

**INFORME PERÍODO JULIO 2018-2019
A LA CONTRALORÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA
ESTABLECIMIENTO Y AVANCE DE LOS TRABAJOS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DEL MAPA DE SUELOS Y CAPACIDAD DE USO DE LAS
TIERRAS DE COSTA RICA-ESCALA 1:50.000
CANTONES COSTEROS
27 DE AGOSTO DE 2019**

Asunto: Atención a INFORME Nro. DFOE-AE-IF-12-2014 del 19 de noviembre, 2014

**DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE MAPEO DE SUELOS Y CAPACIDAD DE
USO DE LAS TIERRAS**

El Ordenamiento Territorial para Costa Rica, se ha convertido en un verdadero reto, en cuyo emprendimiento, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) representado por el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), juegan un papel preponderante, sobre todo en su papel de Rector del Uso, Manejo y Conservación de los Suelos del país, como un patrimonio para la Agricultura Nacional y la Seguridad Alimentaria de la población. Así, la Contraloría General de la República (CGR) resume en la figura anterior, la ruta hacia el Ordenamiento Territorial desde los Planes Reguladores de las Municipalidades de los cantones costeros.

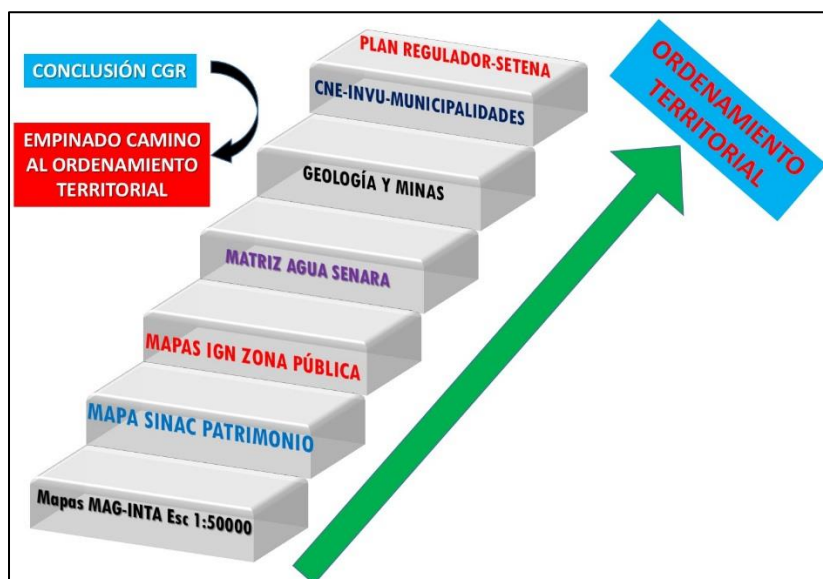
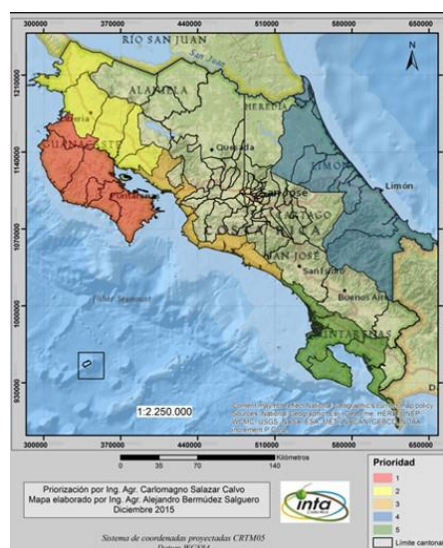


Figura 1. Esquema de la dificultad detectada por la CGR que presenta el Ordenamiento Territorial para Costa Rica

Así las cosas el MAG-INTA se abocó desde 2015 a cumplir con una cantidad importante de etapas previas e indispensables para poder cumplir con el mandato del ente contralor, en donde la inopia de personal profesional y técnico idóneo, obligó al MAG a obtener el aval de la STAP y de la Asamblea Legislativa de la República para reforzar la planilla del INTA en esta materia, en virtud a que el mandato de la Contraloría incluyó la elaboración de los Mapas de Suelos y Capacidad de uso de las Tierras, de los cantones costeros del país, a una escala 1:50.000 y para cerca de 26.000 Km², lo que se logró con el ingreso de los nuevos funcionarios, dentro de la Subpartida presupuestaria de Servicios Especiales y durante el lapso en que se requiera, para cubrir la meta propuesta. Posterior a esta fase inicial, el proyecto inició en el mes de Octubre de 2017, con una pausa que se extendió desde el 1 de febrero de 2018 hasta el 1 de agosto de 2018, que se reinició.

Vale la pena destacar a la Contraloría, que el suelo es un recurso natural importantísimo, para la regulación de un sinnúmero de funciones ecosistémicas que este cumple, especialmente en su protagonismo dentro del Ciclo Hidrológico, que cuenta con dos fases, una Atmosférica y otra Terrestre, en la cual, la Relación Suelo-Agua-Vegetación, regula la cantidad y calidad del agua que se puede aprovechar por la Sociedad en general y en la dotación de alimento, aceites, textiles, madera y otros productos fundamentales para la vida diaria.

