

# CONSIDERACIONES TECTONICAS SOBRE ESTIBANÁ Y ÁREAS ADJUNTAS

Reporte de apoyo a las nuevas líneas de investigación

## RESUMEN

El presente documento corresponde los estudios y registro de datos obtenidos durante un período de investigaciones en la región central panameña con énfasis en la cuenca del río La Villa y con lo cual se pretende formalizar las diferentes inquietudes geológicas que, a lo largo de los reconocimientos de campo, han ido apareciendo en complemento con resultados de trabajos y observaciones realizadas en el marco de diversos trabajos sobre la subcuenca Estibaná. El objetivo principal es plantear la existencia de nuevos elementos geológicos en el marco de un reconocimiento regional que sin dudas apunta a nuevos estudios y registros detallados, así como estudios subterráneos para estructurar un modelo geológico que permita respuestas adecuadas a interrogantes superficiales en el ámbito del recurso agua.

Es mandatorio para cualquier desarrollo sobre la superficie de este planeta, adentrarnos en el entendimiento de las estructuras geológicas y sus características, ya que sus propiedades definen el comportamiento de otros elementos, estructuras y fenómenos que las afectan.

Para la descripción de los sitios y zonas que fueron considerados de interés, se tomaron en cuenta numerosos aspectos y actividades ejecutadas previamente por otros especialistas, compañías e instituciones. El proceso de exploración geológica impulsado desde los años 1985 y que continuó a finales de 1997, se complementó con los trabajos exploratorios a partir del año 2005 hasta finales del año 2010, contribuyó en el desarrollo de los conceptos y el análisis de la geología regional. Se consideró el apoyo fundamental en las observaciones de campo, registros y análisis de muestras cuyos resultados y evidencias contrastaron con los datos consultados. Por esto, en gran medida el modelo geológico, la distribución espacial de formaciones rocosas y otros aspectos se han orientado con una nueva visión, lo cual ha sido favorable dado que las interrogantes han permitido encaminar nuevas investigaciones y líneas de proyección para futuros trabajos.

Un aspecto importante a destacar es que en la conformación de las posibles respuestas a deformidades geológicas y detalles geomorfológicos encontrados; se han utilizado explicaciones que estarán sujetas a fortalecimiento y transformaciones a medida que nuevos elementos puedan ser identificados. Por el momento, satisfacen los planteamientos de los conceptos y fenómenos que pueden incidir en el comportamiento histórico o futuro de estos sectores o zonas de interés.

**PALABRAS CLAVES:** Fallas, Macaracas, intrusivo.



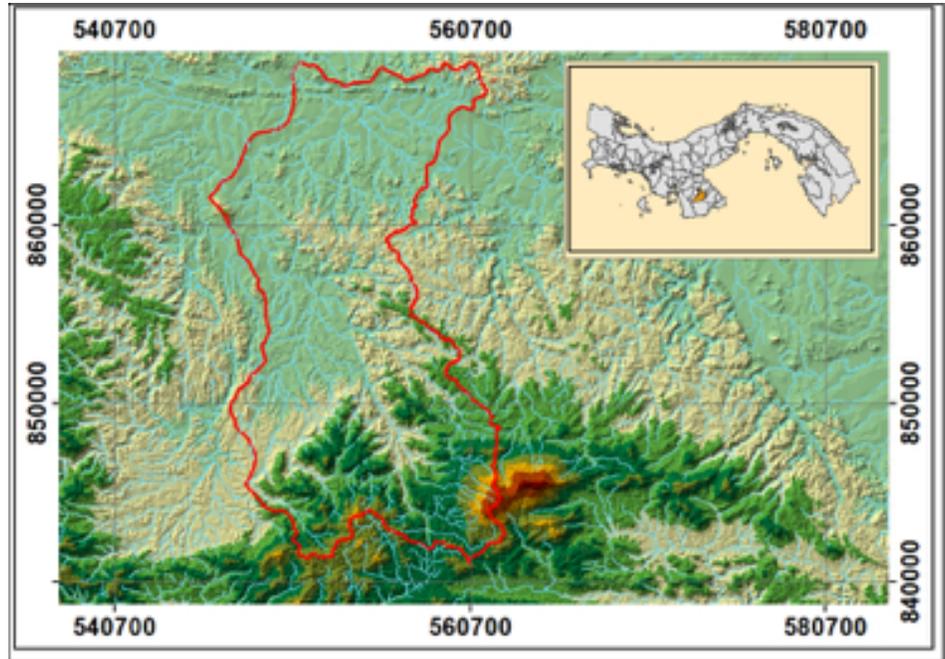
La Cuenca del **Río La Villa** abastece de agua al 63.4 % de la población de las provincias de **Herrera** y **Los Santos** y el río **Etibaná**, es un importante afluente dentro de esta cuenca hidrográfica.

## LOS FALLAMIENTOS EN AZUERO

La condición geológica de la península de Azuero, esta fuertemente influenciada por los movimientos tectónicos y fenómenos volcánicos que propiciaron el surgimiento del istmo panameño, por consiguiente, en este sector del país, encontramos una gran variedad estructuras y fallamientos, que se complementan con la presencia de rocas efusivas, fragmentarias e intrusivas producto de los complejos movimientos y desplazamientos originados en la corteza oceánica desde Nazca y Cocos. Esta característica ha dejado claras evidencias y rastros de un proceso sistemático de presiones provenientes desde el Sur y que en complemento, se han encontrado y combinado con otros esfuerzos tensionales de direcciones contrarias (SE), para fracturar local y regionalmente todos los cuerpos rocosos consolidados sobre la superficie.

