

LEVANTAMIENTO GEOPEDOLOGICO DE LA CUENCA BAJA DEL RIO GUAYAS-ECUADOR CON APLICACION DEL ENFOQUE SISTEMICO

Gustavo Fernando Sevillano Vásquez¹

¹ Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN). Componente Geopedología y Amenazas Geológicas. Correo electrónico: gustavo.sevillano@clirsen.com.

RESUMEN

El Gobierno del Ecuador requiere tener, a corto plazo, geoinformación multipropósito a escala 1: 25 000, que coadyuve a la gestión territorial, mejoramiento y sostenibilidad de la productividad agraria. Para esto, al CLIRSEN, desde el año 2009, se le designó generar entre otros estudios, el estudio de suelos de la Cuenca Baja del Río Guayas (CBRG), para lo cual, se realizó el levantamiento geopedológico con aplicación del enfoque sistémico, e implementó un Sistema de Información Geográfica -SIG- para la gestión, administración y control de la información generada. En este esquema, el levantamiento se dividió en siete fases: recopilación de información secundaria, generación de la cartografía temática geomorfológica, caracterización climática, elaboración de la cartografía preliminar, descripción de perfiles de suelos, interpretación de datos de laboratorio y elaboración de la cartografía definitiva geopedológica. Complementariamente, mediante la interpretación y análisis de imágenes satelitales (SPOT y KOMPSAT) se identificó la relación suelo-vegetación. Se generó cartografía estandarizada y normalizada de catorce cantones de la CBRG (692 461 ha), en base al estudio de 273 perfiles de suelo y 449 barrenaciones de comprobación. Los suelos identificados fueron clasificados a nivel de subgrupo según la *Soil Taxonomy* (2006). Estos fueron cartografiados en 91 consociaciones y 31 asociaciones, los cuales se encuentran distribuidos en 45 formas del relieve, dentro de seis paisajes naturales. Se concluyó que el levantamiento geopedológico, fundamentado en el enfoque sistémico apoyado en la Teledetección, permitió definir la distribución y caracterización de los suelos en la CBRG, cumpliendo los estándares para cartografía a escala 1: 25 000, utilizando el perfil de suelo como base del análisis edafológico, utilizando el método de muestreo de mapeo libre y/o el de transectos, y el uso intensivo de la fotointerpretación para identificar las unidades geomorfológicas, debido a la alta correlación entre geomorfología-suelo. El SIG de información geopedológica permitió gestionar y administrar el flujo de información, así como, controlar la calidad de la cartografía generada.

Palabras Claves: Cuenca Baja del Río Guayas, Geomorfología, Levantamiento de Suelos, Geopedológico, Teledetección, Sistemas de Información Geográfica.

ABSTRACT

The Government of Ecuador requires short-term, multipurpose geoinformation at 1: 25 000 scale that contributes to land management, improvement and sustainability of agricultural productivity. CLIRSEN, since 2009, was designated to generate, among others studies, the study of soils in the Guayas River Watershed (GRW), for which the survey was carried out geopedological with application of systems approach, and implemented an Geographic Information System -GIS- to management, administration and control of information generated. In this scheme, the lifting was divided into seven phases: secondary data collection, generation of thematic mapping geomorphological, climatic characterization, preparation of preliminary mapping, description of soil profiles, laboratory data interpretation and preparation of the geopedological final mapping. Additionally, using satellite images (SPOT and KOMPSAT) and field work, the relationship soil-vegetation was identified. Standardized and normalized cartography was made to fourteen canton inside of GRW. 273 soil profiles and 449 simple soil profiles were use to characterize 692 461 ha. There are 91 consociations and 31 associations at subgroup level at Soil Taxonomy (2006), these kinds of soil were found in 45 different landforms that belong to 6 kinds of landscape system.

This study was concluded that the geopedological survey, based on the systems approach supported by the Remote Sensing allowed to define the distribution and characterization of the soils in the CBRG, meeting the standards for mapping at scale 1: 25 000, using the soil profile basis of soil analysis, using free mapping and/or transects sampling method, and photo-interpretation intensive use to identify the geomorphic units, because of the high correlation between geomorphology and soil. The GIS geopedological allowed to manage and administer the flow of information, as well as control the quality of the mapping generated.

Keywords: Guayas River Lower Watershed, Geomorphology, Soil Survey, Geopedological, Remote Sensing, Geographic Information Systems.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El Gobierno del Ecuador, a través del *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013*, pretende entre sus estrategias el aumento de la productividad del sector agrario; SENPLADES¹ (2009) apunta a que la producción agrícola pueda mantener niveles satisfactorios para cubrir las necesidades humanas sin sobreexplotar a las personas ni a la naturaleza, y esto solo es posible conociendo exhaustivamente los recursos naturales disponibles. Por lo que, se designó al CLIRSEN, para que genere geoinformación multipropósito a escala 1: 25 000 en el corto plazo, coadyuvando a tales propósitos. Siendo el estudio de suelos, uno de los insumos principales a generarse, el presente artículo indica la metodología y los resultados obtenidos del levantamiento de este recurso natural, en el segundo semestre del año 2009, que se realizó en catorce cantones en la cuenca baja del río Guayas, principio territorial de este proyecto a ser extrapolado a nivel nacional.

