

M.Sc. Mónica Bolaños
Arqueóloga, INPC.

Andrea García & Ana Villavicencio
Facultad de Ingeniería en Geología,
Minas, Petróleos y Ambiental
(FIGEMPA)

Ing. Francisco Viteri, M.Sc.
Docente Titular de la FIGEMPA

Metodología para la determinación de lugares de interés geológico: Caso "Trayecto: Baeza - San Víctor - El Chaco"

Methodology for the determination of places of geological interest: Case "journey: Baeza - San Víctor - El Chaco"

Resumen

El presente proyecto, propone y describe cinco posibles puntos de interés geológico de carácter científico y didáctico / recreativo, considerando datos cualitativos, mediante la aplicación de las metodologías IELIG y SAATY las cuales siguen un procedimiento lógico secuencial, en base a fundamentos matemáticos, con la finalidad de crear georrutas en la zona de Baeza, que posibilite la conservación, protección y valoración de áreas naturales, además de difundir la geología y transmitir la importancia de las Ciencias de la Tierra.

Los valores naturales y culturales forman parte de este sector, ya que existen reservas ecológicas, evidencias de restos arqueológicos y principalmente por ser Baeza Antigua declarada patrimonio cultural en el año 1995.

Palabras clave: lugares de interés geológico; carácter científico; didáctico/recreativo; metodología IELIG y SAATY

Abstract

This project proposes and describes five possible points of geological interest, scientific character and didactical/recreative, using the SAATY and IELIG methodologies which follow a logical sequential based on mathematical fundamentals, in order to create georoute in the zone of Baeza, allowing the conservation, protection and appreciation of natural areas, besides disseminating geology and convey the importance of Earth Sciences. Natural and cultural values are part of this sector, as there are natural ecological reserves, archaeological evidence and for being Baeza Antigua a cultural heritage built in 1995.

Keywords: places of geological interest (geosite); scientific; educational and recreational character; methodology IELIG and SAATY

Introducción

El presente estudio propone una metodología para la determinación de lugares de interés geológico en la zona de Baeza; trayecto: San Víctor-El Chaco". Los estudios de lugares de interés geológico se iniciaron en 1996, en el marco del XXX Congreso Geológico Internacional realizado en Beijing, donde propusieron la protección y promoción del Patrimonio Geológico y del desarrollo económico sustentable de esos lugares, a través de la creación de georutas. Sin embargo en el Ecuador, recientemente se está realizando la identificación de los LIG, que no solo son caracterizados por un criterio científico, sino también por su importancia didáctica, turística o recreativa y además estos sitios están relacionados con otros patrimonios naturales, arqueológicos y culturales representativos de la zona. A través de la valoración de los lugares de interés geológico, se puede entender los procesos geológicos que han evolucionado al planeta Tierra, además de incentivar el interés de la sociedad con los fenómenos que ocurren en su entorno.

El presente proyecto mediante la aplicación de una metodología propone definir cinco lugares de interés en la zona de estudio con el fin de promover e incentivar en la parte académica la importancia de las Ciencias de la Tierra, además de desarrollar georutas que representen lugares atractivos para incrementar el turismo en la zona.

El área de estudio está ubicada en la República del Ecuador, en la provincia de Napo, en los cantones Quijos y El Chaco (Fig.1)



Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio. Fuente: ArcGIS 10. Figura de Sudamérica tomado de <http://vic-tormartinezprimeroc.blogspot.com/> Elaborado por: Andrea García, Ana Villavicencio. (2014).

Geología

Geología local

La zona de estudio se encuentra entre la transición de piedemonte oriental de la Cordillera Real y la Zona Subandina, correspondiente a la Unidad Upano y la Formación Tena, respectivamente (Fig. 2). A continuación se detalla cada unidad litológica:

Unidad Upano (JUp): Corresponde a la División Salado. Esta unidad comprende de meta-andesitas, esquistos verdes y esquistos grafitosos. Aflora al Oeste de Baeza a lo largo de la carretera Baeza-Tena.

