

GEOLOGÍA DE LA HOJA FORTUNA, ALAJUELA, COSTA RICA

GEOLOGY OF THE FORTUNA QUADRANGLE, ALAJUELA, COSTA RICA

Guillermo E. Alvarado

Escuela Centroamericana de Geología, UCR
Instituto Costarricense de Electricidad, ICE
galvaradoi@ice.go.cr

(Recibido: 12/02/08; aceptado: 12/12/09)

INTRODUCCIÓN

El primer mapa geomorfológico de la Hoja Fortuna (1:50 000) fue realizado por Bravo (1982) como parte de su tesis de licenciatura. Sin embargo, dicho mapa delimitaba una serie de abanicos aluviales cuya morfología en forma de cono (abanico) no visualiza ni en el campo ni en las fotografías aéreas, aparte de otros detalles. No obstante, en contraposición, Bravo mostraba otros aspectos que hasta el momento la literatura geológica no le había prestado atención. Es por ello que un nuevo mapa fue iniciado por el autor del presente trabajo junto con un grupo de estudiantes del Departamento de Geografía (Escuela de Historia y Geografía) mientras impartía un curso de Mapeo Geológico y Geomorfológico para geógrafos allá

por 1988. La interpretación fotogeológica se concluyó a modo de borrador realizando una gira junto con los estudiantes para comprobación de campo. En vista de la falta de facilidades para publicar mapas en ese entonces y dada la existencia de otras prioridades, dicho mapa nunca salió a la luz pública. Alvarado (1984) realizó un reconocimiento petrográfico. Muchos años después, en 1995 el ICE estuvo interesado en investigar varias alternativas de proyectos hidroeléctricos a lo largo del río Peñas Blancas, por lo que el autor puso a disposición dicho mapa con mejoras que a lo largo de los años se le fueron insertando. El mapa fue incorporado y utilizado como base regional en el estudio de Madrigal et al. (1995). Mientras se continuaban las investigaciones para el proyecto Peñas Blancas, alternativa 5, varios

geólogos estuvieron involucrados en las investigaciones locales y regionales. Entre ellos, Juan Rafael Vargas realizó investigaciones geológicas y fotogeológicas para el proyecto Peñas Blancas y para el prospecto geotérmico Poco Sol en la misma zona de estudio, cuyo trabajo cristalizó en un informe interno y en su tesis de maestría (Vargas, 2002). Previamente, ya Castillo (1967) e ICE-ENEL (1988) habían estudiado el área de Poco Sol y alrededores, como sitios de interés geológico, para azufre y geotermia, respectivamente.

Otros estudios igualmente detallados pero focalizados, son los volcanes Arenal y Chato se publicaron entre finales de los ochentas del siglo pasado e inicios del siglo XXI (Borgia et al., 1988; Alvarado 2003; Soto & Alvarado, 2006; y referencias allí citadas). Gran parte de lo acá presentado sobre el detalle geológico del Arenal y alrededores, está basado en estos últimos estudios, remitiendo al lector a las fuentes principales si desea profundizar. De igual modo, el presente trabajo es una contribución al proyecto: “*Estratigrafía y tectónica de áreas claves de Costa Rica*”, número 830-A5-047, de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

La zona es de topografía muy abrupta, con valles en “V”, algunos muy profundos y con laderas de fuerte pendiente, como por ejemplo el del río Peñas Blancas. La laguna Poco Sol (789 m s.n.m.) se localiza en las cercanías de San Miguel de La Tigra, en San Carlos. Posee un diámetro de unos 200 m y una profundidad de 11,5 m (Armoudlian y De Morales, 1994). Esta laguna podría ocupar el lugar de un “antiguo” cráter de explosión, o en su defecto podría tratarse de una laguna de represamiento por un deslizamiento (Alvarado, 1984).

El cerro Pocosol, ubicado más al sur, los cerros Los Perdidos y los volcanes Chato y Arenal, son aparatos eruptivos orientados en dirección NNW-SSE, lo que sugiere la existencia de una zona de debilidad cortical y de una migración de los focos eruptivos hacia el noroeste (Alvarado, 1984). En la zona existen otros aparatos volcánicos antiguos muy desfigurados por los agentes erosivos.

