

# El Antiguo Mar de Guayaquil. La Cuenca del Río Guayas.

Luis Marín-Nieto

## The Old Sea of Guayaquil. Guayas River Basin.

### Resumen

Un gran canal de 1,3 Km de profundidad que, desde el Terciario, separaba a Los Andes de la Cordillera Chongón Colonche, se fue rellenado constantemente por aluviones, productos volcánicos y eventuales coladas de lava, particularmente en Santo Domingo, Quevedo y Cochancay, donde se formaron grandes abanicos aluviales en la cabecera actual de los ríos Daule, Peripa y Baba, al Norte, al centro San Pablo y Catarama, y al Sur, de los ríos Chimbo, Bulubulu y Cañar.

Este trabajo intenta resumir el resultado de varias investigaciones en el Siglo XX y XXI, post Wolf, en la Cuenca del Guayas, de carácter Geotécnicas e Hidrogeotécnicas, tomando como base los principales trabajos de campo y laboratorio existentes, y en los que ha participado el autor desde 1964, en la Cuenca de los ríos Daule, Peripa y Babahoyo, como en la Cuenca Baja del Guayas.

El objeto de este trabajo es suministrar una herramienta útil en el horizonte que se enfrente al Cambio Climático, el incremento urbano, la amenaza de la desertificación, la planificación territorial, y el caudal ecológico, que requieran de algún antecedente práctico sobre el origen de la Cuenca del Río Guayas.

**Palabras claves.** Hidrogeotecnia, Cuenca, Planicie de inundación, Patrón de Drenaje, Suelos Aluvial-Volcánico-Marinos, Erosión, El Niño, Caudal Ecológico.

### Summary

A great channel of 1.3 km depth from the Tertiary, separating the Andes in the Cordillera Chongón Colonche was constantly filled mudslides, volcanic products and possible lava flows, particularly in Santo Domingo, Quevedo and Cochancay, where they formed large alluvial fans in the current header Daule, Peripa and Baba, north, center and Catarama San Pablo, and South, rivers Chimbo Bulubulu and Cañar.

This paper attempts to summarize the outcome in the XX and XXI Century several investigations in post Wolf Guayas Basin of Geotechnical and Hidrogeotécnicas character, based on the main field and laboratory work it, and in which the author has participated since 1964, both in the river Basin Daule, Peripa and Babahoyo, dominated the Guayas river as in the Lower Basin.

The purpose of this paper is to provide a useful tool on the horizon that are facing climate change, increased urban, the threat of desertification, land use planning and the ecological flow, that require a practical background on the origin of the Guayas River Basin.

**Keywords.** Hidrogeotecnia, Basin, floodplains, drainage patterns alluvial- volcanic-Marines Soil, Erosion, El Niño, ecological flows.

## Introducción

Hace pocos miles de años había un mar interior al pie de los Andes Occidentales, que comunicaba al Golfo de Guayaquil con el Río Esmeraldas en el Océano Pacífico. (Figura 1) Un gran abanico aluvial, al pie del Volcán Pichincha, derramaba su agua hacia el Noroeste y al Sur, con piroclastos volcánicos y aluviones gruesos, hasta cerrar aquel canal en los siglos posteriores, en el sitio actual entre Santo Domingo y El Carmen.



**Figura 1.** El Mar de Guayaquil de unos 2 Km de profundidad, estaba ubicado entre los Andes y la Cordillera Chongón Colonche. (Ref. 1)

Considerado el Río Guayas por Teodoro Wolf (Ref. 2), como el Nilo Ecuatoriano, su Cuenca de 42.000 Km<sup>2</sup>, incluyendo al Río Cañar, es el escenario hidrográfico donde se desarrollaron los primeros asentamientos humanos que recorrían de Norte a Sur la América Post Glacial y cruzando por la Cordillera Chongón Colonche, alcanzaron luego los Andes y la Amazonía, por el puente de tierra que se formaba aguas abajo de Colimes, a medida que emergían los sedimentos del antiguo Mar de Guayaquil.