Los fallamientos primarios surgidos en el choque de la placa del Caribe [PC] y las placas antes mencionadas [PNYC], han permitido el desarrollo de sectores y zonas muy particulares; algunas activas, otras en aparente reposo desde el punto de vista sísmico. Es muy prudente incluir aquí también, la presencia de un volcanismo fluido constituido principalmente por material basal, máfico cuyo ascenso a la superficie usó como conducto inicial a las fracturas y fallas regionales profundas; que luego declina a finales de Mioceno cuando se experimenta un ascenso continental y consolidación del istmo. [Mapa geológico] ( esta condición se evidencia en los registros de levantamiento aeromagnetico Mapa aeromagnetico de golfo de Panamá). La razón del descenso de las intensidades y erupciones volcánicas hacia el Mioceno es probable que tenga como factor determinante el hecho de que la joven y liviana plataforma, no resistía ante las presiones desde el Sur y mas bien ascendía obligando a la corteza oceánica avanzar sin mayores obstáculos y procesos convulsivos que pudiera generar sismos o vacíos como elementos compensatorios para el ascenso del magma.

La conformación de los grupos geológicos y la presencia de rocas volcánicas en distintas Epocas y Períodos, muestra el complejo proceso de formación del istmo en este sector, donde encontramos lapsos en reposo y procesos volcanoclásticos posteriores y/o durante su consolidación, es así de acuerdo a los registros



que se tienen sobre las interpretaciones hechas para definir ciertas formaciones de la zona. [Formación Pese, Formación Macaracas- Changuinola]. ( figura de secuencia, tesis de Luis Santamaría Vallejos, geomagnética Z. )



## GEOLÓGICA REGIONAL CENTRAL

El desarrollo del conocimiento sobre distintos aspectos de la geología nacional compite con las diversas áreas donde se incrementan nuevas formas y metodologías para el aprovechamiento de los recursos, que supone un abastecimiento equilibrado de las necesidades y las poblaciones. En este contexto, los estudios geológicos cobran singular importancia para atender ciertas interrogantes que puedan sustentar el comportamiento de procesos y sistemas sobre la corteza terrestre. Entender la geología como el paso inicial, es construir las bases sólidas de actividades presentes así como la proyección futura sostenible de procesos y mecanismos encaminados a garantizar una ecuación balanceada entre naturaleza y desarrollo. Es por eso que numerosos trabajos sobre la corteza terrestre, la exploración y estudios geológicos constituyen la piedra angular en el entendimiento de las condiciones y características de los distintos grupos de rocas y regiones especiales por su morfología. La geología como ciencia posee un vasto universo de aplicaciones y en nuestro país, alguna de ellas, de manera puntual ha contribuido de manera silenciosa a sentar las bases de grandes obras. Así mismo podemos impulsar otros estudios e investigaciones en el mejoramiento de procesos y metodologías para el aprovechamiento de recursos.

En general las exploraciones de campo y la identificación de afloramientos, tienen la capacidad encontrar nuevos elementos y nuevos tipos de rocas en nuestros recorridos, para lo cual el registro digital referenciado, muestras, fotos y análisis, son importantes herramientas de apoyo que permiten agilizar el trabajo. También ayuda a determinar y definir nuevas estrategias de reconocimiento. Es así, que para esta región central, se han definido sectores de interés geológico, pero que además han resultado de mucho apoyo para entender la dinámica de las aguas superficiales y subterráneas, al igual que la utilización complementada de métodos geofísicos para aquellos elementos del subsuelo que plantean interrogantes morfológicas, tectónicas y sísmicas.

En el caso específico de la región central panameña (Azuero), durante los reconocimientos realizados y trabajos desarrollados, se observaron aspectos de mucho interés geológico que permitieron sugerir cambios en los límites entre formaciones geológicas debido a que en el terreno, se logró confirmar la presencia de algunas rocas en nuevos sitios y ausencia de las mismas en otros sugeridas en el mapa geológico nacional. Es importante señalar aquí, que este mapa geológico nacional, se elaboró bajo criterios y escala distinta a las exploraciones actuales, por lo que nuevos elementos ayudarán a mejorar el nivel de detalles en algunas áreas o regiones. Es una tarea, que ya lleva atrasos al igual que los complementos cartográficos que apoyan las exploraciones y los reconocimientos de campo.

En las explicaciones sobre la distribución de los grupos, unidades geológicas y morfología, se introduce el término de “valle-planicie” para designar aquella ‘depresión colgada’ que

experimentó movimientos ascendentes retardados respecto a las unidades geológicas volcánicas que conforman las cordilleras de cerros y montañas en la periferia de la subcuenca Estibaná, así como en los límites con el río La Villa. Cabe destacar que se conjugan aquí elementos tectónicos como fallas regionales y locales, al igual que procesos que dan posibilidad a la existencia de un cuerpo de agua compuesto por escorrentías desde las elevaciones de las montañas en formación y alimentado por reflujos marinos desde las depresiones ocasionadas por fallas regionales y el ascenso tardío de la parte costera Este. Este posible cuerpo de agua retardado también a la regresión marina de la época, permitió la deposición de material sedimentario en combinación con emanaciones y productos volcánicas en sus últimas fases. Es por eso la importancia regional de la geología que no se limita a la cuenca Estibaná o el río La Villa

Sobresale la presencia de la falla Ocú, que corta la península en dirección Este -Oeste y donde el sector de San Luis, al igual que otros a lo largo de esta falla, figura como uno de los posibles sitios de amortiguamiento sísmico de una movilidad diferencial relativa, asociada a procesos de distensión que además coadyuvaron en las postrimerías del Mioceno a mantener un posible contacto de las aguas marinas y cuerpos de agua dulce dentro de la península como parte de la regresión.

