



## PROTOCOLO PARA ESTUDIO TÉCNICO DE GEOLOGÍA BÁSICA DEL TERRENO

### PROYECTO

Proyecto Ciudad Gobierno, San José

### LOCALIZACIÓN

Provincia: San José

Cantón: San José

Distrito: Catedral

### DATOS DEL DESARROLLADOR

CONSEJO NACIONAL DE CONCESIONES

### DATOS DEL O LOS PROFESIONAL (ES) QUE ELABORAN LOS ESTUDIOS

Geól. María Gómez Tristán

**Nombre del profesional: MSc. Geól. María Gómez Tristán**

Número de cédula: **1-1021-0320**

Número de colegiado: **CGCR No. 286**

Número de Consultor Individual SETENA: **03-2004**

Enero, 2021

La suscrita **María Gómez Tristán**, portadora de la cédula de identidad número **1-1021-0320**, profesional en **Geología e Hidrogeología** Incorporado al colegio de Geólogos de Costa Rica, número de colegiado: **286** consultor(a) inscrito(a) en la Secretaría Técnica Nacional Ambiental, según registro **CI- 03-2004-SETENA**, cuya vigencia se encuentra al día hasta el 30 enero del 2021, otorgado mediante Resolución ACP-089-2020 manifiesto ser responsable directo de la información técnica científica que se aporta en el presente documento, la cual se elaboró para el proyecto denominado: **Ciudad Gobierno, San José**, que se desarrollará en los siguientes planos:

Finca	Plano	Propietario	Observación
27017	SJ-850-1988	Estado - Ministerio de Obras Públicas y Transportes	Naves Industriales
45513		Liceo de Costa Rica Diurno	Taller MOPT
45667	SJ-793-1987	Estado - Ministerio de Obras Públicas y Transportes	Taller Geotecnia
88270	SJ-1950389-2017	Estado - Ministerio de Obras Públicas y Transportes	Pruebas Prácticas
54815	SJ-654916-1986	Elda Mora Morales	Expropiar
603717	SJ-550906-1999	ZAYQUI S.A.	Expropiar
55052	SJ-102574-1960	ZAYQUI S.A.	Expropiar
55054	SJ-10221-1972	Sistemas y Servicios Industriales S.A.	Expropiar
49393	SJ-722060-2001	Inversiones Halabi y García S.A.	Expropiar
57359	SJ-1715652-2014	Ralph de La Torre	Expropiar
73598	SJ-109148-1962	Odilie Piedra Ortiz	Expropiar
48932	SJ-23864-1955	Estado - Ministerio de Obras Públicas y Transportes	Oficina MOPT
49391	SJ-69206-1992	María Laura García Bonilla	Expropiar
200459		Carolina Ramos Azuola	Expropiar
200461		Manrique Antonio Sanchez Soto	Expropiar
75157A	SJ-535161-1984	JYL Dos mil dieciocho SRL	Expropiar
74233A	SJ-19090-1952	Juan Bautista Bedoya Bedoya	Expropiar
45514	SJ-101547-1959	Ganadera Chomes S.A.	Expropiar

En virtud de ello, someto el presente Estudio de Geología Básica del Terreno al conocimiento de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como autoridad en materia de Evaluación de Impacto Ambiental del Estado costarricense, con el objetivo que sea analizado y se constate que el mismo ha cumplido con los lineamientos técnicos y normativos establecidos. Tengo presente que en apego al artículo 5 del Decreto Ejecutivo 32712-MINAE, la información contenida en este estudio se presenta bajo el concepto de Declaración Jurada, a conocimiento y conciencia de que dicha información es actual y verdadera y que, en caso contrario, pueden derivarse consecuencias penales del hecho. Por lo cual, manifiesto que, de encontrarse alguna irregularidad en la información, seré responsable no sólo por esta falta, sino también por las consecuencias de decisión que a partir de la información suministrada pudiera incurrir la SETENA y el desarrollador.

