

### III.1-MARCO GEOLÓGICO REGIONAL Y LITOLÓGICO DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE HUAPALCALCO, TULANCINGO, HIDALGO

L. E. Ortiz-Hernández<sup>a\*</sup>, J. C. Escamilla-Casas<sup>a</sup>, E. Cruz-Chávez<sup>b</sup>, J. Castro Mora<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo  
jocesca@uaeh.edu.mx

<sup>b</sup>Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo  
kius\_ec@yahoo.es

<sup>c</sup>Área Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo  
jcastro@geofisica.unam.mx

\* Autor de correspondencia: leoh44@hotmail.com

#### RESUMEN

La zona arqueológica de Huapalcalco se localiza a 4 km al norte de la ciudad de Tulancingo, Hidalgo, sobre la ladera oeste del domo Napateco. Los monumentos arqueológicos están emplazados al pie de una unidad ignimbrítica riolítica con disyunción columnar, producida durante el enfriamiento de ésta, la cual forma parte del complejo de domos riolíticos del Yolo y de las últimas emisiones piroclásticas relacionadas a la caldera de Tulancingo (Plioceno, 32 km de diámetro) o la de Acoculco (Pleistoceno, 18 km de diámetro), la cual está anidada a la primera. El complejo dómico El Yolo es de edad Plioceno y tiene una longitud aproximada de 30 km y una orientación general N65°O en su eje mayor y 15 km en su eje menor, en la porción oriental de la ciudad de Tulancingo, en el sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana. Es de composición silícica con litología variada: derrames de lava riolítica a dacítica, flujos piroclásticos formando brechas de derrame con intercalaciones de lentes de obsidiana, vitrófidos e ignimbritas. Este complejo es intrusionado por diques basálticos, posiblemente cuaternarios. Los vestigios arqueológicos líticos poseen características del lugar o sus inmediaciones, ya que corresponden a rocas ígneas extrusivas como basalto y escoria basáltica, toba riolítica a dacítica, escasa riolita y andesita y sólo hay discrepancia en una muestra de roca intrusiva (monzogabro), la cual no existe en la zona de influencia regional.

