Colaboradores:
Evelyn Rodríguez, Junior Ramos, Gustavo Segura, Enid Gamboa
Personal de apoyo DGM: José Pablo Castro, Mauricio Nuñez,
Claudio Campos, Yosser Ramírez.

Dirección de Geología y Minas
Apdo. 10104 San José
Costa Rica

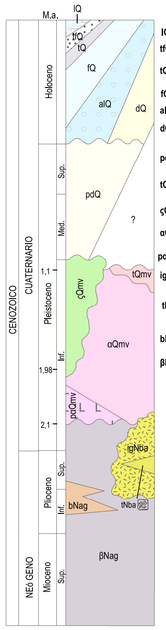
Mapa Geológico de la Hoja Tilarán (3247-III)

1:50 000, República de Costa Rica

P. Durán, L. D. Jara, A.S. Huapaya, M. Rojas & G. Peraldo

Escuela Centroamericana de Geología,
Universidad de Costa Rica,
San José.

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA



- **IQ** U. Lacustre Lago Arenal
- **tfQ** U. Tefras Volcán Arenal
- **tQ** U. Tobas, lapilli y lapillita Volcán Arenal
- **fQ** Depósitos fluviales
- **alQ** Depósitos aluviales
- **dQ** Depósito de deslizamiento
- **pdQ** Depósito de paleodeslizamiento
- **tQ_{mv}** U. Toba Formación Monteverde
- **$çQ_{mv}$** Dacita
- **$αQ_{mv}$** Andesitas de Formación Monteverde
- **poQ_{mv}** Andesitas con xenolitos
- **$ignN_{ba}$** U. Toba Cañas
- **tN_{ba}** Tobas con plantas fósiles (Fm. Bagaces)
- **bN_{ag}** Brechas tipo La Unión
- **$βN_{ag}$** Andesitas del Grupo Aguacate

LEYENDA

CENOZOICO

CUATERNARIO

Holoceno

- IQ — Depósito antropogénico (Unidad lacustre Lago Arenal)
- tfQ — Depósito de tefras (Unidad Tefras Volcán Arenal)
- tQ — Toba y lapilita (Unidad Toba, lapilli y lapillita Volcán Arenal)
- fQ — Depósitos fluviales, arenas, gravas y bloques
- alQ — Depósitos aluviales, arenas, gravas y bloques.
- dQ — Depósito de deslizamiento activo

Pleistoceno Medio - Pleistoceno Superior

- pdQ — Depósito de deslizamiento inactivo

Formación Monteverde

Pleistoceno Inferior - Pleistoceno Medio

Cuerpo hipoabisal

- çQmv — Dacita

Pleistoceno Inferior

- tQmv — Toba
- αQmv — Andesita, andesita basáltica y lahares subordinados
- poQmv — Andesitas con xenolitos

NEÓGENO - CUATERNARIO

Plioceno Inferior - Pleistoceno Inferior

Formación Bagaces

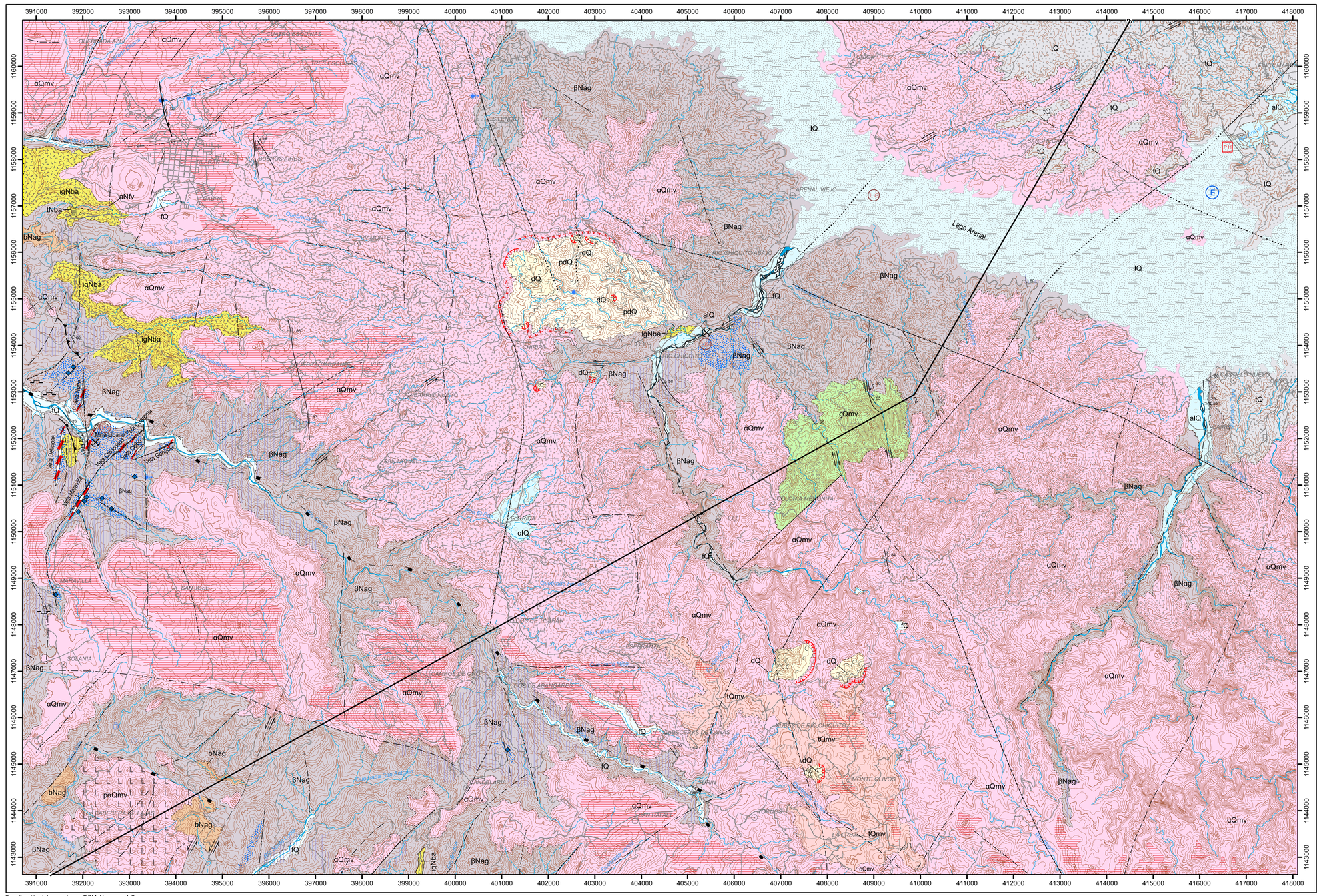
- ignNba — Ignimbrita (Unidad Toba Cañas)
- tNba — Tobas con hallazgos de plantas fósiles

