

INPROLAB, S.A
LUIS A. GUERRA

Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (MasterIEG)



INFORME DE INVESTIGACIÓN GEOTECNICA-HIDROGEOLOGICA

**PROYECTO:
“RESIDENCIAL JOHNNY WOOLDAND
III Y IV”**

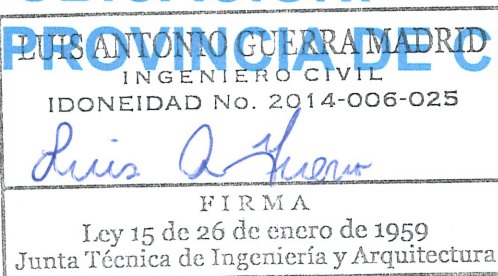
**CLIENTE: PGR DEVELOPERS ALTO
BOQUETE , S.A.**

PRUEBA: GEOFISICA

TRABAJO NO. 174

FECHA: 3 DE DICIEMBRE DE 2024

**UBICACIÓN:
BOQUETE, PROVINCIA DE CHIRIQUI**



David, Chiriquí



6289-3834

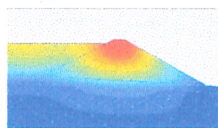
6227-4625



Página 1 de 18

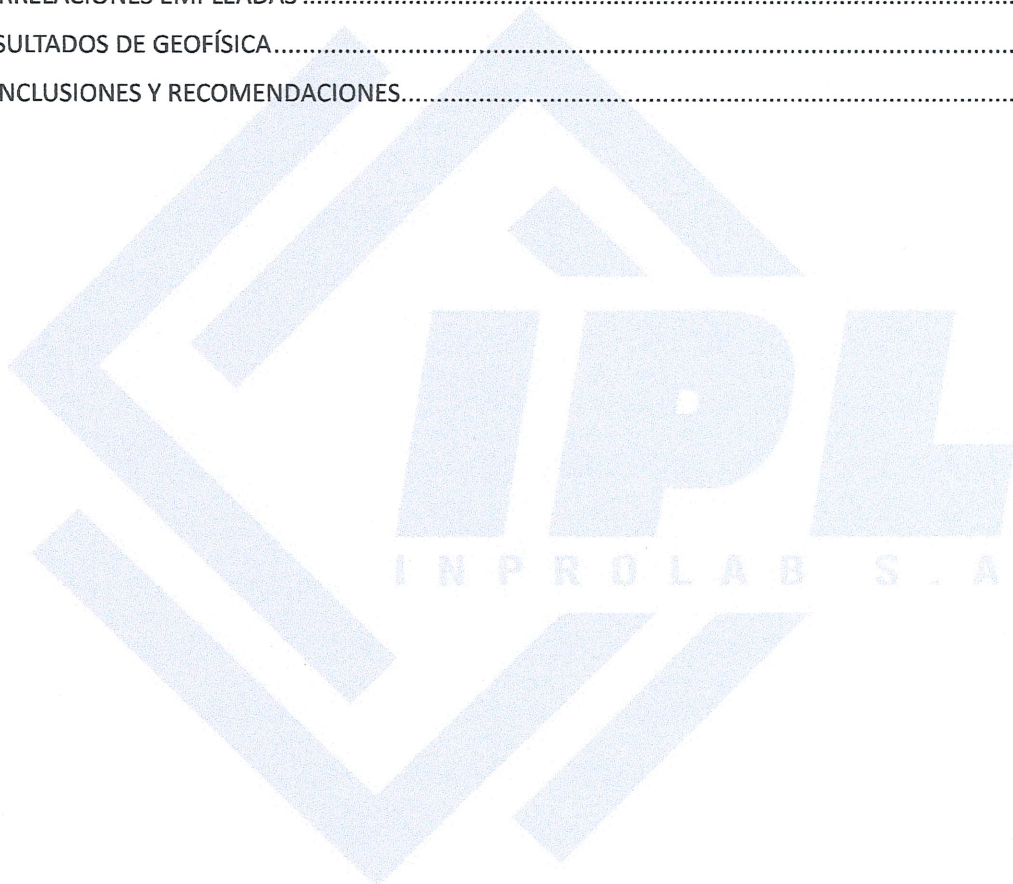
luis.guerra@iplpty.com

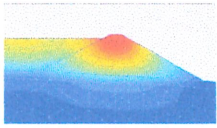
leonardo.ortega@iplpty.com



Contenido

| | |
|---------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| TRABAJO REALIZADO | 3 |
| ENSAYO DE GEOFÍSICA | 8 |
| METODOLOGIA PROPUESTA | 8 |
| METODOLOGIA DE TRABAJO DE CAMPO | 9 |
| CORRELACIONES EMPLEADAS | 12 |
| RESULTADOS DE GEOFÍSICA | 14 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 18 |





INTRODUCCIÓN

El objetivo de este informe es el cálculo de la distancia segura de un pozo a un sistema de infiltración sanitaria residencial, la cual depende de varios factores, como el tipo de pozo, su profundidad, el tipo de terreno y las normas de seguridad aplicables en Panamá.

TRABAJO REALIZADO

METODOLOGIA

Se obtuvo 1 perfil sísmico de refracción para obtener la velocidad de onda de compresión y un perfil sísmico de onda de corte, posteriormente se calcula la estratigrafía del sitio para la delimitación en profundidad de los posibles acuíferos de la zona.

Fecha de muestreo y realización de ensayos: 3 de diciembre de 2024.