**Palabras Clave:** Geología, regional, litología, Huapalcalco, Hidalgo.

#### ABSTRACT

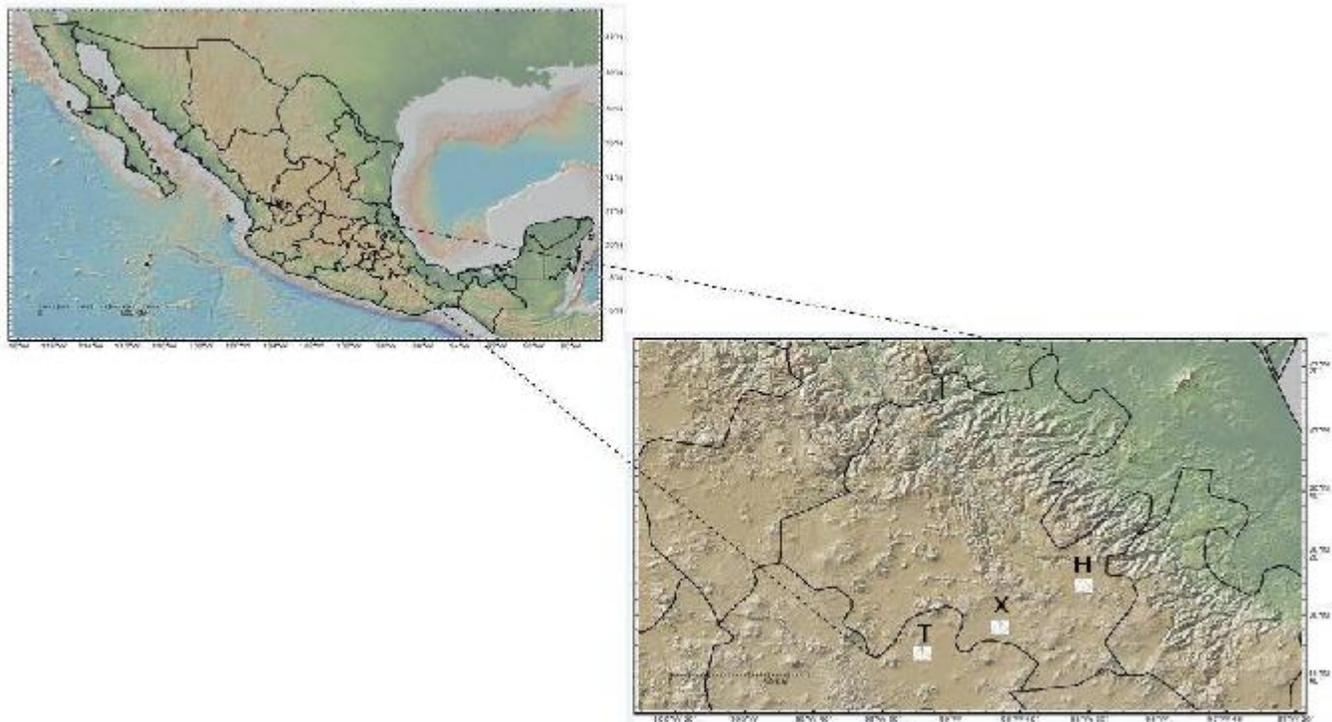
The Huapalcalco archeological zone is located 4 km to the north of the Tulancingo city, in the state of Hidalgo, over the western flank of the Napateco volcanic dome. The archeological edifices are places at the floor of a rhyolitic ignimbrite unit correlated with the silicic, El Yolo dome complex, and with the latest pyroclastic emissions of the Pliocene, Tulancingo caldera (32 km diameter), or the Pleistocene, Acoculco caldera (18 km diameter). El Yolo dome complex is Pliocene in age, with a general trend N65°W, and 30 km x 15 km in length. The complex is located to the East of the Tulancingo city, in the eastern segment of the Trans Mexican Volcanic Belt. Is a silicic complex with a

variety of lithology: rhyolitic to dacitic lava flows, pyroclastic flows forming breccias interbedded with obsidian lenses, some vitrophyres, and ignimbrites. This complex is intruded by basaltic dikes, probably of Quaternary age. Archeological vestiges are lithologically similar to the rocks of the area, because they are extrusive rocks like massive and scoriaceous basalts, rhyolitic to dacitic tuffs, and scarce rhyolite and andesite. Nevertheless, there is an intrusive rock (monzogabbro), that is not correlates to the regional source area.

**Keywords:** Geology, regional, lithology, Huapalcalco, Hidalgo State.

## 1. INTRODUCCIÓN Y MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

Las zonas arqueológicas ubicadas en el sector oriental de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), en el estado de Hidalgo (Huapalcalco:  $20^{\circ} 07' 30''$  N,  $98^{\circ} 21' 50''$  O y Xihuingo;  $19^{\circ} 47' 00''$  N,  $98^{\circ} 33' 00''$  O; Figura 1), son importantes porque muestran que la ocupación por grupos humanos ha sido en diferentes épocas y se remonta a varios miles de años, como lo demuestra la existencia de pinturas rupestres de hace 9000 años A.C. en Huapalcalco, y probablemente de fines del Pleistoceno en Xihuingo [1].



**Figura 1.** Mapa de localización geográfica [2], del estado de Hidalgo y de las zonas arqueológicas de Huapalcalco (H), Xihuingo (X), y Teotihuacán (T). El límite estatal es aproximado, así como la ubicación de las zonas arqueológicas.

Estas zonas arqueológicas constan de un sólo edificio piramidal, pero existe, además, otros vestigios arqueológicos como son conchas [3] y materiales líticos, que se utilizaban como herramientas para las

actividades cotidianas. La cercanía de Huapalcalco a la zona arqueológica de Xihuingo y la influencia de la zona arqueológica de Teotitihuacán ( $19^{\circ} 41' 00''$  N,  $98^{\circ} 52' 00''$  O), es innegable.