NEÓGENO

Mioceno - Plioceno

Grupo Aguacate

- bNag — Brechas tipo La Unión
- βNag — Andesitas y andesitas basálticas

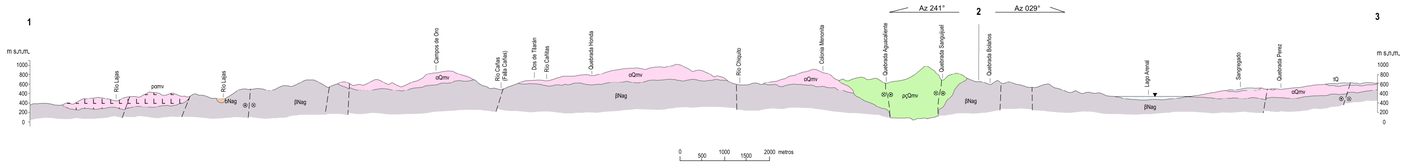


Coordinación del proyecto por DGM: Huapaya, A.S.
Coordinación del proyecto por ECG (2015): Durán, P.
Redacción y manuscrito del mapa: Jara, D. & Durán, P.
Procesamiento de datos en GIS: Jara, D., Durán, P. y Castro, J.
Aprobado por: Boschini, I.

0 1.000 2.000 3.000 4.000 5.000 metros

Escala 1:50.000

Modelo geodésico: Elipsoide WGS84
Proyección CRTM05



SIMBOLOGÍA

- Poblados
- Ciudades principales
- Carretera secundaria
- Curva de nivel principal
- Curva de nivel secundaria
- Red hidrográfica
- 1 2 Línea de perfil geológico
- Cantera activa
- Cantera abandonada
- Mina abandonada
- Vetas auríferas
- Presencia de vetillas de cuarzo
- Naciente
- Pozo
- Reptación
- Vector de dirección de deslizamiento
- Hojas fósiles
- P H Proyecto hidroeléctrico
- L IG Lugar de interés geológico
- E Embalse
- Corona de deslizamiento
- Corona inferida de deslizamiento antiguo
- Alteración hidrotermal
- Alteración hidrotermal aurífera con vetas de cuarzo
- Laterización
- Buzamiento
- Contacto geológico definido
- Contacto geológico inferido
- Lineamiento
- Falla inferida
- Falla cubierta
- Falla probada
- Falla de rumbo comprobada
- Falla normal comprobada
- Falla normal inferida
- Falla inversa con ubicación inferida
- Falla de rumbo sinestral inferida
- Falla de rumbo dextral inferida

REPÚBLICA DE COSTA RICA

MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGÍA

Dirección de Geología y Minas

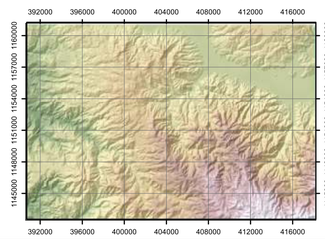
MAPA GEOLóGICO HOJA TILARÁN (3247 - III)

Escala 1:50000

Por:
Patrick Durán L., David Jara D., Ana Sofía Huapaya R.P., Martin Rojas B. & Giovanni Peraldo H.

ISBN: 978-9977-50-162-8

2022



Información temática: Dirección de Geología y Minas del Ministerio de Ambiente y Energía, 2022.
Información Topográfica: IGN, Hoja Tilarán (3247-III); 1:50 000.

Publicado por: Dirección de Geología y Minas, 2022
Primera Edición, ISBN

Programa Presupuestario 898
del Gobierno de la República.

