

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ingeniería en Ciencias de la
Tierra

Diseño de Campo | I PAO 2024

Informe del levantamiento de campo

Integrantes:

Erick Paul León Borbor

Ariana Vanessa Vargas Reyes

Docente:

PhD. Maurizio Mulas

Guayaquil – Ecuador

26/Agosto/2024

Tabla de contenido

1.	Introducción	1
2.	Objetivos	1
2.1	Objetivo General:.....	1
2.2	Objetivo Específico:.....	1
3.	Área de Estudio.....	2
4.	Marco Geográfico	3
5.	Marco Geológico	4
6.	Marco Geomorfológico.....	7
7.	Marco tecto-estructural	9
8.	Metodología	12
8.1	Búsqueda Bibliográfica.....	12
8.2	Levantamiento de campo	12
9.	Resultados	13
9.1	Estaciones visitadas	13
9.2	Mapeo geológico.....	15
9.3	Columnas Estratigráficas	16
9.3.1	Estación Marítima.....	16
9.3.2	Estación Canal	18
9.3.3	Estación UBEP.....	22
9.4	Correlación entre afloramientos vistos	24
10.	Discusión.....	25
11.	Bibliografía	26

1. Introducción

Las costas de Ecuador han sido identificadas como una serie de terrenos alóctonos de origen oceánico acrecionados al margen continental andino durante la época del Cretácico tardío y el terciario temprano. Y desde el Eoceno, estas regiones del basamento acrecionado han permanecido configurando las regiones de antearco del Suroeste ecuatoriano. (Jailard, y otros, 1990). En Guayaquil, afloran varias formaciones como Piñón, Calentura, San Eduardo, Guayaquil y Cayo. Para este estudio, la formación Cayo es la más relevante, ya que se encuentra expuesta en gran parte del área del Campus ESPOL.

Por otro lado, el mapeo geológico es esencial porque permite establecer los límites espaciales de las rocas y suelos expuestos en una zona de estudio, así como identificar sus características principales, como el tipo de origen (ígneo, sedimentario o metamórfico), texturas, grado de alteración, espesores y buzamiento, entre otros. Además, la elaboración de una columna estratigráfica, que representa gráficamente la secuencia de las unidades geológicas en el área, contribuye a registrar la historia geológica, correlacionar los estratos y profundizar en el conocimiento de la geología del lugar.

El presente estudio está enfocado en identificar, caracterizar y mapear las distintas secuencias estratigráficas que pertenecen a la Formación Cayo y que afloran en el área de estudio en el Campus ESPOL.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General:

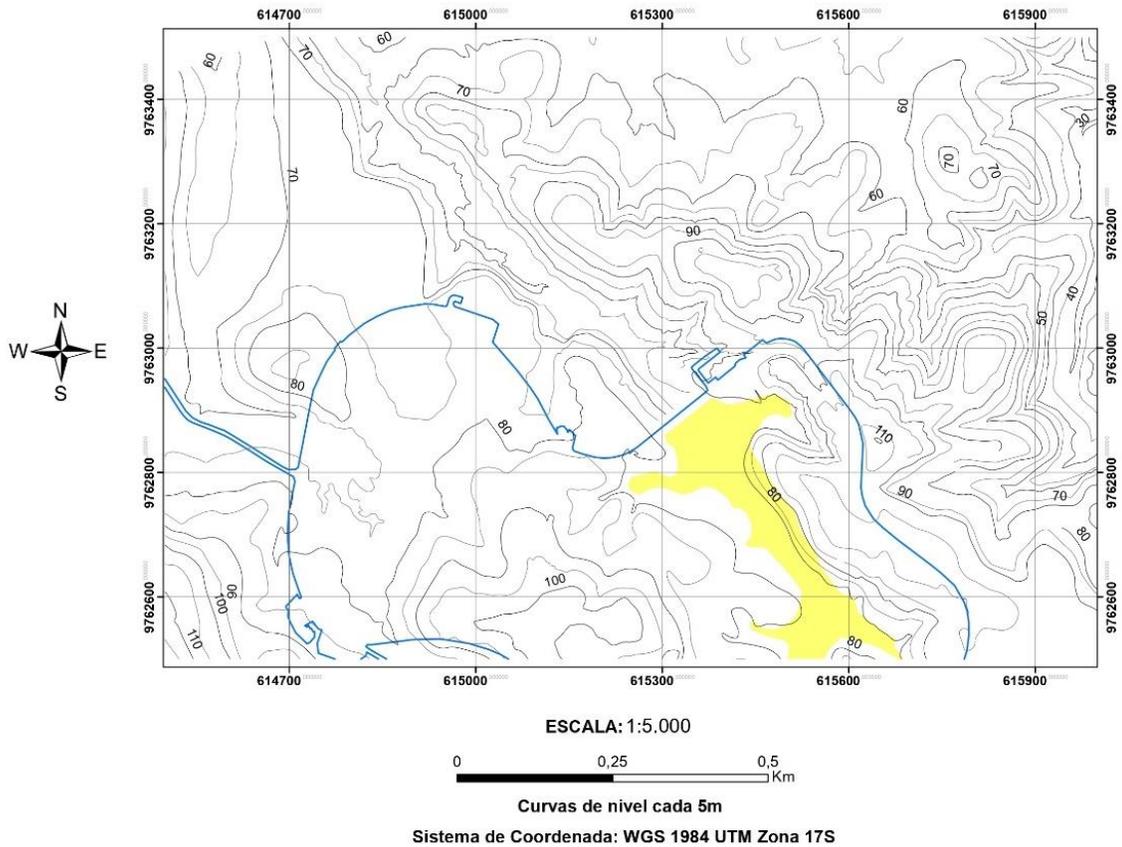
Realizar el mapeo geológico del área de estudio dentro del Campus ESPOL mediante la caracterización litológica y estratigráfica de las unidades que afloran para una correcta correlación de los distintos puntos estratégicos escogidos.

2.2 Objetivo Específico:

1. Seleccionar puntos de interés geológico mediante la búsqueda bibliográfica de estudios previos realizados en el Campus ESPOL.

2. Realizar columnas estratigráficas de las formaciones que afloran en los distintos puntos de interés.
3. Plantear correlaciones estratigráficas entre las distintas columnas estratigráficas realizadas.

3. Área de Estudio



4. Marco Geográfico

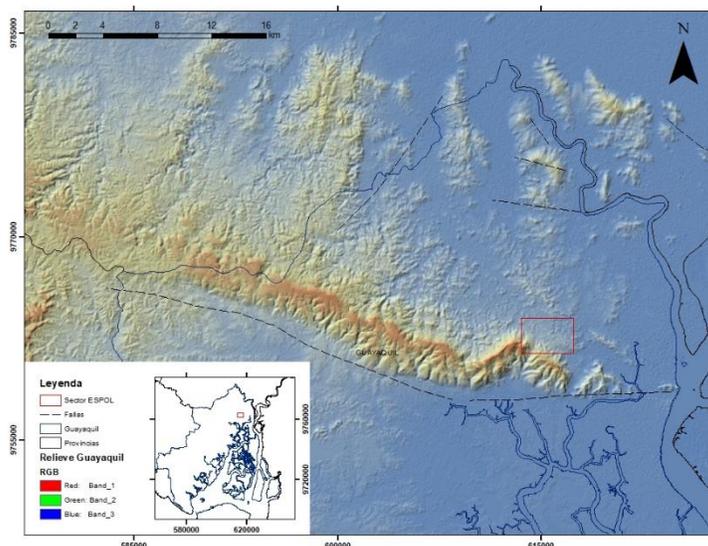
El área de estudio se ubica al norte del cantón de Guayaquil en el sector de la ESPOL. La ciudad de Guayaquil se encuentra dentro de la provincia del Guayas sobre el margen oeste del Río Guayas, por lo cual, es considerada como uno de los sistemas hidrográficos y fluviales más importantes del país. Hacia el sureste se encuentra el golfo de Guayaquil, y hacia el noroeste la cordillera Chongón Colonche (ver figura 1).

Guayaquil contiene 15 parroquias en su área urbana y 5 parroquias rurales. El sector de interés se encuentra dentro del área urbana. La altitud promedio es de 4 msnm en la cabecera cantonal y el tipo de clima es tropical megatérmico semi-húmedo, tropical megatérmico seco y tropical megatérmico semi-árido con temperaturas media anual 23,25 °C – 25,77°C y precipitación media anual 361 mm – 1442 mm (M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2021).

Alrededor del 80% de la superficie total de concesiones en el cantón de Guayaquil está destinada al aprovechamiento de materiales no metálicos (caliza, zeolita y sílice), el 16,95% a la extracción de materiales de construcción (áridos y pétreos, arena, cascajo, ripio y piedra de río) y un 3,08% en la explotación de materiales metálicos (M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2021).

La zona de estudio (ESPOL) consta de 675,35 hectáreas, de las cuales 332,30 hectáreas se consideran bosques protectores.

Figura 1: Mapa de ubicación geográfica ESPOL-Guayaquil



5. Marco Geológico

5.1 Cordillera Chongón Colonche

La Cordillera Chongón-Colonche agrupa las formaciones Orquídeas, Calentura, Cayo y Guayaquil que se superponen al basamento magmático basáltico llamado formación Piñón.

La prolongación hacia el sur del sistema de fallas Chingual Cosanga-Pallatanga-Puna (CCPP) transfirió la extensión de la Cuenca Progreso a la Cuenca Guayaquil, desarrollando cuencas clásicas separables, así como estructuras positivas y negativas como las representadas en la Isla Puna y el campo de gas Amistad (Aleman, Palencia, Lezama, & Montenegro, 2021).

Las zeolitas se encuentran a lo largo de la cordillera Chongón-Colonche, una cadena montañosa que se extiende al oeste de Guayaquil hacia la línea costera unos 100 km. Al conocer la presencia de zeolita, pequeñas canteras artesanales alrededor de la cordillera Chongon-Colonche han ido apareciendo a lo largo de los años, pero la explotación y aplicación local de estos minerales se ha limitado a la acuicultura y agricultura. Los afloramientos de zeolita se ubican a altitudes de 165 a 660 m.s.n.m. en la parte de la cordillera que está en la provincia de Guayas (Medina, Ureña, Medina, & Coello, 2022).