GRUPO AGUACATE (FM. GRIFO ALTO)

Litología: Constituye el basamento local en el área de estudio. Está constituido por coladas de lava (andesitas augíticas) y rocas volcánicas de diversos tipos (brechas polimícticas, autobrechas de lavas, tobas, etc.), algunas de ellas con fuerte alteración propilítica y argilítica.

Localidades: Buenos afloramientos se observan en los alrededores del puente sobre el río Peñas Blancas.

Edad: Aunque no existen dataciones radiométricas en el área de estudio de esta unidad, sin embargo, con base en dataciones inéditas realizadas en sectores aledaños, se pueden asumir una edad Pliocena, dado que infrayace a la Formación Monteverde.

FORMACIÓN MONTEVERDE

Litología: La Fm. Monteverde ha sido reconocida en el área de estudio por formar plataformas de lavas, frescas, de composición basáltica hasta andesítica.

Localidades: Los afloramientos mejor estudiados hasta ahora se ubican en los caminos que conducen a los proyectos hidroeléctricos de Peñas Blancas y Poco Sol, así como la laguna Poco Sol.

Edad: Las dataciones radiométricas suministran un rango entre 2,1 y 1 Ma (Alvarado et al., 1992; Gillot et al., 1994).

Antecedentes: Chaves & Sáenz (1974) lo describen por primera vez.

DOMOS CERROS LOS PERDIDOS

Antecedentes: Se trata de un grupo de relictos volcánicos (Sáenz, 1971), circundados por una estructura caldérica (Bravo, 1982). Cubren una superficie de aproximadamente 50 km².

Localidad: Los cerros Los Perdidos (1019, 1330 y 1370 m s.n.m.) se ubican a unos 7 km al suroeste de La Fortuna, en San Carlos, dentro de la caldera del mismo nombre. Están cubiertos de selva virgen.

Litología: Varios domos de andesitas con hornblenda se ubican en el interior de la caldera.

Edad: La edad de los domos se sitúa en unos 90 000 años, indicativo de un vulcanismo geológicamente no muy antiguo predecesor del vulcanismo del volcán Chato que inició su actividad eruptiva unos 40 000 años atrás (Gillot et al., 1994).

LAVAS DEL VOLCÁN CHATO

Se reconocieron cuatro subunidades lávicas en el volcán Chato: Chato Inferior, Medio, Superior y la de los domos Chatito-Espina. Consisten en andesitas y andesitas basálticas con uno a dos piroxenos, ricas en alúmina (19%) y muy pobres en potasio. El contenido SiO₂ incrementa de un 52% en la subunidad Cb a 53% en la Cm y 55,5% (promedio). La morfología de los cuerpos andesíticos de Chatito y la Espina, con su apariencia masiva y con brechas lávicas de derrumbe laterales, sugiere que esta unidad fue emplazada con forma de domos (Borgia et al., 1988).

LAVAS DEL VOLCÁN ARENAL

Las lavas del Arenal fueron divididas en varias subunidades, de más antiguas a más jóvenes: Arenal Inferior, Arenal 4, 3, 2 (A y B; siendo A el campo de lavas eruptado primero y a una cota topográfica inferior), y la del presente periodo efusivo A1 (A entre 1968 y 1973, y B entre 1974 y el presente). Los flujos de lava son de composición andesítico-basálticos aluminicos, pobres, en potasio, con un contenido en sílice muy uniforme (54-55%), excepto para las lavas más antiguas. Las lavas A4 y A2 son ricas en alúmina y con relativa más matriz (57%) mientras que las lavas de Arenal Inferior, A3 y A1 con menos aluminicas pero ricas en cumulos de plagioclasa (36%) y fenocristales de piroxenos (12%) con típica textura porfirica-granular y menor (50%) porcentaje de matriz (Borgia et al., 1988).

TEFRAS INDIFERENCIADAS DEL CHATO Y DEL ARENAL

Consisten en depósitos pobremente definidos y locales de tobas de caída y de flujo, cuya síntesis de detalles es presentada por Soto y Alvarado (2007). Sobre los flancos del Chato y área vecinas se observan bombas y tobas presublimemente asociados a este volcán. Troncos de madera carbonizados colectadas entre el Chato y Chatito y sobre el flanco sureste de la Espina incluídas entre flujos de piroclastos, aportan edades de 1550+50 y de 1560+120 A.C. Borgia et al. (1988) sugieren que la última actividad freatomagmática del Chato aconteció hace unos 1550-100 años A.C.