La Mesa de Macaracas, se presenta como una prolongación y remanente en el contexto montañoso que le rodea, ubicándole como un segmento del “valle-planicie” con movimientos retardados, lo que permitió la formación de un lago interno consolidado como un paleocauce. Por otro lado, el sector de El Faldar, configura una geología especial por la ubicación dentro del valle -planicie y la existencia de un cuerpo intrusivo estéril de bajo ángulo cercano a los límites de los cuerpos rocosos y fallas regionales. Así mismo, se resalta el sitio de Los Leales donde la influencia de las fallas permite el afloramiento de las secuencias sedimentarias sobre el río Estibaná, mismo que se reafirma en el sitio de El Hato ( vado caído), donde prevalece el fallamiento y contacto disconforme con la secuencia volcánica.

## INFORMACIÓN SUBTERRÁNEA

Es muy conocida la importancia que para el conocimiento de la geología y la proyección de los trabajos de exploración superficial, tiene la información de cualquier trabajo subterráneo que pueda ser documentado y referenciado a controles superficiales. En esta línea de conceptos básicos, para alcanzar la definición de una geología acorde a una cercana realidad, que al mismo tiempo tenga los elementos que permitan escalar sus características superficiales y subterráneas para alcanzar mecanismos de respuestas a los mas intrincados fenómenos que controlan el comportamiento de dinámicas de vital importancia, para garantizar procesos de sustentabilidad y abastecimiento de recursos en el desarrollo de nuestras actividades. A este respecto, la

búsqueda de esta información que luego debe ser integrada a nuestras sugerencias, debe tener ciertas características y confiabilidad para lo cual, es mandatorio validar de manera consecuente cada uno de sus detalles, mismos que cada institución o empresa dedicada a las investigaciones debe cumplir de manera rigurosa y transparente.

En el programa de pozos profundos de exploraciones desarrollado para el IDAAN, se perforaron tres pozos dentro de la sub cuenca Estibaná, en la parte baja, media y alta. Como resultado de estos trabajos, se entregó un reporte donde se explica y detalla el sitio y profundidad de dichos pozos (300 metros) [ G&T Grupo Empresarial-Reporte].

En las descripciones del reporte en mención, no se encontró evidencia de secuencias sedimentarias a lo largo de las perforaciones aunque estas se ubican dentro de lo que se considera en valle planicie Macaracas. En la mayoría de los casos las descripciones sugieren la presencia de aglomerados y brechas volcánicas en combinación con basaltos alterados. Es importante destacar que la descripción del pozo MP1 se ajusta mucho a la conformación geológica superficial del sitio perforado, sin embargo los pozos restantes (MP-2 y MP-3) generan mas interrogantes que respuestas litológicas dado que la descripción de testigos en ambos pozos mantienen una cercana coincidencia litológica en los mismos intervalos de profundidad. \*

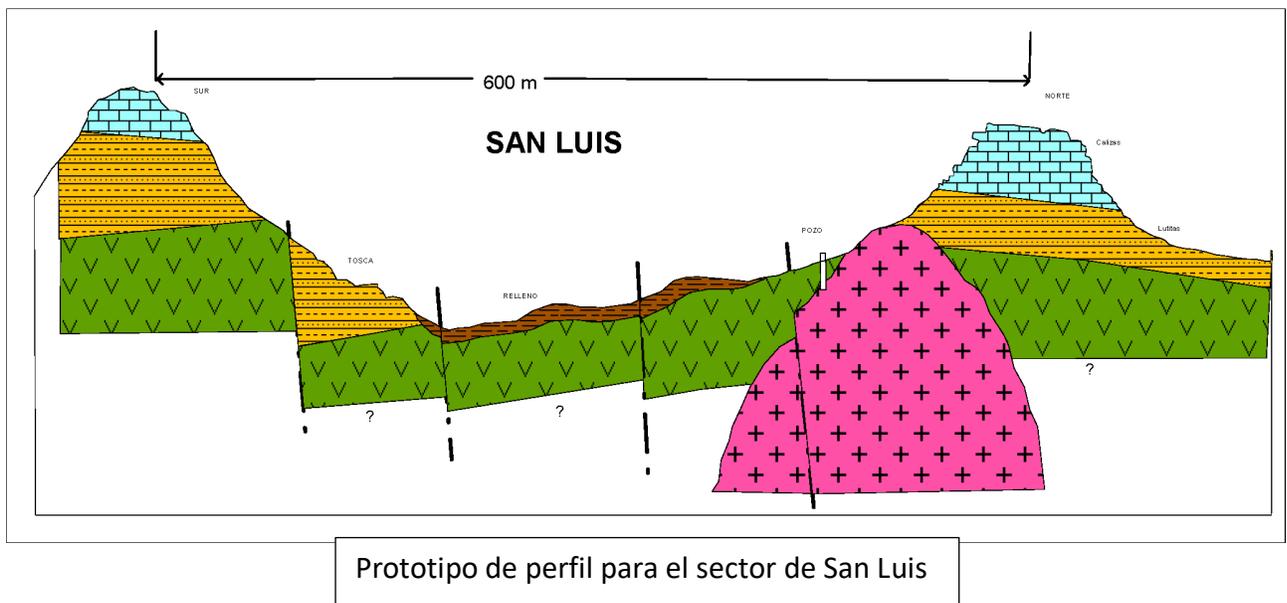
Nº	XWGS84	YWGS84	ZWGS84	DEPTH	CAUDAL	LUGAR, POBLADO
1	550431	859713	161	300.9	15	La Mesa
2	551844	856484	98	305.6	30	Los Leales
3	549667	848095	123	300.6	0	El Faldar