5.2 Formación Piñón:

Los afloramientos más extensos ocurren en la Cordillera Chongón Colonche. A lo largo de la Costa central del Ecuador aflora como un cinturón discontinuo. Desde Guayaquil es delineable a través de la Cordillera Chongón Colonche hasta Manta. Comprende principalmente rocas ígneas básicas: diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, toba, escasos lentes y capas delgadas de argilita y wacke, complejos de diques. También se han observado pilow lavas, hialoclastitas y metabasaltos en la facies de prehnita-pumpellyita. Subyace a la Formación Cayo a través de un contacto variable que va de gradual a discordante angular (Núñez del Arco, 2003).

5.3 Formación Orquídeas:

La Formación Las Orquídeas se encuentra en la zona costera sur de Ecuador, específicamente en las áreas de Guayaquil y la Cordillera Chongón-Colonche. Estratigráficamente, esta formación está situada sobre la Formación Piñón. Esta Formación está compuesta principalmente por lavas máficas y doleritas. Los basaltos de esta formación presentan una textura

intersertal con fenocristales de clinopiroxeno de composición augítica y feldespato plagioclasa. Estos minerales a menudo contienen inclusiones de óxidos de Fe-Ti, indicando una temprana cristalización durante el enfriamiento del magma. (Reynaud, Jaillard, Lapierre, Mamberti, & Mascle, 1999).

5.4 Formación Calentura:

Descansa sobre rocas andesíticas del tope de Piñón. Se ubica en la Cantera Calentura, 10 km al NE de Guayaquil. En Guayaquil aflora sobre los flancos del Cerro de Germania (Bristow & Hoffstetter, 1977). Tiene una edad del Cretácico Superior (Cenomaniano - Turoniano) y su litología es estratificación delgada, de color gris oscuro a negro, dura, de lutitas calcáreas y de color habano a café, localmente ahuecadas, y parte de calizas silicosas (Núñez del Arco, 2003). Consiste en argilitas, argilitas calcáreas, areniscas silicificadas, limonitas y lutitas de color gris obscuro o rojo (Duque, 2000).

5.5 Formación Cayo:

La litología de la formación Cayo incluye rocas vulcanoclásticas, como lutitas tobáceas, grauvacas, areniscas, lutitas y argilitas, que presentan diferencias en mineralogía y contenido de zeolita. Localmente, las tobas de esta formación se denominan "lutitas verdes". La Formación Cayo se superpone a la Formación Piñón (base oceánica máfica del área costera), la Formación Orquídeas (compuesta por brechas volcánicas submarinas) y la Formación Calentura (compuesta por piedra caliza de sílex de grano fino y turbiditas vulcanoclásticas delgadas) (Morante, y otros, 2022).

5.6 Miembro Guayaquil:

La localidad tipo está en la cantera frente al puente sobre el Estero Salado, en la salida W de Guayaquil. Los afloramientos siguen en las canteras del Cerro Santa Ana. Forman una banda paralela al flanco S de la Cordillera Chongón Colonche hasta unos 80km al WNW de Guayaquil. Está constituido por capas estratificadas de 0.2-0.4m de espesor de lutitas silíceas, lutitas tobáceas, chert nodular bandeado, tobas, arenisca y lutitas fisiles de color verde, variable de gris claro a obscuro y negro (Duque, 2000). Se observan también vetas de sílice calcedonia azul, casi opalescente, nódulos de pirita y vetas de cuarzo. Tiene una edad del Maastrichtiano y una potencia de 450 m en la cordillera Chongón Colonche hasta Guayaquil (Bristow & Hoffstetter, 1977).

5.7 Formación San Eduardo:

La localidad tipo está en la cantera San Eduardo de La Cemento Nacional, en la autopista a la Costa, Prov. de El Guayas, 2km al W del cerro San Eduardo, tiene una potencia de 200 m (Duque, 2000). Descansa sobre el Miembro Guayaquil en forma aparentemente concordante pero las respectivas edades sugieren un hiato sedimentario entre ellas, Tiene una edad que del inferior del Eoceno Medio (Bristow & Hoffstetter, 1977). Se caracteriza por presentar fragmentos de algas arrecifales, guijarros de calcilitas y acumulaciones de chert. Sobreyacen en discordancia angular, en algunos sectores, con el miembro Guayaquil Chert (Núñez del Arco, 2003).

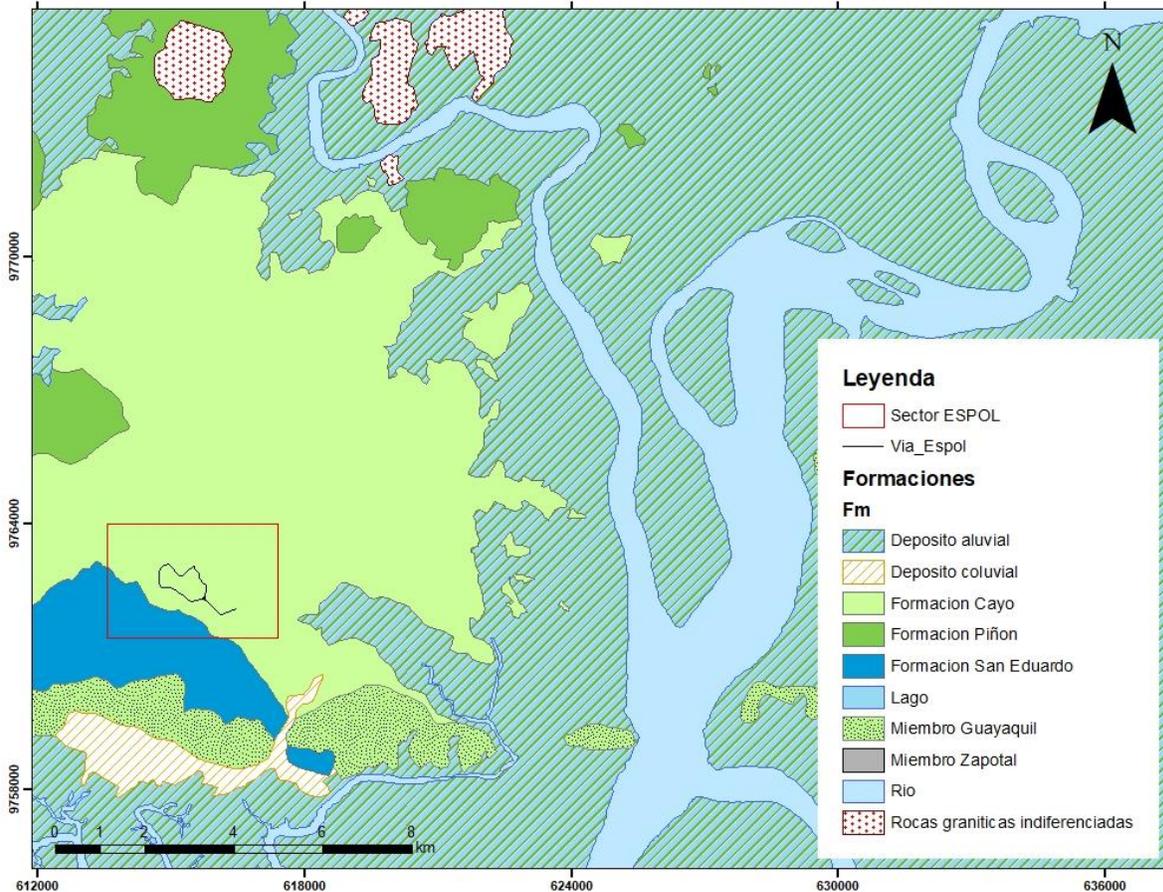
5.8 Formación Tosagua – Miembro Zapotal:

La apertura del oligoceno de la Cuenca Progreso comenzó con la deposición diacrónica de la Formación Zapotal. La deposición tuvo lugar sólo al SO de la Falla de Consuelo y el estrecho graben entre las fallas de Consuelo y Carrizal fue el sitio de la deposición inicial. Las altas tasas de hundimiento de este graben permitieron la rápida agradación de alrededor de 1500 m de espesor de ciclos recurrentes que consisten en conglomerados imbricados, ricos en volcánica y bien estratificados en una matriz arenosa, con lutitas de guijarros ocasionales intercaladas con areniscas de grano grueso, de guijarros y de capas gruesas. En toda la sección están presentes lutitas tobáceas y abundantes tobas de capa gruesa, sin estructura y cenizas tobáceas. Hacia arriba, esta secuencia cambió a ciclos ascendentes discretos de engrosamiento interpretados como deposición en abanico delta. La abundancia de tobas de caída de ceniza contemporánea a la deposición de esta secuencia documentó el vulcanismo generalizado asociado con el Arco de Saraguro ubicado en la Cordillera Occidental (Aleman, Palencia, Lezama, & Montenegro, 2021).

La geología local dentro de ESPOL está representada por la Formación Cayo, y hacia el sur por la Formación San Eduardo (ver figura 2), en el sector se ha evidenciado la existencia de depósitos aluviales, secuencia de tobas, lutita tobácea y toba lapilli. Además, en la parte de ZEDE

estudios de (Ayala, y otros, 2022) caracterizaron el subsuelo del área de estudio constituido de gravas-arenas, toba lapilli y secuencias de tobas gruesas, tobas finas y lutitas tobáceas.