Ubicación de ensayo

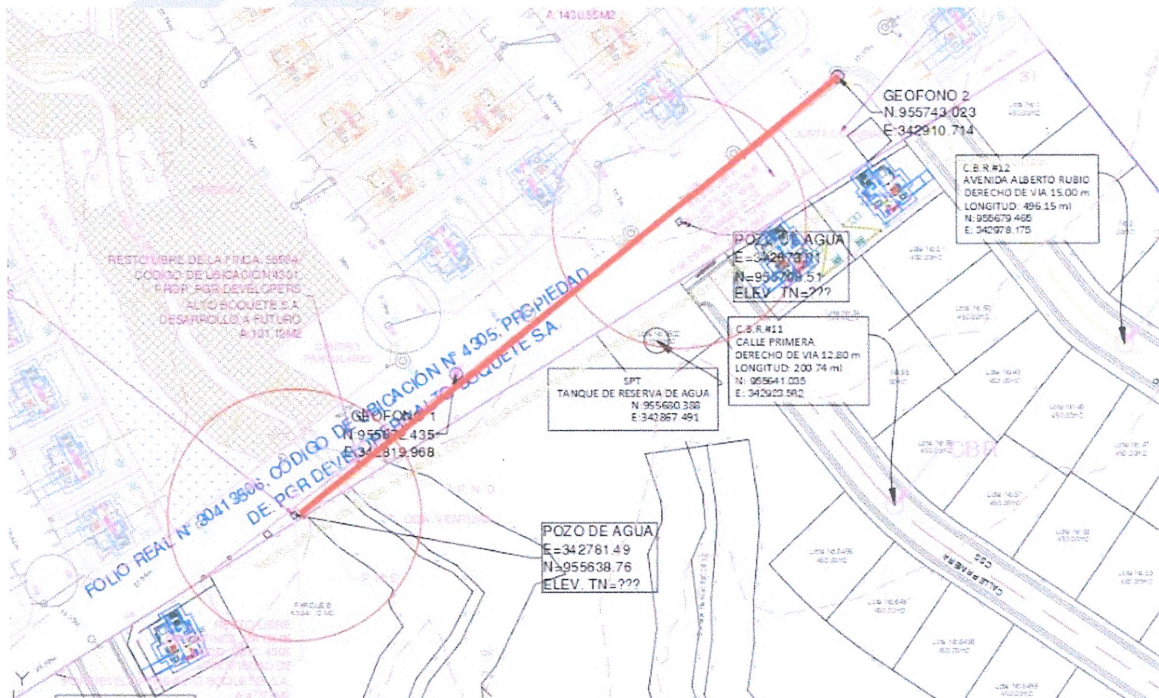
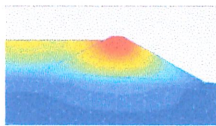


Ilustración 1: Ubicación de los pozos y de la línea de geofísica realizada

LUIS ANTONIO GUERRA MADRID
INGENIERO CIVIL
IDONEIDAD No. 2014-006-025
Luis A. Guerra
FIRMA
Ley 15 de 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



INPROLAB, S.A
LUIS A. GUERRA



Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (MasterIEG)



Ilustración 2: Línea de Geofísica realizada

A continuación se muestra la toma de datos por parte del sismógrafo y el procesamiento de las ondas.



LUIS ANTONIO GUERRA MADRID
INGENIERO CIVIL
IDONEIDAD No. 2014-006-025
Luis A. Guerra
FIRMA
Ley 15 de 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Ilustración 3: toma de datos



David, Chiriquí



6289-3834

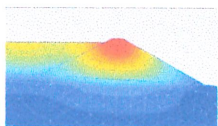
6227-4625



Página 4 de 18

luis.guerra@iplpty.com

leonardo.ortega@iplpty.com



HIDROGEOLOGIA REGIONAL

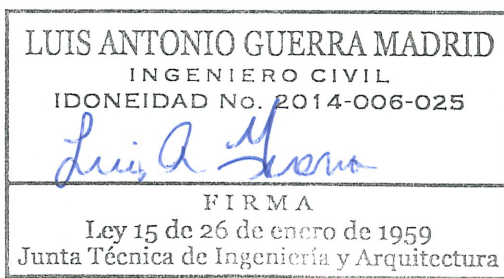
Como referencia general se ha utilizado el mapa hidrogeológico de Panamá, confeccionado por las diversas instituciones en 1999. El cuál es la base hidrogeológica del país.

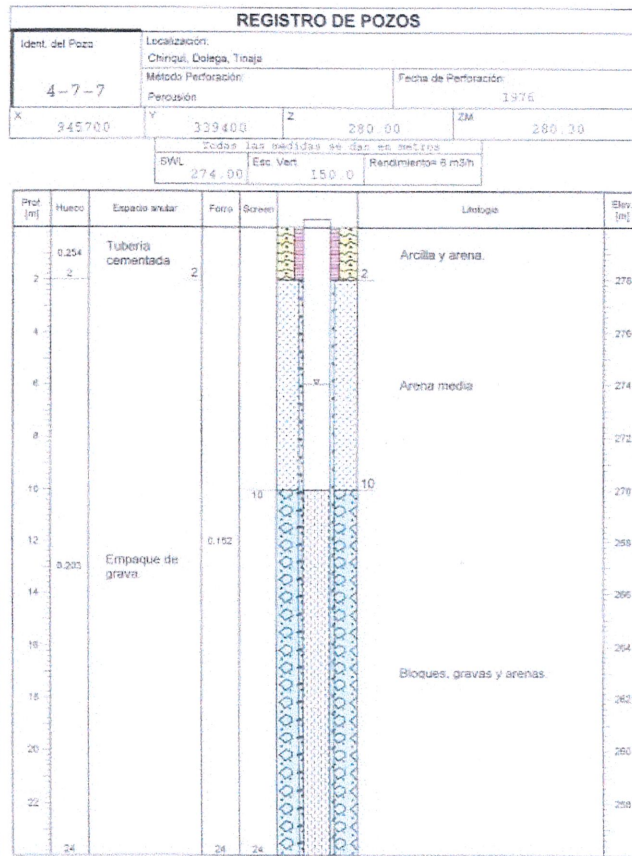
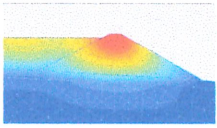
“La formación Barú (QPS-BA) posee PERMEABILIDAD VARIABLE en la misma se encuentran ACUIFEROS MODERADAMENTE PRODUCTIVOS ($Q=3-10$ m³/h), la formación Barú se caracteriza por Acuíferos de extensión variable, libres, constituidos por productos volcánicos fragmentarios de granulometría variable, sobrepuestos a flujos lávicos indiferenciados. La calidad química de las aguas es generalmente buena.

Esta formación geológica contiene basaltos y andesitas cerca de los puntos de emisión. Sin embargo, en los estudios geotérmicos detallados efectuados por el IRHE, se describe la presencia de depósitos piroclásticos recientes, flujos pumíticos y "debris flow" de naturaleza dacítica, los cuales son los materiales más importantes en ambos volcanismos, subordinados a estos materiales se encuentran flujos lávicos indiferenciado.