Este mapa fue elaborado de acuerdo a los lineamientos y estándares del Mapa Geológico de Costa Rica escala 1:50 000 decreto ejecutivo 40079-MINAE del 4 de octubre del 2016.

Este es un mapa geológico base de referencia, generalizado; cuando se requiera de información geológica detallada para un análisis particular o para la realizacion de obras civiles específicas, deben realizarse estudios geológicos y geotécnicos de detalle.

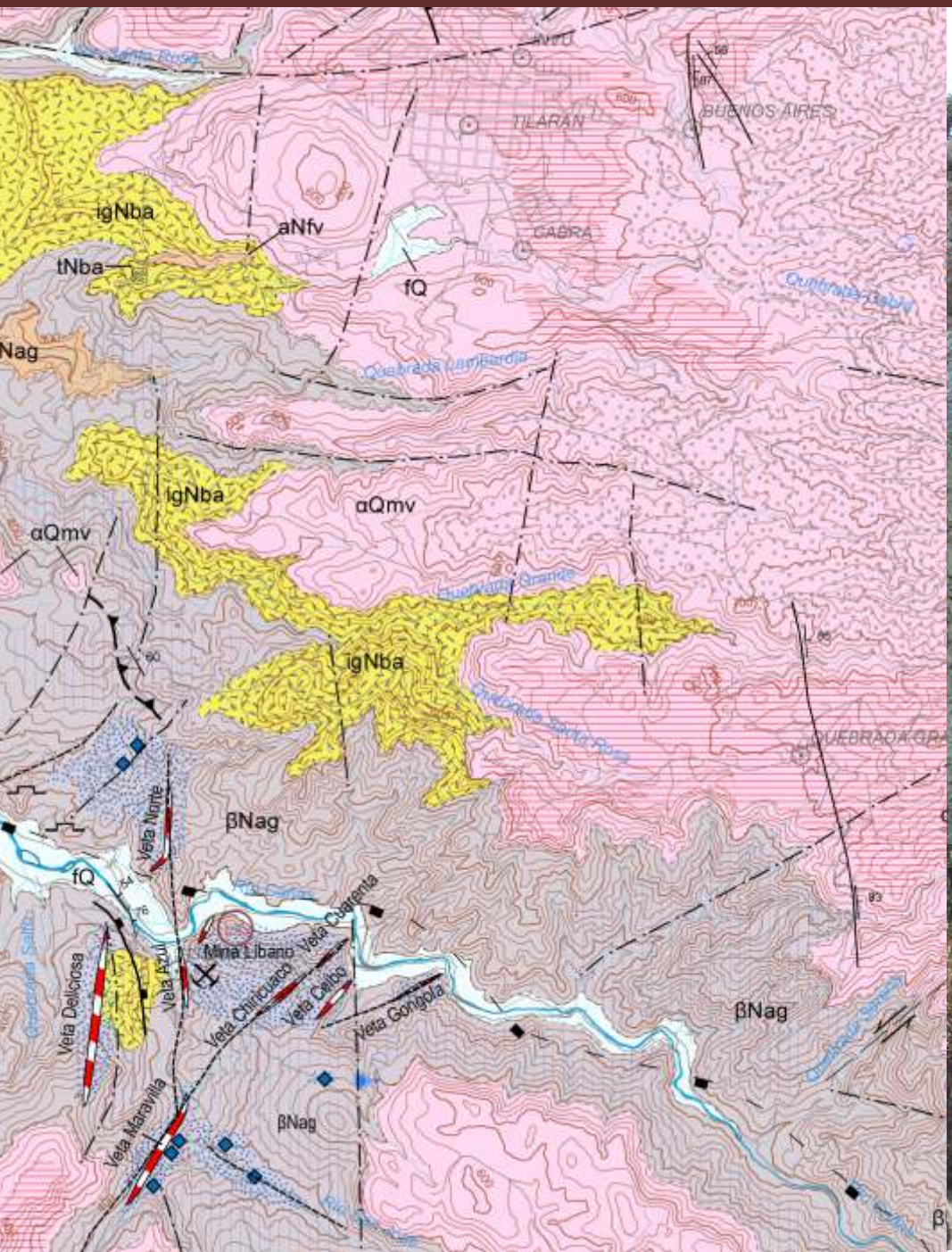
Citación del mapa:
Durán, P., Jara, D., Huapaya, A.S., Rojas, M. & Peraldo, G., 2022: Mapa Geológico de la Hoja Tilarán (3247-III) - Escala 1:50 000. Dirección de Geología y Minas (MINAE), San José, Costa Rica.

Ministerio Nacional de Ambiente y Energía
(MINAE)
Apartado 10104-1000 San José
Costa Rica

Principales fuentes de información geológica:
Alvarado & Denyer (2019); Alvarado & Gans (2012); Denyer & Alvarado (2007); Denyer, P., Montero, W. & Alvarado, G.E. (2003);
Kycl, P., Zacek, V.,Cech, S., Grygar, R., Hrazdira, P., Huapaya, S., Karenova, J., Kondrova, L., Mendoza, E., Metelka, V., Mixa, P.,
Sevcik, J., Vore, T., Hradecka, L., Rejchrt, M. & Svabenicka, L. (2010); Solano, JP., Denyer, P., Pérez, W., Lücke, O. & Madrigal, P. (2019);
Žáček., V., Vorel, T., Kycl, P., Huapaya, S., Mixa, P., Grygar, R., Havlíček, P., Čech, S., Hrazdíra, P., Metelka, V., Ševčík, J. & Pécskay, Z. (2012).