Figura 2. Mapa Geológico del sector ESPOL-Guayaquil



6. Marco Geomorfológico

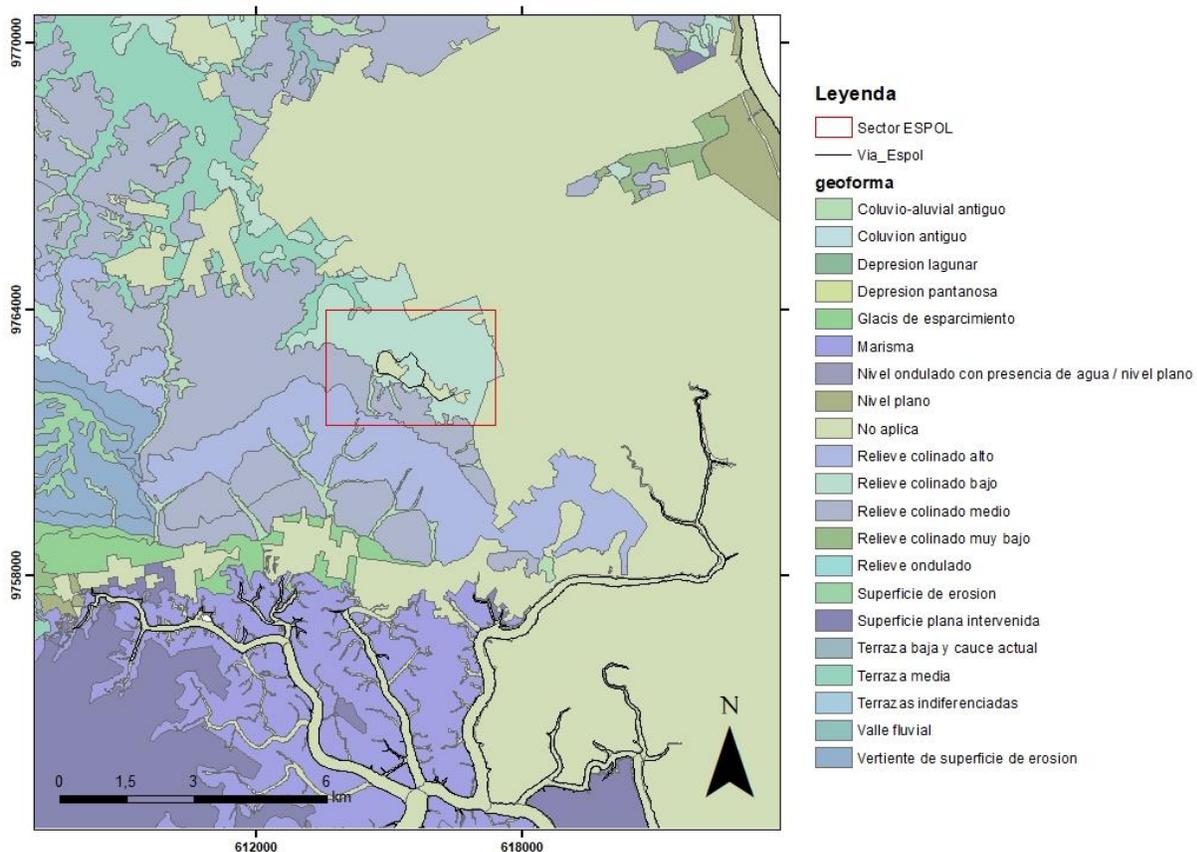
En Guayaquil según (INIGEMM & SENPLADES, 2011), la geomorfología del cantón Guayaquil se divide en:

- La zona central hacia el noreste que se caracteriza por relieves colinados bajos y cimas anchas y redondeadas, asociadas a formaciones geológicas específicas como Progreso y Tosagua.

- La parte sur presenta planicies costeras y relieves colinados con una cota máxima representada por el cerro Zambapala, además de relieves estructurales y superficies de mesa estructural asociadas a sistemas de fallas.
- En toda el área de estudio se encuentran estuarios, marismas, terrazas indiferenciadas, coluvio-aluviales, gargantas, superficies de conos de esparcimiento y conos de deyección antiguos, y extensas camaroneras en la isla.

Esta diversidad geomorfológica influye en la dinámica fluvial, la sedimentación, y la susceptibilidad a procesos como la erosión y las inundaciones, que son aspectos críticos para la planificación territorial y la gestión de riesgos naturales en el cantón Guayaquil.

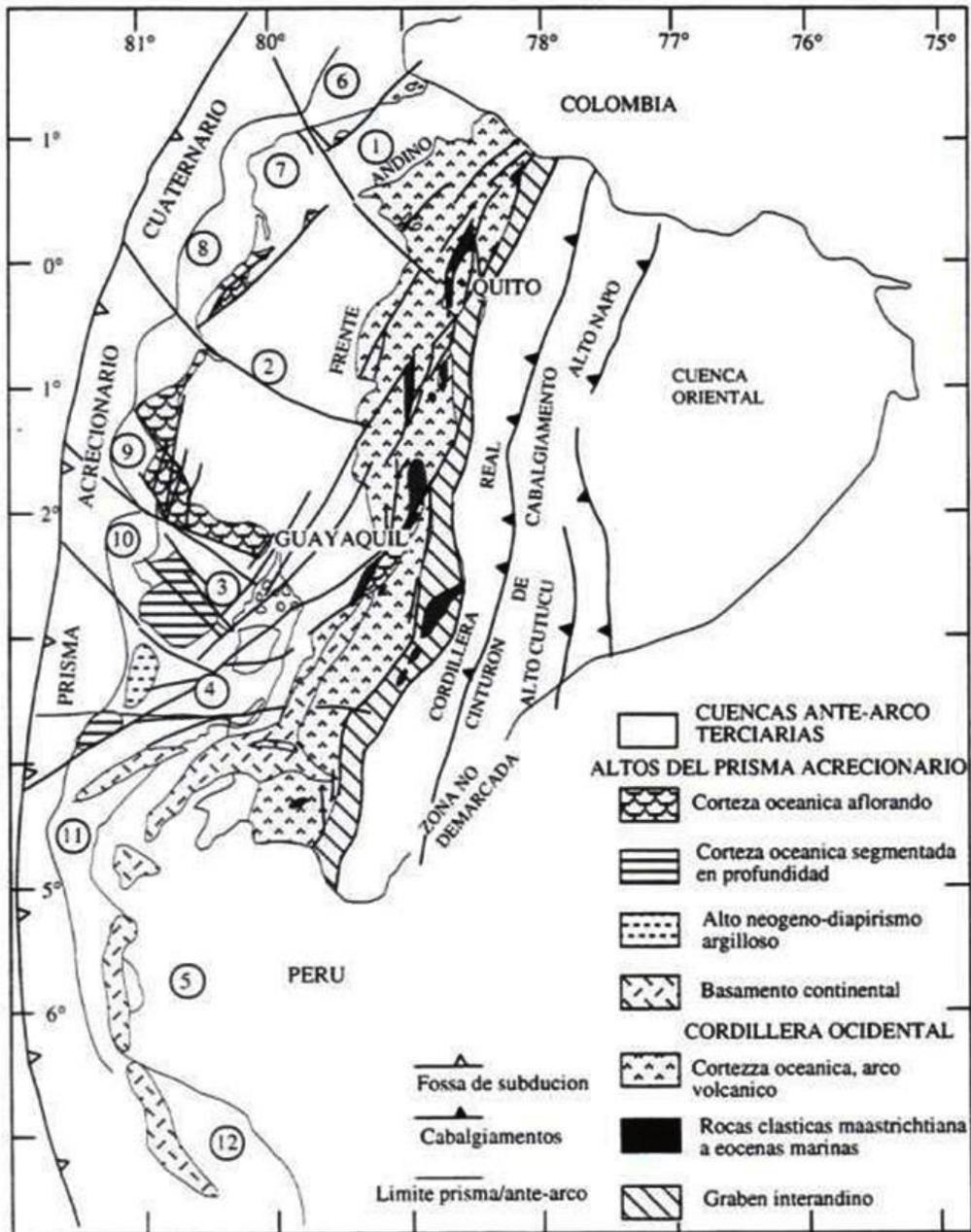
Figura 3 Mapa Geomorfológico del sector ESPOL.-Guayaquil



7. Marco tecto-estructural

Según (Benitez Acosta, 1995), durante la etapa pre-colisión (Aptiano superior-Paleoceno superior, 108-53 Ma), la zona es un dominio oceánico; después de la formación de la corteza oceánica (*Piñón*), se desarrolla un sistema de arco insular interoceánica que tiende a emerger, y cuyos productos alimentan la sedimentación de la cuenca oceánica. Este sistema colisiona con América del Sur cerca al límite Paleoceno-Eoceno, y experimenta deformaciones (fallas y pliegues) y rotaciones de bloques. El acortamiento y engrosamiento cortical culminan al fin del Oligoceno con la emersión generalizada de la zona. Desde el Mioceno inferior hasta ahora (24-0 Ma), la provincia costera ecuatoriana constituye una zona de ante-arco ligada con la subducción de la litósfera oceánica de la placa de Nazca por debajo de la sur-americana. La oblicuidad de la subducción es causa de una deformación no homogénea. La zona costera está cortada por importantes fallas de rumbo (Sistema Guayaquil, Carrizal, La Cruz, Jipijapa) que determinan la aparición de cuencas en transtensión caracterizadas por una subsidencia importante durante el Neógeno. La litósfera en curso de subducción comprende dorsales asísmicas que, debido a la convergencia oblicua, barren la margen americana y provocan importantes movimientos verticales.