Formación Barú (QPS-Ba). Esta formación pertenece al Cuaternario Pleistoceno

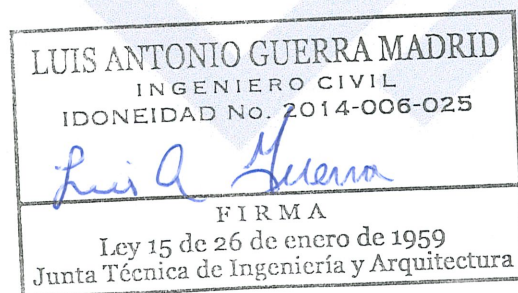
Reciente, los materiales fragmentarios, se reparten lateralmente en torno al edificio del volcán Barú, con una dispersión amplísima controlada por la topografía sobre la que fluyeron. Los materiales fragmentarios están constituidos por una masa de matriz arenosa, con muy pocos finos, en la que se engloba una gran cantidad de fragmentos no vesiculados de granulometría diversa y redondez que varía desde anguloso en las proximidades al centro de emisión, hasta redondeado en los lugares más alejados. El índice de compactación varía entre casi sueltos (últimos flujos piroclásticos) a poco compactos (flujos de escombros). En esta formación, los pozos inventariados tienen una descripción litológica muy imprecisa; el promedio de la productividad de los pozos es de 8 m³/h. En la Figura 11, se puede observar el detalle de una perforación promedio (Pozo 4-7- 7), así como aspectos constructivos de la misma; ubicada dentro de la Formación Barú (QPS-BA), esta perforación cuenta con una descripción litológica aceptable. En cuanto a la calidad química del agua se puede decir que, de un muestreo realizado en los manantiales existentes en el área, la mayoría de las aguas someras pertenecen al tipo bicarbonatado-alcalino y presentan caracteres físico-químicos bastante homogéneos.” (mapa hidrogeológico de Panamá, 1999).

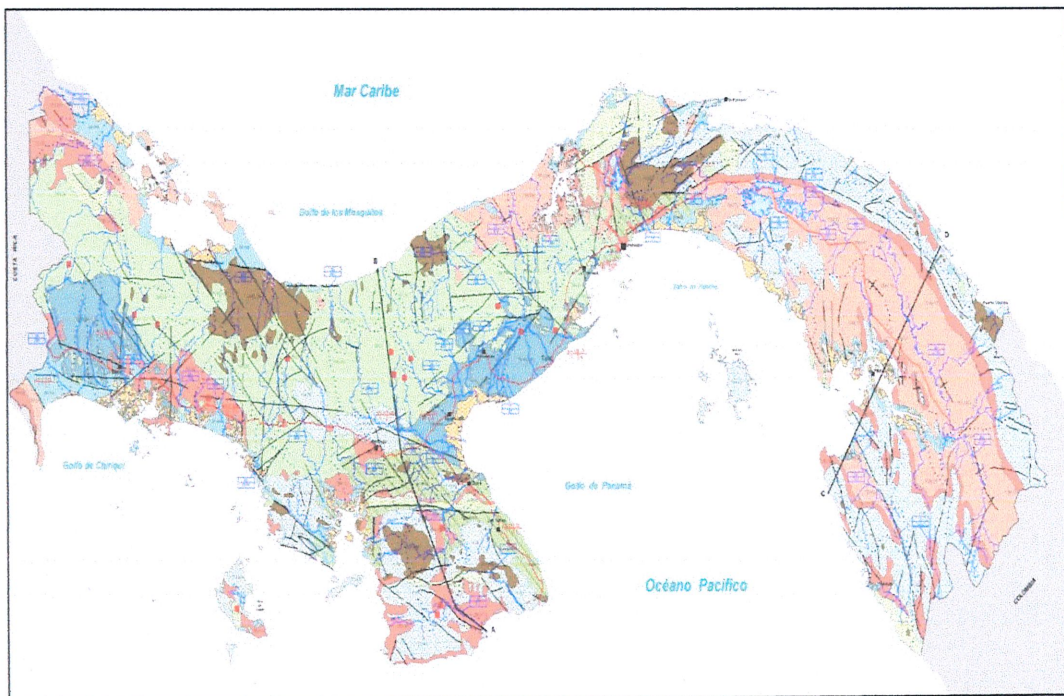
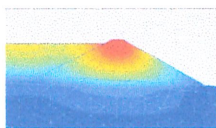




Fuente: Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales Q. Enderesa. 1999

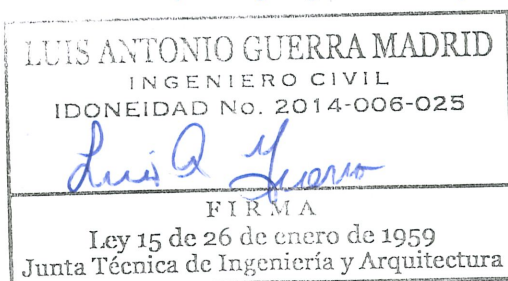
Ilustración 4: Registro de Perforación Formación Barú QPS-Ba (Mapa Hidrogeológico de Panamá, 1999)