A partir de estos razonamientos, se debe recalcar que la construcción de mapas digitales de capacidad de uso de las tierras, se realiza sobre la base cartográfica de suelos generada en la priorización ya realizada, y que permitirá a los gobiernos locales la elaboración de los Planes Reguladores Cantonales (Zona Marítima y totalidad del territorio cantonal posterior a los cantones costeros), de acuerdo a las Metodologías ya definidas en la legislación vigente, y en la cual el MAG-INTA juega un papel protagónico, según lo estipulado en el Artículo 6 incisos a), b) y c) de la ley N°7779 de Uso, Manejo y Conservación de Suelos y el Artículo 20 de la Ley N°8149 de Creación del INTA.

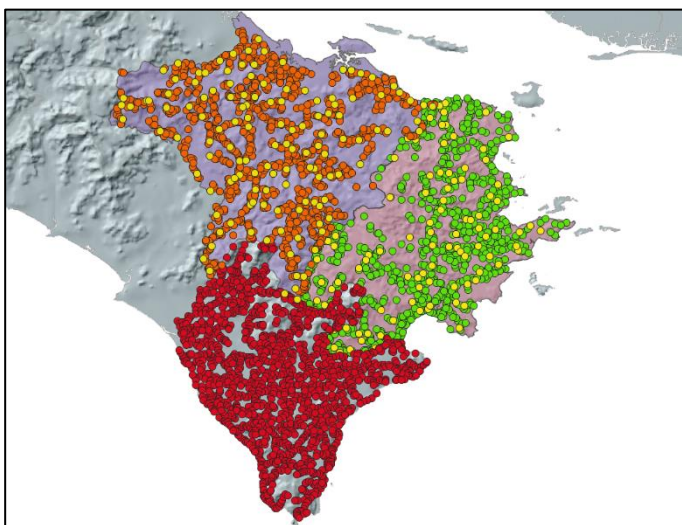


PROCESO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO PARA EL MAPEO DE SUELOS COSTEROS COSTA RICA-SECCIÓN PENÍNSULA DE NICOYA (PCS)

Para este Ministerio es muy importante recalcarle a la Contraloría que la planificación del mapeo de suelos responde a las siguientes fases consecutivas:

1. Superposición y álgebra de mapas de Geología-Geomorfología-Vegetación-Clima-Curvas de Nivel en función del tiempo para definir las áreas de mapeo.
2. Definición de Mapa de Trabajo y de los puntos de muestreo para cada cantón, con una densidad de 5 observaciones simples por kilómetro cuadrado, con un 10% de detalladas hasta 50 cm de profundidad, como se puede ver en la imagen inserta en el texto:

3. Con base en la planificación ajustada en la oficina, utilizando software especializado de Sistema de Información Geográfica (SIG) con que cuenta el INTA, se organizaron las visitas al terreno, para lo cual se utiliza el personal nuevo aportado, los 15 vehículos adquiridos por el INTA y los equipos de investigación edafológica de campo, de manera que todos los datos levantados directamente y georeferenciados, se registran por cada profesional encargado, en la base de datos que se administra en el Departamento de Servicios Técnicos del INTA, la cual cuenta a la fecha, con alrededor de 1.009.008 datos. En el mapa inserto se pueden visualizar los puntos de muestreo sobre el mapa



de la Península de Nicoya (Paquera-Lepanto-Cóbano-Nandayure para un total de 106.796 ha. (, se detalla a la STAP el avance del Proyecto.

4. Es muy importante destacar, que, por problemas de liquidez presupuestaria, el Proyecto tuvo que detenerse a partir del 2 de marzo de 2018, y se reinició el 30 de julio de ese año.

Una vez completadas todas las observaciones planificadas para cada cantón/distrito, y a partir de aplicaciones estadísticas, se definen los perfiles modales de suelos (calicatas), que corresponden al momento culminante de la investigación, consistente en la apertura, descripción morfológica-química-física y cierre, de los Perfiles citados, que para el caso del distrito de Paquera ya fueron concluidos en un total de 41 y cuyo proceso se describe en el mapa (de la Figura 5).

Es muy importante destacar a la STAP que las 41 observaciones detalladas en calicata, fueron realizadas de forma manual, lo que hace que el proceso sea menos eficiente y más lento.

Observación simple para la descripción de suelos
Código INPEZ Versión: 02 (1/2014) Página 1 de 1

Cambio de uso: _____ Explicación de áreas: _____ INDEP: _____ Día: _____

Mostrador: 5459 Fecha: 24/09/2018 Proyecto: PCS ID cateto: 1585L
 Clasificación taxonómica: Alfisol Nivel freático (cm): 72
 Uso actual: Cultivos Nivel freático (m): 2.15
 Coordenadas geográficas: Latitud: 10°16'22" Longitud: -83°23'02" Altitud (m): 245