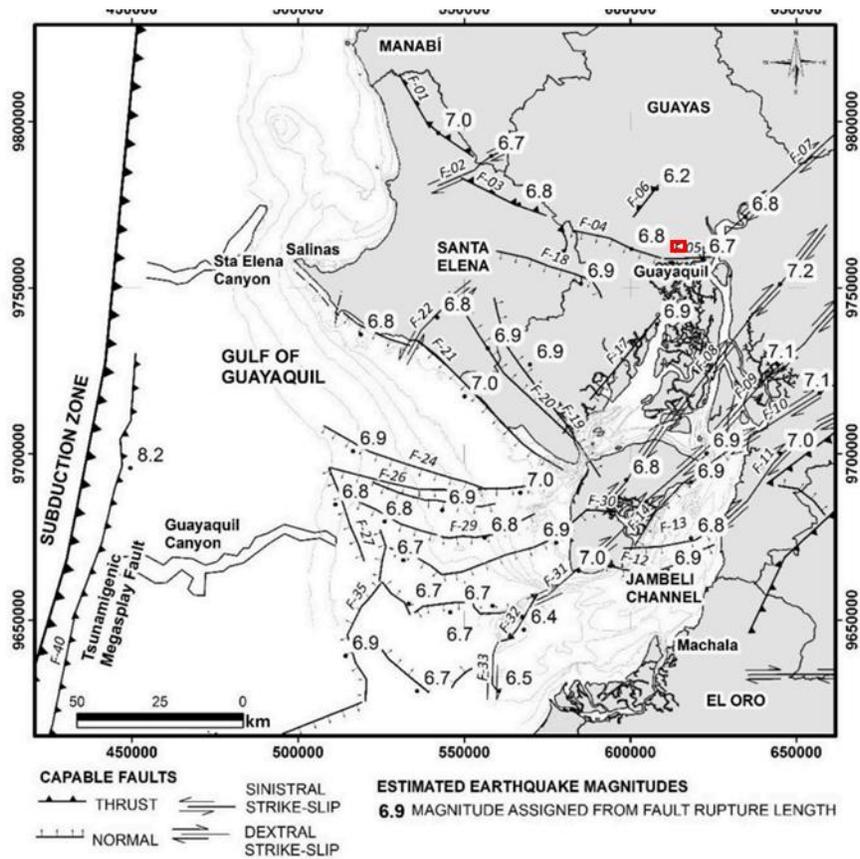
Figura 5. Esquema Geológico del Antearco ecuatoriano según (Reynaud, Jaillard, Lapierre, Mamberti, & Mascle, 1999)



Los terremotos de corteza terrestre de fuertes a moderados en la costa sur de Ecuador han sido poco documentados. Los relatos históricos obtenidos de los archivos de la Casa de Cultura de Cuenca y Quito (MHQ, 1879), evidencian el terremoto que azotó la ciudad de Guayaquil el 11 de junio de 1787. Este terremoto ha sido asociado a una fuente sísmica en las fallas de Carrizal (F-18) o falla del Estero Salado (F-17) ubicadas a 35 y 16 kilómetros, respectivamente, del casco urbano. Otro terremoto de Mw 6,2, ocurrido en 1943, en la zona de Guayaquil (Chunga, Ochoa-Cornejo, Mulas, Toulkeridis, & Menéndez, 2019).

De acuerdo con la figura 5, la Falla F-05 está hacia el sur del sector ESPOL. La falla normal F-05, ubicada a 3 km al este de Guayaquil, tiene una falla de rumbo N300° y buzamiento N25° S-SW. Con base en el análisis de características morfotectónicas se estima un sismo de magnitud Mw 6,7 y un valor de PGA de 0,35g. Esta falla se evidencia en una cantera que tiene una tendencia paralela a la dirección de los estratos (210/25) de calizas y lutitas de las formaciones San Eduardo y Guayaquil (Chunga, Ochoa-Cornejo, Mulas, Toulkeridis, & Menéndez, 2019).

Figura 6. Mapa Tectónico con las posibles magnitudes máximas de sismicidad en la costa suroeste del Ecuador: Obtenido de (Chunga, Ochoa-Cornejo, Mulas, Toulkeridis, & Menéndez, 2019)



8. Metodología

8.1 Búsqueda Bibliográfica

En esta fase la búsqueda de información bibliográfica fue importante porque nos permitió comprender el contexto geológico del área de estudio, conocer investigaciones previas acerca de la Formación Cayo y planificar adecuadamente los puntos a visitar. Además, esta búsqueda sirve para fundamentar teóricamente nuestros hallazgos con estudios anteriores, lo que enriquece el análisis y las conclusiones del levantamiento de campo.

8.2 Levantamiento de campo

Durante esta fase, se identifican y registran las características geológicas del área, como tipos de rocas, estructuras geológicas (pliegues, fallas), orientaciones de estratos, y evidencias de procesos geológicos (erosión, sedimentación), además de levantamiento de columnas estratigráficas. Esta información es fundamental para construir un mapa geológico preciso, ya que proporciona la base sobre la cual se interpreta la geología del sitio de interés. Para esto se requieren los siguientes instrumentos geológicos:

- Libreta de campo
- Martillo geológico
- Brújula
- Lupa
- Agua
- Lapicero y borrador
- Mapa de la zona
- Flexómetro
- GPS

Una vez identificadas las estructuras y los tipos de rocas en la zona, se elabora un mapa utilizando diferentes simbologías para representar las diversas litologías presentes en el área de estudio, además de registrar las mediciones estructurales de los estratos o formaciones observadas.

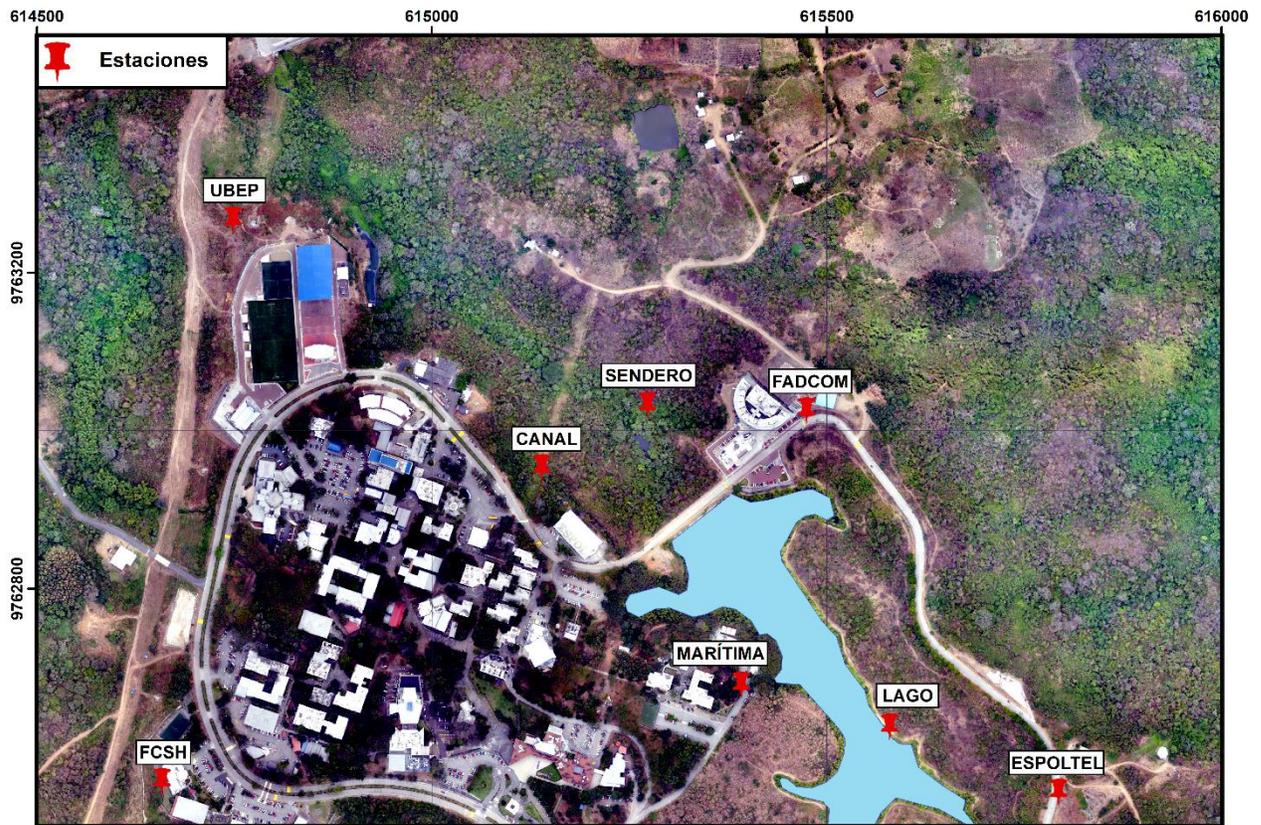
Se debe tomar en cuenta visitar los puntos estratégicos que se definen en la fase de búsqueda de información bibliográfica.

9. Resultados

9.1 Estaciones visitadas

Se escogieron las siguientes estaciones a partir de la búsqueda bibliográfica, además de nuevos afloramientos observados durante la visita en campo de ciertas estaciones. Los puntos visitados se detallan en la **figura 7**.

Figura 7. Ubicación de las estaciones en el Campus ESPOL.



Estación	Coordenadas UTM	Ubicación	Descripción general
Marítima	X: 615392	Afloramiento en la Facultad FIMCM, frente a SiMar	Afloramiento fuertemente estratificado diaclasado. Se trata de una secuencia turbidítica con intercalaciones de lutitas y areniscas de tamaños centimétricos con contactos netos entre ellas. Presencia de dos intrusiones volcánicas.
	Y: 9762677		