## FALLA SAN LUIS

El sector de San Luis, se ha caracterizado como un fragmento de falla que mantiene una influencia directa en el cauce de la subcuenca Estibaná en su parte baja cercana a la confluencia con el cauce del río La Villa. Este sector presenta una morfología de valle cóncavo y con numerosas elevaciones intermedias que sugieren cuerpos fracturados o bloques con desplazamiento vertical retardado escalonado, típico de estructuras tipo grabben. Este sector además cuenta con la presencia de secuencias sedimentarias asociadas al Cretáceo Superior sobreyaciendo a lutitas cristalizadas y un cuerpo “subintrusivo” estéril de textura porfírica, con cristales de hornblenda bien desarrollados que aparece disconforme a las estratificaciones. Sobre este cuerpo, el ministerio de Salud hizo una perforación para agua y al final del pozo no se pudo profundizar por haber encontrado un material (roca) muy dura, que sugiere coincidencia con el afloramiento encontrado. El alineamiento de la topografía superficial Este-Oeste y los remanentes sedimentarios en las cumbres obligan a sugerir que los bloques dentro de esta zona de fracturamiento han experimentado movimientos de ascenso-descenso, mientras que el Norte y Sur mantienen su desplazamiento subhorizontal provocando una especie de molienda de falla exponiendo a los componentes fracturados a procesos erosivos intensos donde se pierde la evidencia de rocas asociadas a la formación Pesé y Tonosí. Esto puede explicar el comportamiento y la respuesta geolétrica de las pruebas de geofísica donde los resultados a profundidad registran valores asociados a rocas intrusivas criatalinas. En otro particular, es de considerar la morfología regional y muy en especial este sector que registra una extensa planicie hacia el Este lo que sugiere un posible canal antiguo de comunicación entre los cuerpos de agua almacenados entre laderas y pequeñas montañas y brazos de mar desplazados por la acción de movimientos orogénicos locales. Los procesos de ascenso, configuraron de manera caprichosa una región de movimientos retardados sometidos al balance de cargas que se convirtió en extensas zonas en cuerpos lacustres con flujo y reflujos de las aguas marinas mientras las cordilleras ascendían conjuntamente con la presencia de un volcanismo de mediana intensidad y decadente. A este respecto se plantea la continuidad y seguimiento de los reconocimientos de campo, análisis de



muestras, así como petrografías y datación para determinar realmente la pertenencia de las rocas en este sector.



## EL FALDAR

Es un sitio ubicado en el valle-planicie Macaracas y el límite con las elevaciones montañosas el cual experimenta una morfología afectada por fracturas locales orientadas generalmente Norte-Sur. Se considera que en la dinámica de movimientos y ascensos, esta planicie quedó rezagada respecto a los cuerpos volcánicos montañosos de la periferia, sin embargo, han dejado afloramientos de lutitas, sobreyaciendo a un cuerpo fracturado y meteorizado de textura arenosa caracterizado como intrusivo granodiorítico. Sobre este sector, se han practicado diversos métodos de prospección geofísica que han validado las primeras aproximaciones de un perfil extendido a partir de los taludes que afloran sobre los caminos. Esta primer diseño proyecta los diferentes componentes existentes con un leve buzamiento hacia el Este ( 10º). Esta condición de las rocas plantea interrogantes y sugerencias sobre la posibilidad del desvío de las aguas de infiltración hacia sectores subterráneos fuera del cauce del río Estibaná. Aunque este elemento es puntual, debe considerarse como parte en la ecuación general al igual que todos aquellos sitios con fracturamiento. Identificarlos y caracterizarlos será el reto para lograr una aproximación a un modelo que pueda contemplar dentro de sus variables estos elementos diferenciales que permitan entender las capacidades de la oferta en un medio cuyas rocas y sus propiedades aún no determinan la transmisibilidad de los fluidos.