La cuenca baja del río Guayas (CBRG), es la zona más importante de explotación agrícola del país, que abarca aproximadamente 800 000 hectáreas, está conformada por las zonas bajas de las subcuencas de los ríos: Daule, Vinces, Babahoyo, Chimbo, Bulubulu, Taura y Churute (MAG *et al.*, 2001).

Un aspecto importante a destacar de las experiencias obtenidas en los levantamientos de suelos en el país, es el alto costo y tiempo que requiere la ejecución de dichos levantamientos bajo los métodos tradicionales (Mejía, 2009).

El levantamiento geopedológico es una aplicación sistemática del análisis geomorfológico para el mapeo de suelos, que se basa en la relación suelo-geomorfología (Rossiter, 2000); la geomorfología tiene por objeto la descripción de las formas del terreno (IGAC, 2005); y, el enfoque sistémico pretende entender el "por qué" de la distribución de los suelos, es decir, entender las relaciones suelo-paisaje, así se busca dar respuesta al fenómeno causa-efecto.

Metodológicamente este tipo de levantamiento, hace un uso intensivo de la fotointerpretación identificando las diferentes formas del relieve, mediante las cuales se caracteriza el suelo y que a través de la selección y distribución de las observaciones en el campo, mediante el método de muestreo de mapeo libre² y/o el de transectos³, se utiliza el perfil de suelo como base del análisis edafológico; metodología que permite en áreas extensas, minimizar los tiempos y costos del levantamiento de suelos, sin perder los estándares establecidos para este tipo de estudios, en la escala de semidetalle.

¹ SENPLADES: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, coordina con CLIRSEN el Proyecto de "Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio y Valoración de Tierras Rurales de la Cuenca del Río Guayas, escala 1 : 25 000."

² Mapeo libre: Tipo de muestreo en donde se procede sin tener una regla fija, ya que se considera la hipótesis de trabajo, es decir, la relación paisaje-geoforma-suelo, en donde se utiliza la delimitación probada de la fotointerpretación, para poder aplicar las técnicas de extrapolación (CLIRSEN *et al.*, 1990).

³ Transectos: Este sistema de muestro se usa en casos en los cuales la dirección general de los límites de suelos es ya conocida, por lo tanto, es posible trabajar con más detalle perpendicular a estos límites y con menos detalle paralelo a los mismos (CLIRSEN *et al.*, 1990).

La prioridad en el levantamiento de suelos es la calidad del mapa, debido a que sin una organización metodológica adecuada, los mapas son tratados como elementos individuales, producidos en serie, y los controles solo se los puede realizar al final del ensamblaje. En este estudio, se aplicó un enfoque sistémico, con un flujo de información, cubriendo extensas áreas, y para lo cual, se necesitó que los técnicos, a más de ser especialistas en su tema, dominen las temáticas relacionadas; Olliver (1976) citado por Porta *et al.* (2003), asevera que, para llegar a establecer asociaciones suelo-paisaje, requieren basarse en conocimientos establecidos en Geomorfología y en Edafología, aplicando métodos de trabajo de ambas ciencias.

Para trabajar bajo un enfoque sistémico, la metodología deber ser clara y única, los procesos deben estar bien definidos y los enlaces de comunicación deben permitir el intercambio en el procesamiento; por esta razón y para este fin, se utiliza un SIG que gestione y controle la geoinformación generada.

OBJETIVOS GENERALES

1. Caracterizar geopedológicamente la cuenca baja del río Guayas, aplicando el enfoque sistémico.
2. Implementar un Sistema de Información Geográfica para la gestión, administración y control de la cartografía e información geopedológica generada.

METODOLOGIA

1. Caracterización geopedológica

La metodología para la caracterización geopedológica se desarrollo en siete fases:

Fase 1: Recopilación de información.- Esta fase comprendió la revisión, análisis y evaluación de toda la información disponible de los levantamientos de suelos realizados en la CBRG. Todo trabajo de campo debe empezar en gabinete, ya que es donde se debe planificar el trabajo y decidir que material va a ser necesario para estudiar el suelo (Porta *et al.*, 2005). Los mapas morfopedológicos, escala 1: 200 000 de PRONAREG⁴-ORSTOM⁵, de los años 1979 a 1984, se constituyeron en la principal fuente de información debido a la riqueza de información que proveen. En esta fase también se recolectó información espectral correspondiente a 7 imágenes satelitales SPOT de 5 m de resolución espacial, 5 imágenes satelitales KOMPSAT de 4 m de resolución espacial y 3 ortofotomosaicos de resolución espacial de 1 m.