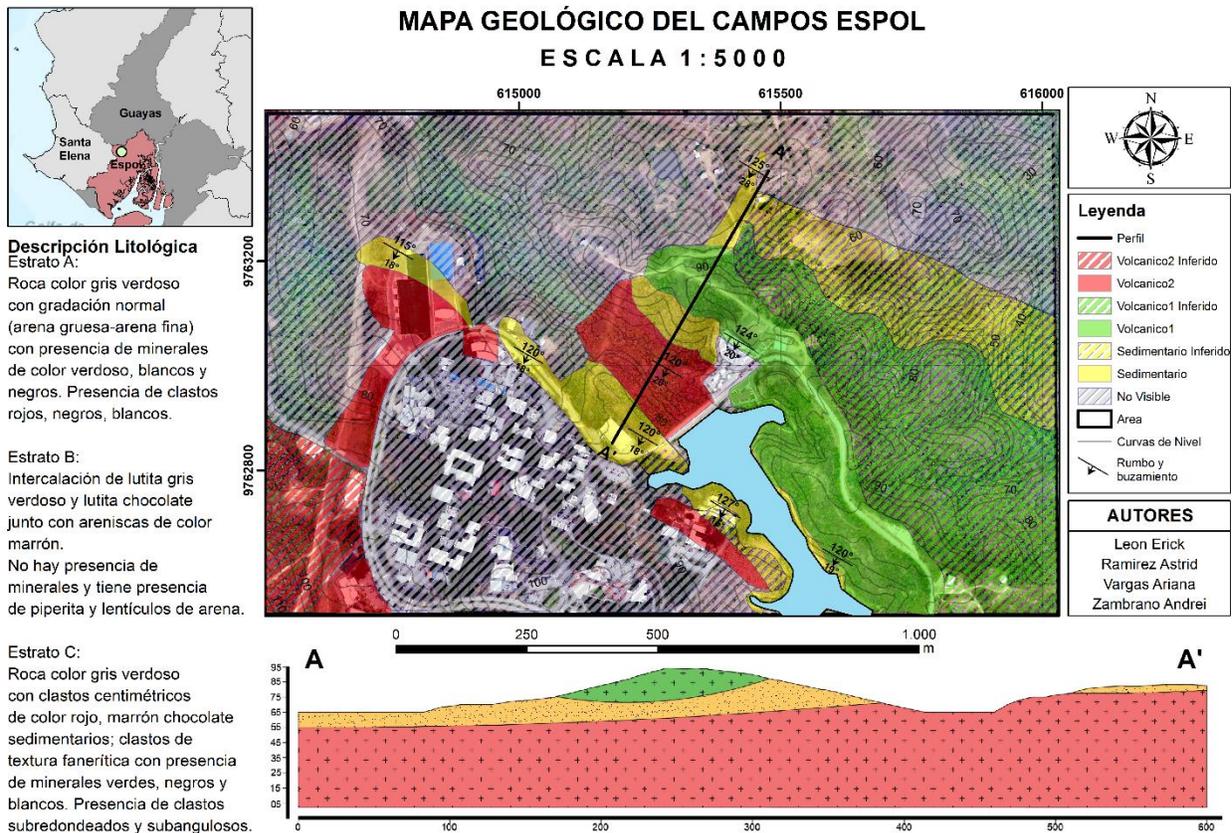
Detrás FADCOM	X: 615475	Afloramiento a la derecha de FADCOM	Afloramiento con parte sedimentaria estratificada a la base y volcánica al techo. La parte volcánica contiene clastos ígneos y sedimentarios angulosos centimétricos dentro matriz volcánica. Presencia de zeolitización.
	Y: 9763024		
Rampa del canal	X: 615182	Rampa al final del canal entrando por la bajada a la derecha del coliseo antiguo	Afloramiento volcánico en la parte inferior y sedimentario en la parte superior. La secuencia volcánica representada por varios flujos en donde el tamaño de grano disminuye debido a la deposición de ceniza.
	Y: 9762937		
Mitad del canal	X: 615273	Afloramiento a la mitad del canal junto al coliseo antiguo	Afloramiento de la unidad sedimentaria, con las intercalaciones de lutitas verdes, chocolates con areniscas.
	Y: 9763032		
Detrás canchas UBEP	X: 614749	Afloramiento ubicado detrás canchas futbol de UBEP	Afloramiento con dos unidades. La unidad inferior representada por secuencia masiva volcánica con flujos centimétricos de ceniza. La unidad superior secuencia sedimentaria estratificada de lutita y arenisca.
	Y: 9763266		
Espotel	X: 615794	Carretera de Espotel	Afloramiento volcánico masivo con cristales de tamaño de grano grueso, alta presencia de zeolitas.
	Y: 9762541		
Sendero detrás FADCOM	X: 615322	Sendero ingresando por camino tierra a la izquierda de FADCOM. Se sigue el sendero hasta encontrar una mini quebrada a la derecha.	Afloramiento con base volcánico masivo, el contacto con la parte sedimentaria (unidad superior) tiene un tamaño grano fino color gris verdoso.
	Y: 9763020		
LAGO	X: 615580	Camino que bordea el este del lago Espol	Afloramiento a lo largo del camino, en donde se ve dos unidades. La unidad inferior es la secuencia sedimentaria. La unidad superior es el masivo volcánico con clastos englobados.
	Y: 9762624		
FCSH	X: 614659	Detrás edificio de Celex	Afloramiento volcánico con clastos centimétricos completamente meteorizado.
	Y: 9762555		

9.2 Mapeo geológico

Una vez caracterizadas las estaciones visitadas, se las ubicó en el mapa con sus datos estructurales para posterior, realizar el perfil geológico, obteniendo como resultado la **figura 8**.

El corte geológico atraviesa las 3 unidades presentes en la zona de estudio, la unidad volcánica inferior 1, la unidad sedimentaria y la unidad volcánica superior 2. De este modo se observa que hacia el oeste aflora la unidad volcánica inferior 1, y hacia el este aflora la unidad volcánica superior 2, y entre estas se halla la unidad sedimentaria.

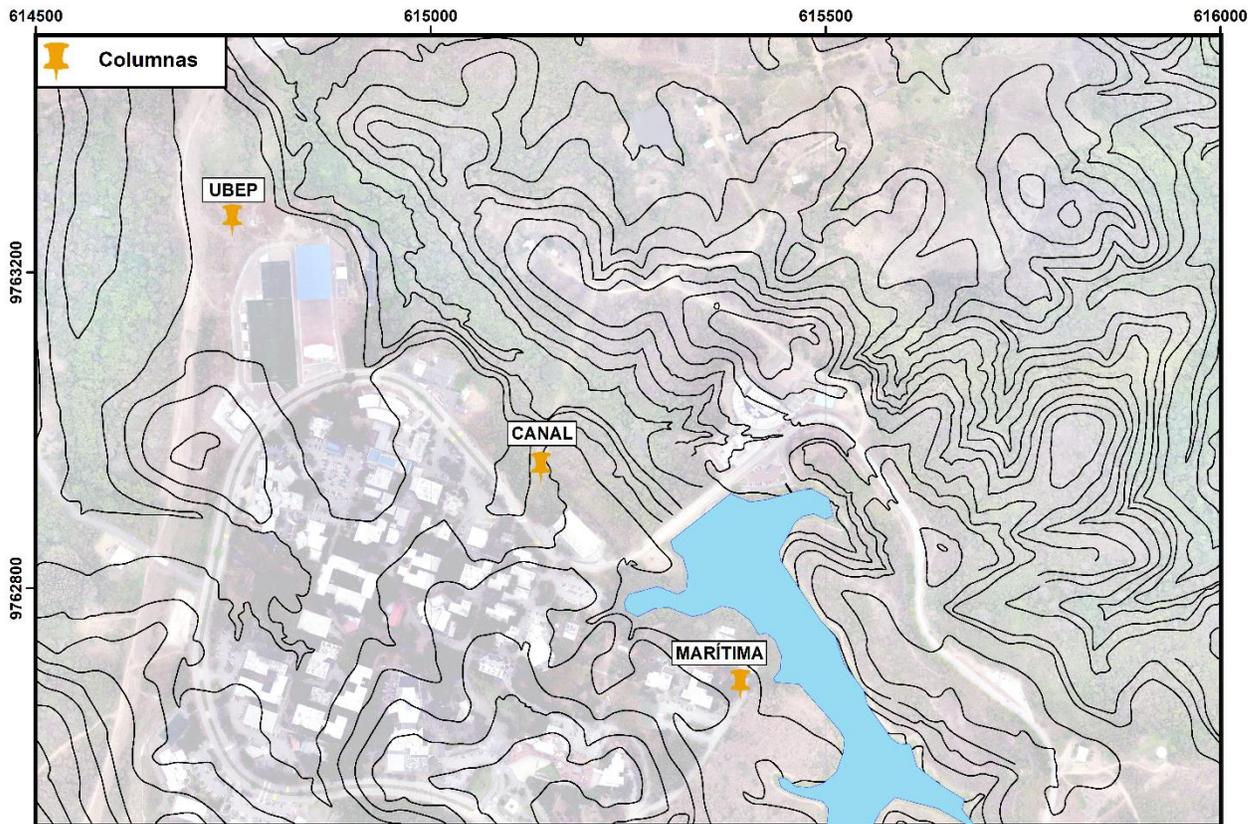
Figura 8 Mapa Geológico Campus ESPOL



9.3 Columnas Estratigráficas

Se realizaron columnas estratigráficas en tres de las estaciones visitadas, debido a la accesibilidad y buena visibilidad del afloramiento. Estas estaciones fueron la de Marítima, la del Canal y la de UBEP, tal como se detalla en la **figura 9**.

Figura 9. Ubicación de las estaciones donde se levantaron columnas estratigráficas.



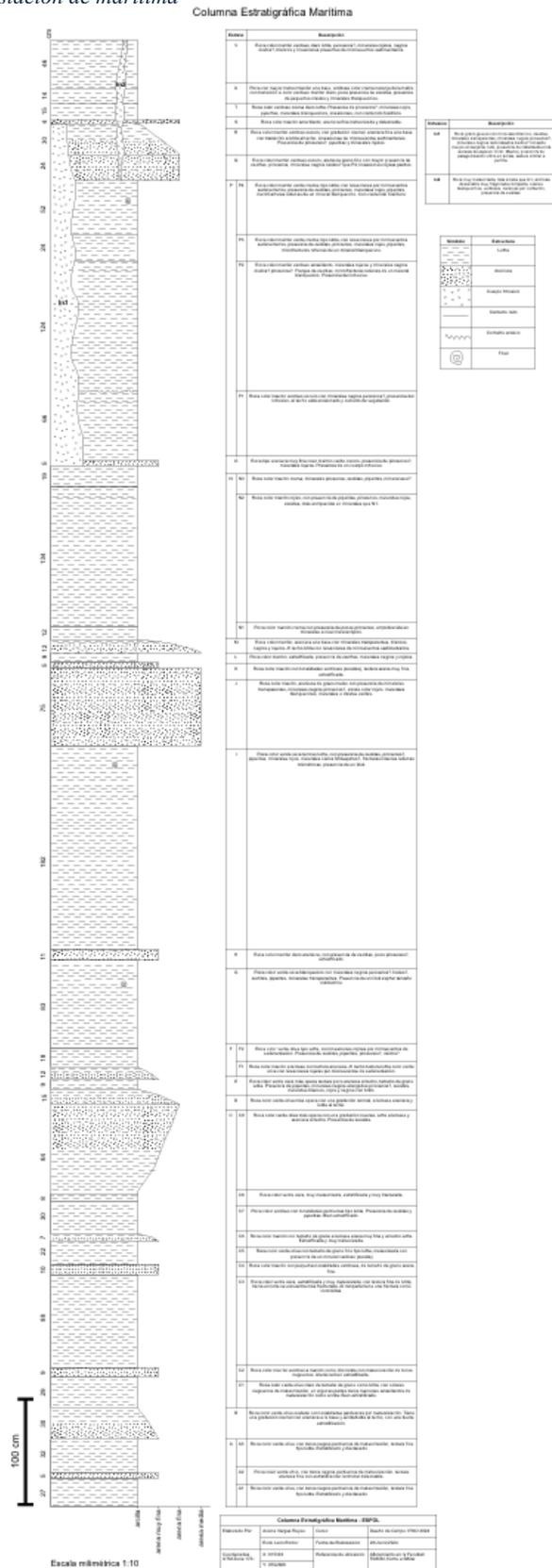
9.3.1 Estación Marítima

La columna de Marítima tiene una potencia de casi 14 m, extendiéndose de norte-sur a lo largo de la carretera, como se observa en la **figura 10**.