## 2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La metodología incluyó reconocimientos de campo y muestreo de la región estudiada y su área de influencia. Se tomó la cartografía geológica realizada por [4] y la topografía del INEGI [5].

El muestreo petrográfico se efectuó en algunos afloramientos, tratando en lo posible de obtener las rocas sin alteración. Se estudiaron 20 láminas delgadas de 30 micras de espesor, para definir los litotipos presentes y conocer su textura, mineralogía primaria y secundaria y su clasificación. Se realizó el análisis litológico megascópico de 73 muestras arqueológicas facilitadas por la Arqueóloga Enriqueta Olgún, para su clasificación.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Geología regional

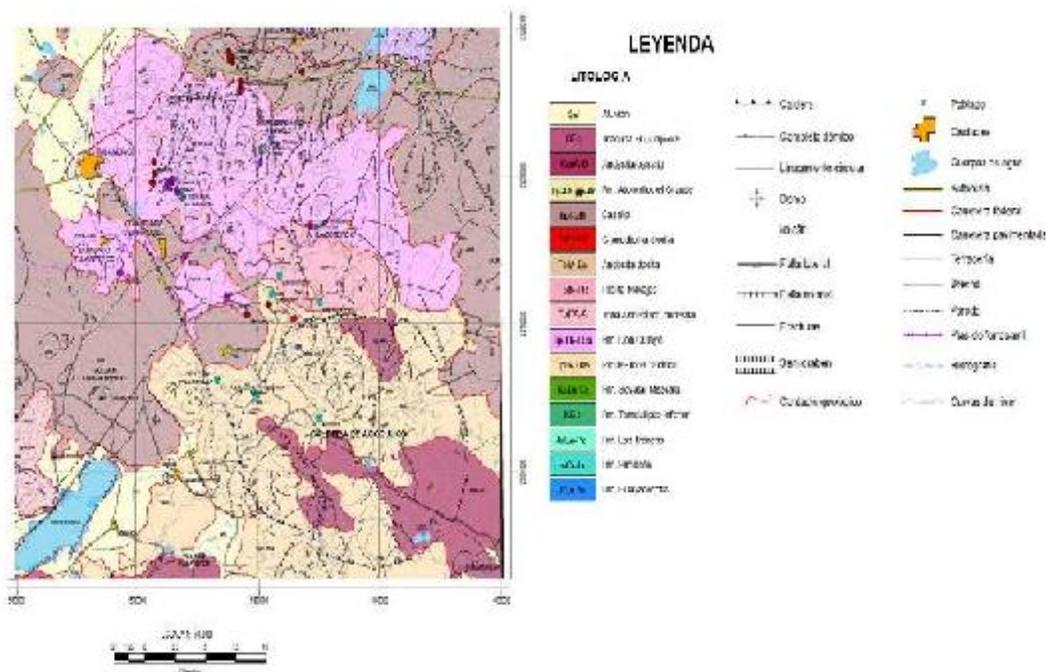
La FVT constituye una provincia geológica con predominio de estructuras volcánicas (volcanes, domos, y calderas). La FVT no es una cadena volcánica uniforme, más bien es un mosaico complejo de campos volcánicos, cada uno con sus propias características. En su sector oriental, dentro del estado de Hidalgo, en México central, la FVT está constituida por campos volcánicos calcoalcalinos, litológicamente diversos (basalto, andesita, dacita, riolita), cuya edad varía desde el Mioceno hasta el Plioceno-Cuaternario ([6]; [7]; [8]; [9]; [10] y un complejo volcánico riolítico peralcalino (Cerro Las Navajas), del Pleistoceno [11]. Morfológicamente, constituye pequeñas sierras y valles situados por arriba de los 2,000 msnm, destacando entre sus estructuras volcánicas: conos cineríticos, volcanes compuestos, calderas, domos, flujos piroclásticos y derrames lávicos asociados con fracturas y fallas regionales orientadas NE-SO y NO-SE, muchas de las cuales corresponden a grabens.