ROCAS Y SEDIMENTOS EPICLÁSTICOS DEL CUATERNARIO

Consiste en depósitos aluviales, laháricos, lacustres y coluviales, localmente interestratificados con tobas y lavas, superficialmente alterados a suelos rojizos y pardo-anaranjados (lateritizados), constituyendo el pie de monte del extremo oriental de la cordillera de Tilarán. Existe una unidad con un espesor máximo de unos 70 m de depósitos epiclásticos, originados por la remoción volcanoclástica-sedimentaria de las formaciones previamente volcánicas descritas. Se distingue por presentar una matriz no litificada, con una fracción importante de arcillas cafés. Asimismo, en muchas partes presenta alteración hidrotermal. Esta unidad presenta variaciones texturales importantes entre un afloramiento y otro. Los mecanismos de depósito, según se puede inferir de las distintas litofacies, son: remoción en masa (deslizamientos de diversas dimensiones) y como *debris flows* (aluviones y lahares). Las texturas que presenta esta unidad tienen variaciones según el mecanismo de depósito que haya predominado durante su emplazamiento; no obstante, en su mayoría se presenta como una brecha gruesa, con clastos angulares, de diámetros que varían desde decimétricos hasta métricos. El contacto de granos varía desde

contactos puntuales hasta gramos flotantes en la matriz. La matriz normalmente presenta arcillas café de meteorización y alguno de los grados de alteración hidrotermal anteriormente descritos (Vargas, 2002, presente trabajo).

Restos fósiles de un gliptodonte (*Glyptotherium* aff. *texanum*) se localizaron en 1973 en una localidad entre los ríos Chachagua y Peñas Blancas, en un talud somero erosionado, constituido por bancos de arenas volcánicas, tobittas y arcillas (aprox. 84°35'20" W y 10°24'21" N) del Pleistoceno (Valerio et al., 2005).

Hacia la llanura aluvial, se presenta como terrazas de diversas edades y grado de disección, culminando con pequeños abanicos subrecientes y recientes, restringidos a los cauces recientes. Los sedimentos fluviales y coluvio-aluviales están bien desarrollados en algunos sectores de los ríos Agua Caliente, Arenal, Fortuna y quebrada Calle de Arena y en ocasiones se muestran terrazas aluviales. Los depósitos coluviales están comúnmente presentes al pie de los flancos escarpados del volcán Chato, y al pie del volcán Arenal, suelen formar abanicos de escombros rocosos. Hacia el flanco oriental del Arenal, un extenso rellano se presenta constituido por arenas lítico-cristalinas y bloques andesíticos porfiríticos con notable ausencia de matriz arcillosa, producto de la erosión de las coladas de lava blocosas del Arenal y minoritariamente de los flujos piroclásticos y de las tefras de caída. Su espesor máximo es de unos 5 m. Con toda probabilidad, el nombre Arenal, proviene de este tipo de depósitos aunado a la presencia de tefras gruesas en sus alrededores.

ESTRUCTURA

Fallas: Varias fallas se han reconocido ya sea con evidencias de campo, criterios morfo-neotectónicos o con geofísica (Castillo, 1978; Bravo, 1982; Borgia et al., 1988; Alvarado, 1989; Madrigal et al., 1995; Vargas, 2002; Denyer et al.,

2003; Alvarado, 2003; Soto & Alvarado, 2006). Dentro de ellas una de las más evidentes es la falla Jabillos (ENE-WSW), que levanta un gran bloque compuesto de sedimentos aluviales (cantos rodados y pumicitas, arenas) litificados, a modo de un horst. Estas fallas continúan hacia el río Peñas Blancas, en donde se presentan una serie de fuentes termales de elevada temperatura (60-100°C) y el volcancito de barro y solfatara de Poco Sol. Fallas con similar rumbo son la Chachaguita y la falla Castillo, que pasa entre los volcanes Arenal y Chato.