Figura 10. Afloramiento ubicado en la estación de marítima.



Figura 11- Columna estratigráfica del afloramiento de la estación de marítima



El afloramiento tiene un espesor de 1387 cm con un total de 38 estratos de tamaño centimétricos, de manera general se observa rocas de color marrón con sedimento suelto, estratificadas y con colores pardos oscuros de meteorización. Presenta estructuras diaclasas con $320^{\circ}/70^{\circ}$. Los estratos están inclinados con una dirección buzamiento $217^{\circ}/15^{\circ}$

Como resultado la columna muestra una alternancia de lutita y arenisca con tonalidades gris verdosa y marron chocolate.

En ciertos estratos se halló presencia de contenido fosilífero, como el estrato G, I, P4. La mineralogía predominante fue el contenido en zeolitas, siguiendo la presencia de piroxenos fibrosos.

Este afloramiento se caracteriza por tener dos intrusiones en la parte superior, de material volcánico con cristales de grano grueso, minerales como sanidina, piroxenos, zeolitas, y presencia de pumita. Estas intrusiones se hallan de manera masiva y muy meteorizadas.

9.3.2 Estación Canal

La primera parte consta del afloramiento ubicado al final del canal, en donde se aprecia una **rampa** de grandes bloques de roca volcánica.

Este afloramiento tiene un espesor de 1200 cm con un total de 8 estratos, tiene una dirección de buzamiento de $226^{\circ}/24^{\circ}$. Hacia el techo se logra hallar el contacto ígneo-sedimentario.

Los estratos presentan gradaciones en el tamaño de grano, siendo la gradación normal predominante en el estrato A3, un flujo masivo con clastos centimétricos-decimétricos en una matriz volcánica.

Los estratos A5 y A6 presentan una gradación tipo inversa, con mineralogía de sanidina, piroxenos y cuarzo, clastos de pumita, piperitas, clastos marrones y rojizas. En el estrato A5 los clastos tienen una posición predominante, lo que da una dirección de flujo de $N130^{\circ}$.

Se observan dos flujos de ceniza, en el estrato A4 y A7, este flujo se caracteriza por tener una textura fina como arcilla con tacto untuoso y de color como turquesa.

Al final se halla el contacto con la secuencia sedimentaria, este estrato presenta gradación normal con pequeñas inclusiones del material volcánico a la base.

Figura 12. Afloramiento ubicado en la rampa de la estación del canal.

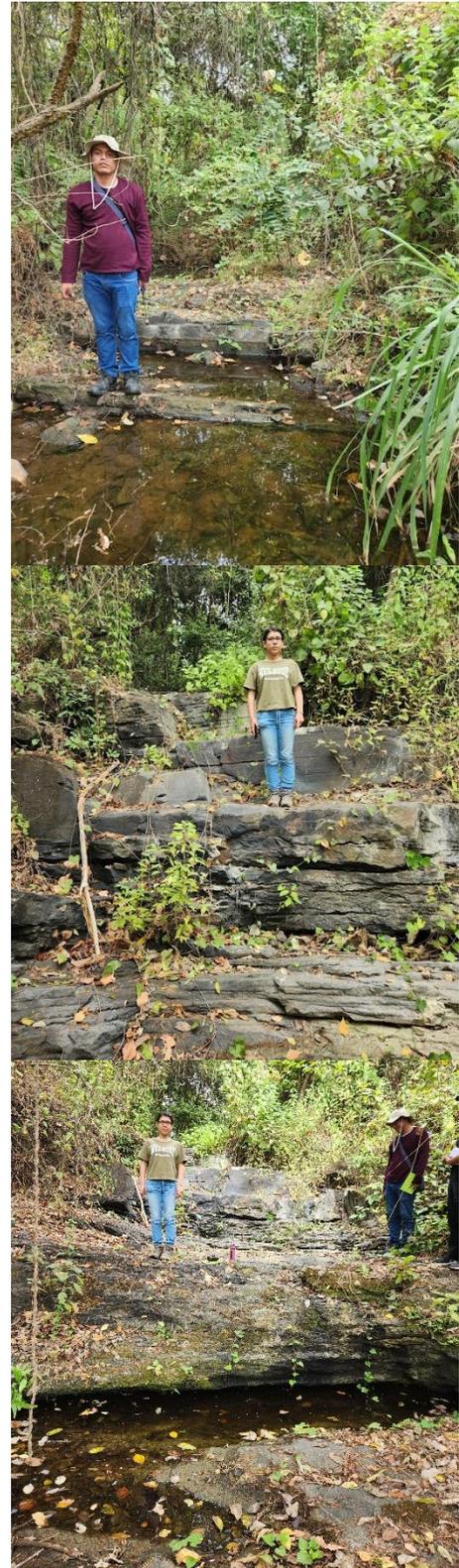
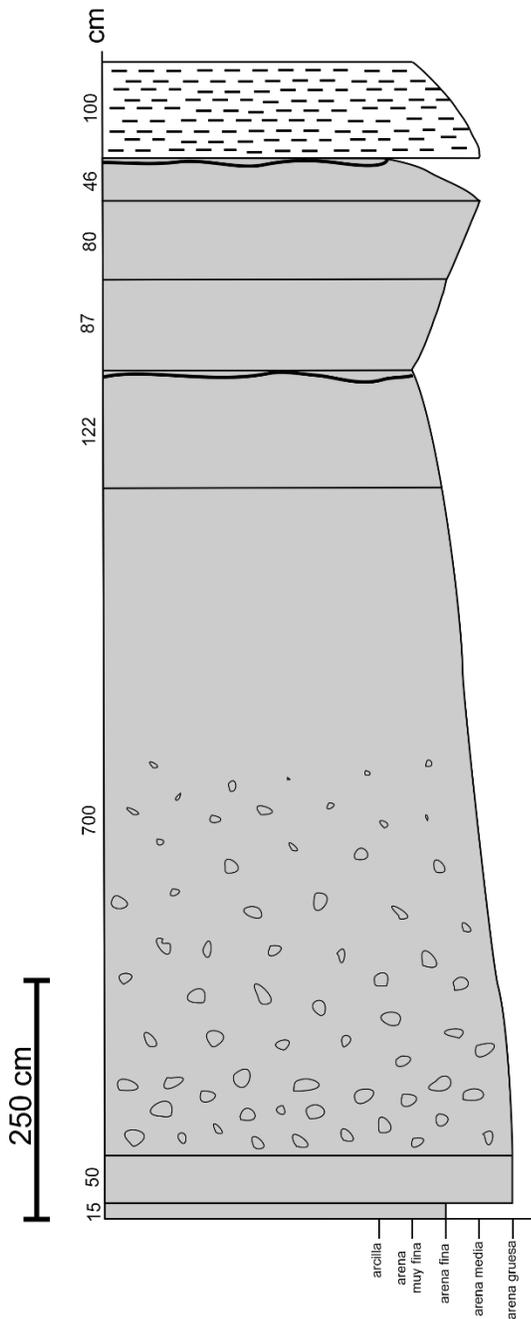


Figura 13. Columna estratigráfica del afloramiento ubicado en la estación del canal junto al coliseo de deportes ESPOL.

Columna Estratigráfica Rampa al final del canal junto al coliseo



Escala milimétrica 1:50

Estrato	Descripción
B	Roca sedimentaria con gradación normal. A la base masivo roca tamaño arena media color gris verdoso con presencia de clastos, piperitas, piroxenos con inclusiones de material volcánico del flujo que sobreyace. Al techo estratificado tamaño arcilla color gris verdoso. Presencia de piroxenos, lineaciones rojizas y clastos de tamaño hasta centimétricos.
A7	Roca color verde azulado con gradación normal, de tamaño arena media a arcilla. Al techo matriz es ceniza, sin texturas, untuosa al tacto, se encuentra el contacto igneo-sedimentario.
A6	Roca color gris verdoso con gradación inversa, de arena fina-media a arena media. Presencia de agua estancada limitando la descripción litológica.
A5	Roca color gris verdoso con gradación inversa, de arena muy fina a arena fina-media. Se presencia dirección de flujo de N130° de acuerdo a la posición de clastos y pumita en la matriz. Presencia de clastos marrones y rojos, minerales blancos, transparentes y negros.
A4	Roca color gris verdoso con gradación normal, de arena media-fina base a arena fina al techo. Presencia de clastos milimétricos negros, rojos, zeolitas, presencia de tonalidades marrones. Masivo
A	
A3	Flujo masivo de espesor 700 cm. Roca color verdosa con gradación normal, tamaño arena gruesa a la base con transición a arena media-fina al techo. Se observa presencia de minerales blancos, transparentes, negros (piroxenos), verdes (zeolitas). Presencia de clastos milimétricos y centimétricos rojos, verdes, marrones. Masivo y caótico.
A2	Roca color verdosa tamaño arena gruesa con minerales blancos masivos y tabulares, transparentes, rojos, negros redondeados y tabulares. Masivo.
A1	Roca color gris verdoso de tamaño de arena fina, con baja presencia de minerales, presencia de clastos negros, marrones, piperitas. Masiva con zeolitización.