Algunas de las estructuras que han sido descritas en el sector oriental de la FVT son: el complejo estratovolcánico riolítico peralcalino del Pleistoceno de la sierra de Las Navajas [11] constituido de derrames de lava y domos con lentes de obsidiana, asociadas con depósitos piroclásticos de avalancha-brechas y tobas, y rocas epiclásticas. Este complejo sobreyace discordantemente a lavas andesíticas y dacíticas de la andesita Chichicauatla [7] y está asociado a lavas basálticas medianamente alcalinas [11]. El complejo de domos volcánicos de la sierra de Los Pitos que comprende un conjunto de domos andesíticos-riolíticos del Plioceno tardío rodeado en su periferia por volcanes pequeños del Cuaternario de composición dacítica y al sur de composición andesítica a basáltica [9]. La caldera de Chichicauatla [6] y [7]), que está fallada en su flanco sudoccidental, es una estructura semicircular (de forma de media luna) de 6 km de diámetro y altura de 250 m, formada de una secuencia de brechas y *lapilli* en una matriz de cenizas, intercaladas con andesitas pertenecientes a la andesita Chichicauatla [6]. Esta unidad está cubierta discordantemente por la Formación Atotonilco El Grande, lo que le asigna una edad del Plioceno tardío. La porción septentrional de la caldera está disecada por una falla normal orientada  $N 5^{\circ} O$  y bloque caído hacia el NE. La caldera de Acozulco, que consiste en un centro volcánico plio-pleistocénico (caldera anidada) de 18 km de diámetro [8], asociada a domos riolíticos anulares e ignimbritas. Está asociada a dos ciclos volcánicos principales: el primero entre 3-2.6 Ma y el segundo entre 1.8-1.3 Ma [8]. El campo volcánico de Apan [10], orientado según lineamientos NO-SE y cuyo vulcanismo fue activo entre 3-1.5 Ma, generó un vulcanismo basáltico a riolítico (50-75% de  $SiO_2$ ), con afinidad calcoalcalina. El semigraben de Tecocomulco, fosa tectónica orientada NE-SO

parece controlar el alineamiento de varios conos de cenizas. El complejo dómico del cerro Xihuingo [6], con una longitud aproximada de 6 km en su eje mayor está afectado por fracturas orientadas N-S. Consiste de cinco domos alineados E-W, de composición andesítica y de edad probable plio-pleistocénica [10].