Valor o Atributo	Categoría	Clase	Valor o Atributo	Categoría	Clase
a1. Perfiles: %	20/2	100/100	a6. Salinidad	VI	—
a2. Erosión superficial	—	—	a7. Drenaje	—	—
a3. Profundidad efectiva	3/3 m	10/10	a8. Tiempo de inundación	—	—
a4. Textura (0-20 cm)	2/2	10/10	a9. Zona de vida	—	—
a5. Textura (20-60 cm)	2/2	10/10	a10. Período seco	—	—
a11. Permeabilidad	—	—	a11. c3. Neblina	—	—
a12. Fertilidad aparente	—	—	a12. c4. Viento	—	—
a13. Toxicidad de Cu	—	—	a13. Contacto:	—	—

Unidad de manejo: V1e125i23r4d1C2

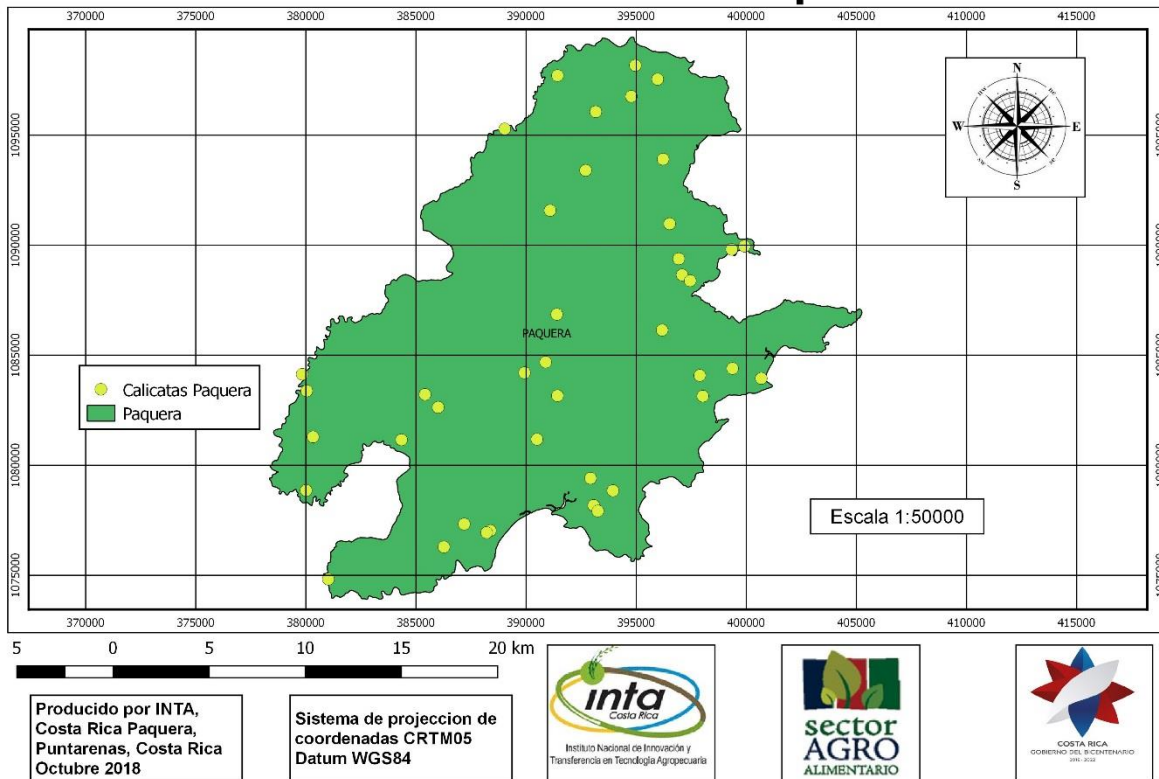
Hor.	Prof. cm	Humedo	Color	Seco	Textura	Observaciones
Ap	0-21	10YR 3/2	10YR 3/2	10YR 3/2	Fa	—
Ab	21-40	10YR 2/1	10YR 3/1	10YR 3/1	Aa	—
Bt	40-57	10YR 3/3	10YR 5/3	10YR 5/3	Aa	—
Bc	57-79	10YR 3/4	10YR 5/3	10YR 5/3	Fa	—
C	79-92	10YR 7/6	10YR 7/4	10YR 7/4	qF	—
Cu	92-100	—	—	—	—	—

Observaciones: *Buena su penetración. Cambio al solo de acuerdo al paisaje.*

Profesional responsable: *Kevin Carrillo M* Firma: *[Firma]*
Jose Loraño V

Planilla de observación simple

Calicatas del Distrito de Paquera



De acuerdo a lo anterior, y sobre los datos recavados en terreno y en el Laboratorio de Suelos, se conforma la base de datos, y con el uso del Software R (libre sin costo) se elabora el mapa digital de suelos y capacidad de uso de las tierras de cada cantón/distrito costero, de manera que este trabajo se ha realizado por nuestros especialistas del INTA dirigidos por los Masters en Edafología Renato Jiménez Zúñiga y Carlomagno Salazar Calvo del Departamento de Servicios Técnicos del INTA, con el apoyo del Laboratorio de Suelos del INTA, del Laboratorio de Recursos Naturales del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y Sistema de Información Geográfico (SIG) con que se cuenta en ese Departamento, y el concurso de nuestro Geógrafo especialista en SIG, MSc. Edison Araya Morales.