Fase 2: Generación de la cartografía temática geomorfológica.- La metodología se basó en la generación de información primaria mediante la interpretación de las geoformas observadas en tres dimensiones o estereoscopía en las fotografías aéreas. Para Gerrard (1995) la Geomorfología es básicamente una evaluación de la relación de la genética de los suelos y formas del relieve. Los diversos rasgos y características de un suelo reflejan su evolución histórica, que para ser entendida debe relacionarse con la posición que ocupa el suelo en el paisaje y con los suelos próximos, de ahí que la importancia del estudio de las formas del terreno y de los depósitos superficiales (Porta *et al.*, 2005).

Fase 3: Caracterización climática del suelo.- El procesamiento de las series climáticas de las estaciones meteorológicas con influencia directa e indirecta en la cuenca, permitió el modelamiento de los diferentes parámetros atmosféricos que coadyuvaron a la caracterización climática del suelo, a lo que sumado la observación directa de campo a través de la descripción de perfiles y secciones de control de la humedad, llevó a la clasificación de los regímenes de humedad y temperatura del suelo

⁴ PRONAREG: Programa Nacional de Regionalización Agraria perteneció al Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, programa que trabajó en los años setenta y ochenta para realizar el inventario socioeconómico y de los recursos naturales renovables.

⁵ ORSTOM: Office Reserche Technique Outre-Mer, es una institución pública francesa de carácter científico y tecnológico actualmente IRD, colaboró en el PRONAREG.

con base en los rangos definidos en el *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 2006) y que fueron ajustados al medio ecuatoriano durante las investigaciones y estudios de levantamientos de suelos realizados a nivel nacional por el PRONAREG–ORSTOM (1983).

Fase 4: Elaboración de la cartografía preliminar de suelos.- Con base a la cartografía temática geomorfológica y la información secundaria, se generó la cartografía preliminar de suelos que no es más que extrapolar toda la información edafológica sistematizada a cada unidad geomorfológica. Las unidades geomorfológicas se sometieron a un análisis para su división apoyándose en la concepción del sistema suelo-paisaje, para esto se realizó un análisis multispectral de las imágenes satelitales que identificó la relación suelo-vegetación (**Figura 1**).

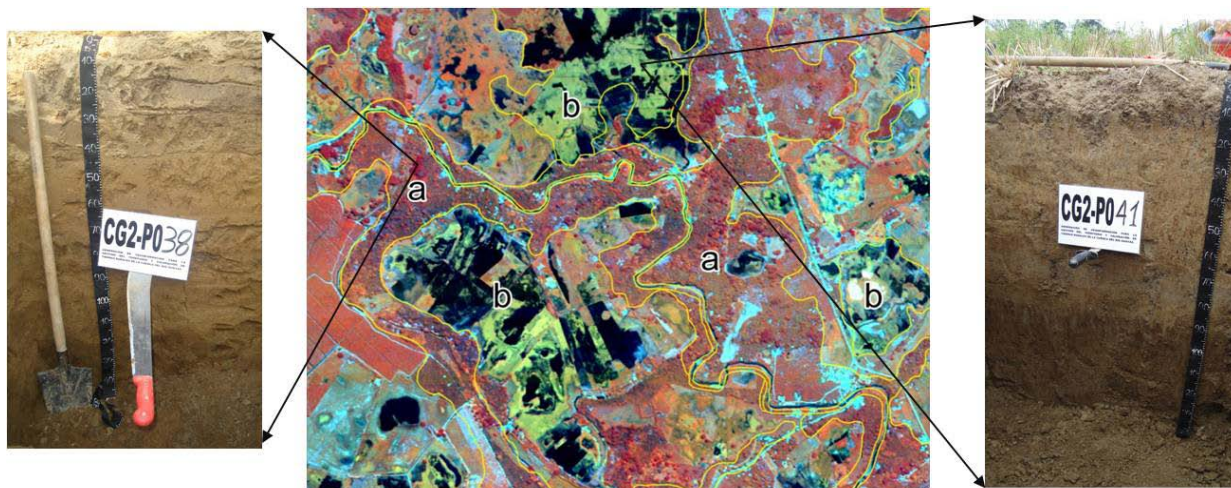


Figura 1. Cantón Vinces, relación suelo-vegetación en una imagen KOMPSAT (RGB: 4,2,1). a) Banco o dique aluvial que contienen suelos clasificados como Typic Udifluvents; utilizados para agricultura con cultivos perennes como cacao y fruticultura tropical. b) Superficie poco disectada que presentan suelos Vertic Haplustepts; cubiertos de pastos cultivados.