Teodoro Wolf pudo encontrar vestigios del mar que penetraba aún hasta Colimes, a la llegada de los europeos a nuestro país. En el Siglo XX las exploraciones petroleras perforaron en algunos sitios, el suelo y rocas blandas, cerca de 2 Km, antes de llegar a la roca dura del Cretáceo por donde los Andes se dan las manos con el basamento ígneo de la Cordillera Chongón Colonche. El desarrollo de la Ingeniería Hidráulica ecuatoriana en la Cuenca a se inició a fines de los años 60 gracias a INERHI, CEDEGE e INECEL, lo que permitió exploraciones Geotécnicas y Geológicas, como las de los estudios en Daule Peripa, la Línea de Transmisión de 230 Kv Paute-Pascuales-Quito, (Ref. 3), estudios de las presas Bachi-

llero, Babahoyo y posteriormente, Catarama y Baba, donde se encontraron estratos erráticos de ceniza volcánica, lava, lahares, cangagua, antiguos manglares y extensos aluviones acreados por los ríos hasta el Golfo. (Fotos 1 y 2).

En el año 2002 concluyó el Estudio Ambiental PIGSA (Ref. 4) para CEDEGE, que es el más documentado que existe hasta la fecha.

Toda esa valiosa información permitió que se iniciara comienzos del Siglo XX, un foro permanente, en el campo de la Estructuras Hidráulicas, Geotecnia, Hidrogeotecnia, Hidrogeología, Ecología, y se localizaran los grandes acuíferos que yacen en las entrañas de la Cuenca, como reserva segura, mayor a 12.000 Hm<sup>3</sup>, entre Santo Domingo y Milagro, y que es la fortaleza ecuatoriana para cubrir el Caudal Ecológico, en el futuro combate con la desertificación por el Cambio Climático. Del mismo modo, cada año la Cuenca del Guayas produce en promedio 7,5 Hm<sup>3</sup> de sedimentos y 35000 Hm<sup>3</sup> metros cúbicos de agua, (Ref.5), donde el embalse Daule-Peripa, actualmente abastece a las provincias de Guayas, Manabí y Santa Elena, y, en los próximos años, trasvasará también sus aguas a la Provincia de Los Ríos.

## Definiciones básicas

### Hidrogeotecnia

He definido Hidrogeotecnia en mi cátedra (Ref. 6), como una parte de la Ingeniería Geotécnica que estudia los efectos mecánicos provocados por la interacción entre el suelo, la roca, y el agua, sea ésta una corriente superficial al terreno, fluvial o marina, o que el agua gravitacional filtre en el terreno, y se desplace en él por capilaridad, siguiendo la leyes de la Hidrodinámica, como un flujo estacionario o parcialmente saturado.

A este grupo de conocimientos interdisciplinarios que se sustentan en la Geotecnia, la Hidráulica y la Hidrología Subterránea, pertenecen los fenómenos de estabilidad de los suelos y rocas, tales como la Erosión Superficial o Socavación, la Erosión Subterránea, los efectos de las variaciones del nivel freático y de la presión de poros sobre la resistencia del terreno y la estabilidad de las estructuras. Modernamente otros fluidos orgánicos o químicos que contaminan el suelo o las masas de agua se analizan en el campo de la Hidrogeotecnia Ambiental (Ibídem).

## Algunas notas sobre geomorfología fluvial de la cuenca

Se conoce por la experiencia en perforaciones petroleras y gracias a tres grandes estudios de los proyectos Daule Peripa, Catarama y Baba, realizados por CEDEGE, que un relleno de casi 2 Km de espesor cubre la antigua depresión de la Cuenca del Guayas, y lo componen los sedimentos producidos por la erosión de las rocas originales y las erupciones recientes que aún se presentan en nuestros días, por los volcanes Cuicocha, Pulu-lahua, Guagua Pichincha, el Ninahuilca, Tungurahua y el inactivo Quilotoa, (Figura 2)



**Foto 1.** Rio Peripa. Una colada de lava, probablemente proveniente del volcán Quilotoa, forma el Salto del Armadillo, sobre el estrato aluvial inferior más antiguo. (Ref.1).