Hacia el Oeste, encontramos numerosos fragmentos de andesitas y basaltos dispersos sobre la superficie evidenciando una cobertura volcánica fracturada y meteorizada. Antes de llegar al cauce del río Arriba, se ubica un pozo del cual sería muy necesario hacer investigaciones sobre su composición estratigráfica y profundidad para determinar la existencia de volcánicos conjuntamente con conglomerados y areniscas al fondo. En cuanto al cauce de este río, cabe señalar que mantiene un alineamiento a fracturas locales por lo que se considera un desplazamiento de las formaciones rocosas existentes a profundidad. Seguidamente se define otra fractura local por donde se conducen las aguas de una pequeña quebrada la cual desemboca en río Arriba. Seguido a este cauce y fractura local, encontramos dos perforaciones profundas hechas para el IDAAN, de las cuales es necesario certificar su contenido y profundidad ya que esta información es de suma importancia para establecer posibles barreras a causa de los desplazamientos en las formaciones rocosas. Se sugiere aquí un ascenso del bloque Oeste con lo cual se erosiona totalmente la cobertura volcánica, dejando al descubierto la presencia de conglomerados y areniscas a nivel del cauce del río Estibaná. Estos afloramientos últimos, dominan las pequeñas cumbres y presentan una extensión Az 190º y el cuerpo estratiforme volcado levemente hacia el Este con Az 85º y un buzamiento de 10º.

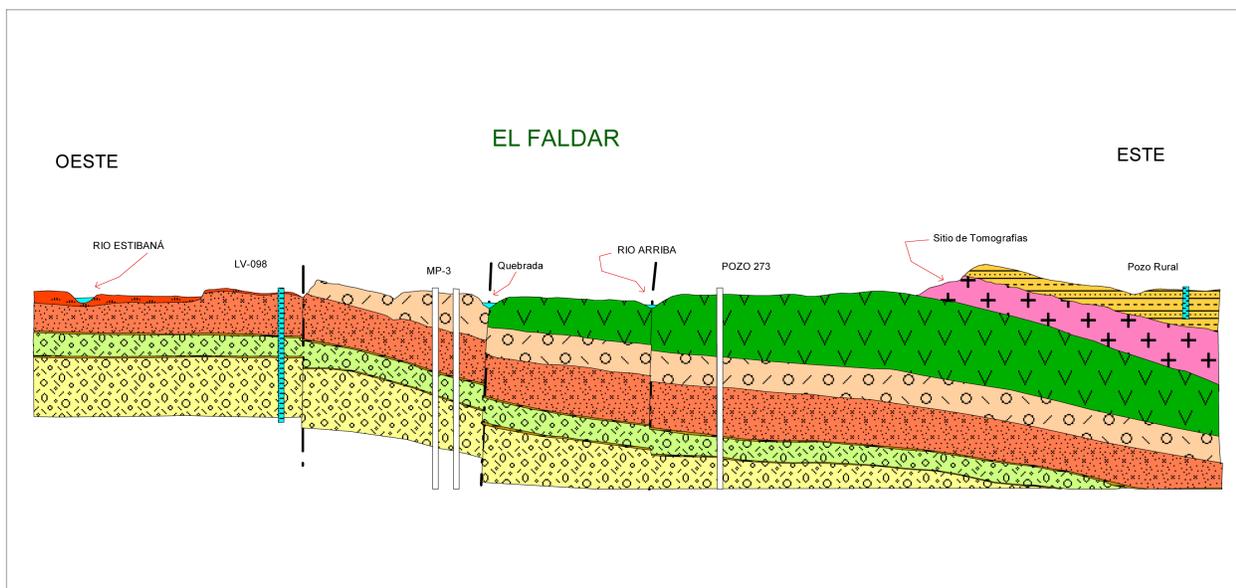
Sobre este sector se han encontrado algunos fragmentos redondeados de andesita y basaltos como remanentes arrastrados.

En este sector se cuenta con la presencia de cuatro perforaciones del IDAAN ( LV-098; MP-3, MP-3a; P-273; P\_Ar848 ), pero que su información litológica y profundidad alcanzada, realmente requiere de mayor confirmación para poder incluirlas como elementos de apoyo a las respuestas del comportamiento geológico superficial. En este momento se plantea la verificación detallada de dichos pozos y el aprovechamiento de sus estructuras para investigaciones complementarias que permitan definir la composición estratigráfica, así como los conductos de alimentación desde los acuíferos.

Para los efectos de referencia estratigráfica, se cuenta con la descripción geológica del pozo perforado por el IDAAN con el código LV-098 y que cuenta con una profundidad de 129.94 metros a lo largo de la cual se describió la presencia de las rocas que fueron perforadas y que se resumen en la tabla adjunta. Esta descripción y tipos de rocas identificadas, se ha utilizado para proyectar desde este pozo y en conjunto con los datos superficiales; la disposición de los paquetes existentes y supuestos a profundidad, considerando además la presencia de fracturas locales del terreno que se reflejan en los cauces superficiales como elementos de influencia en la disposición espacial de estas rocas a profundidad.

## DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

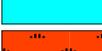
En las siguientes explicaciones, se detalla la composición del terreno desde la superficie y hasta la profundidad del pozo LV-098, extendiendo la influencia de las fracturas locales como elementos determinantes en la disposición espacial. En una tabla adjunta se encuentra el resumen de los tipos de roca encontrados durante la perforación conjuntamente con una leyenda que detalla la composición del perfil.