Parte de esta fase, fue la ubicación de sitios de muestreo en la cartografía preliminar de suelos apoyada en la cartografía base, cumpliendo los siguientes requisitos:

- Los perfiles de suelo se ubicaron en zonas representativas dentro de las unidades geomorfológicas.
- Se planificó como mínimo un perfil de suelo por cada unidad geomorfológica.
- Se utilizó el mapa base, identificando las distancias más cortas o vías con mejores condiciones para su accesibilidad.

Fase 5: Trabajo de campo.- La realización de un inventario de suelos para elaborar un mapa requiere gran cantidad de trabajo de campo, y una considerable experiencia, que sólo se adquiere dedicando tiempo y esfuerzo (Porta *et al.*, 2008). En esta fase se prospecta el suelo con el fin de describir los rasgos morfológicos y obtener criterios técnicos que identifiquen las unidades taxonómicas de los suelos a nivel de subgrupo.

Las prospecciones fueron en calicatas (perfiles) y en observaciones detalladas de comprobación (barrenaciones). En la calicata se describió el perfil representativo en forma detallada tomando los criterios de la *guía para descripción de suelos*, publicada por la FAO en el año 2009. Las barrenaciones detalladas verificaron la continuidad de una clase de suelo dentro de la unidad geomorfológica. Para la caracterización de propiedades físicas y químicas de cada perfil, se tomaron muestras de suelos.

Fase 6: Interpretación de análisis de laboratorio.- Consistió en la interpretación de los análisis de laboratorio con el objetivo de caracterizar las propiedades físicas y químicas de los suelos

identificados en las diferentes unidades geopedológicas. De manera que mediante un diagnóstico integral de los resultados analíticos registrados por el laboratorio de suelos, se transformaron los datos cuantitativos a términos de contenido o cualitativos. Las determinaciones analíticas interpretadas para la taxonomía fueron: textura, densidad aparente, potencial hidrógeno (pH), salinidad, toxicidad, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases y materia orgánica.

Fase 7: Elaboración de la cartografía definitiva de suelos.- Constituyó la sistematización de toda la información en un sistema de información geográfica estructurada de la siguiente manera:

Paisaje

Son áreas homogéneas por sus características físicas, bióticas y por su relación con procesos ecológicos; el criterio básico para su delimitación es el paisaje.

Formación geológica o superficial

Constituye el material parental del cual formó el suelo. Litología corresponde a la información referida al sustrato rocoso, mientras que las formaciones superficiales corresponden a depósitos sedimentarios cuaternarios recientes poco o nada consolidados.

Forma del relieve

Se refiere a las distintas formas que adopta la superficie de la corteza terrestre (morfología del terreno), y que depende de los procesos genéticos internos y externos que dieran lugar a su formación (origen) que para su caracterización utiliza parámetros morfométricos tales como pendiente, desnivel relativo, forma de la cima y vertiente.

Clave taxonómica

De universal aceptación y generada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), la clave es la combinación de letras generalmente mayúsculas y en número de cuatro, que por su distribución representan al orden, suborden, grupo y subgrupo de suelos.

Subgrupo (Suelos)

Es el cuarto nivel de clasificación de suelos, según la *Soil Taxonomy* (Soil Survey Staff, 2006) y en su nombre abarca: el gran grupo, suborden y orden; en sí constituye el concepto central del gran grupo ó transiciones a otras grandes grupos o subórdenes.

Características

Describe catorce propiedades intrínsecas⁶ que presenta el tipo suelo con el cual se caracterizó la unidad geomorfológica.

2. Diseño del SIG para la gestión, administración y control de información geopedológica digital

Un sistema de información de suelos (SIS) constituye un caso particular de un SIG. Un SIS consiste en una estructura informática cuya finalidad es recopilar, almacenar, analizar y gestionar la información espacial de suelos, obtenida en un inventario y compilada en una base de datos georeferenciada, para poder atender con soporte institucional las demandas de las personas que utilizan información (Porta *et al.*, 2008)

Para atender las demandas de consulta y elaboración de información geopedológica se construyó un sistema para la administración, gestión y control de ésta, asociada a un sistema de información geográfica. Este sistema es un conjunto de aplicaciones informáticas y servicios que permiten un mejor control y validación de los productos generados. El sistema garantiza tanto la edición, el mantenimiento y la utilización de información, así como para:

⁶ Catorce propiedades intrínsecas: textura superficial, textura profunda, drenaje natural, profundidad efectiva, pedregosidad, toxicidad, potencial hidrógeno pH, salinidad, profundidad nivel freático, régimen de temperatura del suelo, régimen de humedad del suelo, materia orgánica, saturación de bases y fertilidad natural.