**Figura2.** Esquema del escenario físico de la Tephra en el Oeste del Ecuador. (Ref. 7)



**Foto 2.**Excavación en cenizas y arenas volcánicas, de 30 m de profundidad, para la Casa de Máquinas en el Proyecto Baba. (Ref. 8)

Esta alternancia de aluviones gruesos y finos, restos volcánicos, manglares antiguos y la meteorización propia de nuestro Clima, ha dado lugar a formaciones conocidas como Balzar y Pichilingue, en el centro y extremo oeste de la Cuenca, y San Mateo, ubicada contra los flancos de la Cordillera Occidental.

Los procesos morfológicos recientes han ocasionado un sistema de drenaje detrítico-trenzado, dependiente en gran escala de la debilidad o dureza de estos sedimentos generalmente depositados en forma horizontal, formando una planicie aluvial inundable bordeada, al Norte por el gran abanico Aluvial de Santo Domingo, Al Sur por el Nivel Base o control Hidráulico del Golfo, al Norte por el gran abanico Aluvial de Santo Domingo, al Sur por el Nivel Base o control Hidráulico del Golfo de Guayaquil, y al Este con la estribaciones Occidentales de Los Andes.

De ahí que la Hidráulica del Río Daule, que nace cerca de El Carmen y corre bordeando el pie de la Cordillera Chongón Colonche, se gobierne por espigones naturales en forma de pequeñas lomas que aún sobreviven en las terrazas, como mogotes de Cangagua, que es una roca blanda, unas veces más cohesivas o arenosas que otras, etc. Entre estos mogotes distantes entre sí 1 o 2 Km, podemos encontrar antiguas lagunas formadas por fuerte erosión, rellenas con sedimento fino, arenas limosas, arcillas orgánicas de pantanos, acarreado por las inundaciones y lluvias de cenizas, sobre el manto arenoso aluvial, generalmente usadas para arrozales al Centro y Sur de la Sub cuenca.

En medio de la Cuenca alta del Guayas, corre el Río Peripa que nace aguas abajo de Santo Domingo, con mayor pendiente que el Daule, al igual que el Río Baba, origen del Babahoyo, que bordea el pie de la Cordillera de Los Andes, los que en la actualidad se juntan, para formar el Babahoyo.

La Hidrodinámica entonces se regula por el avance de los sedimentos terracedos hacia el Sur y Norte, en la Provincia de Esmeraldas, y hacia el Sur, hacia el Golfo, donde originalmente los estuarios recientes fueron retrocediendo, y que en la actualidad, en el caso del Río Guayas, el mar ha vuelto a crecer y va penetrando al Norte, por la elevación del nivel cercano a 2mm anuales.

En pocas palabras, los derrames desde los Andes de cenizas, lahares y lava descendieron desde los 4000 m hacia el Mar de Guayaquil, y la avalancha majestuosa se detuvo en los flancos de la Cordillera Chongón Colonche, como se muestra la Cangagua y los lahares en la Foto siguiente, donde está cimentado el Estribo Izquierdo de la Presa.

En el Centro, el control hidráulico de un gran abanico al Este del Río Quevedo, que bloquea al Río Catarama en su cabecera, desvía al Río Quevedo aguas abajo de Mocache, originado por las descargas de los ríos Baba, Lulu y San Pablo, formando con el Catarama un gran abanico aluvial, aguas abajo flanqueando depresiones entre ambos ríos, llamadas abras, actuales Humedales (Ref.9), como las Abras de Mantequilla y Puebloviejo, que descargan por canales naturales de los Ríos Nuevo, así como por del Río Puebloviejo, paralelo al Río Catarama. (Figura 3)

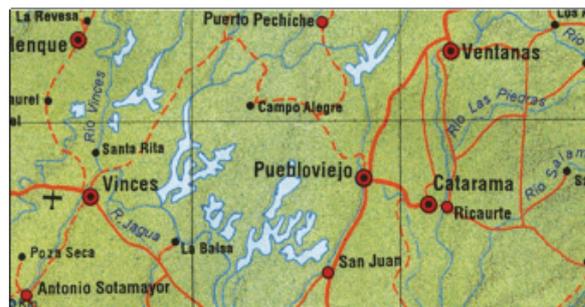


**Foto 3.** Estribo derecho de la Presa Daule-Peripa apoyado en cangagua de la Formación Balzar, señalada por el autor.

De igual forma que el Río Puebloviejo, el Macul-Pulla, que corre desde Quevedo hasta Nobol, flanqueado por los ríos Daule y Vinces, forma una drenaje interior muy reciente.