República de Costa Rica
Mapa geológico 1:50 000
Hoja 3247 - III Tilarán

P. Durán, L. D. Jara, A. S. Huayapa, M. Rojas & G. Peraldo



557.286
C8375m Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía. Dirección de Geología y Minas.
Mapa geológico de la hoja de Tilarán (3247-III) / Patrick Durán L., David Jara D., Ana Sofia Huapaya R. P.; Martin Rojas B.; Giovanni Peraldo H.; Escuela Centroamericana de Geología - - Escala 1:50000- - San José, Costa Rica: MINAE, DGM, 2022 + 1 folleto.
1 mapa: color. ; 73 x 53 cm.

Colaboradores: Evelyn Rodríguez, Junior Ramos, Gustavo Segura, Enid Gamboa

ISBN: 978-9977-50-162-8

1. MAPA GEOLóGICO 2. TILARÁN (GUANACASTE, COSTA RICA) 3. MATERIAL CARTOGRÁFICO. I. Durán, Patrick, II. Jara, David, III Huapaya, Ana Sofía, IV. Martin Rojas B, V. Giovanni Peraldo H. I. Titulo

RESUMEN

El área que corresponde a la Hoja Tilarán está conformada por rocas volcánicas que datan desde el Neógeno hasta el Cuaternario.

El Neógeno está representado por rocas volcánicas del Grupo Aguacate (Mioceno Superior al Plioceno Superior) y por depósitos vulcaniclásticos de la Formación Bagaces (Plioceno Inferior – Pleistoceno Inferior).

El Cuaternario está constituido por vulcanitas de la Formación Monteverde (Pleistoceno Inferior) que sobreyacen de forma discordante a las formaciones del Neógeno y representan la mayor extensión del mapa.

Nuevas dataciones K/Ar evidencian manifestaciones de rocas subvolcánicas durante el Pleistoceno Inferior al Pleistoceno Medio.

El Holoceno está representado por depósitos de deslizamientos, depósitos fluviales y aluviales, tefras recientes de la actividad del Volcán Arenal y depósitos lacustres antropogénicos, producto de la construcción de la Represa de Arenal.

1. INTRODUCCIóN

El actual trabajo representa el resultado de la investigación geológica realizada en la Hoja 3247-III, Tilarán a escala 1:50 000, la cual está ubicada en la zona septentrional de la Cordillera de Tilarán y políticamente localizada entre las provincias de Guanacaste (la mayor parte), Puntarenas y Alajuela. Comprende los cantones de Abangares, Cañas, San Ramón, San Carlos y Tilarán, representando este último el 70% de la hoja cartográfica.

Esta región ha sido objeto de estudio desde el siglo pasado, debido a que representa la evolución volcánica del intra-arco del Norte de Costa Rica, así como por su potencial metalogenético, tal es el caso del caserío "La Cabra" (1905), ahora conocido como ciudad de Tilarán que inició con la migración de personas motivadas por la actividad minera de oro. Actualmente se han desarrollado otras actividades económicas como la minería no metálica, agricultura, ganadería y turismo, además que representa un potencial para el desarrollo de energías limpias, como la eólica e hidroeléctrica.

El mapa geológico de la Hoja Tilarán fue elaborado por la Dirección de Geología y Minas (DGM) mediante el programa de presupuesto 898. El levantamiento geológico se realizó en una primera instancia con la cooperación técnica de la Escuela Centroamericana de Geología de la Universidad de Costa Rica y la DGM, período 2012-2013. La segunda etapa se desarrolló a partir del año 2018 únicamente con la participación de funcionarios de la DGM. El comité revisor del mapa estuvo integrado por la Licda. Evelyn Rodríguez Coto (Dirección de Geología y Minas), Lic. Jorge Obando Rodríguez (Dirección de Geología y Minas), Geól. Waldo Taylor Castillo (Instituto Costarricense de Electricidad) y PhD. Olman Arias Molina (Instituto Costarricense de Electricidad).

El trabajo contenido en este mapa es el producto de la investigación geológica de la Hoja Tilarán y contiene información geomorfológica, morfotectónica, litológica, geoquímica, tectónica-neotectónica e hidrogeológica, entre otras; que ayudan a entender como está compuesto el subsuelo de la zona, así como las formas del terreno.

Este mapa cumple con los Lineamientos y Estándares del Mapa Geológico de Costa Rica a escala 1:50 000, Decreto Ejecutivo N° 40079-MINAE publicado en la Gaceta Oficial del 15/3/2017.

1.1 Ubicación

El área de estudio se encuentra ubicada en la región Huetar Norte de Costa Rica, entre las coordenadas CRTM05, 398045 – 411682 longitud Este y 1158726 – 1149585 latitud Norte (Figura 1).