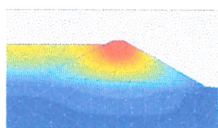




| DESCRIPCION HIDROGEOLOGICA | |
|---|---|
| 1. OCURRENCIA DE AGUAS SUBTERRANEAS Referente a pozos perforados con profundidad promedio de 60m A. ACUÍFEROS PREDOMINANTEMENTE INTERGRANULARES (CONTINUOS GENERALMENTE NO CONSOLIDADOS) PERMEABILIDAD MEDIA A VARIABLE A-1. ACUÍFEROS PRODUCTIVOS ($Q \geq 10 - 50 \text{ l/s}$) Formaciones geológicas: Las Lajas (QL-A1), Boca de Chucurá (QR-A1a), conformadas por aluviones, depósitos tipo delta, arenas, areniscas, conglomerados, lutitas carbonosas, marginales, depósitos orgánicos, corales. Acuíferos libres de extensión regional limitada constituidos por aluviones, sedimentos marinos no consolidados y depósitos tipo delta de granulometría variable en los cuales predominan las arenas, limas y arcillosas. La calidad química de las aguas es generalmente buena. PERMEABILIDAD VARIABLE A-2. ACUÍFEROS MODERADAMENTE PRODUCTIVOS ($Q \geq 3 - 10 \text{ l/s}$) Formaciones geológicas: Barú (QPS-B1), El Valle (TMPL-V1), conformadas por depósitos proclásticos predominantes, aluviales, ocasionales, conglomerados, arenas, lutitas, conglomerados, subarcadas, facies lavas, induradas. Acuíferos de extensión variable, libres, constituidos por productos volcánicos fragmentados de granulometría variable sobrepujados a facies lavas induradas. La calidad de las aguas es generalmente buena. Formación geológica Río Hato (QR-A1a), conformada por conglomerados, arenas, lutitas, tobas, areniscas poco consolidadas y porcel. Acuíferos de extensión variable, libres o confinados, constituidos por sedimentos distales, consolidados y poco consolidados y depósitos costeros. La calidad de las aguas es generalmente buena, aunque es posible encontrar aguas salinas en ciertos áreas cerca de la costa. B. ACUÍFEROS PREDOMINANTEMENTE FISURADOS (DISCONTINUOS) | 2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA SUPERFICIAL Línea divisoria de las vertientes o cuencas hidrográficas principales. Curso de agua. Zona de marea generalmente con manglar. Lagos, lagunas y embalses. Módulo hidrológico. Estación fluvial típica representativa. 1. Caudal medio anual (m³/s) 2. Superficie de la cuenca de drenaje (km²). 3. GEOLOGIA Límite geológico aproximado. Fallas regionales. Corte geológico. |

Ilustración 5: Mapa Hidrogeológico de Panamá (1999)





ENSAYO DE GEOFISICA

METODOLOGIA PROPUESTA

La realización de prospección geofísica, que involucra la ejecución de perfiles de refracción sísmica o perfiles MASW (Análisis Multicanal de Ondas de Superficie) en los sitios de emplazamiento de las torres con estudio de estabilidad de talud. El objetivo principal de esta campaña es de caracterizar en términos de velocidades de ondas sísmica (V_p y V_s) y a partir de ellos detectar posibles anomalías en profundidad y, a su vez, correlacionar los parámetros de resistencia y permeabilidad de los materiales aluviales presentes, que por sus características granulométricas (presencia de bolones) no eran fácilmente evaluables mediante otras pruebas de campo o laboratorio.

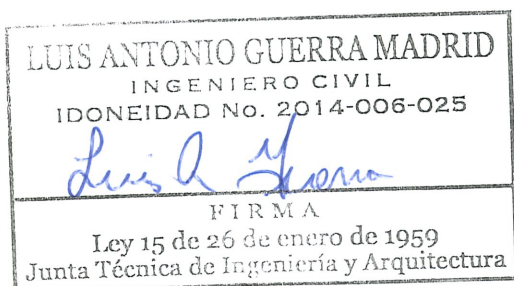
En cuanto a la refracción sísmica, como método geofísico, esta busca definir la velocidad de propagación del frente de ondas compresional (V_p) y/o de cizalla (V_s) a lo largo de un perfil, con una profundidad de investigación que depende del dispositivo de medida empleado, así como de la naturaleza geológica de los materiales en estudio. El análisis del corte obtenido tras el procesamiento de los datos permite definir el espesor de capas de baja compacidad, el espesor de roca meteorizada, profundidad a la que se encuentra el basamento rocoso, estructuras geológicas (observables como anomalías o zonas de baja velocidad de onda primaria) y el grado de ripabilidad de los materiales presentes.

Por otra parte, la finalidad de los trabajos de sísmica MASW ha sido la evaluación indirecta y no destructiva de la consistencia del terreno mediante la determinación de la velocidad V_s de los materiales a partir del análisis de las ondas superficiales Rayleigh.

La sísmica MASW es un método geofísico que consiste básicamente en estimar los valores de la velocidad de corte (V_s) a lo largo del terreno mediante generación de impacto al terreno (fuente activa) o mediante fuentes pasivas (ruido ambiental).

Este método tiene la capacidad de investigar de forma sencilla hasta varias decenas de metros de profundidad y permite estimar niveles en los que se producen inversiones de velocidad.

Una vez conocida la distribución de las velocidades de corte del terreno es posible establecer una clasificación de los suelos en términos de la consistencia de estos a partir del valor medio de V_s . La mayor parte de los estándares de diseño internacionales, incluyendo el panameño, hacen uso de las velocidades V_s para llevar a cabo esta clasificación de tipo de sitio.



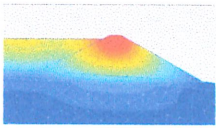


Ilustración 6: Medición equipo sismográfico de 24 canales

El ensayo MASW es un método no destructivo que se usa para evaluar la velocidad de onda de corte (V_s), vinculado al mismo módulo de corte (G).

El método MASW es una técnica de exploración sísmica introducida por primera vez en el ambiente geofísico por Park et al. (1999), la cual consiste en el estudio de la propagación de las ondas superficiales o las ondas de corte (ondas Rayleigh) a lo largo del subsuelo. Este método analiza las propiedades de dispersión de los modos fundamentales de las ondas Rayleigh, los cuales se propagan a lo largo de la superficie desde el punto de impacto de la fuente a los geófonos.

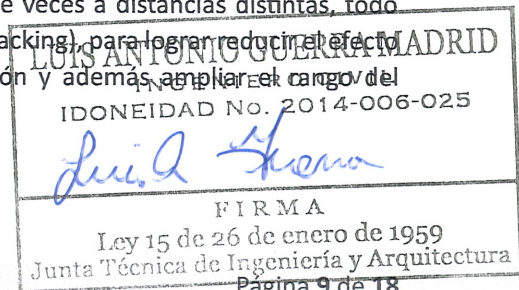
La velocidad de la onda de corte (V_s) es una de las constantes elásticas que está estrechamente relacionada con el módulo de Young y el módulo de corte, por lo que, V_s es un indicador directo de la resistencia (rigidez) del terreno.

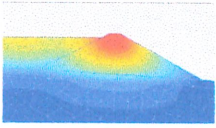
METODOLOGIA DE TRABAJO DE CAMPO

La metodología de trabajo de campo propuesta para los sitios de exploración consistirá en ubicar los sitios mediante la utilización de instrumentos GPS, luego se procederá a colocar un sismógrafo de vibraciones triaxial portátil el cual grababa las mediciones de vibraciones ambientales durante 20 minutos. Simultáneamente se confeccionará el arreglo geométrico con los 24 geófonos con su respectivo cable de conexión al espaciamiento definido según las condiciones de terreno, posteriormente se realizará el ensayo pasivo, para luego finalizar con el ensayo activo.