Al Este de Guayaquil se ubica la Cuenca Baja del Guayas, de 70 m de extensión hasta Bucay y La Troncal, y por el Sur, limita con el Río Santa Rosa, cuenca por donde drenan innumerables ríos que nacen desde los flancos occidentales o valles interiores de Los Andes tratando de cerrar lentamente al Río Guayas por el Este, con sus descargas de sedimentos. Luego, en drenaje paralelo, corren sobre la planicie aluvial inundable, los ríos Chimbo, Bulubulu, Cañar, Naranjal y Jubones, etc. Esos ríos drenan directamente al Río Guayas o al Canal de Jambelí en el Golfo, los que junto a los ríos Santa Rosa, Arenillas, Santa Rosa, y el Río Tumbes, forman parte la parte Sur de la Hidrografía de la Cuenca del Guayas, que rodea la masa de agua del Golfo de Guayaquil.

Particular importancia tiene el Gran Meandro de la Isla Santay (Ref. 2), sobre la seguridad de la margen izquierda del Río Daule y derecha del Babahoyo, en la misma ciudad de Guayaquil. En efecto, el Río Babahoyo antes de unirse al Daule, gira por su margen derecha, en un arco de un gran diámetro, golpea en el Cerro Santa Ana, y como un sierra intenta recortar el barranco de arcilla, represando al Río Daule y dejando un gran meandro por su margen izquierda, aguas abajo del Cerro de la Cabras, antes de tomar la tangente hacia el Golfo desde el Estero Cobina, al Sur del Guasmo. El represamiento del Daule durante las grandes avenidas, lo obligó a descargar por el actual Estero Salado, el que por embancamiento posterior se cerró hace pocos siglos. En 1920 ante la intensa socavación del malecón de Guayaquil, el Municipio contrató los estudios y la construcción de un tablestacado de acero que protegió durante décadas con mucho éxito, la orilla entre la antigua Aduana y la calle Sucre.



**Figura 3.** Zona de Humedales aguas abajo de gran Abanico Aluvial de Quevedo, donde se ubican las Abras de Mantequilla y Puebloviejo.

En la Foto 4 de la izquierda, tomada por el IGM en 1961, se muestra parcialmente el Este de la ciudad de Guayaquil, donde se aprecia la doble curvatura del Río Babahoyo, controlada en primer lugar por el Cerro de Durán y luego por el Cerro Santa Ana, formando un arco de gran diámetro que corta el barranco del Malecón de Guayaquil, desde Las Peñas, bloqueando al Río Daule.

En la foto también es visible en la parte superior, un antiguo canal del Río Babahoyo, vecino a la Isla Mocolí, sector actualmente con urbanizaciones. La elevación del mar que se ha hecho notable en los últimos dos siglos, (2 mm anuales), así como la sedimentación, el antiguo Islote El Palmar, fenómenos irreversibles que deberá ser considerados por el Municipio para controlar la inundación permanente de esos sectores, así como el drenaje del agua lluvia, al interior de la ciudad durante El Niño.

## Clima

No es posible establecer un clima particular para la Cuenca del Guayas por su amplitud en dos regiones, la Costa y parte de la Sierra, (Figura 4) y además, su Clima está influenciado,

no solamente por al Océano Pacífico, sino por el Clima del Caribe y el de la Región Amazónica, de forma intermitente.

Sin embargo, en el Ecuador es importante destacar que existen 8 regiones climáticas definidas, que van desde el Este hasta el Océano Pacífico, de la siguiente forma. (Ref.1).

1. Región Amazónica. Húmeda.
2. Vertiente Oriental de los Andes. Bosques húmedos y nublados
3. Páramos secos. Andes.
4. Valle interandino. Medianamente seco.
5. Páramos secos.
6. Vertiente Occidental de los Andes. Bosques húmedos y nublados.
7. Costa Centro y Norte. Húmeda hasta la cota 1000.
8. Sur Occidente continental y Galápagos. Secas.