Otra falla importante, es la Danta, que pasa por debajo del Arenal, y que posiblemente se convierte en una falla inversa al intersectar al cono eruptivo (Alvarado, 2003). Varias fallas que cortan tefras recientes (últimos 7000 años) se han observado en la estructura del Arenal (Alvarado, 1989, 2003).

Calderas: Una estructura caldérica fue la propuesta por Bravo (1982) dentro de la cual se desarrollaron los domos andesíticos de Los Perdidos, con unos 90 000 años de edad (Gillot et al., 1994). Vargas (2002) interpreta por su parte varias estructuras caldéricas (calderas de Poco Sol). Sin embargo, en recientes reconocimientos de campo a raíz de la apertura de grandes cortes para las obras del P.H. Poco Sol, dejan entrever la inexistencia de grandes depósitos de ignimbritas, y mucho menos su eventual correlación con las supuestas estructuras caldéricas. Más bien, lo que se observan son espesos depósitos (lavas y epiclastos) con claras evidencias de remobilización a modo de megadeslizamientos, tales como: estructuras plásticas en las rocas volcanoclásticas suaves (boudinage, diques clásticos, lentes y estructuras en "cometa"), coladas altamente fracturadas, bloques rotados e incluidos en otros depósitos subraya e infrayacentes, fallas intraformacionales, etc. Al parecer estos deslizamientos fueron disparados debido a la existencia de arcillas plásticas basales (al contacto entre las unidades Aguacate y Monteverde) debido a la intensa

alteración argilítica y propilítica producto del hidrotermalismo. Por eso, las estructuras caldéricas de Vargas, corresponden más bien con grandes cicatrices de deslizamientos (“calderas de deslizamiento o de avalancha”), tal y como fue dibujado por el autor del presente mapa en su carta original (ver Madrigal et al., 1995).

GEOTERMALISMO

En las proximidades de la laguna Poco Sol, en el lugar denominado localmente como “Volcancito” (Salguero, 1978), se encuentran evidencias de actividad volcánica secundaria, del tipo “batideros de lodo”, en un área de varios metros cuadrados de extensión. En sitios cercanos, en particular a lo largo del río Peñas Blancas, se tiene la presencia de aguas termales, en parte cubiertas por el embalse de la presa de Peñas Blancas (Madrigal et al., 1995; Vargas, 2002). De igual modo, en la misma región montañosa, particularmente 4 km al oeste de la laguna Poco Sol, existen manifestaciones de azufre, pirita, e intensa alteración argilítica, silicificación, ceolitización (Castillo, 1967, 1997; Vargas, 2002).

Pocosol (en este caso como palabra compuesta) es una concepción del vocablo indígena “*pocauzol*” es decir “*ausol que humea*”, después se ha convertido en Pozo Azul, nombre dado a varias fuentes termales (Gagini, 1913) o a las reconocidas quebradas gatas. La coloración celeste de las aguas probablemente se debe a coloides de sílice, los cuales empiezan a precipitar cuando la temperatura de las aguas termales empieza a bajar (enfriar). Poco Sol (separado) era también el nombre antiguo del río San Carlos (Gagini, 1913). Con gran probabilidad, los indígenas prehispánicos conocieron estas manifestaciones volcánicas, puesto que en las cercanías se encuentran fragmentos de alfarería. Hay que contemplar, por tanto, la posibilidad de que aprovecharan las fuentes termales y el azufre con fines medicinales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARADO, G.E., 1984: Aspectos petrológicos-geológicos de los volcanes y unidades lávicas del Cenozoico Superior de Costa Rica.- 183 págs. Univ. de Costa Rica, San José [Tesis Lic].
- ALVARADO, G.E., 1989: Consideraciones neotectónicas recientes en los alrededores de la Laguna de Arenal, Costa Rica.- Bol. Obs. Vulc. Arenal, 2 (3): 6-21.
- ALVARADO, G.E., 2003: Diagnóstico de la estabilidad del cono y comportamiento de la fundación debido al crecimiento del edificio volcánico del Arenal (Costa Rica).- 138 págs. Univ. de Costa Rica, San José [Tesis M.Sc.].
- ALVARADO, G.E., KUSSMAUL, S., CHIESA, S., GILLOT, P.Y., WÖRNER, G. & RUNDLE, C., 1992: Cuadro cronoestratigráfico de las rocas ígneas de Costa Rica basado en dataciones radiométricas.- J. South Amer. Earth Sc, 6 (3): 151-168.
- ARMOUDLIAN, A. y DE MORAES, C. 1994: Preliminary limnological study of Lake Pocosol.- En: B.E. YOUNG y W.S. SARGENT (eds.). Coursebook for Tropical Biology: An Ecological Approach. Organization for Tropical Studies, San José: 99-105,
- BORGIA, A., POORE, C., CARR, M.J., MELSON, W.G. & ALVARADO, G.E., 1988: Stratigraphic, structural and petrological aspects of Arenal-Chato Volcanic System, Costa Rica: Evolution of a young stratovolcanic complex.- Bull. Volcanol.50: 86-105.