RESÚMEN DE DESCRIPCIÓN LV-098  
[Fuente IDAAN-Herrera]

ESPESOR	ROCA	COLOR
0.4	Suelo arcilloso	
44.40	Areniscas semiconsolidada	
1.31	Lutitas arcillosas	
23.47	Aglomerado de brechas	
0.91	Lutitas arcillosas	
59.45	Aglomerado brechoso	

**PERFILESp1TAB Legend**

-  Line
-  FALLAS LOCALES
-  CUERPO INTRUSIVO
-  POZO ACTIVO
-  LUTITAS
-  VOLCANICOS
-  ARENISCAS
-  POZOS SIN INFORMACION
-  LUTITAS ARCILLOSAS
-  CONGLOMERADOS
-  AGLOMERADO BRECHOSO 2
-  AGLOMERADO BRECHOSO 1
-  AGUA
-  TERRAZA



## LA MESA

Existe la posibilidad de que el valle de La Mesa, resulte en un bloque hundido o retardado en su ascenso, constituido por una poderosa colada de aglomerados volcánicos sobreyaciendo a lutitas y sedimentado en su parte superior con arcillas arenosas. Este fenómeno puede ser causado también por la existencia de un cuerpo de agua interior, conectado y alimentado en parte por flujos marinos provenientes de canales y zonas de fallas que igual formaron el valle-planicie Macaracas. Aún solo se tiene evidencia de dos pozos realizados por el IDAAN durante 2007 a percusión y martillo en el primero [1] se encontró una capa de arcillas de 1.52 m de espesor seguido de basaltos alterados (aglomerados?) con un espesor de 42.68 metros y finalmente 18.29 metros de lutitas. Este pozo se ubica al noreste de la población de La Mesa. El segundo pozo [2] se perforó en las cercanías de la quebrada Virotala sobre el camino que conduce a Cañafistulo. En este pozo se encontró una capa superior compuesta de guijarros con 2.13 metros de espesor luego 3.04 metros de una arcilla rojiza con clastos y cantos rodados (paleocauce?), luego 8.84 metros de grava y clastos y finalmente 6.09 metros de una areniscas pelíticas?. Este último pozo se ubica al Sur de la población de la Mesa y por su contenido final sugiere un ambiente lacustre mixto que mantuvo un cuerpo de agua semi-confinado durante los procesos de consolidación y ascenso de la península. (ver gráficos de pozos)

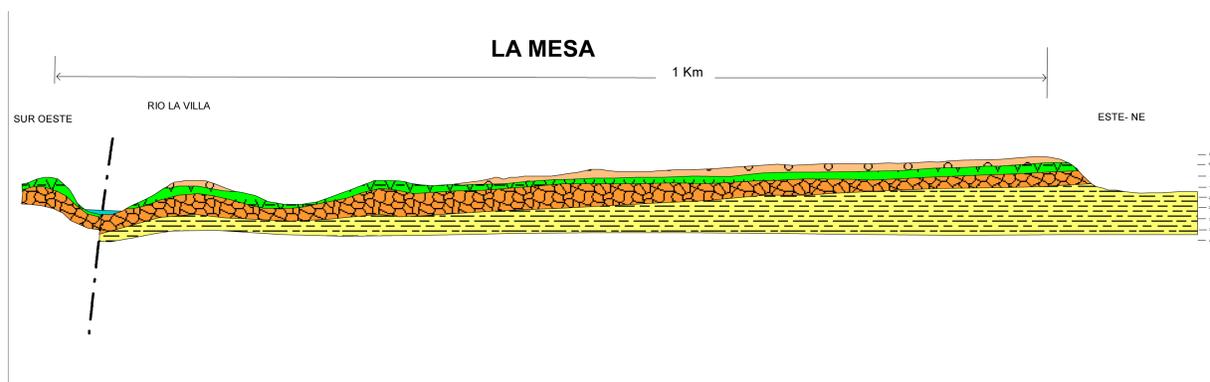


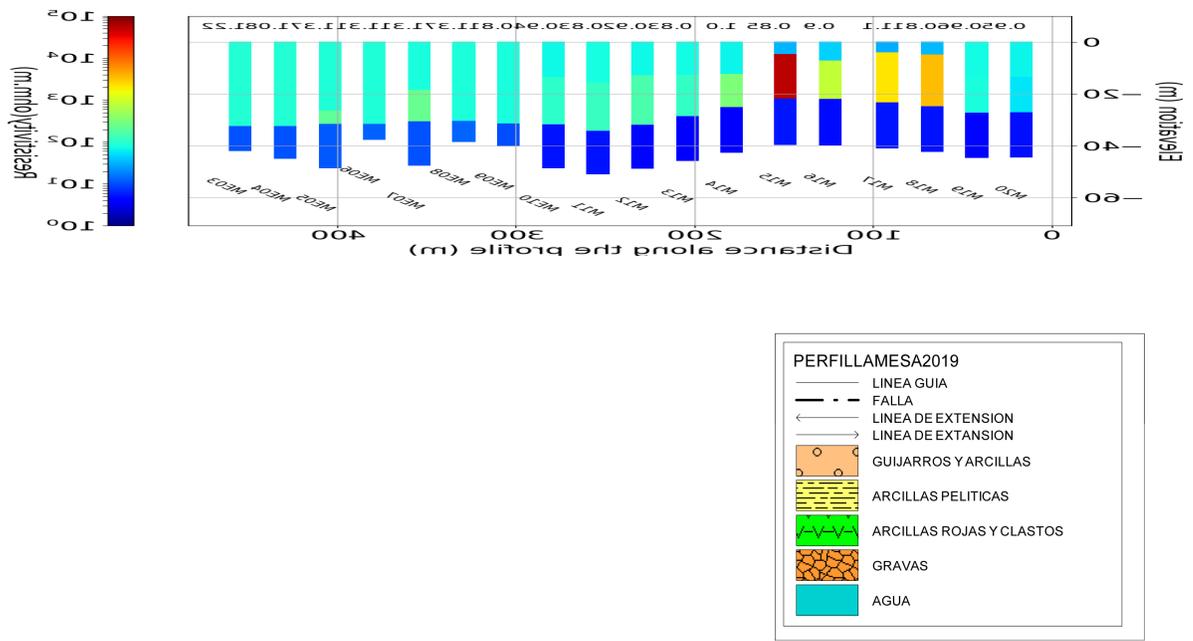
Los estudios de geofísica sobre la superficie del llano de La Mesa, representan una poderosa herramienta para esclarecer las características y comportamiento de los diferentes estratos que conforman esta región, así como su posible influencia en el ciclo de las aguas que alimentan esta parte de la cuenca. De este sector nace en niveles mas bajos la quebrada La Mesa que fluye hacia el río La Villa. En este sentido la morfología es muy particular y evidencia la posibilidad de que durante la formación del istmo panameño, quedaran sectores encerrados entre las islas volcánicas y se consolidaran como grandes cuerpos lacustres interconectados con el mar mediante canales o zonas de distención mas bajas. Su ascenso retardado permitió los procesos de sedimentación acompañados con materiales volcánicos.