Para la adquisición de datos se utilizó un equipo llamado GEODE de la marca Geometrics y geófonos de 4.5 Hz de frecuencia natural.

Los ensayos activos consistirán en golpear un cierto número de veces a distancias distintas, todo esto con la finalidad de realizar una superposición de señales (stacking), para lograr reducir el efecto de las vibraciones ambientales que pueden afectar la medición y además ampliar el rango del espectro de frecuencias captado por el ensayo.





Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (MasterIEG)

Los ensayos pasivos se realizarán midiendo las vibraciones ambientales por un período de 16 minutos, si existía espacio suficiente en el sitio de estudio se procederá a realizar ensayos pasivos con arreglos bidimensionales.

Software a utilizar

El principal software a utilizar para la realización del análisis de señales es GEOPSY. Este software nos permite realizar los siguientes análisis.

- f-k considerando la dirección de propagación de ondas como conocida.
- análisis de vibraciones ambientales, utilizando el método SPAC.

Además, permite la combinación de distintas señales para expresarlas como un promedio ya sea en tiempo o en frecuencia (stacking), así como el cálculo del espectro de Fourier de una señal. Estas herramientas, permiten el cálculo de las curvas de dispersión o de autocorrelación, además tiene un módulo para realizar el proceso de inversión el cual se realiza mediante el algoritmo del vecindario modificado (Wathelet, 2008), el cual nos brinda el cálculo de un modelo unidimensional de suelo, cuyos espesores de capa y propiedades elásticas se ajusten a las propiedades dispersivas del sitio.

En la ilustración 7 se observa un esquema de la realización de la prueba.

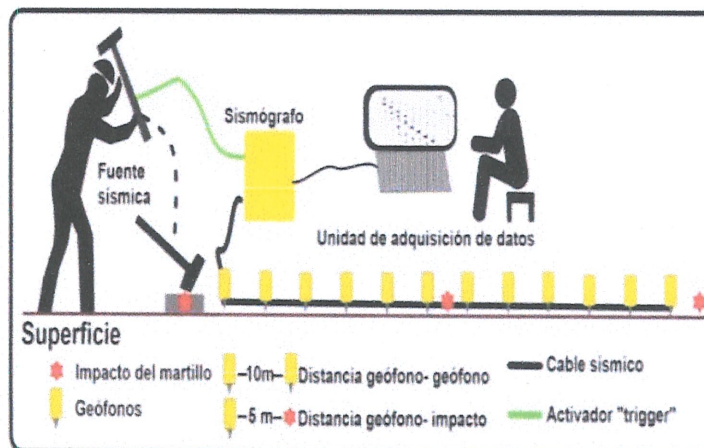
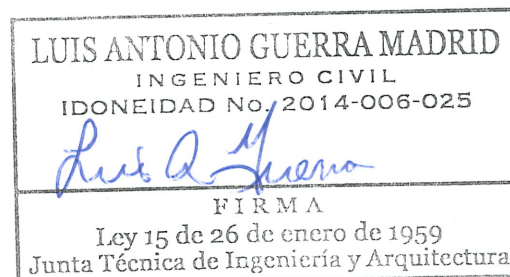
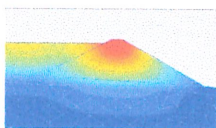


Ilustración 7: Esquema de prueba

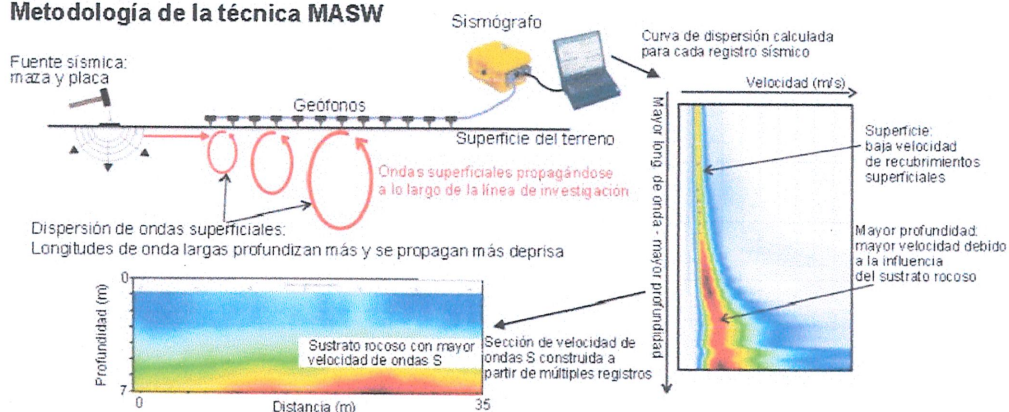




Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (MasterIEG)

En la ilustración 8 se observa un resumen grafico de la metodología de la técnica MASW, la cual estamos proponiendo para determinar la caracterización de los estrados profundos

Metodología de la técnica MASW



Etapas del método MASW desde la adquisición y procesado de datos, hasta la creación de una sección de velocidad de ondas S del terreno

Ilustración 8: Metodología de la técnica MASW

En la ilustración 9 se observa la curva de dispersión que se obtendría con los métodos antes mencionados)

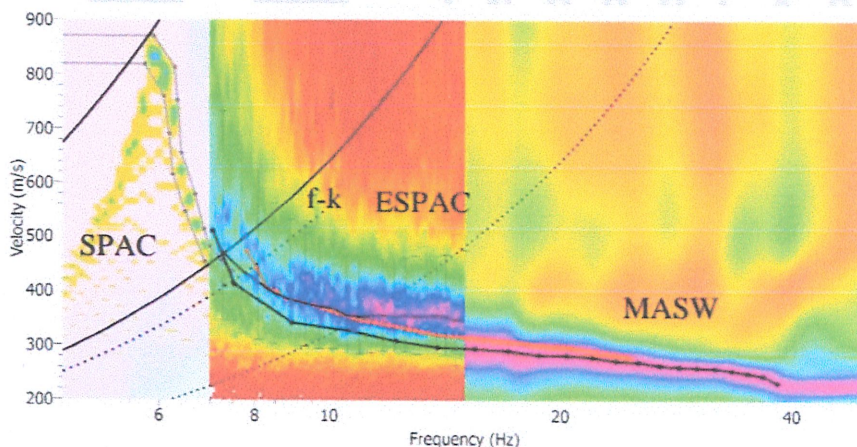


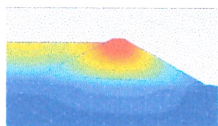
Ilustración 9: Curva de Dispersión

LUIS ANTONIO GUERRA MADRID
INGENIERO CIVIL
IDONEIDAD NO. 2014-006-025

Luis A. Guerra

FIRMA

Ley 15 de 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (MasterIEG)

En paralelo se evaluó los análisis granulométricos realizados previamente por LABSA el cual muestra que el tipo de suelo es una Grava arcillosa lo cual nos arroja indicios de que la velocidad de onda de corte debe estar por el orden de los 300 m/s.