- BRAVO, J., 1982: Geomorfología de la Hoja Fortuna (Escala 1:50 000).- 51 págs. Esc. Ciencias Geográficas, Univ. Nacional, Heredia [Tesis Lic.].
- CASTILLO, R., 1967: Estudio geológico preliminar de un yacimiento de rocas azufrosas ubicado en los Altos de la Laguna Poco Sol, San Carlos.- Dirección de Geología, Minas y Petróleo, Ministerio de Industria y Comercio.
- CASTILLO, R., 1997: Recursos Minerales de Costa Rica. Génesis, distribución y potencial.- 221 págs. Ed. Univ. Costa Rica.
- CHAVES, R. & SÁENZ, R., 1974: Geología de la Cordillera de Tilarán (Proyecto Aguacate, 2a fase).- Inf. Téc. y Notas Geol. Direc. Geol. Min. y Petról., San José, Costa Rica. 12 (53): 11-49.
- DENYER, P. MONTERO, W. & ALVARADO, G.E., 2003: Atlas tectónico de Costa Rica.- 81 págs. Ed. Univ. Costa Rica, San José.
- GAGINI, C., 1917: Los aborígenes de Costa Rica.- 208 págs. Tip. Trejos Hnos. San José.
- GILLOT, P.-Y., CHIESA, S. & ALVARADO, G.E., 1994: Chronostratigraphy of Upper Miocene-Quaternary Volcanism in Northern Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 17: 45-53.
- ICE-ENEL, 1988: Estudio de Reconocimiento y Prefactibilidad Geotérmica en la República de Costa Rica, Fase I.- 337 págs. Ente Nazionale por l' Energia Elettica, Instituto Costarricense de Electricidad [Inf. interno].
- MADRIGAL, C., BONILLA, J., ÁVILA, M., ALVARADO, G.E. & BARQUERO, R., 1995: Estudio Geológico de las alternativas 1 y 5 del Proyecto Hidroeléctrico Peñas Blancas.- 24 págs + planos. Instituto Costarricense de Electricidad [Inf. interno].
- SÁENZ, R., 1971: Aparatos volcánicos y fuentes termales de Costa Rica.- Inf. Técnicos y Notas Geológicas, Direc. Geol. Min. y Petról., 41: 1-16.
- SALGUERO, M. (seud.), 1978: La Laguna de Pocosol y el Volcancito Malgenio.- Gentes y Paisajes, Periódico La Nación, 50: X 78: 16A-21A.
- SOTO, G.J. & ALVARADO, G.E., 2006: Eruptive history of Arenal Volcano, Costa Rica, 7 ka to present.- En: GILL, J., REAGAN, M., TEPLY, F. & MALAVASSI, E. (eds): Arenal Volcano Special Volume.- J. Volcanol. Geotherm. Res. 157(1-3): 254-269.
- VALERIO, A.L., LAURITO, C.A. & GÓMEZ, L.D., 2005: Un gliptodonte (Xenarthra, Cingulata) de la localidad de Chachagua, Provincia de Alajuela, Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 32: 61-63.
- VARGAS, J.R., 2002: Geología, hidrogeoquímica y modelo conceptual de reservorio para la prefactibilidad del campo Geotérmico Poco Sol, San Ramón-San Carlos, Costa Rica.-151 págs. + mapas. ICE, PySA [Inf. interno].