Estudio técnico geológico  
Geól. María Gómez Tristán  
Tel. 8848-5478  
**Atentamente.**

3

**MSc. Geól. María Gómez Tristán**

**Contenido**

1. Resumen.....	5
2. Introducción .....	5
3. Geología .....	7
4. Geomorfología.....	8
5. Síntesis de resultados y conclusiones geológicas.....	12
6. Discusión sobre las limitantes de incertidumbre y alcance del estudio .....	12
7. Referencias.....	13

## **Estudio técnico geológico del terreno en el AP**

### **Proyecto Ciudad Gobierno San José**

#### **Catedral, San José, San José**

##### **1. Resumen**

El AP se ubica en el distrito de Catedral, del cantón de San José, en la provincia de San José, ubicado en los alrededores de la Estación del Pacífico. El cuerpo de agua más cercano es el María Aguilar, ubicado aproximadamente a 600 m al sur del AP.

El contexto geológico local fue determinado por medio de la observación de afloramientos dentro del AP y sus alrededores, observación morfológica y consulta bibliográfica. En total fue determinada la presencia de una unidad geológica, las cuales corresponden con los depósitos volcánicos de la Unidad Lavina.

Mediante de la observación morfológica de las curvas de nivel y observaciones de campo se determinó la geomorfología local. Según las evidencias recolectadas y su relación con los datos geológicos, se interpreta la existencia de dos unidades geomorfológicas, la cual se caracteriza por su génesis, grado de pendiente, grado de disección y patrón de drenaje.

Por medio de un control cruzado con los datos preexistentes y la información generada durante el presente se logró formular el modelo hidrogeológico conceptual del AP, el cual está constituido por dos unidades hidrogeológicas, dicha unidad concuerda con los depósitos volcánicos de la formación Lavina.

A partir de las condiciones topográficas del terreno, se deben seguir las recomendaciones constructivas establecidas en el Estudio de Suelos realizado para dicho proyecto.

##### **2. Introducción**

###### **2.1 Datos de la finca estudiada**

El AP se ubica en el distrito de Catedral, del cantón de San José, en la provincia de San José, ubicado en los alrededores de la Estación del Pacífico. El cuerpo de agua más cercano es el María Aguilar, ubicado aproximadamente a 600 m al sur del AP.

###### **2.2 Datos de la finca estudiada**

es

###### **2.3 Objetivo general**

El objetivo general del estudio es caracterizar geológicamente los terrenos donde se planea el desarrollo del proyecto, con el fin de determinar la viabilidad geológica y ambiental.

#### 2.4 Metodología

El presente informe se realizó con base en información bibliográfica, recopilación de los datos de pozos y otros en las bases de datos del SENARA y el MINAE como también en la observación de campo. El trabajo de campo consistió en el recorrido detallado de las propiedades donde se desarrollaría el proyecto, así como la visita de afloramientos y sitios de observación morfológica en los alrededores del AP pese a que la gran mayoría de las áreas están impactadas con edificaciones o calles. La fotografía 1 muestra el AP como se encuentra actualmente.

El sistema de coordenadas utilizado fue el Lambert Norte a escala 1:5000, con curvas de nivel cada 50 m.