El periodo más seco en 96 años registrado en Guayaquil a, fue el que se presentó entre 1960 y 1972, en que los ríos de la Costa se secaron en 1968, como el Daule y los de las provincias de Manabí, El Oro y Loja. Por lo contrario, los Niños de 1925, 1983 y 1997-1998, fueron los más desastrosos por las inundaciones y deslizamientos causados.



Foto 4. El Este de la ciudad de Guayaquil, donde se aprecia la doble curvatura del Río Babahoyo.

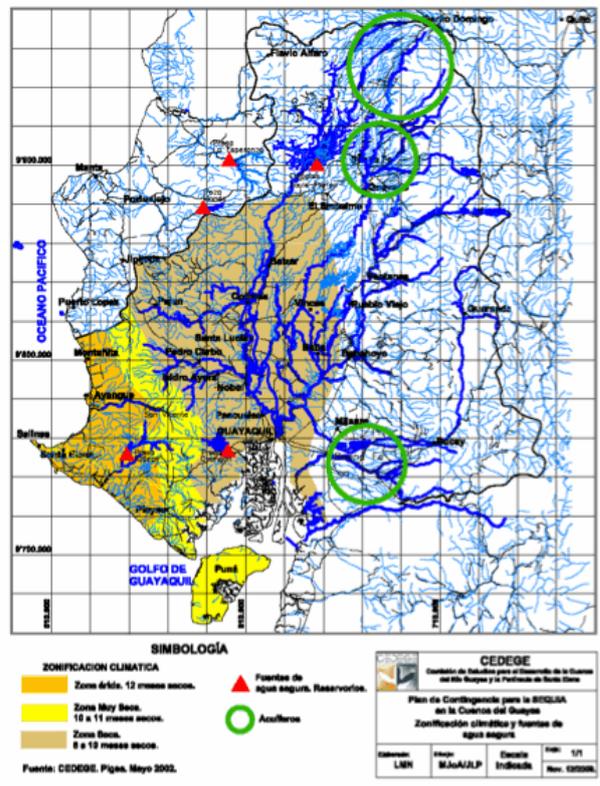
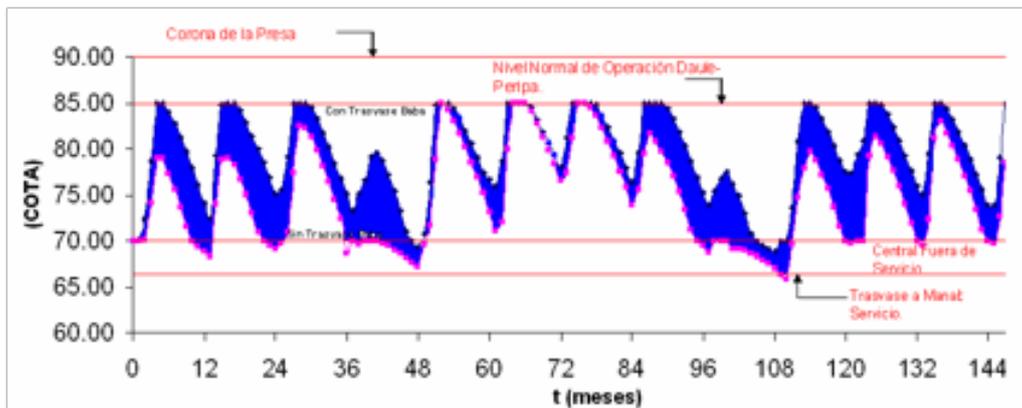


Figura 4. Zonificación Climática del Suroeste de la Cuenca del Guayas y la ubicación de los grandes acuíferos como fuentes de agua segura para la supervivencia futura de la población. (Ref. 1)



**Figura 5.** Daule-Peripa. Simulación de la Operación del Embalse, entre el 01/ene./1960, al 31/ dic. /1972, con un nivel inicial de embalse en la cota 70. El sombreado azul es el aporte simulado también desde la Presa Baba en el mismo periodo, (Ref. 1).