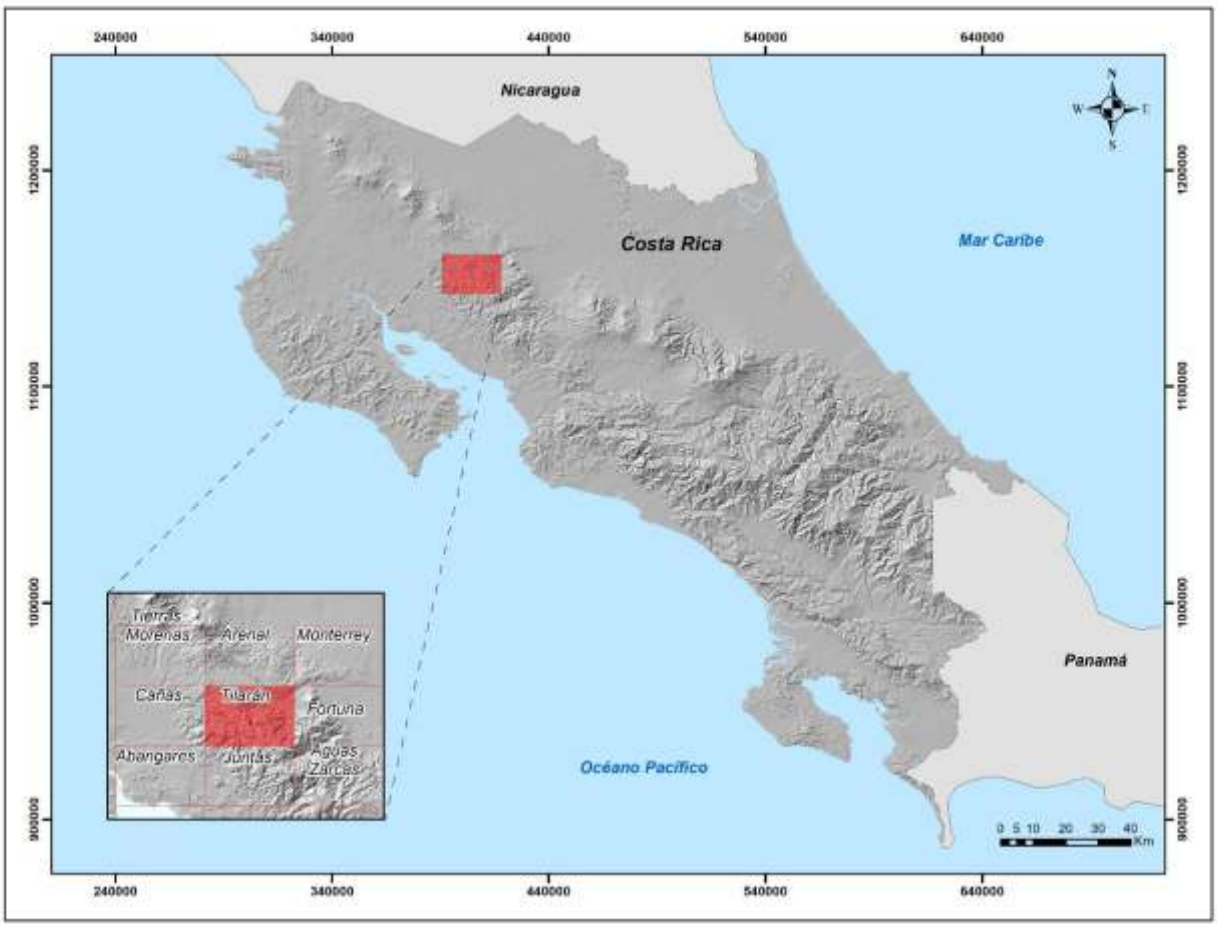


Figura 1: Mapa de ubicación de la Hoja 3247-III, Tilarán a escala 1:50 000, IGN.

2. CONTEXTO GEOLóGICO

La geología de la Hoja Tilarán forma parte de la estratigrafía regional del norte del país, que se compone principalmente de rocas volcánicas del Neógeno al Cuaternario.

Las rocas más antiguas de la secuencia estratigráfica que conforman el basamento de esta Hoja están representadas por las vulcanitas del Grupo Aguacate de edad Mioceno Superior – Plioceno y por los depósitos de flujos de densidad piroclásticos que conforman la Formación Bagaces de edad Plioceno según Solano, JP., Denyer, P., Pérez, W., Lücke, O. & Madrigal, P. (2019). De acuerdo con Alvarado & Gans (2012) las rocas volcánicas del Grupo Aguacate que forman parte de la Cordillera de Tilarán se definen como Formación Grifo Alto (Plioceno, alrededor de 6 – 2,1 Ma). En la Hoja Tilarán estas rocas afloran principalmente en los valles de los ríos Cañas, Río Chiquito, San Gerardo, Santa Lucía, San José, Santa Rosa, entre otros y en los cortes de camino que atraviesan poblaciones tales como El Líbano, Río Chiquito y Candelaria. Es importante resaltar que esta formación se caracteriza por presentar una fuerte alteración hidrotermal y mineralización aurífera (minas El Líbano y Río Chiquito). Por otra parte, la Formación Bagaces está representada en el mapa por la Unidad Toba Cañas del Plioceno Inferior hasta el Pleistoceno Inferior (Solano et al., 2019), la cual aparece en los valles y cortes de camino al Noroeste de la Hoja Tilarán, en su mayoría de veces sobreyaciendo discordantemente a las lavas de del Grupo Aguacate.