**Fotografía 1: Vista general de una de las propiedades donde se desarrollaría  
Ciudad Gobierno**

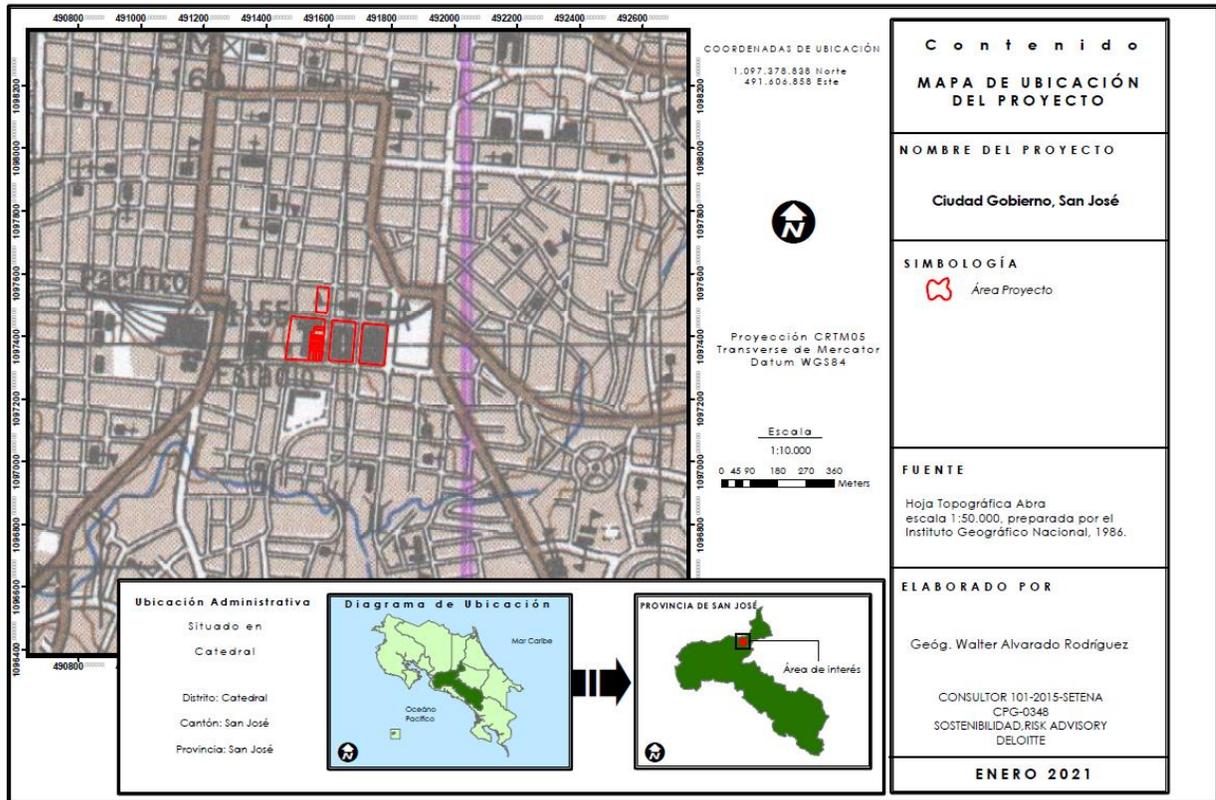


Figura 1. Ubicación del AP

### 3. Geología

#### 3.1 Geología Regional

La geología de la zona de estudio (Figura 2) está conformada por la Unidad Lavina.

##### 3.1.1. Unidad Lavina

El Valle Central posee un depósito ignimbrítico extenso (750 km<sup>2</sup>) que presenta diferencias en soldamiento, compactación y textura. Conforman el piso volcánico del Valle Central, tan solo cubierto por unas coladas de lava (Ciruelas, Cebadilla y San Antonio), depósitos de flujos de detritos (lahares y/o avalanchas volcánicas) y cenizas. Petroquímicamente son rocas traquiandesíticas y andesítico-basálticas. La edad de estos depósitos según Marshall & Idleman (1999) es de 0,33 M.a.