- Facilitar el registro de la información levantada en campo.
- Mantener un control de la información.
- Posibilitar el intercambio de información entre técnicos de diferentes disciplinas.
- Ayudar a la manipulación de información que manejan los técnicos en los diferentes procesos para la generación de productos.
- Optimizar el control de calidad de los productos generados.

La bases de datos y las tecnologías de la información y la comunicación han venido a resaltar la imperiosa necesidad de disponer de terminologías normalizadas, para hacer posible la compatibilidad entre bases de datos de suelos y facilitar así, la transferencia de conocimientos (Porta *et al.*, 2003). El primer paso fue estandarizar la información geopedológica tanto de las catorce propiedades intrínsecas de la cartografía definitiva de suelos como de la información de campo.

El sistema se basó en la generación de una base de datos y la construcción de aplicaciones específicas (Figura 2). La base de datos fue alimentada con información recolectada en campo, para lo cual fue necesario construir formularios con sus respectivos manuales con la finalidad de cuidar la integridad, la calidad y sobre todo controlar la trazabilidad⁷ del dato. La construcción de la aplicación se fundamentó en el levantamiento de procesos utilizados en cada actividad.

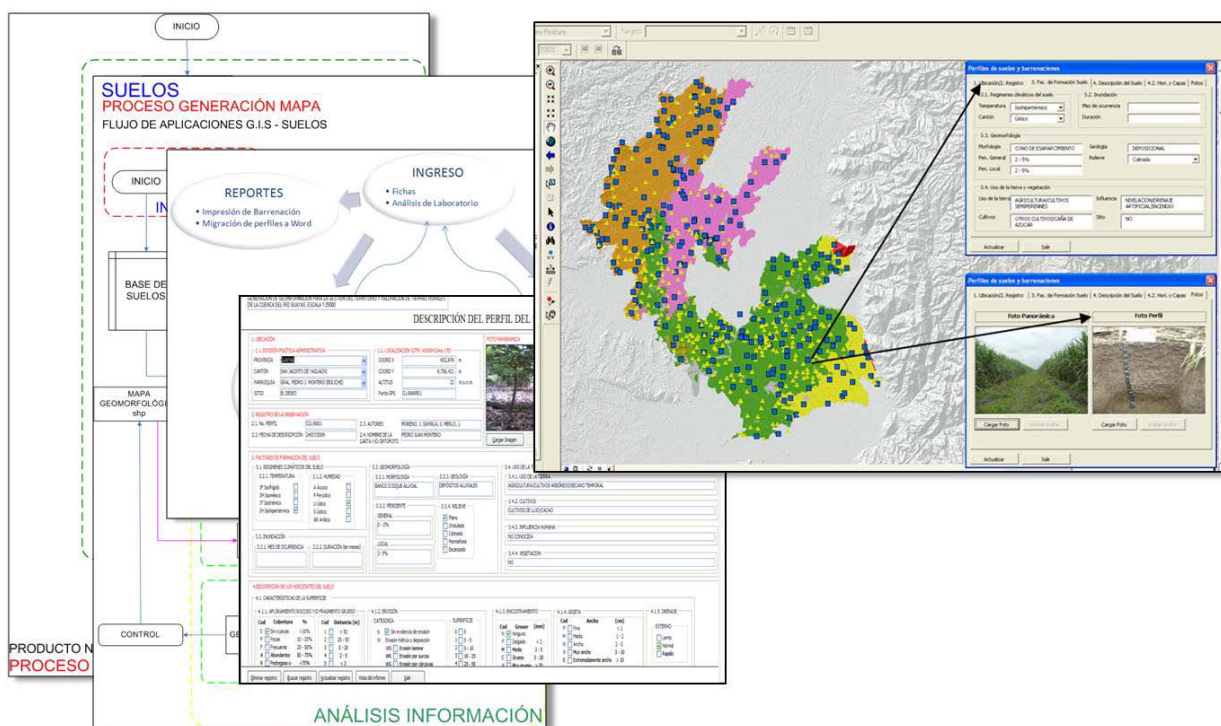


Figura 2. Levantamiento del proceso para obtención del SIG de información geopedológica.

En el diseño del sistema se acopló controles a los datos, distribuidos en dos niveles: el primero tiene como objetivo evitar errores de digitalización en el ingreso de los datos por parte del técnico y el segundo pretende evidenciar posibles errores conceptuales del levantamiento, malas interpretaciones de campo, contradicciones de datos de fichas y contradicciones con otras actividades.

⁷ Trazabilidad.- Término modificado, que explica el seguimiento y control de los datos edafológicos desde la toma hasta el usuario final.

RESULTADOS

El levantamiento geopedológico caracterizó catorce cantones⁸ de la CBRG (692 461 ha), estudiados en base a 273 perfiles en calicatas y 449 barrenaciones detalladas de comprobación. Los suelos identificados fueron clasificados a nivel de subgrupo de acuerdo a la *Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2006)*. Estos fueron agrupados cartográficamente en 91 consociaciones y 31 asociaciones; los mismos que se encuentran distribuidos geomorfológicamente en seis paisajes y estos a su vez en 45 formas del relieve.