En el Pleistoceno Inferior se formó un nuevo arco volcánico producto de un vulcanismo efusivo que dio origen a las rocas volcánicas de la Formación Monteverde, y que sobreyace de forma discordante a las tobas de la Unidad Toba Cañas y a las rocas de la Formación Grifo Alto (2,1 – 1,1 Ma, según Alvarado & Gans, 2012). Una característica en esta formación, en el área de estudio, es que incluye la unidad Andesitas con Xenolitos definida por Kycl, P., Zacek, V., Cech, S., Grygar, R., Hrazdira, P., Huapaya, S., Karenova, J., Kondrova, L., Mendoza, E., Metelka, V., Mixa, P., Sevcik, J., Vore, T., Hradecka, L., Rejchrt, M. & Svabenicka, L. (2010). En general, la Formación Monteverde ocupa la mayor extensión del mapa de la Hoja Tilarán.

Contemporáneo y discordante a la secuencia volcánica de la Formación Monteverde, se encuentran rocas dacíticas como un producto subvolcánico, que según dataciones realizadas en esta investigación son de edad Pleistoceno Inferior y se ubican en el sector central del mapa.

La dinámica externa durante el Pleistoceno se evidencia por depósitos de detritos, los cuales sobreyacen discordantemente a la secuencia volcánica del Pleistoceno Inferior.

El Holoceno se ve representado por depósitos producto de la dinámica fluvial reciente de las cuencas principales que atraviesan la hoja cartográfica, tales como los ríos Cañas, Río Chiquito, Santa Lucía y San Gerardo. En las áreas montañosas de fuertes pendientes se encuentran depósitos de deslizamientos con evidencias de cicatrices de coronas y escarpes, marcas de reptación y sus correspondientes depósitos de detrito, y que se pueden evidenciar principalmente en la zona de Río Chiquito, la cual es un área de considerable elevación y fuertes pendientes. La actividad del Volcán Arenal ha contribuido a la depositación de espesores de varios metros de material vulcanoclástico, que se extienden principalmente en el sector Noreste del mapa. Por último, la actividad antropogénica mediante los trabajos de construcción de la Represa de Arenal, dan origen a depósitos lacustres que se ubican en el sector Noreste del mapa.

3. GEOLOGÍA LOCAL

3.1 Mioceno Superior – Plioceno

3.1.1 Grupo Aguacate

3.1.1.1 Unidad Andesitas, andesitas basálticas (βNag)

Localmente el Grupo Aguacate aflora en los valles de los ríos Cañas, Río Chiquito, Santa Lucía, San José, San Gerardo y en sus inmediaciones, por debajo de los 1000 m s.n.m. y con una extensión en la Hoja Tilarán de 124 km^2. Se compone principalmente por lavas andesíticas hasta andesítico-basálticas, las cuales presentan fuerte meteorización y alteración hidrotermal en ocasiones asociado a zonas con mineralización de oro y en donde hubo exploración y explotación de dicho mineral, como por ejemplo en las localidades de El Líbano, El Dos de Abangares, Turín y Río Chiquito. En algunos sectores afloran lavas sanas que se presentan de forma blocosa y en lajas.

3.1.1.2 Unidad Brechas tipo La Unión (bNag)

Es una unidad de brecha que localmente se presenta como un aglomerado de bloques de composición basáltica a basalto-andesítica, angulares a subangulares y con tamaños entre 3 cm hasta 15 cm. Son de color gris oscuro a negro, ocasionalmente meteorizados y con patinas de mineralización superficial color blanquecino. También presenta alteración hidrotermal con mineralización metálica asociada. Esta unidad aflora en el sector Suroeste de la Hoja Tilarán entre los ríos Lajas y Santa Lucía, con una extensión de 1,2 km^2 en el área de estudio.

3.2 Plioceno Inferior – Pleistoceno Inferior

3.2.1 Formación Bagaces

3.2.1.1 Unidad Toba Cañas (igNba)

Esta unidad abarca aproximadamente entre 5 a 10 km^2 de la Hoja Tilarán. Aflora principalmente al Suroeste de la ciudad de Tilarán, en las inmediaciones de Quebrada Cabra, Quebrada Grande y Líbano. Otras manifestaciones de esta unidad ocurren en menor proporción hacia el Sur de la Hoja y en Río Chiquito. Se constituye por tobas compuestas de pómez de coloración blancuzca con tamaños desde unos milímetros hasta 6 cm de diámetro, así como líticos, los cuales están englobados dentro de una matriz de ceniza arenosa color gris blanquecina a pardo, ocasionalmente amarillenta y con una dureza moderada.

3.2.1.2 Unidad Tobas con hallazgos de plantas fósiles (tNba)

Aflora en un área muy localizada ubicada 2,5 km al suroeste del poblado de Tilarán, en donde se encontró un pequeño afloramiento que consiste en una toba arenosa color beige amarillenta, compacta, con materia orgánica fósil (improntas de hojas). No se encontraron evidencias de otro tipo de organismos fósiles.