### 3.2 Geología y estructura del campo volcánico de Tulancingo

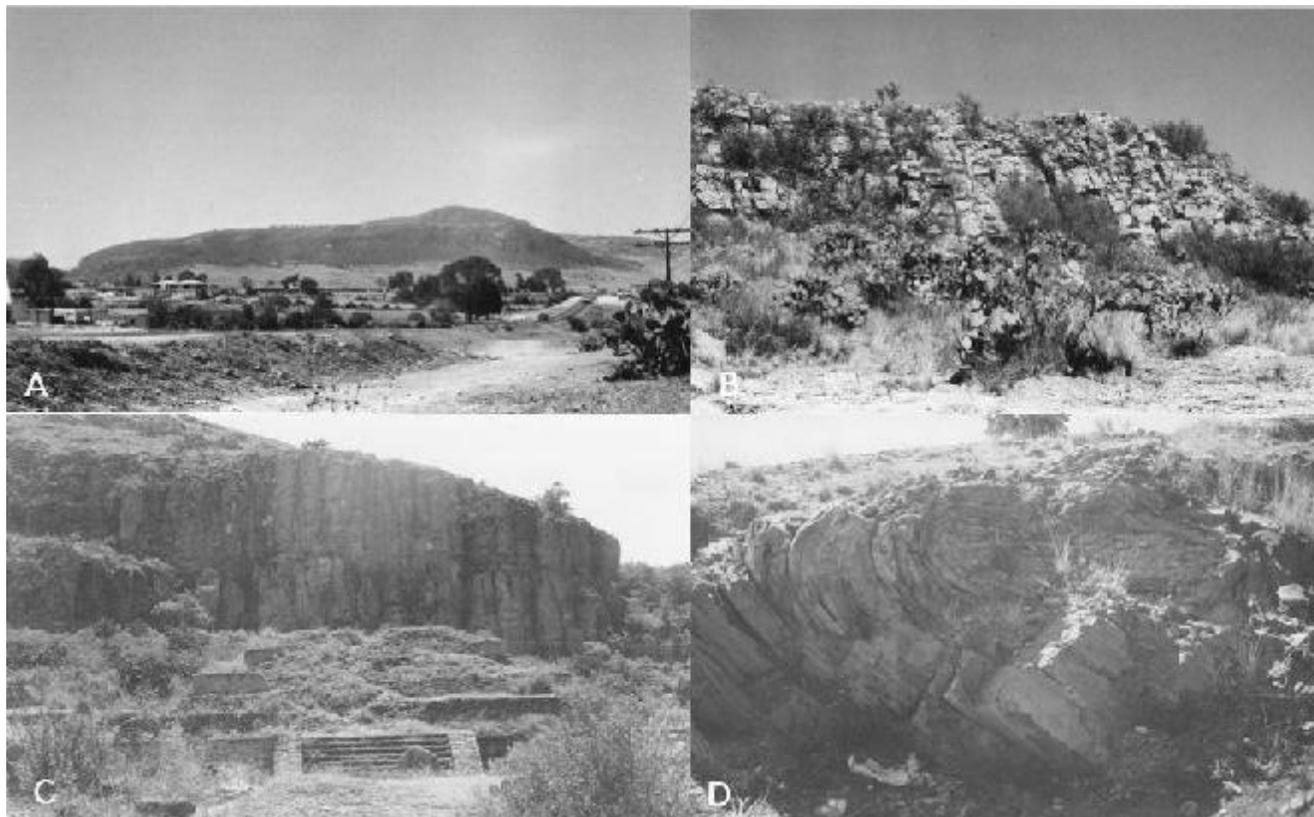
El complejo de domos riolíticos de El Yolo es un campo volcánico silíceo pliocénico cuyo afloramiento se extiende aproximadamente 30 km de longitud con una orientación burda N65°O de su eje mayor y 15 km de su eje menor, en la porción oriental de la ciudad de Tulancingo, en el sector oriental de la FVT (Figura 2). Al estudiar la geología de esta región, [7] reconocen seis unidades volcánicas pertenecientes a tres episodios magmáticos: el más antiguo representado por flujos de lava andesítica correlacionables con el Grupo Pachuca y domos de traquita y riolita de la riolita Chignahuapan, el segundo por lavas, brechas y tobas silíceas de la Riolita Navajas (400 m de espesor) y las lavas andesíticas intercaladas con brechas y tobas de *lapilli* de la andesita Chichicuautla [6], y por la Formación Atotonilco El Grande, el último por flujos basáltico-andesíticos extravasados durante el Pleistoceno-Holoceno. [8] interpretan el vulcanismo de Tulancingo como parte de una gran caldera de 32 km de diámetro que se formó entre los 3 a 2.6 Ma. [12] interpreta el vulcanismo de Tulancingo-Acozulco como resultado de la evolución de dos calderas sobrepuestas. La más antigua (Tulancingo), con 32 km de diámetro, originada en el Plioceno y otra más reciente (Acozulco), con 18 km de diámetro y edad Pleistoceno, se encuentra anidada en la primera (Figura 2).



**Figura 2.** Mapa geológico regional de Tulancingo (según [4]), mostrando las unidades litológicas y las estructuras geológicas presentes en el área. La zona arqueológica de Huapalcalco muestra un símbolo de pirámide.

Los domos presentan varias estructuras como son: disyunción columnar que constituye columnas perpendiculares a la dirección de flujo, líneas o planos de fluidez formando lajas o pseudoestratos, plegamiento visible inclusive en láminas delgadas (microplegamiento) y vesiculación resultante del

escape de volátiles. Asimismo, es común observar devitrificación del vidrio volcánico con formación de esferulitas y zonas de alteración hidrotermal con desarrollo de caolín o zeolitas. La Figura 3 muestra algunos rasgos al afloramiento del complejo de domos El Yolo.