En general los paisajes de la zona de estudio (**Figura 3**) se puede describir de la siguiente manera:

Llanura aluvial reciente representa el 42,1 % de la superficie levantada (SL). Los suelos que predominan son los clasificados taxonómicamente dentro del orden de los Inceptisoles que evidencia un incipiente desarrollo pedogenético, dando lugar a la formación de algunos horizontes alterados, entre los principales subgrupos se encuentran: Fluventic Eutrudepts, Vertic Eutrudepts, Fluventic Haplustepts, Vertic Dystrudepts entre otros. Morfológicamente se encuentran los niveles planos, ligeramente ondulados y ondulados con presencia de agua (relacionados con suelos poco evolucionados y Vertisoles); diques o bancos aluviales (suelos de textura variable incluidos en cada desborde de ríos, son principalmente Mollisoles y Entisoles); basines; cauces abandonados; meandros abandonados (suelos arcillosos saturados de agua la mayor parte del año); y cerros testigos.

Relieves estructurales y colinados terciarios representan el 25,7 % de la SL. En este paisaje los suelos que predominan son los clasificados taxonómicamente en el orden de los Alfisoles, entre los subgrupos principales descritos están: Vertic Paleustalfs, Vertic Hapludalfs, Typic Paleustalfs, Udertic Paleustalfs, Vertic Haplustalfs. Morfológicamente está representados por relieves ondulados a colinados altos (relacionados con suelos superficiales debido a la presencia de un horizonte duro por acumulación de arcilla, son francos a arcillosos y en las vertientes convexas presentan suelos con incipiente desarrollo); valles fluviales e indiferenciados (suelos de origen deposicional, generalmente Inceptisoles arcillosos o Entisoles en deposiciones recientes); terrazas indiferenciadas, medias y bajas (suelos de origen deposicional, incipiente desarrollo, arcillosos a francos); superficies, vertientes, cornisas, testigos de cornisa y encañonamientos de mesa (de origen estructural, principalmente se presentan Alfisoles); superficies, frentes y vertientes de cuesta; (de origen estructural, generalmente Alfisoles profundos); coluvio-aluviales antiguos y recientes (Inceptisoles franco arcillo-limoso, poco profundos); coluviones antiguos y recientes (suelos poco desarrollados); depresiones de decantación (Entisoles con rasgos de mal drenaje en algún horizonte); diques o bancos aluviales, encañonamientos (suelos de textura variable, sueltos); y meandros abandonados (Inceptisoles mal drenados).

Llanura aluvial antigua tiene 18,9 % de la SL. Los suelos predominantes son los Inceptisoles entre los principales subgrupos están: Vertic Haplustepts, Vertic Endoaquepts, Vertic Haplustepts, Fluventic Endoaquepts, entre otros. Morfológicamente existen superficies disectadas, poco disectadas, muy disectadas (Inceptisoles franco arcillosos y Alfisoles con poca profundidad efectiva debido a horizontes de acumulación); valles fluviales e indiferenciados (Entisoles e Inceptisoles mal drenados, pueden ser también vérticos); diques o bancos aluviales (suelos de textura variable); terrazas de diferentes niveles (generalmente vertisoles, se presentan también Inceptisoles y Entisoles con características vérticas); gargantas (Inceptisoles con características vérticas pueden ser mal drenados); depresiones de decantación, meandros abandonados (Entisoles mal drenados); y coluvio aluviales recientes (Inceptisoles con características vérticas).

Piedemonte andino representa el 9,0 % de la SL. En esta unidad ambiental predomina los Entisoles, los principales subgrupos son: Mollic Ustifluvents, Typic Ustipsamments, Aquic Udifluvents. Morfológicamente existen superficies de cono de esparcimiento (predominan los Inceptisoles con baja saturación de bases, pero existen también Entisoles y Mollisoles); superficies y/o abruptos de cono de

⁸ Cantón: segunda categoría de la división político-administrativa del Ecuador (provincia, cantón y parroquia).

deyección recientes y antiguos (predominan los Alfisoles con presencia de cantos rodados en algún horizonte); terrazas de diferentes niveles (Entisoles generalmente con sucesiones de depósitos aluviales); cauces abandonados (suelos arenosos con capa freática superficial); y testigos de cono de deyección (suelos arenosos secos la mayor parte del año).

Cordillera Chongón Colonche corresponde al 0,8 % de la SL. Existen relieves ondulados a colinados altos; coluviones antiguos y recientes; y cerros testigos. Los suelos presentes en esta unidad son los Alfisoles (subgrupo Lithic Haplustalfs) y Entisoles (subgrupo Lithic Ustorthents).