Es relevante destacar a la Contraloría que el pésimo estado de los caminos internos de los distritos de Paquera, Lepanto, Cóbano y parte de Nandayure, han sido un verdadero “cuello de botella” para el avance del levantamiento de suelos, ya que en muchos de los sitios geográficos a los que se debe llegar, los vehículos 4x4 no pueden transitar, de manera que muchos de los puntos han sido accesados a pie o caballo, lo que irremediablemente ha retrasado el proceso.

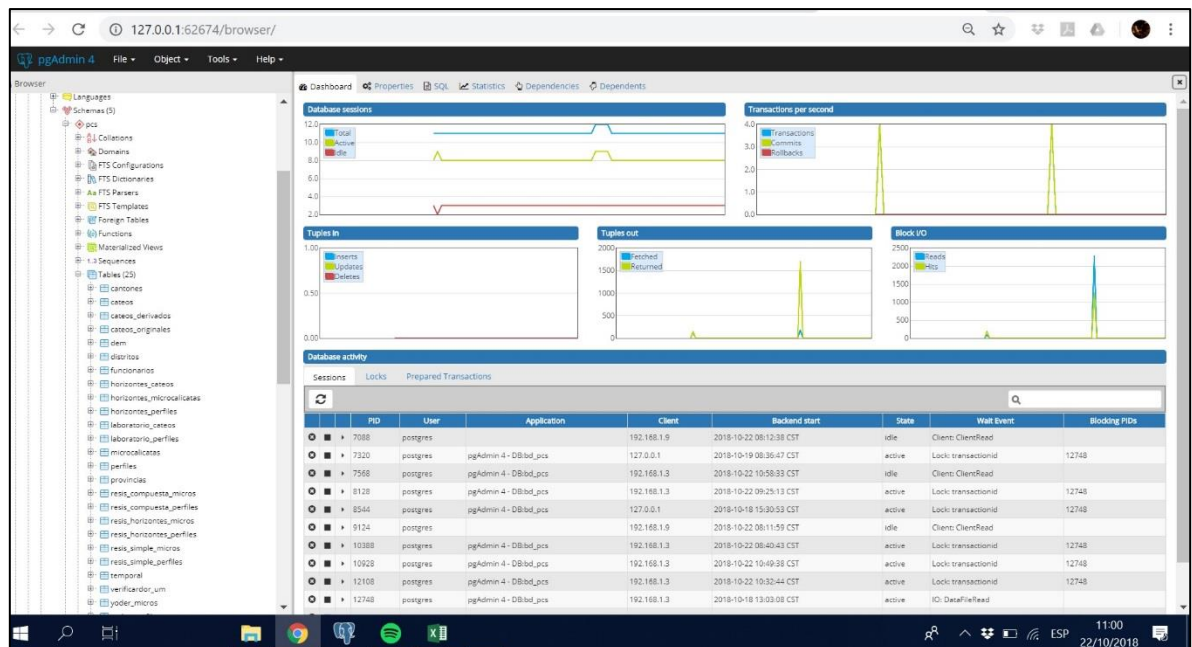


Es importante reiterar a la Contraloría, que para realizar este proyecto ordenado por el Ministro del MAG al INTA, de manera paralela fue necesario que 3 de los Licenciados Profesionales 1B del Servicio Civil (se detalla en la justificación) aportados por Servicios Especiales, vinieran a reforzar el trabajo que se viene realizando desde el año 2002, en la atención de unos 4000 servicios anuales para la revisión de Certificados de uso Conforme del Suelo (Artículo 27 ley N°7779 y Artículo 58 D.E.N°29375-MAG-MINAE-S-H-MOPT)