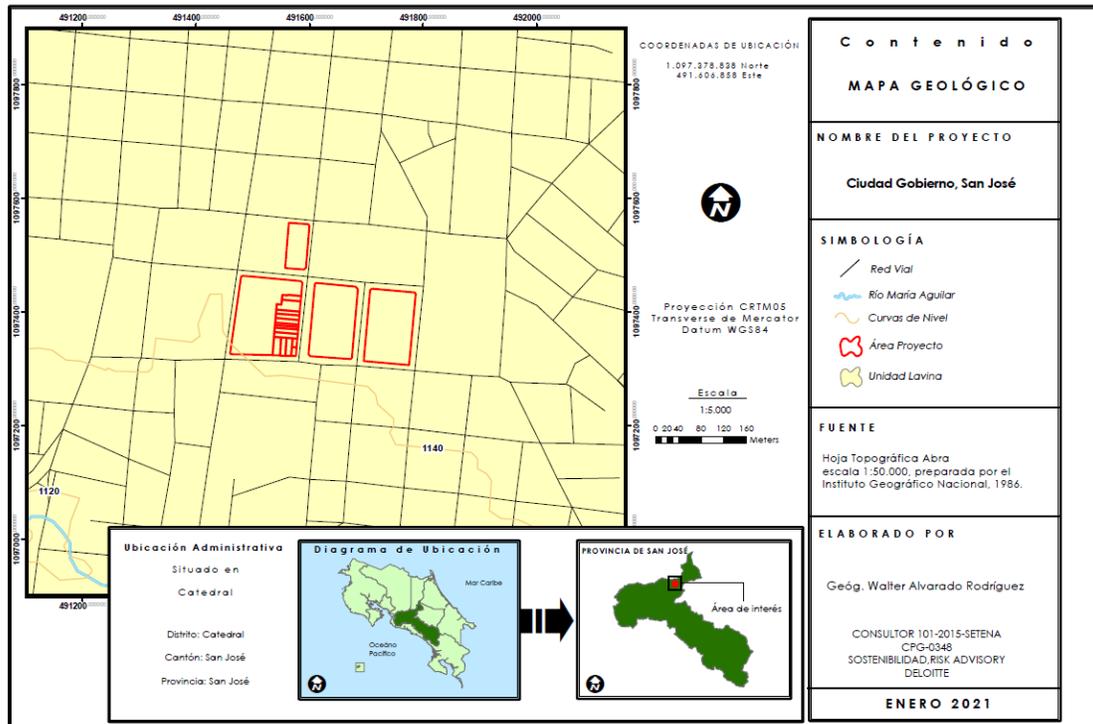
Hidalgo et al. (2004) describen la lavina del Valle Central como materiales constituidos por bloques de lava mal seleccionados flotando en una matriz de lodos volcánicos. Los depósitos son muy heterogéneos donde se encuentran fragmentos de materiales de origen volcánico subangulares a subredondeados, donde predominan lavas con diámetros máximos de 2,0 m y en promedio radios de 1,0 m. Los fragmentos flotan en matriz areno-limosa a limo-arcillosa compactada.

La Lavina del Valle Central está cubierta por capas de ceniza de hasta 20 m de espesor y subyacen a las ignimbritas de la Formación Tiribí así como a otras lavas post-avalancha hacia el sector de Belén.

El depósito según Hidalgo et al. (2004) posee una forma elongada con dirección NE-SW cubriendo un área mínima de 130 km<sup>2</sup> del Area Metropolitana.

### 3.2 Geología local

El contexto geológico local fue determinado por medio de la observación de los pocos afloramientos dentro del AP y sus alrededores, observación morfológica y consulta bibliográfica. En total fue determinada la presencia de una unidad geológica local, compuesta por una capa de arcilla plástica color café oscuro, perteneciente a la meteorización de los depósitos volcánicos de la Lavina del Valle Central, (Figura 2).



**Figura 2. Mapa geológico del AP**

### 3.3 Integración del análisis geotécnico local

Geotecnia & Construcción (2021) ha realizado un estudio geotécnico el cual incluye 9 perforaciones en total en todos los terrenos que actualmente son propiedad del estado.

El cuadro 1 resume los resultados obtenidos de los cuatro sondeos de capacidad de soporte.

Cuadro 1. Resumen de sondeos realizados por Geotecnia & Construcción (2020).

Sondeos	Descripción
<b>P1</b>	0-0,55 m: Arena limosa color gris oscuro de consistencia blanda con 32,5% de humedad y cohesión de 2,0 ton/m <sup>2</sup> . 0,55-1,90 m: Arena limosa (SM), color café grisáceo de consistencia media rígida, 28,9-30,1% humedad y 87,6% de finos.