**Figura 3.** Fotografías de afloramientos del complejo de domos El Yolo. A): Panorámica del flanco NE del domo elongado Cerro El Napateco, B): Disyunción columnar en riolita del Cerro El Napateco, C): Disyunción columnar en ignimbrita riolítica del Cerro El Napateco, en la zona arqueológica de Huapalcalco, D): Pliegues en un foco de emisión de riolita en el Cerro El Abra.

### 3.3 Petrografía del Complejo de Domos

La litología predominante observada en las lavas es: riolita masiva, riolita fluidal, riolita esferulítica, riolita con micropliegues, además de vitrófidos. Las ignimbritas fueron reconocidas únicamente en la zona arqueológica de Huapalcalco, donde existe una unidad ignimbrítica riolítica con disyunción columnar. La petrografía muestra que los litotipos son variados predominando las riolitas de oxihornblenda con textura vítrea a esferulítica, que denotan algunos pliegues. La mineralogía predominante es oligoclasa-andesina, sanidino, cuarzo, oxihornblenda, hematita, limonita, caolinita y zeolitas. En la matriz de la roca se observa vidrio volcánico en proceso de devitrificación, que forma esferulitas con intercercamientos radiales de albita y cuarzo (Tabla 1). En el caso de los basaltos se reconoce, labradorita, olivino, vidrio volcánico y hematita. El origen de las rocas es ígneo extrusivo, con excepción de un dique basáltico (hipabisal), que corta al complejo El Yolo.

**Tabla 1.** Litotipos predominantes del complejo de domos, estudiados mediante petrografía.

Olc=oligoclasa, Ad=andesina, Ab=albita, La=labradorita, Sa=sanidino, Qtz=cuarzo, Ol=olivino, Vi=vidrio volcánico, Oh=oxihornblenda, Mgt=magnetita, Hem=hematita, Kln=caolinita, Chl=clorita, Cpt=zeolitas (clinoptilolita), Lim=limonita.

Referencia	Localización	Estructura y/o textura	Mineralogía	Clasificación
TUH1	Cerro El Abra	Esferulítica, en parte traquítica	Olc, Sa, Qtz, Vi, Oh, Hem, Ab	Riolita esferulítica
HUH2	Huapalcalco	Axiolítica en parte fluidal	Olc, Sa, Qtz, Vi, Mgt, Hem, Cl, Ab	Ignimbrita riolítica
TUL1	San Alejo	Afanítica, fluidal	Olc, Sa, Qtz, Vi, Hem, Lim	Riolita fluidal
DTH1	Cerro Napateco	Porfídica, columnar	Olc, Sa, Qtz, Vi, Hem, Kln	Riolita columnar
DTH2	Cerro El Abra	Afanítica, esferulítica	Olc, Sa, Qtz, Vi, Hem, Ab	Riolita esferulítica con oxidación
DTH3	Cerro El Abra	Afanítica, vesicular	Olc, Sa, Qtz, Vi, Hem, Lm. Ab	Riolita vesicular con oxidación
DTH4	Cerro El Abra	Afanítica, pseudoestratificada	Olc, Sa, Qtz, Vi, Hem, Lm. Ab	Riolita ligeramente oxidada
TAH1	Ejido Tezoncualpa	Afanítica	Olc, Sa, Qtz, Vi, Mgt, Hem	Riolita
TAH2	Ejido Tezoncualpa	Afanítica, fluidal	Olc, Sa, Qtz, Vi, Mgt, Hem	Riolita fluidal
MTH1	Poblado La Mesa	Piroclástica	Olc, Sa, Qtz, Vi, Mgt, Chl	Toba riolítica caolinizada
MTH2	Poblado La Mesa	Afanítica, compacta	Olc, Ad, Sa, Qtz, Vi, Kln, Hem,	Dacita con oxidación
MTH3	Poblado La Mesa	Afanítica, compacta	Olc, Ad, Sa, Qtz, Vi, Kln, Chl, Hem, Cpt	Dacita zeolitizada
MTH4	Poblado El Encinal	Porfídica, compacta	Olc, Sa, Qtz, Vi, Kln, Hem, Lim	Riolita caolinizada
POH1	Cerro Napateco	Vítrea	Vi	Pómez
DACH1	El Mago	Afanítica, fluidal	Olc, Ad, Sa, Qtz, Vi, Kln	Dacita