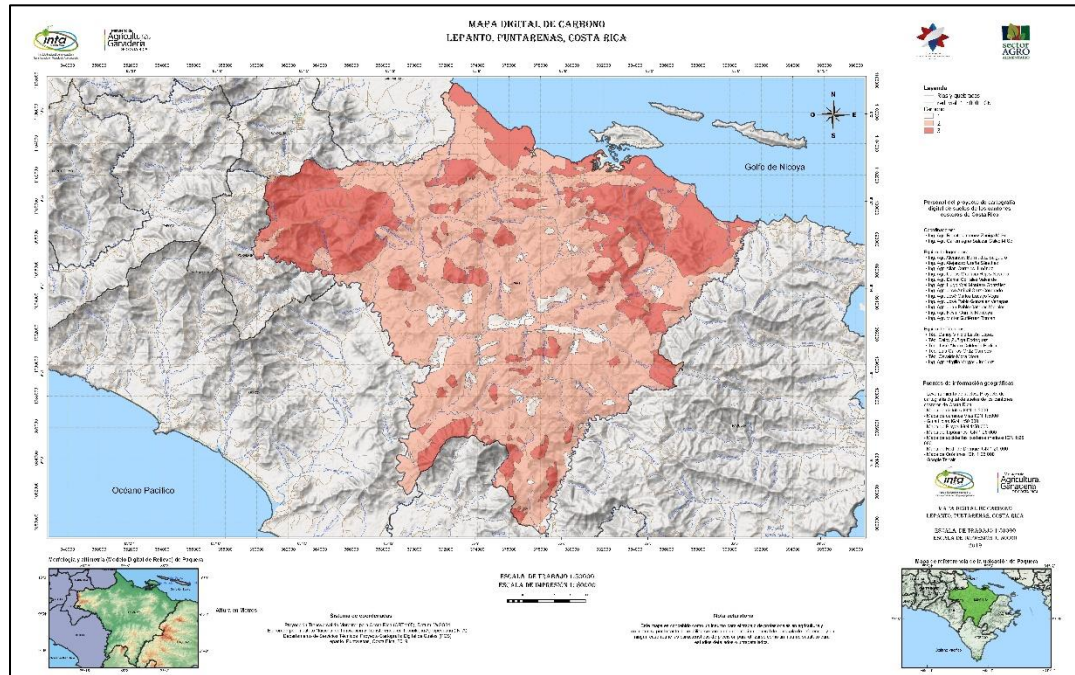
y otros tipos de Estudios de Suelo para cambio de uso del suelo agrícola a otros usos (tajos, minería, urbanismo y otros). Con el concurso de estos nuevos profesionales, el INTA pudo liberar a 2 de los expertos en Mapeo de suelos, para que atendieran todas las necesidades del PCS y se avanzara inmediatamente en la construcción de la Zonificación Agroecológica de los principales cultivos del país, que corresponderán a mapas que se desprenden de la línea de base del Mapeo de Suelos y que utilizará el Sector Agropecuario para su desarrollo, en los años venideros. Además, se debe destacar que un profesional más del PCS fue destacado en el Laboratorio de Suelos, dada la cantidad de muestras que debe tramitarse semanalmente, atendiendo todas las demandas del Laboratorio.

PRODUCTOS ALCANZADOS A LA FECHA

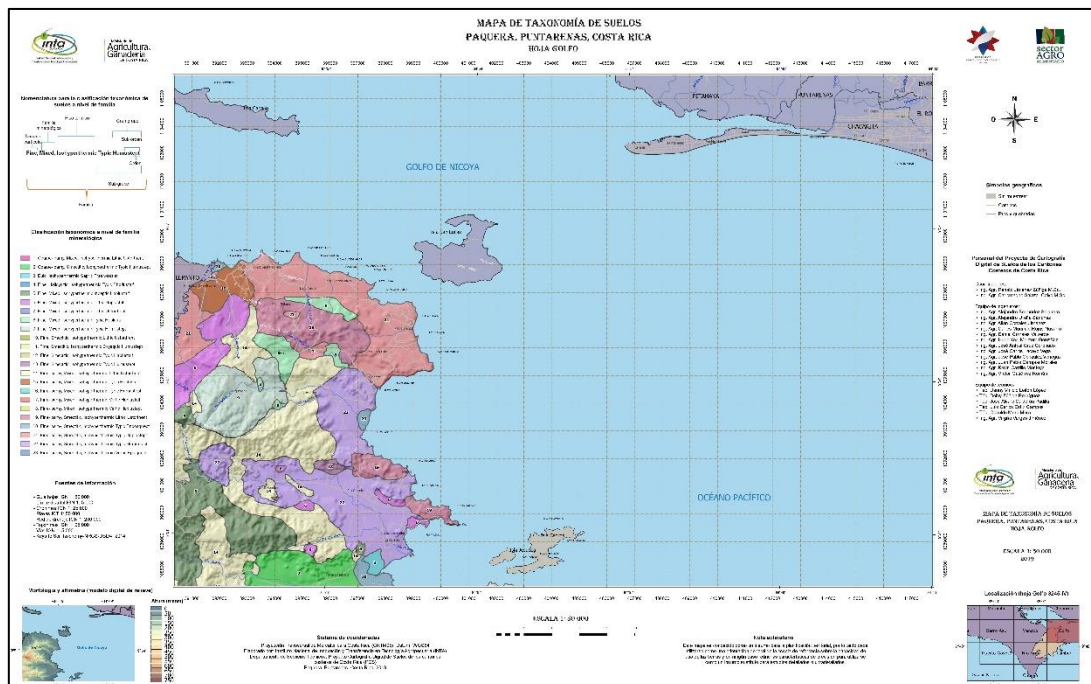
1. CONFORMACIÓN, ALIMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA BASE DE DATOS EN **POSTGRE SQL** (<https://www.postgresql.org/download/>) EN PLATAFORMA DE SOFTWARE LIBRE.