Símbolo	Estructura
	Lutita
	Volcánico
	Flujo ceniza
	Clastos

Columna Estratigráfica Rampa al final del canal			
Elaborado Por:	Ariana Vargas	Curso:	Diseño de Campo
	Erick León Astrid Ramirez Andrei Zambrano	Fecha:	25/Agosto/2024
Coordenadas UTM Zona 17S:	X: 615182 Y: 9762937	Referencia de ubicación:	Rampa al final del canal entrando por la bajada a la derecha del coliseo antiguo

La siguiente parte de esta estación es en la **mitad del canal**, en donde el afloramiento es visible y no está tan cubierto por la vegetación. Así como se aprecia en la figura 13.

Figura 14. Afloramiento ubicado en la mitad de la estación del canal.

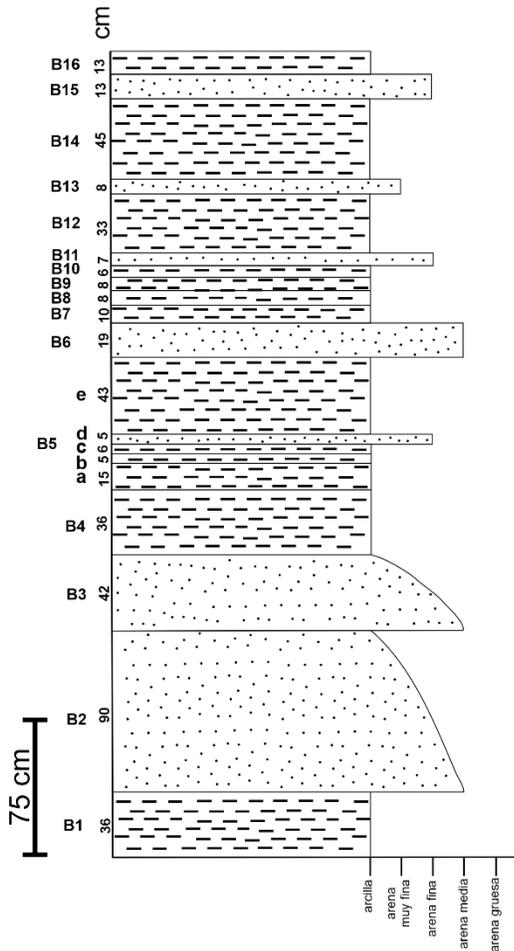


Este afloramiento consta solamente de la secuencia sedimentaria, con las intercalaciones de lutita-arenisca de color gris verdoso y marrón chocolate de manera masiva y estratificada, tiene una dirección de buzamiento de $225^{\circ}/24^{\circ}$ y una potencia de 448 cm con un total de 16 estratos. Los estratos B2 y B3 presentan gradación normal con una transición de arenisca a lutita.

La mineralogía predominante son zeolitas, piroxenos y minerales blancos y transparentes, existe la presencia de clastos milimétricos visibles solo en el estrato B2, algunas lutitas como la de B8, B12, B14 presentan pequeños lenticulos de arena.

Figura 15. Columna estratigráfica del afloramiento ubicado en la mitad de la estación del canal.

Columna Estratigráfica Canal junto al coliseo



Escala milimétrica 1:25

Estrato	Descripción
B16	Lutita color turquesa, fractura concoidea con lentículos de arena fina de color crema.
B15	Arenisca fina de color marrón a la base y al techo lutita gris verdoso.
B14	Lutita gris verdoso con lentículos de arena, presencia de piperitas.
B13	Arenisca muy fina color marrón.
B12	Lutita gris verdoso con lentículos de arena, presencia de piperitas.
B11	Arenisca fina color marrón.
B10	Lutita gris verdosa.
B9	Lutita a la base, arenisca media y al techo lutita. Gradación inversa simétrica.
B8	Lutita con agregados de arena marrón verdoso.
B7	Lutita color chocolate.
B6	Arenisca color marrón de tamaño medio masivo. Presencia de min transparentes, blancos y negros.
B5	e Lutita chocolate a la base y gris verdosa al techo masivo. Presencia de min transparentes y negros.
	d Arenisca fina color marrón claro masivo. Presencia de min transparentes y negros.
	c Lutita gris verdosa masivo. Presencia de min transparentes y negros.
	b Lutita color chocolate masivo. Presencia de min transparentes y negros.
	a Lutita gris verdosa masivo. Presencia de min transparentes y negros.
B4	Estratificado-masivo. Roca color gris verdoso de tamaño lutita con presencia de piroxenos, min blancos. No se aprecia presencia de zeolitas.
B3	Masivo con gradación normal. A la base arenisca media color marrón con minerales rojos, blancos y negros. El tamaño cambia arenisca fina-muy fina color gris verdoso, meteorizada con muy baja presencia de minerales. Al techo lutita con piperitas, piroxenos y zeolitas.
B2	Estratificado con gradación normal. A la base arenisca media color chocolate con minerales negros y blancos, luego se torna gris verdoso con zeolitas y piroxenos de tamaño milimétricos. Al ascender el tamaño cambia a fino-muy fino de color chocolate con baja presencia de minerales.
B1	Roca color gris verdoso de tamaño de grano lutita, muy meteorizada con muy baja presencia de minerales como piroxenos. Al techo el color se torna a una tonalidad marrón. Estratificado

Columna Estratigráfica Canal junto al Coliseo - ESPOL			
Elaborado Por:	Ariana Vargas Erick León Astrid Ramírez Andrei Zambrano	Curso:	Diseño de Campo
		Fecha:	25/Agosto/2024
Coordenadas UTM Zona 17S:	X: 615273	Referencia de ubicación:	Afloramiento a la mitad del canal junto al coliseo antiguo
	Y: 9763032		

Símbolo	Estructura
	Lutita
	Arenisca

9.3.3 Estación UBEP

Este afloramiento consta de las dos unidades, en la parte inferior está la unidad volcánica y hacia el techo se encuentra la unidad sedimentaria, con una dirección de buzamiento de $215^{\circ}/20^{\circ}$. El afloramiento tiene una potencia de casi 6 metros.

Figura 16. Afloramiento ubicado en la estación de UBEP.

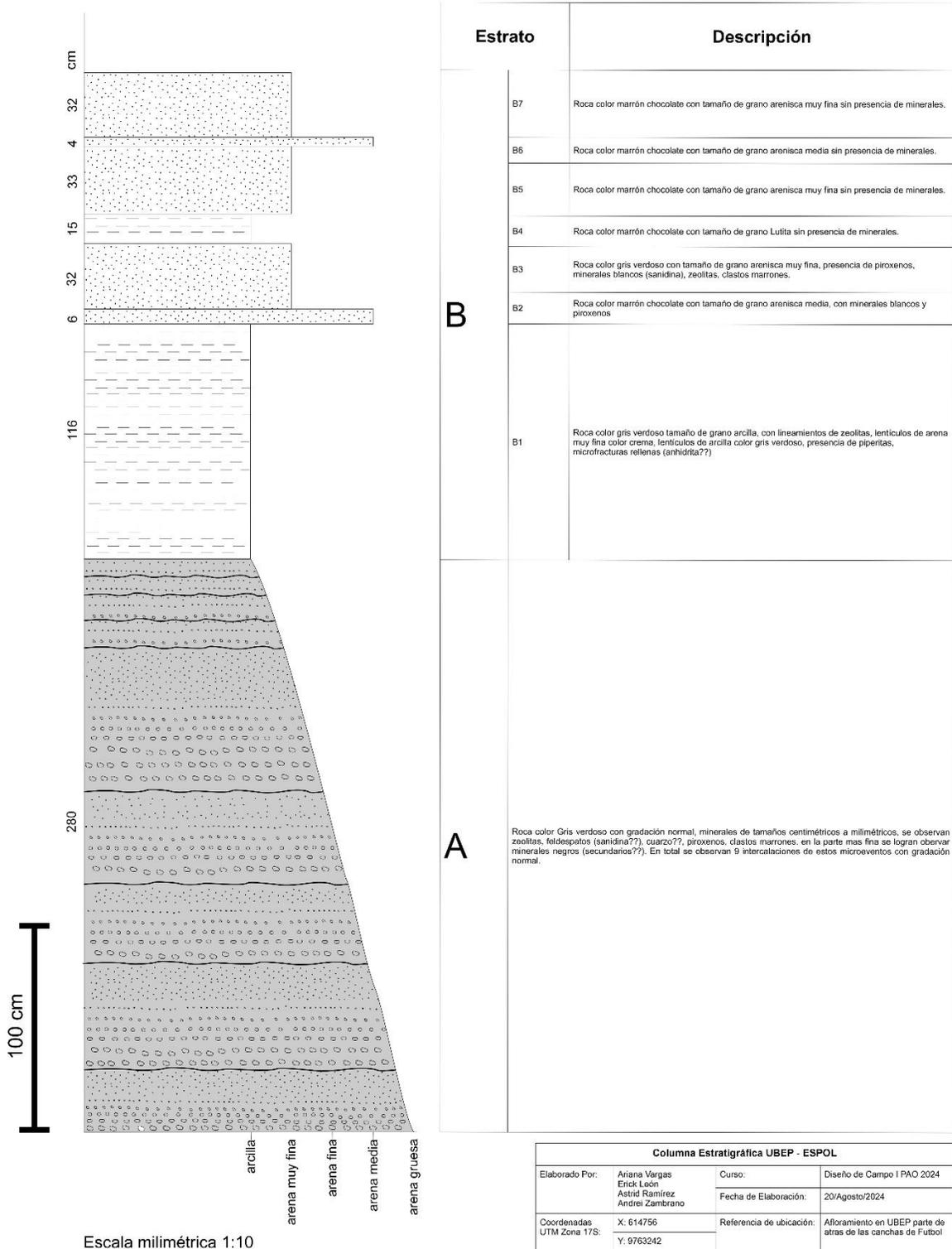


La unidad volcánica presenta 4 flujos de ceniza en la base con espesor promedio de 5 cm y 4 flujos de ceniza con menor espesor al techo. A la base de esta unidad se ve masivo de color gris verdoso con gradación normal, con presencia de zeolitas (hasta centimétricas), sanidina, cuarzo y piroxenos, también cuenta con clastos milimétricos a centimétricos. Los flujos de ceniza son de color verdoso de tamaño de grano arcilla con poca presencia de minerales. Al techo la roca se torna de un color gris con abundantes minerales como sanidina, cuarzo y piroxenos, la presencia de zeolitas es muy baja casi nula hasta llegar al techo, en donde aumenta el contenido de zeolitas. En esta parte la roca se presenta como en planos por la viscosidad del flujo.