	<p>1,90-5,95 m: Limo de alta plasticidad (MH) color café de consistencia rígida. Porcentaje de finos: 87,6%, LL: 65%, IP: 32%, SUCS: MH</p> <p>1-5,95 m: Limo color café de consistencia medianamente rígida a muy rígida. Golpes: 6-25.</p>
<b>P2</b>	<p>0-0,55: Limo color café oscuro, consistencia medio rígida / 28,4% humedad, cohesión total: 2,5 ton/m<sup>2</sup></p> <p>0,55-6,4 m: Limo de alta-baja plasticidad MH/ML color café, SUCS: ML/MH</p>
<b>P3</b>	<p>0-1,0 m: Limo de baja plasticidad (ML), color gris oscuro. Porcentaje humedad: 18,1-30,5%/ Porcentaje finos: 50,5%/ SUCS: MH</p> <p>1,0-6,4 m: Limo de baja plasticidad (ML), color caf[e con vetas color caf[e. porcentaje de humedad: 27,6-33,9% / Porcentaje de finos: 51,1% / SUCS: ML</p>
<b>P4</b>	<p>0-0,55 m: Arena limosa color gris, consistencia rígida N<sub>spt</sub> igual a 20 golpes. % de humedad: 17,2%/ Cohesión total: 10 ton/m<sup>2</sup></p> <p>0,55– 4,15 m: Limo de alta plasticidad (MH) color gris de consistencia medianamente rígida (N<sub>spt</sub> entre 6 a 43 golpes. Porcentaje de humedad: 26,2 a 34,9%. Porcentaje de finos: 88,2 % / LL: 60%/ IP: 22% / SUCS: MH</p> <p>4,15-5,50 m: Limo color beige grisáceo con vetas color café y grumos color café N<sub>spt</sub>: 30-79 golpes. % humedad: 25,6-28,4%/ Angulo fricción-Cohesión total: 13,5 ton/m<sup>2</sup></p>
<b>P5</b>	<p>0-5,5 m: Limo de alta plasticidad (MH) color café grisácea con vetas grises / % de humedad: 24,9-35,4/ Porcentaje de finos: 65,4% / LL: 62% / IP: 22%/ SUCS: MH</p>
<b>P6</b>	<p>0-1,0 m: Arena limosa color gris con vetas.</p> <p>1,0 –2,80 m: Limo color café grisáceo de consistencia medianamente rígida. Porcentaje humedad: 29,9-32,1%</p> <p>2,80-5,50 m: Limo de baja plasticidad (ML) color gris. Porcentaje humedad: 29,6-32,7%</p>
<b>P7</b>	<p>0-3,25 m: Arena limosa SM color gris oscuro de consistencia media rígida, SUCS: SM</p> <p>3,25-5,05 m: Arcilla de alta plasticidad (CH) color café grisáceo oscuro, consistencia medio rígida. Porcentaje de humedad: 29,3-33,8%, SUCS: CH.</p>
<b>P8</b>	<p>0-2,35m: Arena limosa (SM) color gris, de consistencia medianamente rígida a dura (N<sub>SPT</sub> entre 6 y 88 golpes) / % humedad = 13.3 – 21.6%</p> <p>Porcentaje de finos: 35.8%/ LL = NP/ IP = NP/ SUCS = SM/ Angulo de fricción: 0.0°/ Cohesión total: 3.0 – 13.5 ton/m<sup>2</sup></p>
<b>P9</b>	<p>0-2,35 m: Arena limosa (SM), color café de consistencia medianamente rígida / porcentaje humedad: 29,3-31,6%. Límite líquido: NP / Índice de plasticidad: NP.</p> <p>2,35-6,85 m: Limo de baja plasticidad (ML), color café claro de consistencia rígida. Porcentaje de finos 52,4%</p>

Adicionalmente, Geotecnia & Construcción (2021) realiza las siguientes recomendaciones geotécnicas:

1. Realizar comprobación de capacidad de soporte en el fondo de placa una vez que se realicen la excavación de la fundación.
2. Dada la presencia de suelos blandos y niveles colgados superficiales, se debe considerar uso de placas y rellenos de sustitución en profundidad, losas flotantes, cimentaciones profundas como micropilotes, pilotes, pilotes helicoidales, jet grouting, etc.
3. El riesgo por licuefacción es bajo.
4. Cabe agregar que existe en el sondeo P9 presencia de hidrocarburos en el nivel encontrado a 0,45 m de profundidad.