Formación Tena (Kt): Aflora al este de la falla Cosanga, se encuentra foliada y fallada con el basamento de rocas del Terreno Salado, formando un cinturón de rocas "semi-metamórficas" previamente denominado como el Grupo Margajitas (Baldock, 1982). Comprende de areniscas y lutitas rojas. Representan el cierre del océano y el comienzo de un ambiente continental de depositación, derivado desde una Cordillera Protoandina (Wilkinson, 1982).

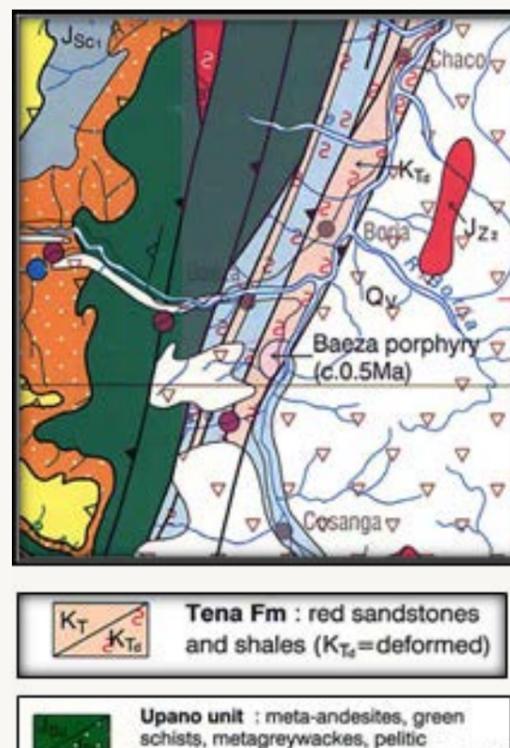


Figura 2. Sección del mapa geológico de la Cordillera Real (Norte). Tomado de Geological and Metal Occurrence Maps of the Northern Cordillera Real Metamorphic Belt. (1994).

Geología estructural

Tectónicamente el área de estudio se encuentra afectada por la dinámica de la falla de cabalgamiento del Frente Subandino al occidente y al oriente por las fallas: Baeza-

Chaco y Cosanga, que son de tipo inverso dextrales (Fig. 3) con pendiente hacia el occidente (Egüez et al., 2003).

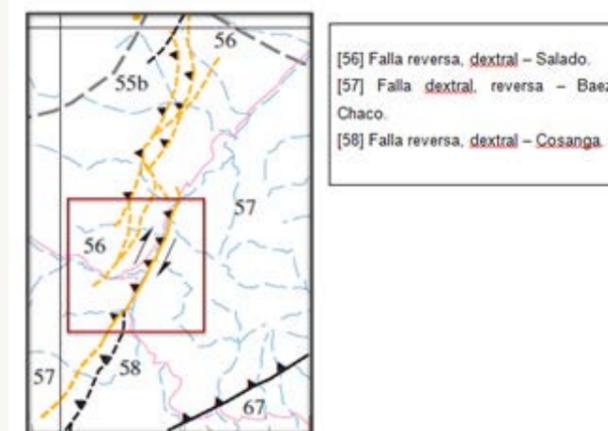


Figura 3. Fallas activas que se encuentran en la zona de estudio. Tomado de U.S.G.S., E.P.N., (2003). Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarios de Ecuador y Regiones Oceánicas Adyacentes.

Metodología y resultados

Para la determinación de un lugar de interés geológico (LIG) se desarrolló mediante cuatro fases, que se detallan a continuación:

Primera fase

Diagnóstico bibliográfico

En esta fase se recopiló y sintetizó la información bibliográfica relacionada con la geología local, estructural y económica de la zona de estudio, en base a la hoja geológica escala 1:100.000, la hoja topográfica 1:50.000 de la zona de