BAH1	Arroyo Alcholoaya	Afanítica, vesicular	La, Vi, Ol, Hem	Basalto vesicular
------	-------------------	----------------------	-----------------	-------------------

### 3.4 Material lítico encontrado en el sitio

A partir del análisis del material arqueológico, se desprenden los siguientes resultados: el material lítico encontrado en el sitio arqueológico posee características del lugar o sus inmediaciones, ya que corresponde a basalto afírico, por lo general vesicular; sólo alguno con textura porfídica tiene escasos fenocristales de plagioclasa, y otro de ellos es de gran densidad, por lo que podría tratarse de basalto ankaramítico o picrítico. Le sigue en abundancia la toba riolítica y dacítica, así como la escoria basáltica. La riolita y la andesita están subordinadas. Únicamente una sólo muestra discrepa del conjunto en virtud de que se trata de roca intrusiva (monzogabro), con una gran densidad, la cual no existe en la zona de influencia regional. La tabla 2 muestra la clasificación litológica de las muestras estudiadas.

**Tabla 2.** Relación de muestras litológicas del sitio arqueológico de Huapalcalco, Hidalgo.

\*Presentan alteración del vidrio volcánico, con algo de oxidación.

NÚMERO DE MUESTRA	ESTRUCTURA Y/O TEXTURA	CLASIFICACIÓN	ORIGEN
L34, L35, L36, L37, L38, L39, L40, L41, L42*, L43, L44, L45, L46, L47, L48, L51, L53, L54, L55, L56, L57, L58, L60, L61, L62, L63, L67, L71, L73, L76, 8346, 83L55, 8385	Vesicular, afanítica. L61 presenta escasos fenocristales de plagioclasa. L67 presenta alta densidad, por lo cual podría tratarse de un basalto ankaramítico o de un basalto picrítico.	Basalto vesicular	Ígneo extrusivo
1, 2, 6*, 12, 33	Escoriácea. La muestra 12 presenta textura brechoide	Escoria basáltica	Ígneo extrusivo
9, 10, 13, 15, 17, 18*, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28*, 29, 30, 31*, 32, L65*, L75	Piroclástica	Toba riolítica con diferentes grados de alteración	Ígneo extrusivo
4, 5, 7, 8, 11, 29*	Piroclástica	Toba dacítica	Ígneo extrusivo
16, L67*	Masiva, afanítica	Riolita	Ígneo extrusivo
L54, 170	Masiva, afanítica	Andesita	Ígneo extrusivo
83L50, 83L66	Fanerítica, densa	Monzogabro	Ígneo intrusivo