CORRELACIONES EMPLEADAS

La campaña geofísica propuesta, de la mano de la caracterización geotécnica efectuada a través de la investigación de campo y laboratorio, permite disponer de información valiosa para la selección de los parámetros geomecánicos de los materiales presentes en el área del proyecto.

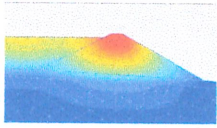
Una vez que se miden las velocidades de corte, mediante los perfiles MASW, la capacidad de soporte admisible, el coeficiente de reacción de la subrasante, varios otros parámetros de elasticidad, así como los valores aproximados del peso unitario se determinan rápida y económicamente, utilizando expresiones empíricas relativamente simples.

Las correlaciones empleadas para la estimación de los parámetros de los materiales en este proyecto, fueron las propuestas por Tezcan (2014), aplicables a suelos y rocas. La misma poseen val

Estas correlaciones fueron definidas a partir de un extenso estudio de datos de investigación de sitios, pruebas de laboratorio y prospección geofísica en más de 550 obras de construcción, a partir de las cuales se propuso una formulación empírica para la determinación de la capacidad de soporte admisible superficial en suelos y rocas. La expresión definida se encuentra corroborada consistentemente con resultados de la teoría clásica de capacidad de soporte y su aplicación ha demostrado ser rápida y confiable.

Se decidió correlacionar directamente la velocidad de onda de corte con la capacidad admisible del suelo a partir de la tabla N2





Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (MasterIEG)

Tabla 1: Estimación del ángulo de fricción para diferentes tipos de suelo a partir de la velocidad de onda cortante (Tezcan, 2006)

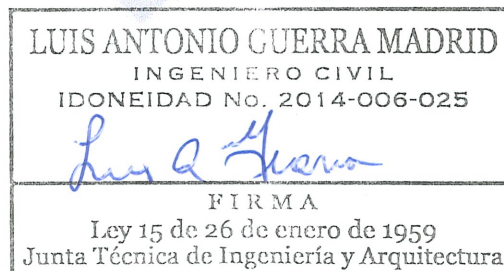
Rango recomendados de capacidad admisible de suelos (kPa)

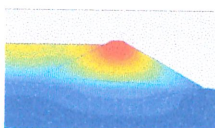
| TIPO DE SUELO | | N_{60} | c_u | Φ_{efe}^1 | V_s | q_a (kPa) ² | | | | | |
|---------------|---------------------------------|----------|-------------|----------------|----------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| N | Suelos cohesivos ⁽¹⁾ | — | q_a (kPa) | grados | m/sec | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| 1 | Arcillas y Limos muy blandos | 0-2 | 0-20 | 20 | 0-100 | 50 | | | | | |
| 2 | Arcillas y Limos blandos | 2-4 | 20-50 | 22 | 0-200 | 75 | | | | | |
| 3 | Arcillas Medianamente firme | 4-8 | 50-100 | 24 | 200-350 | 100 | 150 | | | | |
| 4 | Arcillas firmes | 8-15 | 100-150 | 26 | 200-600 | 150 | 250 | | | | |
| 5 | Arcillas muy firmes, boulders | 15-30 | 150-200 | 28 | 450-800 | 200 | 350 | | | | |
| 6 | Arcillas duras, boulders | 30-50 | 200-400 | 30 | 600-900 | 250 | 400 | | | | |
| 7 | Arcillas muy duras | 50-R | 400-600 | 30 | 800-1200 | 300 | 450 | 600 | | | |
| N | Suelo Granular | N_{60} | D_r | Φ_{efe}^1 | V_s | | | | | | |
| 1 | Arena muy suelta | 0-4 | 0-20 | 28 | 0-100 | 50 | | | | | |
| 2 | Arena suelta y grava | 4-10 | 20-35 | 30 | 100-350 | 75 | 150 | | | | |
| 3 | Arena de densidad media, grava | 10-30 | 35-65 | 32 | 250-700 | 100 | 200 | 300 | | | |
| 4 | Arena densa y grava | 30-50 | 65-85 | 37 | 600-1100 | 150 | 250 | 450 | | | |
| 5 | Arena muy densa y grava | 50-R | 85-99 | 40 | 800-1500 | 200 | 350 | 500 | 600 | | |

c_u = cohesión no drenada (kPa)
 D_r = densidad relativa (%)
 Φ_{efe} = ángulo de fricción interna promedio
 V_s = velocidad de onda de corte (m/s)
 q_a = capacidad admisible del suelo (kPa)
 (1) = Arcilla normalmente consolidada
 (2) = Si la fundación esta sumergida, utilizar valores de q_a más bajos dentro del rango

| Clasificación de suelos | Velocidad de onda de corte (m/s) |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Muy Blando | 84-106 |
| Suelo Blando | 107-137 |
| Suelo de consistencia media | 138-183 |
| Suelo de consistencia firme | 184-274 |
| Suelo de consistencia muy firme | 275-366 |
| Roca suave/Suelo cementado | 367-610 |
| Limite ripiable | 670 |
| Roca | 762-1500 |
| Roca dura | >1500 |