La Base de Datos que sustenta el PCS, se realiza utilizando el motor de software libre **PostgreSQL**, en donde los profesionales contratados para el Proyecto, registran personalmente todos los hallazgos edafológicos georeferenciados y levantados directamente en el terreno, y en el Laboratorio de Suelos; los cuales contemplan entre otras variables la profundidad de capas u horizontes, la nomenclatura morfológica, el color, la textura al tacto, la consistencia, la pendiente, la erosión sufrida, la pedregosidad, la fertilidad química, toxicidad de cobre, salinidad, drenaje interno y



Mapa 4. Carbono Orgánico %, escala 1:50.000, Lepanto

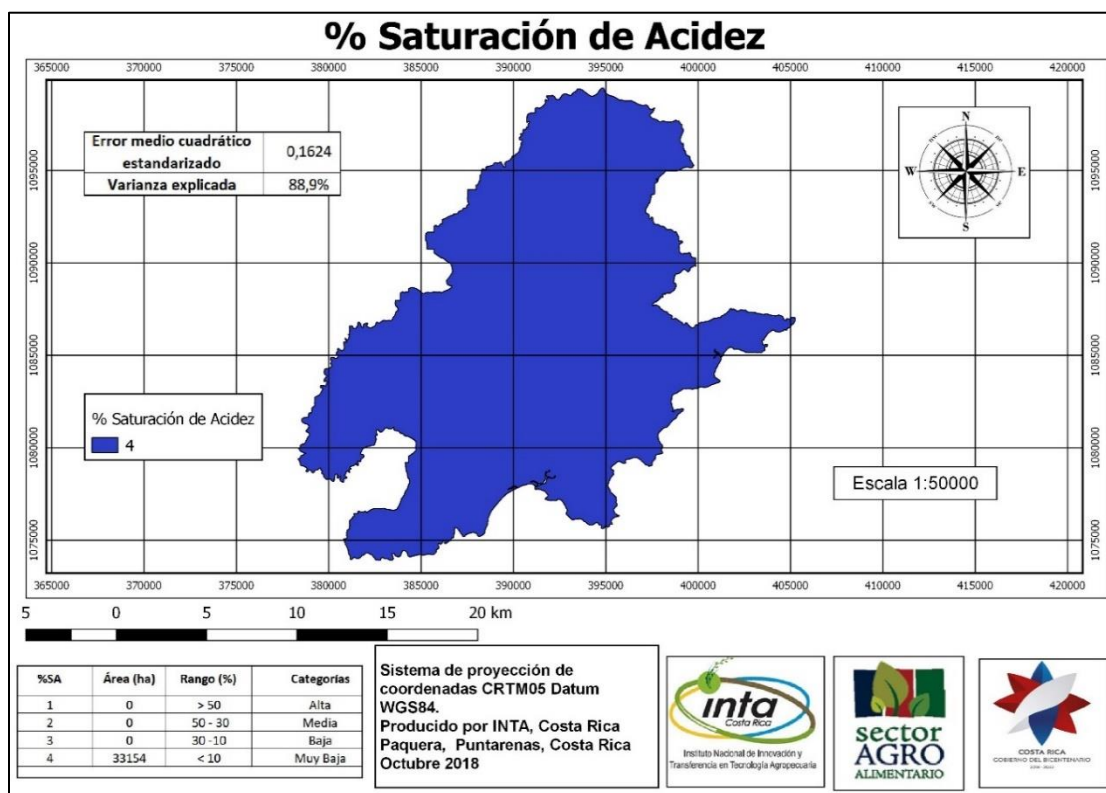


Mapa 5. Mapa Clases Taxonómicas de Suelos, escala 1:50.000, Hoja Golfo (IGN)

Los 5 primeros mapas que se han presentado en este Informe, presentan un carácter de casi definitivos o producto terminado, para el caso del distrito de Paquera, el cual

ya puede ser publicado en La Gaceta y el SNIT, a efecto que sea utilizado como base para la elaboración del Plan Regulador de ese distrito, en lo referente al IFA-Edafoaptitud.

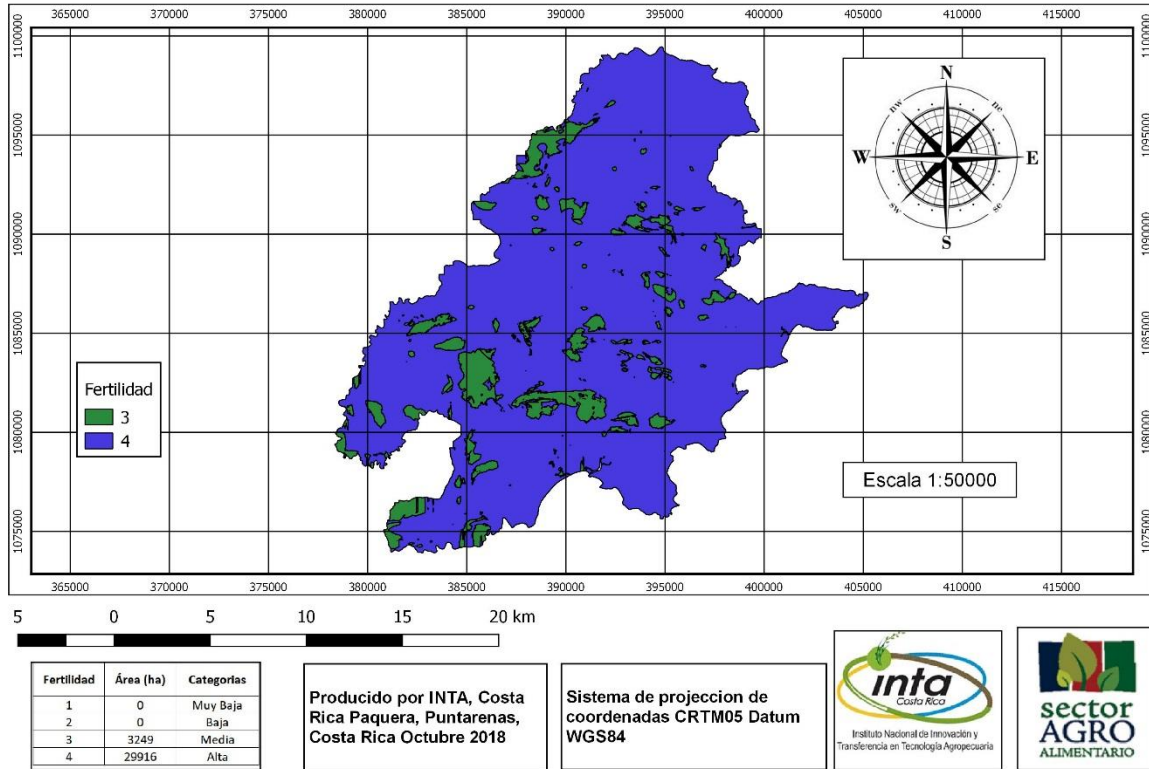
Además, a continuación, se detallan mapas digitales derivadas de la investigación que se realiza, y que ha dado origen a otras capas temáticas, utilizadas para la Determinación de la Capacidad de uso de las Tierras, de acuerdo a la Metodología oficial vigente, y que presentan gran importancia como insumos para la Zonificación Agroecológica de los cultivos del país y el manejo de tierras de la Península de Nicoya y la Región Chorotega, por parte de los productores agropecuarios de esta zona.