#### 4. CONCLUSIONES

Se enmarcó a la zona arqueológica de Huapalcalco en su contexto geológico regional y se estableció el tipo de litología que predomina en el área de influencia de ésta, determinándose que corresponde a rocas ígneas extrusivas. El contexto geológico regional está asociado a estructuras volcánicas (principalmente a la caldera Tulancingo y la caldera Acoculco, así como a un complejo de domos riolítico-dacíticos y rocas piroclásticas asociadas, así como algunos basaltos posteriores). La procedencia de los vestigios arqueológicos líticos como son las tobas riolíticas a dacíticas, es seguramente del complejo de domos El Yolo, no así los basaltos que son muy vesiculares y podrían proceder de las cercanías a la zona de influencia de la zona arqueológica, al igual que la escoria basáltica. Asimismo, el edificio piramidal está constituido de tobas riolíticas, riolitas y basaltos vesiculares. El basalto denso de tipo ankaramítico o picrítico, puede proceder de la barranca de Alcoholoya, en donde se ha encontrado esta litología hacia la base de la secuencia volcánica, expuesta cerca del poblado de San Bartolo. Con respecto al monzogabro, cuyo origen es ígneo intrusivo, no procede del área de influencia regional, dado que el afloramiento más cercano de rocas intrusivas se localiza en la localidad de Chachahuantla, Puebla, en el núcleo del Anticlinorio de Huayacocotla, distante unos 40 km hacia el NE de Huapalcalco, pero corresponde a un tronco diorítico. Habría que considerar la zona de influencia de Huapalcalco, de manera aún más regional, dado que el valle de Tulancingo mantenía intercambio de bienes con grupos humanos que habitaban las costas del Golfo de México y del Océano Pacífico [3], y en esas zonas si hay afloramientos de rocas intrusivas de tales características.

#### BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Gobierno del Estado de Hidalgo. Patrimonio natural, pinturas rupestres. **¡Error! Referencia de hipervínculo no válida..**
- [2]. GeomapApp, Marine Geoscience Data System. Columbia University. <http://www.geomapapp.org/>. 2014.
- [3]. Enriqueta Olguín, M.: Conchas arqueológicas de Huapalcalco, Tulancingo, Hidalgo, Valvas naturales y sus reproducciones. Anales de Antropología, 2004, v. 44, p. 31-75. ISSN 0185-1225.
- [4]. Javier Solana-López.: Geología regional y petrogénesis del vulcanismo silíceo de la región circundante a Tulancingo, estado de Hidalgo, tesis de maestría en Geología, IPN, ESIA-Unidad Ticomán, 2009, 99 p.
- [5]. Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Carta topográfica Tulancingo (F14D82), 1998, Segunda Edición.
- [6]. Odilón Ledezma-Guerrero: Hoja Calpulalpan 14Q-h(3) con resumen de la geología de la hoja Calpulalpan, Estados de México, Tlaxcala, Puebla e Hidalgo. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, 1987, Carta Geológica de México, serie 1:100, 000, mapa con texto.
- [7]. Armando Castro-García y Diego Córdoba-Méndez: Estratigrafía del área volcánica de Tulancingo, Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo 23. Pancromo, 1994, Vol. 1, No. 1, pp. 26-39.
- [8]. Aída López-Hernández, Gerardo de Jesús Aguirre-Díaz y Margarita López-Martínez: El complejo volcánico Tulancingo-Acoculco, dos calderas anidadas en el sector oriental del Cinturón Volcánico Mexicano: Segunda Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, Geos, 2000, vol. 20, pp. 309.

- [9]. José Juan Zamorano-Orozco, Luis Miguel Tanarro-García, José Lugo-Hubp y Gerardo Sánchez-Rubio: Evolución geológica y geomorfología del complejo dómico Los Pitos, norte de la Cuenca de México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 2002, Vol. 19, No. 1, pp. 66-79.
- [10]. Armando García-Palomo, José Luis Macías, Gustavo Tolson, Gabriel Valdez y Juan Carlos Mora: Volcanic stratigraphy and geological evolution of the Apan region, east-central sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Geofísica Internacional*, 2002, vol. 41, núm.2, p. 133-150.
- [11]. S.A. Nelson y A. Lighthart: Field excursion to the Sierra Las Navajas, Hidalgo, Mexico-A Pleistocene peralkaline rhyolite complex with a large debris avalanche deposit. En: II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados (Pachuca, Hidalgo, 12-14 de septiembre 1997), 1997, Libro-guía de las excursiones geológicas, v.1 excursión 4, p. 89-96.
- [12]. Aída López-Hernández: Evolución volcánica del complejo Tulancingo-Acoculco y su sistema hidrotermal, estados de Hidalgo y Puebla, México. Tesis de Doctorado en Ciencias de la Tierra, UNAM, Juriquilla, Querétaro, 2009, 170 p.