Tabla: Velocidad de onda de corte y tipo de suelo



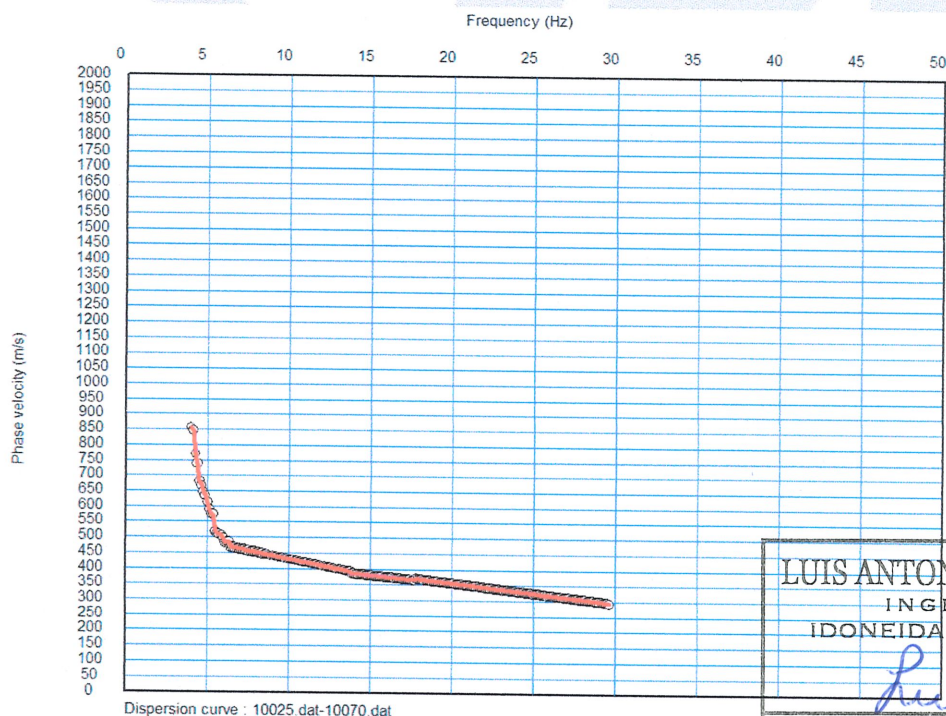
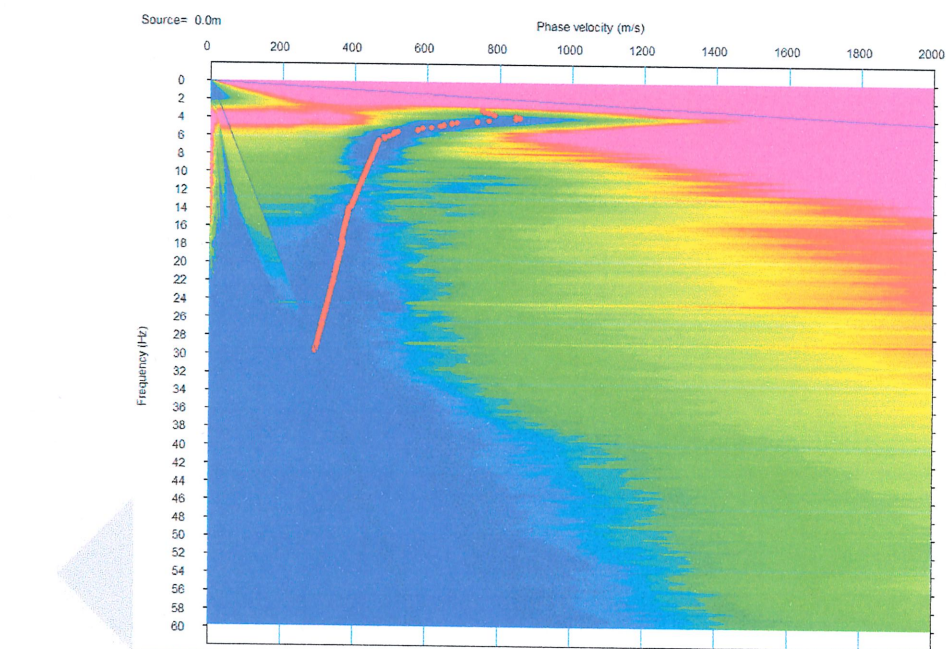


INPROLAB, S.A
LUIS A. GUERRA



Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (MasterIEG)

