, J. H., Mendivelso, D., Forero, H., Castiblanco, C. R., Pinzón, L. M., and Prada, M. (2010). Investigación del diapiroismo de lodo y evolución costera del Caribe colombiano. Geomorfología Sector I. Technical report, Instituto Colombiano de Geología y Minería, Ingeominas, Bogotá.
- Cwikiel, W. (2003). *Michigan Wetlands - Yours to Protect. A Citizen's Guide to Wetland Protection*. Tip to the Mitt Watershed Council, Petoskey, MI, 3 edition.
- Gómez Velásquez, J. F., Carvajal Perico, J. H., and Otero García, J. (2013). Propuesta de estandarización de los levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano. Technical report, Convenio Especial de Cooperación Colciencias - Gobernación del Magdalena - Inveemar. Serie de Publicaciones Especiales, Bogota D.C.
- Robertson, K. G., Jaramillo, O., and Castiblanco, M. A. (2013). Guía metodológica para la elaboración de mapas geomorfológicos a escala 1:100.000. Technical report, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, Bogota D.C.
- Tiner, R. W. (2000). An overview of wetland identification and delineation techniques, with recommendations for improvement. *Wetland Journal*, 12(1):15–22.