Este mapa es el producto de 1013 observaciones simples que generaron igual número de muestras tramitadas en el Laboratorio de Suelos del INTA. Es un producto preliminar y de gran valor para los agricultores y ganaderos de la zona y la misma Agencia de Extensión Agropecuaria del MAG y refleja el alto valor agronómico de las tierras de esta jurisdicción administrativa, al presentar muy bajos valores de Porcentaje de Saturación de Aluminio.

En este mapa (1013 observaciones simples) se demuestra que los suelos del distrito de Paquera, cantón de Puntarenas, presentan un alto valor agronómico para su utilización por el Sector Agropecuario, ya que en un 99% del área del mismo, el Aluminio intercambiable, que es un factor detrimental para la producción de la mayoría de los cultivos comerciales, prácticamente no existe.

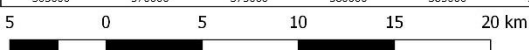
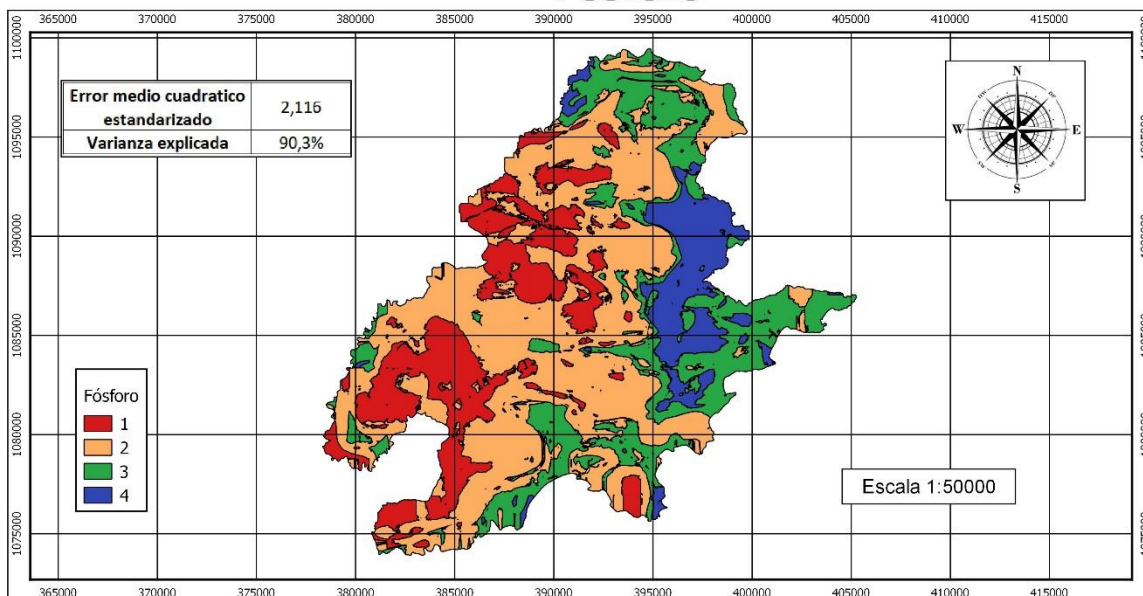
Fertilidad



El mapa de fertilidad actual de los suelos (1013 observaciones simples) de Paquera, que aquí se presenta, arrojó datos muy interesantes, en donde la fertilidad actual de estos suelos es alta y media por lo que representa una herramienta digital de gran valor para los grupos de productores y la Agencia del MAG, para la toma de decisiones en proyectos productivos.