Esta toba se encuentra como lentes o intercalaciones dentro de los flujos de corrientes de densidad piroclásticos de la Formación Bagaces.

3.3 Pleistoceno Inferior

3.3.1 Formación Monteverde

3.3.1.1 Unidad Andesita con xenolitos (pαQmv)

Constituye una facie dentro de la Formación Monteverde que aflora en algunos sitios en el poblado de Cabecera de Lajas, en el cuadrante Suroeste de la Hoja Tilarán, con una extensión de aproximadamente 5,6 km^2 y un espesor estimado de 100-160 m, y limitando con la Hoja Juntas. Según Kycl et al. (2010) esta unidad conforma la base de la Formación Monteverde, que se diferencia de las andesitas típicas de esta formación por presentar una estructura porfídica y xenolitos.

En el área de estudio esta unidad se constituye de andesitas de color gris claro, xenolitos claros y fuertemente magnéticos. De acuerdo con Kycl et al. (2010), se trata de xenolitos ácidos por su alto contenido de SiO_2 y menor contenido de MgO y CaO.

3.3.1.2 Unidad Andesita, andesita basáltica y lahares subordinados (*α*Qmv)

Está conformada por coladas de lava andesíticas y andesítico-basálticas de color gris claro a oscuro y ocasionalmente negro, generalmente en bloques métricos dentro de una matriz de suelo residual laterítica con coloración anaranjado a rojizo y formando pequeñas colinas. Ocasionalmente estas lavas se pueden presentar en forma de coladas de lava en lajas. Aflora en la mayor parte de la hoja Tilarán, ocupando al menos el 65% del área con aproximadamente 289 km^2 de área expuesta. Localidades típicas donde se puede observar suelos lateríticos y bloques de lava son por ejemplo en el sector Oeste del Cerro Tovar, 2 km al Oeste de la ciudad de Tilarán y hacia la Hoja Cañas, desde Tilarán hacia Tronadora y en las localidades de Quebrada Grande y Dos de Tilarán.

Además, de manera muy localizada se observan lahares de muy poca extensión con bloques muy meteorizados dentro de una matriz arcillosa de color rojizo.

3.3.1.3 Unidad Toba (tQmv)

Esta unidad está conformada por una toba de color pardo a rojizo, ocasionalmente amarillenta, la cual se presenta moderadamente consolidada y con dureza considerable, en algunos sectores se observa con una textura arenosa. Esta toba aflora en las partes superiores de los perfiles de suelos laterizados que afectan a la Formación Monteverde en donde se han conservado formando plataformas, también se puede observar en forma de lentes dentro de estos perfiles.

Se encuentran en el sector Sur-Central de la hoja cartográfica, en un área de aproximadamente 8,5 – 9,0 km^2, entre los poblados de Esperanza, Cabecera de Cañas, Nubes de Río Chiquito, Monte Olivos y La Cruz.

3.3.1.4 Unidad Dacita (ϛQmv)

Esta unidad aflora en las cercanías del poblado llamado Colonia Menonita, en el interior de la zona montañosa al Sureste de Río Chiquito, con una extensión en la superficie de aproximadamente 5 km^2. Macroscópicamente es similar a una andesita de coloración gris claro, con presencia de anfíbol y biotita, sin embargo, microscópicamente es clasificada como una dacita, cual fue datada en este estudio como del Pleistoceno Inferior (1,98 ± 0,37 Ma). Esta unidad de roca se presenta morfológicamente como cerros prominentes interpretados como domos volcánicos similares a las mismas litologías que afloran en sectores de las hojas Fortuna, Cañas, Miramar, Juntas.

3.4 Pleistoceno Medio – Pleistoceno Superior

3.4.1 Depósitos de deslizamiento inactivo (pdQ)

Esta unidad está conformada por los depósitos detríticos de un paleodeslizamiento en la zona de Río Chiquito, lo cual conforma una morfología de montículos tipo *"hummocky"*. Los depósitos se encuentran de forma caótica conformados por clastos de composición andesítica, andesítico-basáltica hasta dacítica, en una matriz arcillosa consolidada y cuya identificación directa es difícil por los espesores superiores de suelos y cobertura vegetal. Se observaron en cortes de camino en las partes altas de la localidad de Río Chiquito.

3.5 Holoceno

3.5.1 Depósitos de Deslizamiento (dQ)

Están conformados por depósitos caóticos de material detrítico con clastos desde centimétricos hasta decimétricos, en su mayoría de composición andesítico-basáltica en una matriz arcillosa poco consolidada, con líticos y arena. Esta unidad se puede encontrar en varios puntos de la Hoja Tilarán, principalmente en las zonas más altas que han sido propensas a inestabilidad y sus espesores pueden tener algunas decenas de metros, tal es el caso del poblado de Río Chiquito donde se origina de la reactivación de un paleodeslizamiento de mayor tamaño (pdQ). Otros depósitos importantes se pueden observar al Norte de la localidad de Nubes de Río Chiquito y al Noroeste del poblado Monte Olivos.