AUGENS DE DEFORMACIÓN EN ESQUISTOS MICÁCEOS

	Representatividad	Localidad Tipo	Conocimiento Científico	Conservación	Rareza	Diversidad	Espectacularidad y belleza	Condiciones de observación	Asociación con otros patrimonios
ntatividad	1.00	0.20	3.00	0.50	0.33	0.50	2.00	0.50	3.03
d Tipo	5.00	1.00	0.33	2.00	0.33	0.50	0.50	0.33	3.03
iento	3.00	3.00	1.00	3.03	2.00	2.00	2.00	0.33	3.03
o	2.00	0.50	0.33	1.00	0.33	0.50	2.00	0.33	3.03
ación	3.00	3.00	0.50	3.00	1.00	0.50	2.00	0.33	3.03
ad	2.00	2.00	0.50	2.00	2.00	1.00	2.00	0.50	3.03
ularidad	0.50	2.00	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.50	3.03
ines de	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.00	3.03
ción	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	1.00
ón con									
trimonios	18.83	15.03	9.49	15.36	9.83	7.83	13.83	4.16	25.24

	Representatividad	Localidad Tipo	Conocimiento Científico	Conservación	Rareza	Diversidad	Espectacularidad y belleza	Condiciones de observación	Asociación con otros patrimonios
ntatividad	0.05	0.01	0.32	0.03	0.03	0.06	0.14	0.12	0.12
d Tipo	0.27	0.07	0.04	0.13	0.03	0.06	0.04	0.08	0.12
iento	0.16	0.30	0.11	0.20	0.20	0.26	0.14	0.08	0.12
o	0.11	0.03	0.03	0.07	0.03	0.06	0.14	0.08	0.12
ación	0.16	0.20	0.05	0.20	0.10	0.06	0.14	0.08	0.12
ad	0.11	0.13	0.05	0.13	0.20	0.13	0.14	0.12	0.12
ularidad	0.03	0.13	0.05	0.03	0.05	0.06	0.07	0.12	0.12
ines de	0.11	0.20	0.32	0.20	0.31	0.26	0.14	0.24	0.12
ción	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.08	0.04
ón con									
trimonios									

Peso W
0.10
0.09
0.16
0.08
0.12
0.13
0.07
0.21
0.03

MATRIZ AW
11.11
11.11
1.79
0.80
1.40
1.35
0.76
2.28
0.35

CÁLCULO DE LAMBDA
11.12
12.06
11.02
10.62
11.26
10.69
10.24
10.91
10.12

N	IC	CA	Ri
0.24			
1.45			
0.16			

DE MATRIZ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Tabla 1. Valoración de parámetros por su criterio científico. Fuente: INIGEMM, (2013). Elaborado por: Andrea García, Ana Villavicencio, (2014).

	AFLORAMIENTOS	VALOR
1	AUGENS DE DEFORMACIÓN EN ESQUISTOS MICÁCEOS	3.05
2	DEFORMACIONES S3 EN ESQUISTOS SERICÍTICOS	2.60
3	DEFORMACIONES EN ROCAS SEMI-METAMÓRFICAS	1.50

Tabla 2. Valoración de los LIG de carácter científico. Elaborado por: Andrea García, Ana Villavicencio, (2014).

La valoración para un criterio recreativo, se realizó en función de varios parámetros relacionados a la potencialidad de uso y como parte de un proyecto de geoturismo.

Como resultado de este proceso, se obtuvo los dos LIG valorados respecto al criterio didáctico / recreativo. En la siguiente tabla se muestra los valores finales:

N°	AFLORAMIENTOS	VALOR
4	VALLE DE QUIJOS	2.30
5	CASCADAS "TRES MARIAS"	2.10

Tabla 3. Valoración de los LIG de carácter didáctico / recreativo. Elaborado por: Andrea García, Ana Villavicencio, (2014).

Inventario de posibles lugares de interés geológico

Después de la valoración de los cinco posibles LIG's de acuerdo a su criterio científico, didáctico / recreativo se realizó la descripción geográfica y geológica de manera cualitativa, que se detalla a continuación:



Fotografía 1: Augens de deformación en esquistos micáceos, ubicado aproximadamente a 200 m de la estación de bombeo de Baeza (UTM: 838197; 9952130; 2138 m.s.n.m.) Tomada por: Andrea García, (2014).

El afloramiento se encuentra ubicado en la provincia de Napo, en el cantón Quijos, parroquia de Baeza, el acceso se lo realiza mediante la vía de primer orden Papallacta-Cuyuja-Baeza.