El Valle-planicie como fenómeno geológico y morfológico además juega un papel importante en el ciclo de acumulación y oferta de agua de los reservorios existentes en la zona por su posible conformación sub horizontal en donde las fracturas locales mantienen una influencia que a juicio de las primeras aproximaciones ameritan futuros estudios estructurales y de geofísica que permita definir su extensión, profundidad y alcance.

Durante los procesos tectónicos que han modelado la superficie terrestre en este sector del país han intervenido procesos epigénicos de larga duración y que han provocado además el basculamiento del bloques de movimiento retardado, lo cual ha generado en primer lugar la consedimentación de secuencias fragmentarias en los fondos lacustres existentes para conformar paquetes de monoclinales constituidas por areniscas y lutitas. También, es posible que este movimiento vertical y basculamiento, haya sido el causante del drenaje hacia el mar de los cuerpos de agua interiores. Es posible que el valle planicie Macaracas-La Mesa en su momento constituyó una especie de sineclise dentro de los complejos movimientos tectónicos que generaron este relieve continental de la zona, por lo cual es de esperar que los sedimentos predominantes estén asociados a procesos aluviales en combinación de secuencias volcánicas.

A pesar de que en la zona se han encontrado secuencias volcano sedimentaria, aún no se han reconocido sectores que puedan mostrar evidencia de plegamientos lo cual indica que en los procesos tectónicos han tenido predominio de fracturas y cabalgaduras así como se muestra en sectores como Río Arriba ( foto).





Es de considerar que hacia la parte Este del sitio La Mesa, sobre la quebrada La Mesa y en general en las colinas erosionadas se puede observar una secuencia de estratificaciones aluviales, acumulada y diferenciada de fragmentos subredondeados que sugieren la presencia de un antiguo valle-planicie de consedimentación influenciado por los drenajes y cauces que aportaron material volcánico de arrastre, algunos con alteración hidrotermal premineralizados, cuarzos, calcedonia muy similares a los afloramientos existentes en Pitaloza y El Peñón. Esta cobertura superficial en La Mesa presenta un alto nivel de meteorización y arenas que aún conserva y retiene la humedad superficial de aguas vadasas (fotos, medir espesor, examinar los fragmentos) Colocar muestras de rocas similares a Pitaloza y las encontradas en los taludes y perforación. (ver graficas), que bien pueden considerarse para la correlación de niveles o estratificación presente en La Mesa.



En cuanto a los resultados de las perforaciones, en el hoyo PEE3, la columna de material encontrado sugiere un cuerpo muy meteorizado de composición basalto andesítico y fracciones de arenas y gravas

Todos estos resultados apoyan la hipótesis de que el Valle de La Mesa de Macaracas, era un antiguo cauce del Río La Villa originado por una fuerte actividad sismo-tectónica que se presentó en el área, la cual permitió el desvío de grandes corrientes y productos aluviales, que posteriormente se fueron depositando en el antiguo cauce; conformando así una secuencia compuesta de material volcánico, arenas fragmentos subredondeados mineralizados envueltos en arcillas. Con el tiempo esta gran cantidad de material finalmente terminó en una secuencia de estratificaciones no consolidadas. Cabe señalar que dentro de las fases sedimentarias finales, se identificó un pequeño horizonte con acumulaciones de magnetita proveniente de la meteorización de cuerpos intrusivos que en la actualidad afloran en sitios como Caracucho, El Cañafistulo y Pitaloza. Otra de las pruebas de la existencia del mencionado paleocauce del Río La Villa se evidencia en los registros obtenidos en la perforación de exploración PEE-3 desarrollada por el proyecto Estibaná, en donde el estudio muestra una secuencia estratigráfica no consolidada y que se complementa con las exploraciones geológicas de los afloramietos al Este

de La Mesa y en gran medida coincidente con las pruebas y resultados geofísicos desarrolladas en el sitio.