3.5.2 Depósitos de terrazas aluviales (alQ)

En la Hoja Tilarán se encuentran acumulaciones de origen fluvial que morfológicamente forman terrazas ubicadas algunos metros por encima de la secuencia fluvial reciente del área de estudio. En las zonas montañosas se pueden ubicar algunos valles intermontanos, tal como la terraza desarrollada en el valle del Río El Dos a la altura del poblado de Florida la cual se encuentra de 20 – 40 m por encima de la secuencia actual de dicho río. Otras terrazas se han cartografiado a lo largo de los ríos San Gerardo, Río Chiquito y en algunos afluentes del Río Cañas, rellenando zonas con cambio brusco de pendiente.

Estos depósitos están compuestos por arenas, gravas, cantos y bloques, de composición similar a las rocas circundantes en el área de estudio y moderadamente consolidados. También se encuentran limos y arcillas producto de la meteorización de estas terrazas.

3.5.3 Depósitos fluviales (fQ)

Corresponden con los sedimentos más recientes en los ríos y quebradas, que forman bancos de material que rellenan los cauces de la red fluvial del área de estudio. Están constituidos por arenas, gravas, cantos y bloques, de composición volcánica. En la zona de estudio se localizan principalmente en los cauces de los ríos Cañas, Chiquito, Arenal, Santa Lucía, San Gerardo.

En las zonas montañosas estos sedimentos rellenan los valles juveniles conformando depósitos de bloques de gran tamaño.

3.5.4 Unidad de tobas, tobas de lapilli y lapillita del Volcán Arenal (tQ)

Esta unidad está conformada por rocas vulcanoclásticas producto de la actividad histórica del volcán Arenal, compuestas por intercalaciones de tobas, tobas de lapilli y lapillita, en horizontes con espesores desde 5 cm hasta 70 cm y con un espesor general de hasta 3 m. Sobreyacen los depósitos volcánicos de la Formación Monteverde que se localizan en el extremo Noreste de la Hoja y rellenan parcialmente la depresión del embalse de Arenal.

Esta unidad litológica se extiende en aproximadamente 17 km^2, lo cual representa un 6,8% del total del área de la Hoja.

3.5.5 Unidad Tefras Volcán Arenal (tf)

Son depósitos conformados por material vulcanoclástico no consolidado principalmente de cenizas y lapilli, y su origen está asociado a las erupciones más recientes del volcán Arenal. Esta unidad cubre el cuadrante Norte del mapa, no obstante, se ha localizado en toda el área de estudio depósitos dispersos con espesores no considerables para su representación cartográfica.

3.5.6 Unidad lacustre Lago Arenal (lQ)

Geológicamente, esta unidad está conformada por los depósitos lacustres recientes del lago Arenal, el cual, a través de los años, ha ido depositando sedimentos propios del ambiente lacustre, que consisten en limos, arcillas y arenas finas, además arenas medias a gruesas y gravas producto de los abanicos fluviales de los ríos que desembocan en esta laguna. Esta unidad se considera de origen antropogénico ya que se trata de un embalse construido durante los años 70 para la generación de energía hidroeléctrica.

4. PRINCIPALES FUENTES DE INFORMACIóN

ALVARADO, G.E. & GANS, P.B., 2012: Síntesis Geocronológica del Magmatismo, Metamorfismo y Metalogenia de Costa Rica, América Central. Rev. Geol. Amér. Central, 46: 7-122.

DENYER, P., 2019: Perspectiva Geológica del Noroeste de Costa Rica. Historia, Evolución y Cartografía (1era edición). San José, Costa Rica. Ed. Univ. de Costa Rica, 360 pp.

DENYER, P. & ALVARADO, G., 2007: Mapa Geológico de Costa Rica, Librería Francesa, 1:400 000.

DENYER, P., MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2003: Atlas Tectónico de Costa Rica, San José, Ed. Univ. de Costa Rica, 81 pp.

KUSSMAUL, S., 2000: Estratigrafía de las Rocas Ígneas. Geología de Costa Rica, Denyer, P. & Kussmaul (eds). Editorial Tecnología de Costa Rica: 63-86 pp.

KYCL, P., ZACEK, V., CECH, S., GRYGAR, R., HRAZDIRA, P., HUAPAYA, S., KARENOVA, J., KONDROVA, L., MENDOZA, E., METELKA, V., MIXA, P., SEVCIK, J., VORE, T., HRADECKA, L., REJCHRT, M. & SVABENICKA, L., 2010: Estudio Geológico de las Hojas Miramar, Chapernal y Juntas, Costa Rica. Servicio Geológico Checo (CGS) en cooperación con Dirección de Geología y Minas (DGM) y Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Praga – San Joé: 263 pp.

SOLANO, JP., DENYER, P., PÉREZ, W., LÜCKE, O. & MADRIGAL, P., 2019: Formación Bagaces: Caracterización De Sus Unidades Para La Identificación de Depósitos y Litofacies. Rev. Geol. Amér. Central, 60: 07-38.

ŽÁČEK., V., VOREL, T., KYCL, P., HUAPAYA, S., MIXA, P., GRYGAR, R., HAVLÍČEK, P., ČECH, S., HRAZDÍRA, P., METELKA, V., ŠEVČÍK, J. & PÉCSKAY, Z., 2012: Geología y Estratigrafía de la Hoja 3246-II Miramar, Costa Rica. Rev. Geol. de Amér. Central, 47: 7 – 54.