#### **4. Geomorfología**

Mediante la observación morfológica de las curvas de nivel y observaciones de campo se determinó la geomorfología local. Según las evidencias recolectadas y su relación con los datos geológicos, se interpreta la existencia de dos unidades geomorfológicas, las cuales se caracterizan por su génesis, grado de pendiente, grado de disección y patrón de drenaje (Figura 3).

##### **4.1. Geomorfología local**

A continuación, se incluye la unidad de pendientes y caracterización geomorfológica de la zona de estudio.

###### **4.1.1. Unidades de pendiente**

###### **Ladera Denudacional de pendiente Baja (L.D. 1)**

Corresponde con la unidad geológica Lavina. Se presenta como una morfología con una pendiente baja ( $0^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) en la cual se describe un patrón de drenaje semi meándrico y se ubica en la totalidad del AP, tal como lo muestra la fotografía 2, donde se observa un relieve plano a muy plano.

###### **Ladera Denudacional de pendiente Media (L.D. 2)**

Corresponde con el cauce del río María Aguilar, el cual ha profundizado su cauce a partir de erosión fluvial entre 10 m a 50 m, generando localmente un aumento en la pendiente en ambas márgenes del cauce a lo largo de su rumbo. Se presenta como una morfología con una pendiente media ( $15^{\circ}$ - $25^{\circ}$ ) en la cual se describe un patrón de drenaje meándrico y se ubica aproximadamente a 650 m al sur del AP.