#### EL SECTOR DE LA MESA- EL HATO

La zona intermedia del cauce del río Estibaná , se encuentra localizada dentro del “valle-Planicie Macaracas”, que se extiende desde la frontera Sur con la formación volcánica del Cretáceo [K-VE] identificada por la presencia de lavas almohadilladas y basaltos en contacto con la formación del Terciario del Oligoceno – Macaracas [TO-MAC] que se caracteriza principalmente por rocas sedimentarias con predominio de tobas y areniscas tobáceas , la cual se extiende hasta la desembocadura con el río La Villa del cual es afluente. Este sector, por la condición tectónica de la región, presenta una gran influencia de los procesos que motivaron el ascenso de los márgenes montañosos de esta sub cuenca y se encuentra afectada por numerosos fracturamientos locales, así como fallas regionales que fácilmente se replican en la orientación de los cauces y drenajes superficiales. En el sector El Hato, se ubicó un lugar reconocido además por la existencia de un vado que a causa de las grandes avenidas del río Estibaná, colapsó ante la fuerza de estas aguas. Es muy curioso además que en este sector el río Está marcado por un fragmento diferencial de falla regional con orientación NNO y cabe la posibilidad que esta condición contribuyó al colapso de dicha estructura.

Por estas características, este sitio ha sido sugerido para desarrollar estudios de geofísica y encontrar en la respuesta del potencial inducido, elementos que ayuden a entender la conformación subterránea del sitio y cómo esto se constituye en materia de estudio y análisis para proyectar de manera diferencial la influencia del fracturamiento y la fallas en al comportamiento de la dinámica de las aguas superficiales y subterráneas.

Aspectos que inciden en la perdurabilidad de las obras y construcciones. En el caso del vado caído, es de considerar varios elementos que han sido determinantes.

El diseño, la orientación, el anclaje, los materiales, la forma de compactación del núcleo del vado, el tipo de encofrado del concreto ( se le colocó aditivo contra el agua?), El tipo de concreto y calidad de la mezcla. En adición a esto, se puede considerar que esta construcción se encuentra sobre un cauce y este cauce se alinea con fallas regionales NNO fracción de la cual pasa en eeste tramo del río. Otro elemento que puede considerarse como detonante inicial es la posible

incidencia sísmica de la región sobre la estructura ( bien rígida, poco rígida o de mala calidad) y que generó fracturas o fisuras por donde finalmente las aguas del río iniciaron su trabajo de socavación de agregados finos que terminaron por colapsar la estructura y someterla a las fuerzas hidráulicas de las crecidas del río.

#### ALCANCE DE LOS ASPECTOS TECTÓNICOS EN LA DINÁMICA DE LAS AGUAS

Como bien se ha señalado en las consideraciones anteriores, la geología de la región central experimenta numerosos procesos transformadores, que en la evolución y consolidación final, han dejado elementos significativos que mantienen una estrecha relación con la morfología superficial y la disposición espacial de los grupos de rocas que determinan el nivel de influencia en la dinámica de las agua, de acuerdo a sus características geológicas, geomecánicas y estratigráficas. Por lo tanto, el conocimiento y definición de los grupos geológicos, así como su disposición espacial, contribuye al entendimiento de algunos comportamientos anómalos dentro del sistema hidrológico. Al considerar la presencia y extensión de los distintos grupos de rocas, es posible definir y cuantificar el alcance de una interferencia positiva o negativa que permita ajustar y evaluar con mayor claridad los resultados con los cuales se pretende medir la eficiencia y duración de las capacidades de un sistema o cuerpo de agua.

El movimiento de las aguas superficiales encuentra una estrecha relación con el tipo de superficie (roca), forma y condición que plantea los niveles de velocidad, así como los volúmenes en un momento determinado. En relación a los cuerpos subterráneos y la movilidad de los fluidos ( agua), el comportamiento se ajusta al tipo de roca predominante, su condición y en especial la forma en que se encuentra. Basado en estas consideraciones el proceso de transmisión en cuerpos heterogéneos dadas las condiciones geológicas y tectónicas, sugiere nuevos elementos y parámetros para determinar su movimiento y tiempo de respuesta ante una demanda.

En la profundidad de los acontecimientos ocurridos hasta la conformación del istmo y esta parte central, se encuentran numerosos aspectos de relevancia geológica y en materia de exploraciones. Es posible entonces sugerir la impostergable necesidad de implementar líneas de

investigación en materia de estratigrafía, caracterización de las rocas volcánicas, sedimentarias y magmáticas, Mapeo geológico de estructuras y fallas, así como la implementación sistemática de un programa de dataciones que complementará significativamente los estudios geológicos y el conocimiento de los procesos de consolidación de nuestro istmo.

#### REFERENCIAS:

1. IRHE. Catastro de caudales y aforos en río de la República de Panamá. 1993.
2. Roberto Miranda. Tesis de estudios.
3. B. P. Kusmi. Geología e hidrogeología. Moscú, Nedra 1977.
4. IDAAN, descripciones de pozos perforados.
5. G&T GRUPO EMPRESARIAL.- Reporte 2016.
6. Alberto E. Ruiz. Estudios geológicos y geomorfológicos del río Estibaná. 2018
7. Alberto E. Ruiz. El agua y la contaminación para el 2020. Los Santos, 2004.
8. Alberto E. Ruiz. Disponibilidad del recurso agua al 2020. Los Santos, 2001.
9. Alberto E. Ruiz. Reconocimientos de campo 2005- 2019.