En la secuencia sedimentaria, la unidad presenta las intercalaciones de lutita-arenisca, con mineralogía típica de piroxenos, cuarzo y zeolitas milimétricas, también se observa presencia de piperitas, lentes de arena y clastos.

Figura 17. Columna estratigráfica del afloramiento ubicado en UBEP.

Columna Estratigráfica UBEP - ESPOL



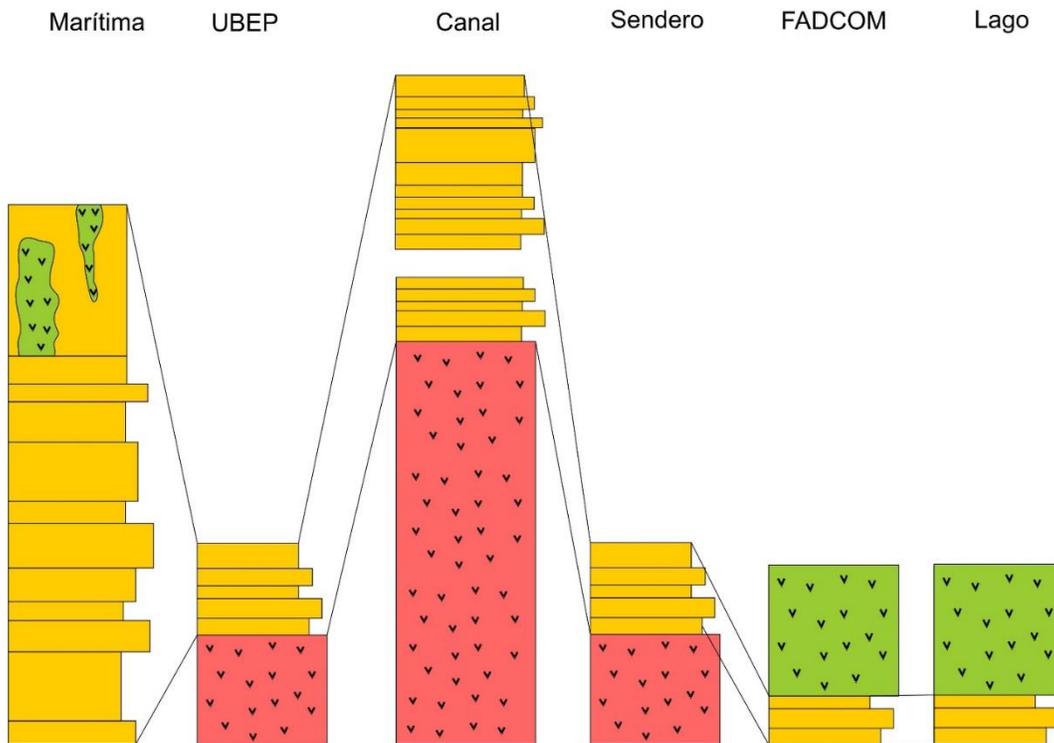
Escala milimétrica 1:10

9.4 Correlación entre afloramientos vistos

Se puede inferir que existen dos secuencias volcánicas (A y C) que están separadas por una secuencia de depósitos sedimentarios (B). En la estación del canal se pudo evidenciar que la secuencia volcánica (A) está justo debajo de la secuencia sedimentaria (B). En la misma estación no se pudo apreciar ningún evento volcánico por encima de este sedimentario. En cambio, en la estación de Marítima si se pudo evidenciar que una secuencia volcánica (C) está por encima de la secuencia sedimentaria (B), lo mismo se pudo apreciar en las estaciones de FADCOM y los alrededores del lago. El contacto entre los eventos volcánicos y el sedimentario es neto. El espesor de los diferentes eventos varia en cada estación, por lo cual no se puede inferir un espesor neto para ninguno de ellos. La secuencia sedimentaria denota una transición y finalización de los eventos volcánicos (A) por su alta presencia de flujos de ceniza.

Figura 18. Correlación de columnas.

Columnas Estratigráficas de Unidades presentes en las Estaciones



Correlación columnas estratigráficas estaciones			
Elaborado Por:	Ariana Vargas	Curso:	Diseño de Campo
	Erick León		25/Agosto/2024
	Astrid Ramirez	Fecha:	
	Andrei Zambrano		
espol		Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	

	Símbolo	Estructura
A		Volcánico masivo superior
B		Secuencia sedimentaria lutita-arenisca
C		Volcánico masivo inferior

10. Discusión

La secuencia sedimentaria esta marcada por secuencias transicionales de regresión y transgresión marina, lo que hace que esta secuencia esta caracterizada por rocas que van desde lutitas y areniscas de grano medio, algunas de estas secuencias con gradación normal o inversa. Según (Jailard, y otros, 1990), esta secuencia la define como una megaturbidita. Por su alto contenido en material volcánico fino, denota que esta secuencia también estuvo marcada por eventos volcánicos de magnitud baja (caída de ceniza).

Las estaciones de UBEP y el Canal presentan la unidad volcánica inferior, la cual se caracteriza por su apariencia masiva y la presencia de flujos de ceniza centimétricos de color turquesa, untuosa al tacto. Antes de llegar al flujo de ceniza, el tamaño de grano disminuye debido a que se están depositando más las cenizas que los cristales. La presencia de sanidina, cuarzo, piroxenos y anfíbol descarta una composición de magma basáltica/andesítico por una composición dacítico/riolítico.

En la estación del sendero y detrás de FADCOM se aprecia la secuencia completa, comenzando por el volcánico en la base en el sendero, luego lo sedimentario, en la parte superior del sendero y la parte inferior detrás de FADCOM, y la unidad volcánica superior. En esta unidad volcánica superior se visualizan clastos milimétricos-centimétricos de diversas composiciones dentro de una matriz vítrea, como clastos de zeolitas, clastos de composición basáltica con textura afanítica, probablemente pertenecientes a la Fm Piñón, clastos volcánicos de textura fanerítica, clastos con meteorización esferoidal, clastos sedimentarios. De acuerdo con Núñez del Arco (2003) la formación Cayo ss presenta aglomerados “compuestos de cantos rodados de basalto, fragmentos de rocas ígneas y cristales con asociación angular de lapilli eyectada. La matriz varía de vidriosa a cristalina”

11. Bibliografía

- Aleman, A., Palencia, A., Lezama, E., & Montenegro, G. (2021). The Chong' on/Colonche orocline transrotational bending and the coeval opening of the Progreso basin in southwestern Ecuador. *Journal of South American Earth Sciences*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103480>
- Ayala, K., Vera, B., Morante, F., Briones, J., Solórzano, J., & Carrión, P. (2022). Caracterización geotécnica mediante la correlación geológica-geofísica de un área piloto para la planificación territorial de la ZEDE en la ESPOL. Guayaquil-Ecuador. *Sustainability*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/xxxxx>
- Benitez Acosta, S. (1995). *Evolución Geodinámica de la Costa Sur Ecuatoriana desde el Cretácico Superior al Terciario*.
- Bristow, C., & Hoffstetter, R. (1977). *Ecuador (incl. GALAPAGOS)*. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique.
- Chunga, K., Ochoa-Cornejo, F., Mulas, M., Toulkeridis, T., & Menéndez, E. (2019). *Characterization of seismogenic crustal faults in the Gulf of Guayaquil, Ecuador*. Obtenido de <https://doi.org/10.5027/andgeoV46n1-2991>
- Duque, P. (2000). *Breve Léxico Estratigráfico del Ecuador*. Quito: Sistema de Información Geológica y Minera.
- INIGEMM, & SENPLADES. (2011). *Memoria Técnica Cantón Guayaquil*.
- Jailard, É., Ordoñez, M., Benitez, S., Berrones, G., Jimenez, N., Montenegro, G., & Zambrano, Í. (1990). *Basin Development in an Accretionary, Oceanic-floored arc setting: Southern Coastal Ecuador during late Cretaceous-Late Eocene Time*. Guayaquil.
- M.I. Municipalidad de Guayaquil. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Guayaquil: M.I. Municipalidad de Guayaquil. Obtenido de <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/Ordenes%20Dia/Periodo-2019-2023/2021/Agosto/2021-08->

27%20Orden%20del%20dia%20sesion%20ordinaria/2021-08-
27%20Punto%202%20Plan%206.pdf

- Medina, S., Ureña, M., Medina, C., & Coello, D. (2022). Georreferenciación de Zeolitas Naturales en la Cordillera Chongón-Colonche del Ecuador. *Revista de Investigación Talentos*, 45-59. Obtenido de <https://doi.org/10.33789/talentos.9.1.161>
- Morante, F., Merchan, B., Cardenas, A., Jaya, M., Mata, J., Herrera, G., & Carrion, P. (2022). Sites of Geological Interest Assessment for Geoeducation Strategies, ESPOL University Campus, Guayaquil, Ecuador. *Land*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/land11060771>
- Núñez del Arco, E. (2003). *Geología del Ecuador*. Guayaquil: Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra.
- Reynaud, C., Jaillard, É., Lapierre, H., Mamberti, M., & Mascle, G. (1999). Oceanic plateau and island arcs of southwestern Ecuador: their place in the geodynamic evolution of northwestern South America. En *Tectonophysics* (págs. 235 - 254).