Fotografía 2: Relieve general del AP

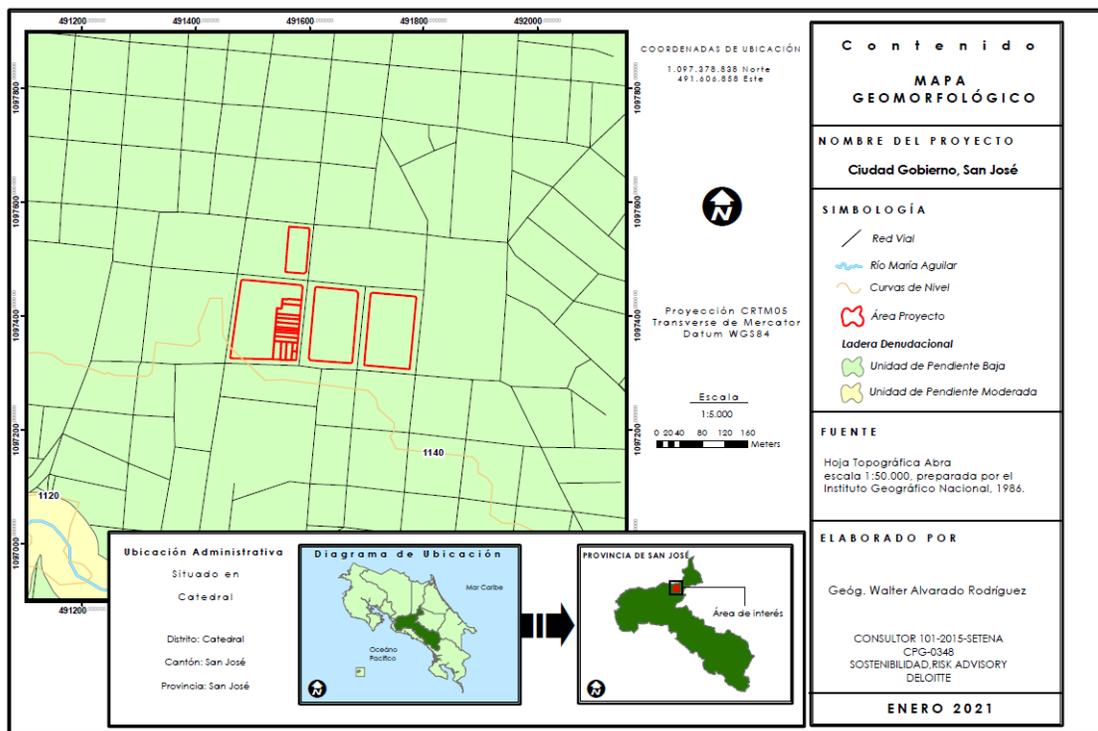


Figura 3. Mapa geomorfológico del AP

## **5. Síntesis de resultados y conclusiones geológicas**

### 5.1 Síntesis y condición geológica básica del terreno

El contexto geológico local fue determinado por medio de la observación de afloramientos dentro del AP y sus alrededores, observación morfológica y consulta bibliográfica. En total fue determinada la presencia de una unidad geológica, la cual se identifica como los depósitos volcánicos de la Lavina del Valle Central.

Mediante la observación morfológica de las curvas de nivel y observaciones de campo se determinó la geomorfología local. Según las evidencias recolectadas y su relación con los datos geológicos, se interpreta la existencia de dos unidades geomorfológicas, la cual se caracteriza por su génesis, grado de pendiente, grado de disección y patrón de drenaje.

Geotecnia & Construcción (2020) concluye que el terreno es apto para el desarrollo siempre y cuando se sigan las recomendaciones brindadas en términos geotécnicos de cimientos y construcción considerando suelos blandos, algunos estratos con baja cohesión y capacidad de soporte.

#### 5.1.1. Sintetizar geología y geomorfología

Se determinó que en el subsuelo del AP y sus alrededores afloran materiales asociados a la meteorización de la Lavina del Valle Central. A lo largo de las propiedades donde se pretende desarrollar el proyecto, se describe una capa arcillosa café producto de la meteorización de los depósitos volcánicos englobados en matriz limo arcillosa.

#### 5.1.2. Mapas explicativos

Las figuras 2 y 3 corresponden con el Mapa Geológico, así como el Mapa Geomorfológico de la zona de estudio.

## **6. Discusión sobre las limitantes de incertidumbre y alcance del estudio**

### 6.1 Aplicabilidad de los resultados.

El presente estudio técnico geológico describe las condiciones geológicas básicas del terreno donde se pretende el desarrollo del Proyecto Ciudad Gobierno.

### 6.2 Tareas pendientes para fases posteriores de la actividad, obra o proyecto

Posterior a la construcción de proyecto planteado no se considera queden tareas pendientes para fases posteriores de la actividad.

### 6.3 Incertidumbres

El modelo planteado se basa en observaciones de campo e información topográfica suministrada por el IGN. Un cambio en esta información podría ser una incertidumbre, al igual que la información suministrada por los registros de perforación de pozos de la base de datos de SENARA.

### 6.3 Conclusión general sobre la viabilidad geológica del terreno en virtud de la obra a desarrollar.

En términos generales, el terreno donde se pretende la construcción del proyecto planteado es viable desde el punto de vista geológico siempre y cuando se sigan las recomendaciones geotécnicas, estructurales y de diseño planteadas dentro del diseño de sitio. Una vez que se cuente con la ubicación final y diseños de sitios definitivos, deben considerarse las perforaciones exploratorias puntuales donde se consideran condiciones geotectónicas puntuales, espesores de suelos, presencia de arcilla, entre otros.

## 7. Referencias

Denyer y Arias (1991): Estratigrafía de la Región Central de Costa Rica.

Denyer, P. y Alvarado, G., 2007: Mapa geológico de Costa Rica. Escala 1:400 000. Librería Francesa.

Geotecnia & Construcción (2021): Datos geotécnicos de capacidad soportante o de cimentación para la obra civil. Informe inédito

Hidalgo, P.J., Alvarado, G.E. & Linkimer, L., 2004: La Lavina del Valle Central (Costa Rica): ¿Lahar o Debris Avalanche?.- Rev. Geól. Amér. Central, 30: 101-109

Instituto Geográfico Nacional I.G.N.: Mapa geológico hoja Abra escala 1:50 000