El macizo rocoso está compuesto de rocas metamórficas de color gris claro, contiene biotita, micas muy finas, cuarzo, clorita, y vetillas de calcita. Las rocas están foliadas y fracturadas. Las rocas pueden ser esquistos micáceos de bajo a medio grado metamórfico, por la presencia del mineral guía biotita.

Los planos de esquistosidad son: N45W/22SW, N40W/30SW, N60W/20SW. Como parte del macizo rocoso ocurren augens de cuarzo alargados en sentido E-W e inclinados 45° al oeste.

Los augens tienen formas sigmoidales que indican un movimiento inverso-dextral debido, posiblemente a la dinámica de la falla de cabalgamiento del frente subandino que afectan a la zona. El macizo rocoso está atravesado por varias fracturadas paralelas asociadas con zonas de cizallamiento, implicando posiblemente una falla que atraviesa el afloramiento en sentido NE-SW. Este afloramiento podría corresponder a la Unidad Upano, División Salado y es interpretado como un arco volcánico-plutónico, situado junto al margen continental (Litherland et al., 1994).

En base a los criterios de valoración por su contenido, el lugar tiene un interés estructural. Mientras que por el criterio de su utilización, el afloramiento posee un valor de 3.05 en el criterio científico.

Asociación con otros patrimonios

Para sustentar la identificación de los lugares de interés geológico (LIG) mediante la revisión bibliográfica existente en la zona, se considera a la antigua ciudad de Baeza como patrimonio cultural edificado (Acuerdo Ministerial; 1995:1-2). En la tabla 4, se describe las características de cada sitio con sus respectivas coordenadas.

Discusión

Para la identificación de lugares de interés geológico (LIG) en la zona de Baeza, se realizó una recopilación bibliográfica, la cual nos permitió conocer los antecedentes de la zona en estudio, pero no es suficiente para determinar un LIG, por lo cual es necesario y obligatorio realizar un reconocimiento y verificación en campo, aportando así nueva información geológica e incrementando el valor para el parámetro de conocimiento científico aplicando la metodología de Jerarquización Analítica (SAATY).

SITIO ARQUEOLÓGICO	CODIGO OCP	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	NORTE	ESTE	ALTURA	CARACTERÍSTICAS
CHONTALOMA		NAPO	EL CHACO	ELCHACO	9963355	853924	1630	Dos aterrazamientos artificiales dos de los cuales tienen piedras en el borde. Terraza en forma de L que rodea una plataforma rectangular, conformado por piedras lajas. Con material cerámico Cosanga. Piedra laja clavada cerca del extremo oeste de la plataforma
UMONYACU		NAPO	EL CHACO	ELCHACO	9963074	853762	1615	Dos espacios cortados transversalmente para formar terrazas y en su interior 3 plataformas de forma ovalada.
CHONTALOMA		NAPO	EL CHACO	CHONTALOMA	9960775	853399	1630	Aterrazamientos artificiales. Función ceremonial y vivienda.
MACANAS		NAPO	EL CHACO	ELCHACO	9960730	853400	1920	Evidencias de viviendas
GUADUAL		NAPO	EL CHACO	ELCHACO	9955866	851986	1755	Evidencias de piedras lajas
SAN JOSE DE BORJA		NAPO	QUIJOS	BORJA	9954629	851271	1754	Evidencias de muros material cultura piedras lajas
BAEZA 2 (PARADA LARCA)		NAPO	QUIJOS	BAEZA	9949848	844500	1990	Estructuras arqueológicas habitacionales
BAEZA 1 CUMANDA		NAPO	QUIJOS	BAEZA	9950603	847296	1820	Cerámica Litica
Ciudad Patrimonial Baeza Antigua		NAPO	QUIJOS	BAEZA	9948778	845735	2000	Declarada esta ciudad como Bien perteneciente al Patrimonio cultural de la Nación a la ciudad de Baeza Antigua y su área de influencia considerando el valor que su pasado histórico le otorga. 36 Casas antiguas en Mayo de 1995 Acuerdo

Tabla 4. Ubicación y características de sitios arqueológicos FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE PATRIMONIO CULTURAL Elaborado por: Arqueóloga Mónica Bolaños M.Sc.