A continuación, se presenta otro importante producto del mapeo de suelos realizado en Paquera, relacionado con los contenidos de fósforo disponible para los cultivos, con resultados de 5 categorías de muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo (4,3,2,1), con una Varianza explicada del 90.3%. Esta cartografía permite predicción sobre el comportamiento de algunos cultivos de gran respuesta a la fertilización fosfórica como arroz, melón, sandía, pastos y frutales.

Fósforo



Fósforo	Área (ha)	Rango (µg/ml)	Categorías
1	6729	≤4	Muy Baja
2	15771	<10	Baja
3	7431	11 - 40	Media
4	3257	>40	Alta

Producido por INTA,
Costa Rica Paquera,
Puntarenas, Costa Rica
Octubre 2018

Sistema de proyeccion de
coordenadas CRTM05
Datum WGS84



En ampliación a lo anterior, es muy importante destacar a la Contraloría, que los costos totales de este proyecto rondan los €3029 millones, lo que arroja un costo por kilómetro cuadrado de territorio, de €116500.00 (U.S.\$195/Km²), incluyendo los salarios y los gastos operativos como viáticos, combustibles, transportes fluviales y dentro del país, por mencionar los más utilizados. Estos costos en los que está incurriendo el país y el Estado costarricense, se compensarán con creces dada la calidad y cantidad de información cartográfica digital que dejará el Proyecto, una vez sean cubiertos todos los cantones costeros, y posterior a ellos, el resto del país, a saber, la Gran Área Metropolitana y la Región Huetar Norte. Además, es muy importante que la experiencia y el conocimiento generados con la construcción de estos mapas, quedará en poder del INTA, que es un valor agregado adicional.

CONCLUSIONES

1. Los obstáculos de legalidad que la Administración del MAG y del INTA han tenido que sortear desde 2016 hasta la fecha, en materia de autorizaciones legales, asignación de presupuestos extraordinarios para adquisición de vehículos, instrumentos para investigación y otros; así como el costo de la nueva planilla de 20 funcionarios (14 profesionales ingenieros agrónomos Licenciado Profesional 1B del Servicio Civil) y 6 asistentes técnicos de nivel medio, el MAG-INTA considera que el Proyecto PCS ya tiene una mecánica operacional activada, lo que nos permitirá ir cumpliendo las metas propuestas, para desarrollar y publicar en La Gaceta para 2020, los mapas de Lepanto, Cóbano, y Nandayure.
2. La necesidad imperiosa que tienen instituciones como el ICT, el INVU, el MINAE, MIVAH, IFAM, SENARA y los Gobiernos locales de los cantones costeros, para cumplir con el mandato de realizar los Planes Reguladores cantonales y urbanos, no le permite al Estado costarricense interrumpir el proceso que ya el MAG-INTA han iniciado con la operación del PCS, lo que sin duda otorgará mayor seguridad jurídica al Sector Privado nacional, en materia de cambios de uso del suelo agrícola a otros usos, como turismo, industria, urbanismo, por mencionar los más demandados.
3. Por otro lado, para el Sector Agropecuario nacional, la producción y publicación de los mapas digitales propuestos, representa un gran avance para contar con una herramienta científica y tecnológica poderosa, para el desarrollo de la llamada agricultura del siglo XXI, sustentada en bases de datos tecnológicas, para una mejor toma de decisión en materia de cambio de uso del suelo agrícola, crédito agrícola, seguros de cosecha/productos, zonificación agroecológica de los cultivos, definición geográfica de prioridades para la investigación agrícola y pecuaria, y el mejoramiento de la asistencia técnica que el sistema nacional de Extensión Agrícola debe otorgar a los pequeños y medianos productores de los cantones estudiados. Mención especial, merece que estos mapas digitales a publicar, han sido construidos a partir de modelos estadísticos geoespaciales, lo que permite contar con un % de Varianza explicada de

los datos, lo que da mayor rigor científico y seguridad para la toma de decisiones posteriores, por parte del Estado.

4. El desarrollo de nuevos conocimientos en mapeo digital de suelos y capacidad de uso de las tierras, para los funcionarios institucionales involucrados en la construcción de esta cartografía nacional, permitirá avanzar hacia nuevos campos del saber agronómico, como la Zonificación Agroecológica de los cultivos, agricultura de precisión en programas de fertilización, manejo de arvenses (antes malezas), Fitopatología en general, Fitomejoramiento, Fisiología Vegetal, Adaptación al cambio climático y otras ramas de la Agronomía.
5. Finalmente, otras instituciones del Estado, específicamente la Comisión de Gestión de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) , podrán aprovecharse de manera práctica, en materia de planificación de acciones ante eventos Hidrometeorológicos cada vez más recurrentes y de gran impacto (tormentas tropicales) por las pérdidas que generan a los sectores Privado y de infraestructura pública, en coordinación con los gobiernos locales, para una mejor intervención hidrológica de caminos y red de drenaje natural, al contar con cartografía 1:50.000 de capas temáticas como clases texturales de suelos, pendientes, erosión sufrida, porosidad de los suelos, drenaje (interno y externo) y riesgo de inundación, que estará a disposición como productos del PCS.