Vertientes externas de la cordillera occidental representa una pequeña porción correspondiente al 0,6 %, está compuesta por relieves montañosos. Presentan los suelos Inceptic Hapludalfs, Esquelética-Arcillosa y Oxic Dystrudepts.

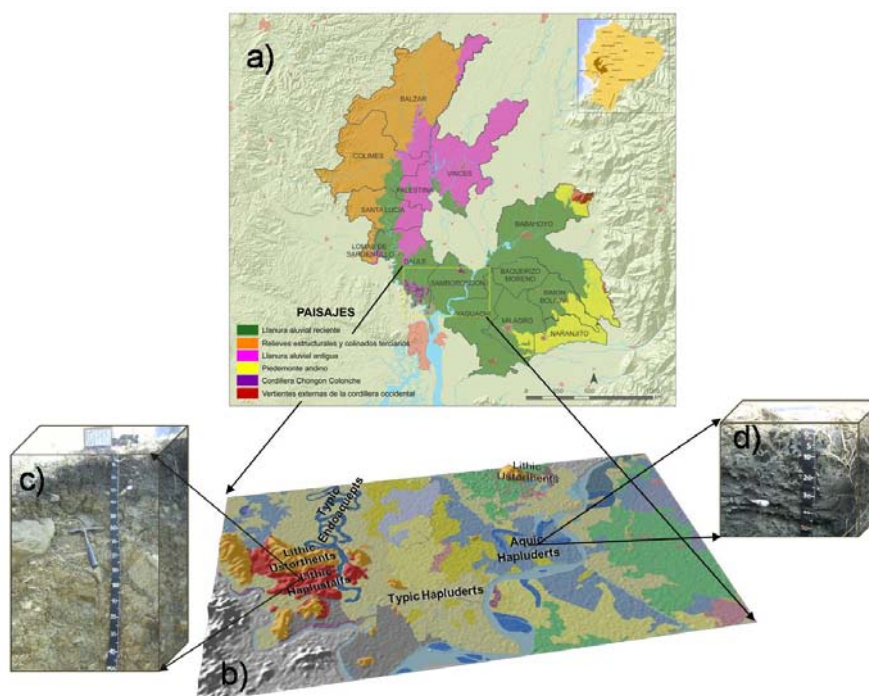


Figura 3. a) Paisajes de la zona de estudio. b) Ejemplo de distribución de subgrupos de suelo de acuerdo al sistema suelo-paisaje, muestra los Lithic Ustorthents sobre relieves colinados altos; Lithic Haplustalfs en relieves colinados bajos; en la llanura aluvial plana se encuentran los Typic Hapluderts y Aquic Hapluderts; y, sobre los basines Typic Endoaquepts. c) Perfil de un suelo Lithic Haplustalfs que muestra un contacto lítico. d) Perfil de un suelo Aquic Hapluderts de textura arcillosa con condiciones áquicas.

En los mapas de salida por cantones se puede observar el detalle de la información geopedológica (Tabla 1 y Figura 4); el SIG almacena la información de campo normalizada y estandarizada.

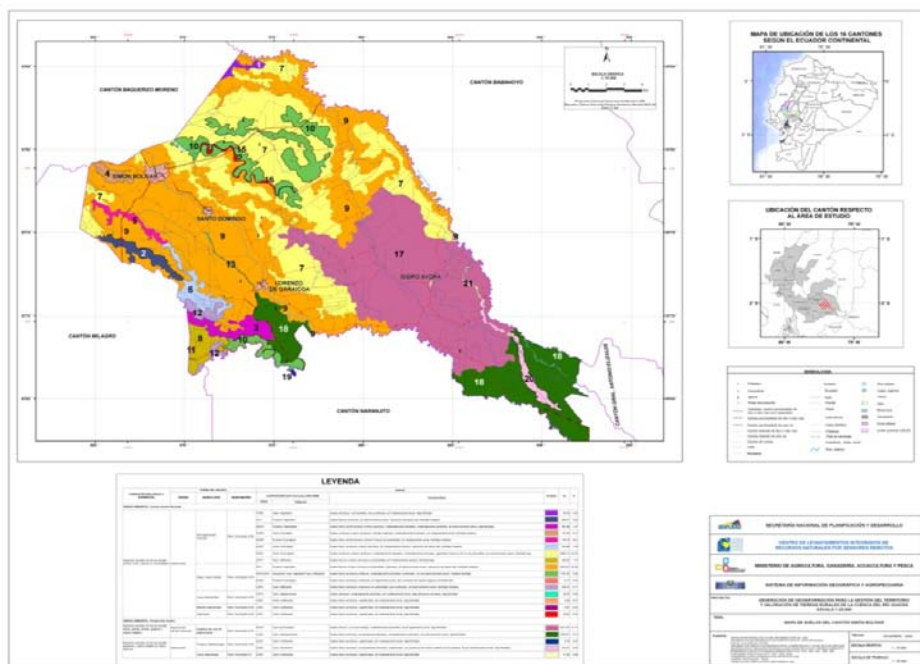


Figura 4. Mapa de geopedológico del cantón Simón Bolívar-Guayas-Ecuador. 2009. Reducción de tamaño A2.