Conclusiones

- Los posibles lugares de interés geológico (LIG) de carácter científico en base a datos cualitativos, de acuerdo a su valor son: Augens de deformación en esquistos micáceos (3.05), Deformaciones S3 en esquistos sericíticos (2.60) y Deformaciones en rocas semi-metamórficas (1.50); todos estos sitios poseen un interés estructural. Mientras los LIG de criterio didáctico/recreativo son: Valle de Quijos (2.30) y Cascadas "Tres Marias" (2.10).
- La investigación de los LIG en la zona de Baeza tuvo como resultado la identificación de posibles lugares de interés, en base a datos cualitativos como descripción de afloramientos, análisis petrográfico y de láminas delgadas proporcionadas por el Centro de Información Geológico, Minero, Ambiental (CIGMA).
- La determinación de los LIG es el resultado de una valoración de acuerdo a su contenido geológico, aplicando IELIG y la metodología SAATY, tomando en cuenta que estos lugares son únicos y representativos, obteniendo resultados con fundamentos matemáticos de importancia dentro del contexto geológico.
- La base fundamental para determinar y valorar lugares de interés geológico (LIG) es la recopilación, análisis y correlación de información bibliográfica y verificación técnica científica en campo de la zona de estudio y un trabajo multidisciplinar.
- En el trayecto San Víctor-El Chaco se evidencia cambios de litologías, desde esquistos de diferentes facies de formación, rocas semi-metamórficas muy deformadas y laminadas hasta depósitos volcánicos y superficiales más recientes.
- De acuerdo a la litología y facies metamórficas, se atribuye a los esquistos posiblemente a la Unidad Upano (J_{su}) de la división Salado y a las rocas semi-metamórficas (metasedimentos, filitas y esquistos pelíticos) a la Fm Tena (K_r) de la Zona Subandina.
- Las facies metamórficas de la Formación Tena corresponde a facies de sub - esquistos verdes mientras que para la Unidad Upano presenta facies de esquistos verdes, por lo tanto son de muy bajo a bajo grado metamórfico, respectivamente.
- La zona de Baeza se encuentra atravesada por familias de fallas de sobrecorrimiento, característico de la zona de cabalgamiento de la Región Subandina.
- Las rocas semi-metamórficas que afloran al oeste de la Falla Cosanga son el producto de un metamorfismo dinámico.

Agradecimientos

A los ingenieros: Francisco Viteri, Luis Pilatásig y Elías Ibadango, por su colaboración y comentarios en la parte petrográfica y asesoría durante la realización del proyecto.

A la arqueóloga Mónica Bolaños M.Sc. por su colaboración en la parte investigativa, por sus comentarios y datos importantes acerca de la zona de estudio.

Referencias bibliográficas

Aguiar R., Sangurima K. "Modelo Geométrico del Foco del Sismo de Baeza, Napo-Ecuador 1987 a partir de datos Macrosísmicos". Escuela Politécnica del Ejército.

Arana, R., Rodríguez, J., Mancheño, M.A. & Ortiz, R. (1992). "Lugares de Interés Geológico de la Región de Murcia. Agencia Regional para el medio ambiente y la naturaleza". Serie Técnica, 219 pp. Murcia.

ASTEC, ENTRIX, WALSH. 2001. Informe preliminar Prospección y Rescate Arqueológico del Derecho de Vía del OCP Lago Agrio Punta Gorda. Proyecto Oleoducto de Crudos Pesados. Proyecto 131110. Elaborado por Salazar, E et al. Informe presentado al INPC. Quito 2001.

ASTEC, ENTRIX, WALSH. 2001. Informe final Prospección y Rescate arqueológico del Tramo Derecho de Vía Km 00-km 165. Proyecto Oleoducto de Crudos Pesados. Proyecto 131114. Informe presentado al INPC. Quito 2002.

Brito S. y Núñez H. Reconocimiento geológico-minero-ambiental sobre operaciones mineras en placeres auríferos. Sectores: Tena y Carlos Julio Arosemena Tola. Provincia de Napo, 2000.