La disponibilidad de agua en la Cuenca del Guayas se vuelve crítica en ciertos periodos por varios años, según lo registrado desde 1915, donde prácticamente la lluvia media fue el 50% de la media anual entre 1960 y 1972. Una simulación realizada por el autor, (Ref. 1), sobre el comportamiento de la Presa Daule-Peripa suponiéndola construida en 1960, la Central Hidroeléctrica hubiera dejado de operar durante varios meses bajo la cota 70, y se hubiera amenazado el Tránsito del agua a Manabí. A pesar de que la cota del embalse hubiera bajado a la 65, se dispondría de 1.500 Hm<sup>3</sup> hasta la cota 22 garantizando el agua potable para Guayaquil durante 1 año, sin que llueva y el caudal Ecológico en ese desastre se cubriría con los acuíferos entre Milagro y Bucay, donde se dispone de 6000Hm<sup>3</sup>.

Es importante conocer que la Presa está cimentada sobre el Río Daule en la cota 12, y la Toma del Túnel del Desagüe de Fondo está en la cota 22. El tránsito programado desde la Presa Baba cubriría muchos de esos riesgos hídricos citados.

### Características hidrogeotécnicas de los principales suelos de la cuenca

#### Erosión.

En la Cuenca del Río Guayas el autor ha identificado 5 regiones Geodinámicas, (Ref. 10) con diferente susceptibilidad de erosión hídrica que predominan en los 7,5 Hm<sup>3</sup> de volumen de sedimentación anual en la Cuenca, y que son.

- La Región Este y Noreste, que incluye la vertiente occidental y el pie los Andes, al Norte del Chimborazo, está cubierta generalmente de aluviones, alternados

con productos volcánicos juveniles, como cenizas, lahares, piroclastos, sedimentos lacustres, y, eventualmente coladas de lava.

- La Región Sureste, que incluye la vertiente occidental y el pie los Andes, al Sur del Chimborazo, que incluye las cuencas altas de los Ríos Chimbo, Chanchan, Bulubulu y Cañar, generalmente cubiertas de cenizas volcánicas sobre aluviones finos y gruesos, con alta densidad de deslizamientos y movimientos de laderas.
- Oeste Central, en la margen derecha del Río Daule, cubierta por limolitas, areniscas finas, lutitas, conglomerados, y lodos provenientes de las Formaciones del Grupo Daule. Generalmente Tubificables e inestables por lluvias intensas.
- La Central Norte, comprende la cabecera y tramo central de los ríos Daule, Vinces y Catarama, cubierta por terrazas con productos volcánicos meteorizados, areniscas y cangaguas, alternadas con aluviones consolidados.
- La zona de esteros con mareas al Sur de Palestina, entre la margen derecha del Daule y la izquierda del Babahoyo, y parte del estuario del Río Guayas, generalmente inundables.
- Valles de las estribaciones de los Andes, donde predominan los depósitos volcánicos recientes, generalmente cenizas inestables por lluvias intensa.
- Adicionalmente debe incluirse la sedimentación provocada por la marea que mantienen lodos en suspensión y que se depositan en las riberas, esteros y bajos de la zona E.

## Propiedades especiales de los suelos

Desde el punto de vista de la Ingeniería Geotécnica y Ambiental, (Ref. 11), se pueden identificar los suelos de manera general con importancia para la construcción, de la siguiente forma:

1. Suelos Erosivo.
  2. Suelos Colapsivos.
  3. Suelos Blandos.
  4. Suelos vulnerables al deslizamiento.
  5. Suelos permeables superficiales.
  6. Suelos licuables.
  7. Suelos Expansivos.
1. En el Capítulo de Erosión se han identificado una zonificación de vulnerabilidad de suelos para la erosión superficial, causada particularmente por lluvias intensas, como origen de la sedimentación principal del sistema Hidrográfico y del Estuario del Río Guayas. Sin embargo debemos enfatizar que las fuentes más agresivas de sedimentos por erosión son los suelos procedentes del Grupo Daule y Progreso al Oeste y las cenizas volcánicas jóvenes de la Vertiente Occidental de Los Andes.
  2. Los suelos blandos predominan principalmente en la parte media y baja de la del Río Guayas, al igual que al Este, entre Durán y la Troncal, debido a que son depósitos fluvio-marinos muy recientes. En el estuario al Sur de Guayaquil, los suelos son muy blandos y predominan los manglares y salitrales.
  3. La arenas y gravas, así como los limos, predominan en toda la cuenca alta y media del Río Guayas, en los valles donde corren los afluentes que bajan desde la Cordillera Chongón-Colonche o de los Andes.
  4. Los suelos expansivos predominan en la zona seca al Suroeste de la Cuenca, Guayas, Manabí y Santa Elena, y eventualmente, en las laderas de los Andes, al Sur de Quevedo.
  5. Suelos Colapsivos se han encontrado en el Valle de los ríos Pedro Carbo y Colimes.
  6. Suelos vulnerables al deslizamiento se ubican en todas las laderas que limitan la Cuenca del Río Guayas, pero son más frecuentes por la Cordillera Chongón-Colonche, laderas Sur de la Formación Cayo-Guayaquil, Valle de los ríos Chimbo, Chanchan, Bulubulu y Cañar. También se han producido deslizamientos en los barrancos del Río Daule aguas abajo de Daule y en los del Río Quevedo.

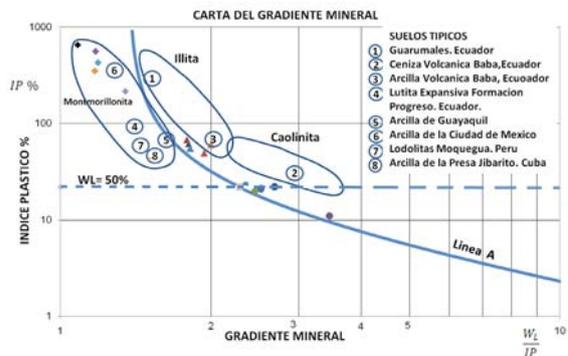
7. Los suelos licuables se han localizado principalmente en depósitos lacustres de cenizas y arenas volcánicas recientes, de poca resistencia a la penetración estándar, (SPT), en la zona al Norte de Quevedo. Hay muchos depósitos recientes de poco espesor producto de volcanismo reciente, alternados como arenas finas limosas, pero estratificados con arcillas blandas, particularmente en la zona reciente de inundación, como es el caso de Guayaquil, estratificación que a mi juicio mitigan los efectos dinámicos en esos depósitos arenosos.

Suelos muy Dispersivos no he podido encontrar en la Cuenca del Guayas, ni los sitios donde fenómenos hidráulicos los hayan afectado.

## Generalidades sobre los minerales de lo suelos

La clasificación de los suelos, y en particular de los suelos finos, se ha basado durante muchos años en la Carta de Plasticidad de A. Casagrande, 1932, (Ref. 12), y es una herramienta muy valiosa. Sin embargo, desde la década de los años 60 del Siglo XX, se fortaleció la sugerencia de Terzaghi de que podrían aparecer arcillas consideradas como raras, que no cumplían los estándares de las arcillas.

Investigaciones desde 1990 realizadas por el autor en arcillas expansivas en la Península de Santa Elena, permitieron dilucidar la ambigüedad entre arcillas y limos con similares características de plasticidad, mediante un parámetro que se denominó Gradiente mineral, con el que podían identificar la raíz mineral predominante en la Península y en la Cuenca del Río Guayas, tal como se resume en la **Figura 6**.



**Figura 6.** Ubicación de los minerales de los suelos finos en la Carta del Gradiente Mineral. (Ref.12, 13, 14, 15, 16, 17).

## Conclusiones

El antiguo Mar de Guayaquil, hoy convertido, luego de miles de años en la más grande reserva hídrica del Occidente del Ecuador, merece mayor atención y yo diría de pasión, por parte de la sociedad que se cobija bajo su fortaleza.

Muchas fuentes de contaminación y deterioro de la masa de agua se incrementan cada día, como son la deforestación, los vertidos de la industria agropecuaria, las descargas sanitarias urbanas, etc., donde los planes de manejo ambiental no tienen efecto legal inmediato para hacer cumplir la conservación del agua en sus fuentes naturales.