Tabla 1. Leyenda de suelos del cantón Simón Bolívar-CBRG-Ecuador. 2009.

FORMACIÓN GEOLÓGICA O SUPERFICIAL	FORMAS DEL RELIEVE			SUELOS Taxonomía (Nivel Subgrupo)
	Origen	Morfología	Morfometría	
Paisaje: Llanura aluvial reciente				
Depósitos aluviales de textura variable	Deposicional	Nivel ligeramente ondulado	Pend. Dominante 2-5 %	Aquic Hapluderts
				Fluventic Eutrudepts
		Dique o banco aluvial	Pend. Dominante 0-2 %	Fluventic Hapludolls
				Fluventic Haplustepts
Cauce abandonado	Pend. Dominante 0-2 %	Humic Eutrudepts		
		Typic Udifluvents		
Meandro abandonado	Pend. Dominante 0-2 %	Vertic Dystrudepts		
		Vertic Eutrudepts		
Paisaje: Valles y Terrazas aluviales				
Depósitos aluviales de textura variable	Deposicional	Valle fluvial	Pend. Dominante 0-2%	Vertic Ustifluvents
		Terrazas indiferenciadas	Pend. Dominante 2-5%	Typic Ustorthents
				Vertic Ustifluvents
Paisaje: Conos de esparcimiento y deyección				
Depósitos aluviales de textura variable	Deposicional	Superficie de cono de esparcimiento	Pend. Dominante 2-5%	Typic Dystrustepts
				Typic Ustipsamments

Fuente: CLIRSEN. 2010.

DISCUSION

El levantamiento geopedológico, aplicando el enfoque sistémico y apoyado en la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica, permitió definir la distribución y caracterización de los suelos en la CBRG, cumpliendo los estándares para cartografía a escala 1: 25 000, utilizando el perfil de suelo como base del análisis edafológico, mediante el método de muestreo de mapeo libre y/o el de transectos, y el uso intensivo de la fotointerpretación para identificar las unidades geomorfológicas, debido a la alta correlación entre geomorfología-suelo.

El SIG de información geopedológica permitió gestionar y administrar el flujo de información, así como, controlar la calidad de los productos generados.

BIBLIOGRAFIA

CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos); PRONAREG (Programa Nacional de Regularización); INERHI (Instituto Nacional Ecuatoriano de Recursos Hídricos); DINAC (Dirección Nacional de Avalúos y Catastros); SECS (Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo); Universidad Central del Ecuador. 1990. Manual para estudios de suelos. Quito, EC. p. 36-44.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Guía para la descripción de suelos. Trad. R. Vargas. 1 ed. Roma. 99 p.

Gerrard, J. 1995. Soil Geomorphology: an integration of pedology and geomorphology. London, UK, Chapman & Hall. p. 2

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) 2005. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. Bogota D.C., CO, p. 2

Mejía, L. 2009. Manual para el levantamiento de suelos de la cuenca del río Guayas: enfoque fisiográfico. Quito, EC. p. 5

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador) e (INEC) Instituto Nacional de Estadística y Censos. 2001. Proyecto de Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Internet:
<http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/Varios/guayas.htm>

Monger, H. y B. Bestelmeyer. 2005. The soil-geomorphic template and biotic chance in arid and semi-arid ecosystems. Journal of Arid Environments. p. 209

Porta, J., y M. López-Acevedo. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3 ed. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa. p. 500, 530, 618.

_____; Acevedo, M. 2005. Agenda de campo de suelos. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. p. 21.

_____; López-Acevedo, M. y Poch, R. 2008. Introducción a la edafología: uso y protección del suelo. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. p. 357, 359.

Rossiter, D. 1999. Notas de conferencia: bases de datos geográficos de suelos y el uso de programas para su construcción. Trad. R. Vargas 1 ed. en español 2006. ITC (International Institute for Geo-information Science & Earth Sciences), Universidad Mayor de San Simón–Centro Clas. s.p.

- _____. 2000. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo: texto base. Trad. R. Vargas 2004. ITC, Soil Science Division. s.p.
- SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). 2009. Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013. p. 105, 126, 217.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S. Department of Agriculture Handbook. Chapter 4.
- _____. 2006. Claves para la taxonomía de suelos. Trad. S. Ortiz y Ma. del C. Gutiérrez. 1 ed. en español. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de Recursos Naturales. p. 26-28.