Cando M., Ibadango E. y Gordon D. "Estudios de deslizamientos en la carretera Quito-Tena, tramo La Virgen de Papallacta – Sardinias". Provincia de Napo. Convenio DINAGE-ECORAE. 2002.

Sánchez G. (2003). "Técnicas participativas para la Planeación. Jerarquización analítica" (Método SAATY). México.

1974 Historia y Arqueología de la Ciudad Española Baeza de los Quijos Siglo XVI. Estudios Científicos sobre el Oriente Ecuatoriano, Tomo I Centro de Publicaciones de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.

INEMIN. Mapa geológico de las provincias orientales escala 1:250.000 .Boletín explicativo. Quito, 1987.

INEMIN. Piedra J. Van Thournout F. Proyecto Río Sardinias. Informe Final. Baeza – Napo, 1986.

Instituto Geofísico. "Informe Sísmico Especial: Zona de Baeza". Escuela Politécnica Nacional. Junio, 2006.

Instituto Geofísico. "Informe de los sismos de Baeza del 26 y 27 de Octubre, 2007". Escuela Politécnica Nacional.

Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM) Proyecto Plan de Investigación conservación y Puesta

en valor del Patrimonio Geológico Minero. (PPGME). Inventario y Catalogación de Lugares de Interés Geológico en el Ecuador.

Metodología para su divulgación. Elaborado Pilatasig, L; Bolaños, M; García T; Viteri, F; 2013).

Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico (INIGEMM) Proyecto Plan de Investigación Conservación y Puesta en valor del Patrimonio Geológico Minero. (PPGME). Glosario de Términos. Patrimonio Geológico Minero. 2014.

Instituto Nacional de Patrimonio Cultural, Ministerio de Educación y Cultura. 1995. Acuerdo Ministerial de Declaratoria Ciudad a la ciudad de Baeza Antigua. Archivo INPC. Quito.

Litherland M., Aspden J., Bermúdez R., Viteri F., y Pozo M. La geología y potencial mineral de la Cordillera Real, Ecuador (resumen de los resultados del Proyecto Geológico Cordillera Real, 1986-1990. INEMIN-Misión Británica, Quito).

Litherland, M., Aspden, J., Jemielita, R., 1994. "The Metamorphic Belts of Ecuador". British Geological Survey; Overseas Memory 11. Págs.: 27-30 y 48.

Oberem, Udo. 1980. Los Quijos, Historia de la transculturación de un grupo indígena en el Oriente Ecuatoriano. Colección Pendoneros, No 16 IOA. Otavalo.

Oleoducto de Crudos Pesados (OCP). WALSH Environmental Scientist and Engineers, Inc. Elaborado Salazar Ernesto. Proyecto Coordinado por ENTRIX Inc. Ecuador. Quito. 2003.

Porras P. Contribución a la Arqueología e Historia de los Valles Quijos y Misagualli Alto Napo en la Región oriental del Ecuador. Editora Fénix. Quito.

Puy M.; Miranda R.; Caudillo M. Propuesta de puntos de interés geológico y minero en el Área Natural Protegida El Orito. Distrito Minero de Guanajuato, México Pasos, Revista de Turismo y Patrimonio Cultural, vol. 8, núm. 4, octubre, 2010, pp. 595-607. Universidad de La Laguna España.

Salazar, E. Arellano, J. Ochoa M. Manosalvas, O. Informe del Reconocimiento arqueológico de la Línea del Oleoducto Ecuatoriano y Zonas Adyacentes. Presentado al INPC. 1999.

Trouw R. "Cuatro cortes por la Faja Metamórfica de la Cordillera Real del Ecuador". Boletín Científico Tecnológico. Escuela Superior Politécnica del Litoral. 1976.

Villalba M. Prospección arqueológica para el desvío del oleoducto de crudos pesados (OCP), en un tramo de 2 kilómetros, ubicado al norte de la confluencia de los ríos Salado y Quijos, provincia de Napo. Informe presentado al INPC: Quito 2010.

Webgrafías

- <http://www.igme.es/internet/patrimonio/preguntas.htm#1>.
- <http://quijos.gob.ec/>