La conciencia social sobre la conservación del recurso hídrico en la Cuenca del Guayas, no es parte relevante de la política cultural del Estado, ni de los gobiernos locales.

Solamente hay políticas en cuanto a las inundaciones y los sismos, fenómenos graves pero puntuales en ciertos años, diferente a las zonas secas de las terrazas altas del Occidente de la Cuenca, como de los valles altos Andinos, donde la falta de lluvias es permanente en decenas de miles de hectáreas pobladas, desastre natural que todavía no tienen planes comunitarios de mitigación del Estado, siendo como es la causa permanente de la migración a los barrios pobres de las grandes ciudades como Guayaquil.

Hay dos fenómenos irreversibles, naturales, que se generan hace miles de años, como son la azolvamiento de los cauces y la elevación del mar, que todavía no es considerado por el Estado ni por los municipios con políticas de adaptación para el desarrollo humano y productivo, dejando el problema se agrave, sin soluciones para las generaciones futura.

## Bibliografía

1. Marín-Nieto L., CEDEGE. INFORMES TÉCNICOS, 2000-2009..
2. Wolf Teodoro. GEOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL ECUADOR, Leipzig, 1892. 3ª Edición en español. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 1992.
3. Marín-Nieto L., ARCHIVOS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICOS Y DISEÑO DE FUNDACIONES de la PRESA PAUTE y de las 500 TORRES DE TRANSMISIÓN 230 KVS. Quito, Inecel 1975 - 1980.
4. PIGSA. PLAN INTEGRAL DE GESTIÓN SOCIO AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO GUAYAS Y PENÍNSULA DE SANTA ELENA, CEDEGE, 2002.
5. Rivero Solórzano, J., Marín-Nieto, L. EL DELTA DEL RIO GUAYAS EN LA GEOLOGIA DE LA COSTA ECUATORIANA, XXII Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Ciudad Guyana, 2006.
6. Marín-Nieto, L., HIDROGEOLOGÍA, Universidad de Guayaquil 2004.
7. Marín Esteves, D. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA TEPHRA EN EL OESTE DEL ECUADOR, Osaka. 2005.
8. Marín-Nieto L., Et al., COMPORTEMENT ET PROPRIETES GEOTECHNIQUES LES LAHARES ET LES CENDRES VOLCANIQUES DANS LA VALLEE DE LA RIVIERE BABA, Ecuador, Alexandria, 2007.
9. Marín-Nieto, L., GEOMORFOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA DE LAS ABRAS, CEDEGE, 2004.
10. Marín-Nieto, L. VULNERABILIDAD A LA EROSIÓN Y MOVIMIENTOS DE LADERAS EN LA CUENCA DEL RIO GUAYAS. Universidad de Guayaquil, Dic.2008.
11. Marín-Nieto. L. MECÁNICA DE SUELOS VI Edición. EduQuil, SEMSIR, Guayaquil, 2011.
12. Casagrande. A. RESEARCH ON THE ATTERBERG LIMITS OF SOILS. Public Roads. USA, October 1932.
13. Marín-Nieto, L. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LAS ARCILLAS DE LA COSTA ECUATORIANA. ICEMS, Guayaquil, 1967.
14. Marín-Nieto, L. ARCILLAS EXPANSIVAS EN ECUADOR. IX Pan-American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Viña del Mar - Chile, 1991.
15. Marín-Nieto, L. CONSTITUTIVE EQUATIONS FOR TROPICAL SOILS. X Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Guadalajara, México, 1995
16. Marín-Nieto L., SOME EXPERIENCES WITH CLAY SOILS IN SOUTHWESTERN OF ECUADOR. XIV International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Hamburg, 1997.
17. Marín-Nieto, L. PROPIEDADES DE LOS SUELOS COLAPSIVOS DEL ECUADOR. VII Congreso Internacional de Mecánica de Suelos. México D.F., 1969.



◀ Ing. Luis Marín-Nieto  
Profesor de Universidad de Guayaquil  
E-mail: marin32@ug.edu.ec