RESULTADOS DE GEOFÍSICA



LUIS ANTONIO GUERRA MADRID
INGENIERO CIVIL
IDONEIDAD No. 2014-006-025

Luis A. Guerra

FIRMA
Ley 15 de 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura



David, Chiriquí



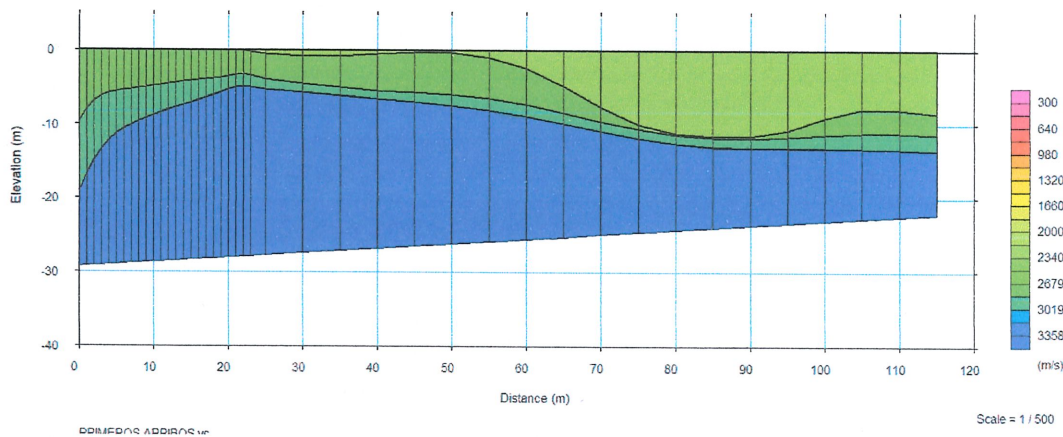
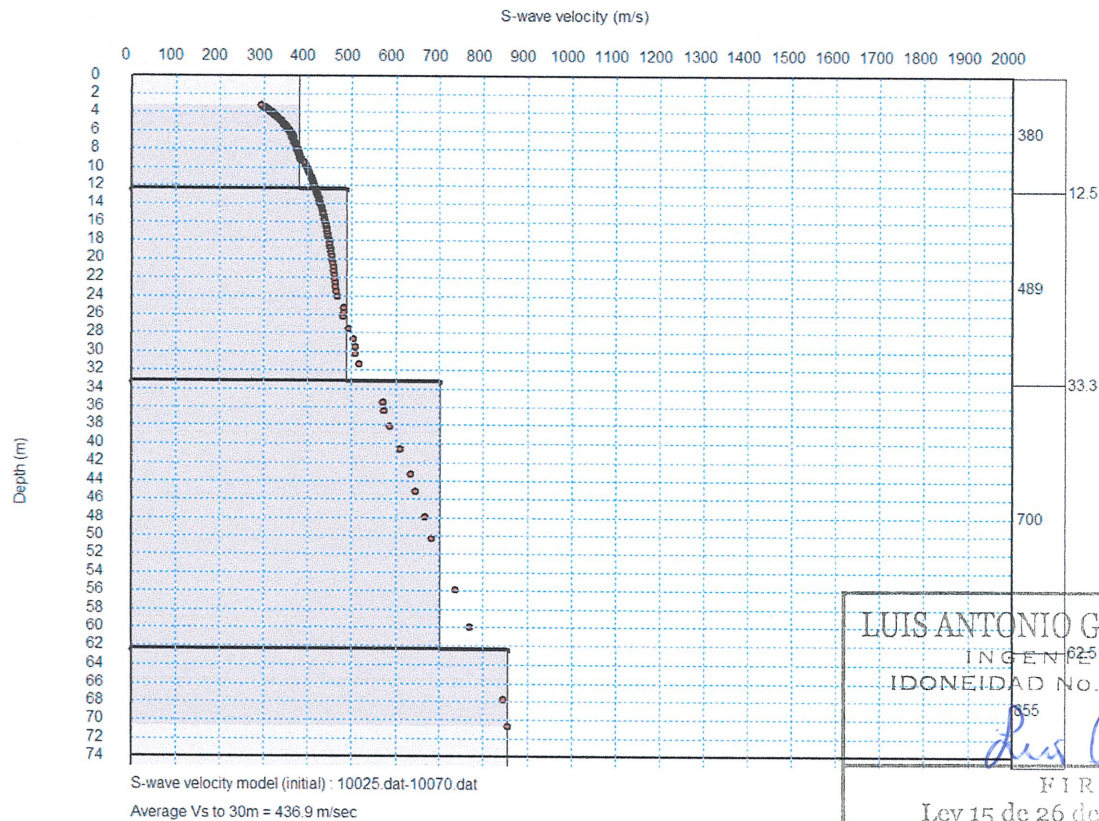
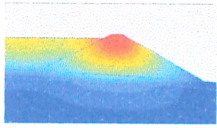
6289-3834

6227-4625



Página 14 de 18

luis.guerra@iplpty.com
leonardo.ortega@iplpty.com



Se observa un terreno medianamente denso hasta los 12 m de profundidad con una velocidad de onda de corte que va desde los 380 m/s, luego una transición que llega a los 489 m/s la cual finaliza hasta los 33.3 m lo cual es indicativo de un suelo gravoso-arenoso denso, posteriormente, se identifica roca blanda de 700 m/s, la cual a los 62.5 m de profundidad ya supera los 850 m/s, detectando hasta 70 metros de profundidad en el estudio.

Como condición de porosidad se correlación el tipo de suelo descrito anteriormente como Grava y arena con una porosidad estimada de 20%.

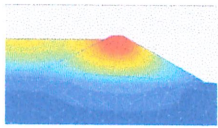


Tabla 3.4: Algunos materiales de los acuíferos

| Material | Porosidad (%) | Rendimiento Específico (%) | Permeabilidad m ³ /día/m ² |
|--------------------|---------------|----------------------------|--|
| Arcilla | 45 | 3 | 0,0004 |
| Arena | 35 | 25 | 41 |
| Grava | 25 | 22 | 4100 |
| Grava y arena | 20 | 16 | 410 |
| Arenisca | 15 | 8 | 4,1 |
| Cuarcito y granito | 1 | 0,5 | 0,0004 |

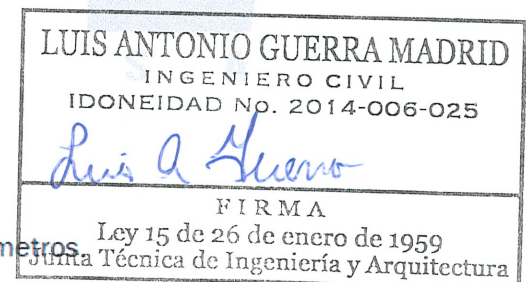
Radio Fijo de Protección (Rf) o Área de Protección Bacteriológica (isócronas) para pozos perforados

El área de protección bacteriológica del pozo resultante se definirá como aquella área común o área de traslape entre la zona de captura y el radio calculado por el método del Radio Fijo. Para esto el Servicio Geológico de New Jersey (Spayd & Jonhson 2003) publica una guía para la delimitación de zonas de protección de pozos el cual se basa en el régimen de bombeo del pozo usando la siguiente ecuación:

$$R_f = \sqrt{(Q * t) / (\pi * n_e * b)}$$

Donde:

- R_f = radio fijo a calcular en metros.
- n_e = porosidad **efectiva** del acuífero.
- Q = caudal de bombeo en m³/día.
- b = espesor saturado del acuífero en metros.
- t = tiempo de tránsito en días.
- π = 3,14159.



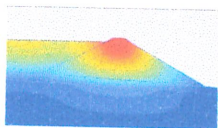
Siendo $Q = 272.52 \text{ m}^3/\text{día}$ (50 GPM)

Zona de protección absoluta para un tiempo de tránsito (t) de 70 días para medios porosos. Si la zona no saturada está compuesta por materiales fracturados donde predomina el flujo fisural (permeabilidad secundaria), o una combinación de materiales porosos y fracturados, el tiempo de vida de las bacterias deberá considerarse como 100 días. Conservadoramente utilizaremos.

$$t = 100 \text{ días}$$

El espesor saturado del acuífero en metros es estimado como mínimo de 50 m de espesor, lo cual es un numero conservador ya que al aumentar el espesor del acuífero se podría reducir el radio fijo de protección.





INPROLAB, S.A
LUIS A. GUERRA



Magíster en Ingeniería Estructural y Geotécnica (MasterIEG)

$$R_f = \sqrt{\frac{Q \cdot t}{\pi \cdot n_e \cdot b}} = \sqrt{\frac{272.52 \cdot 100}{\pi \cdot 0.20 \cdot 50}} = 29.45 \text{ m}$$

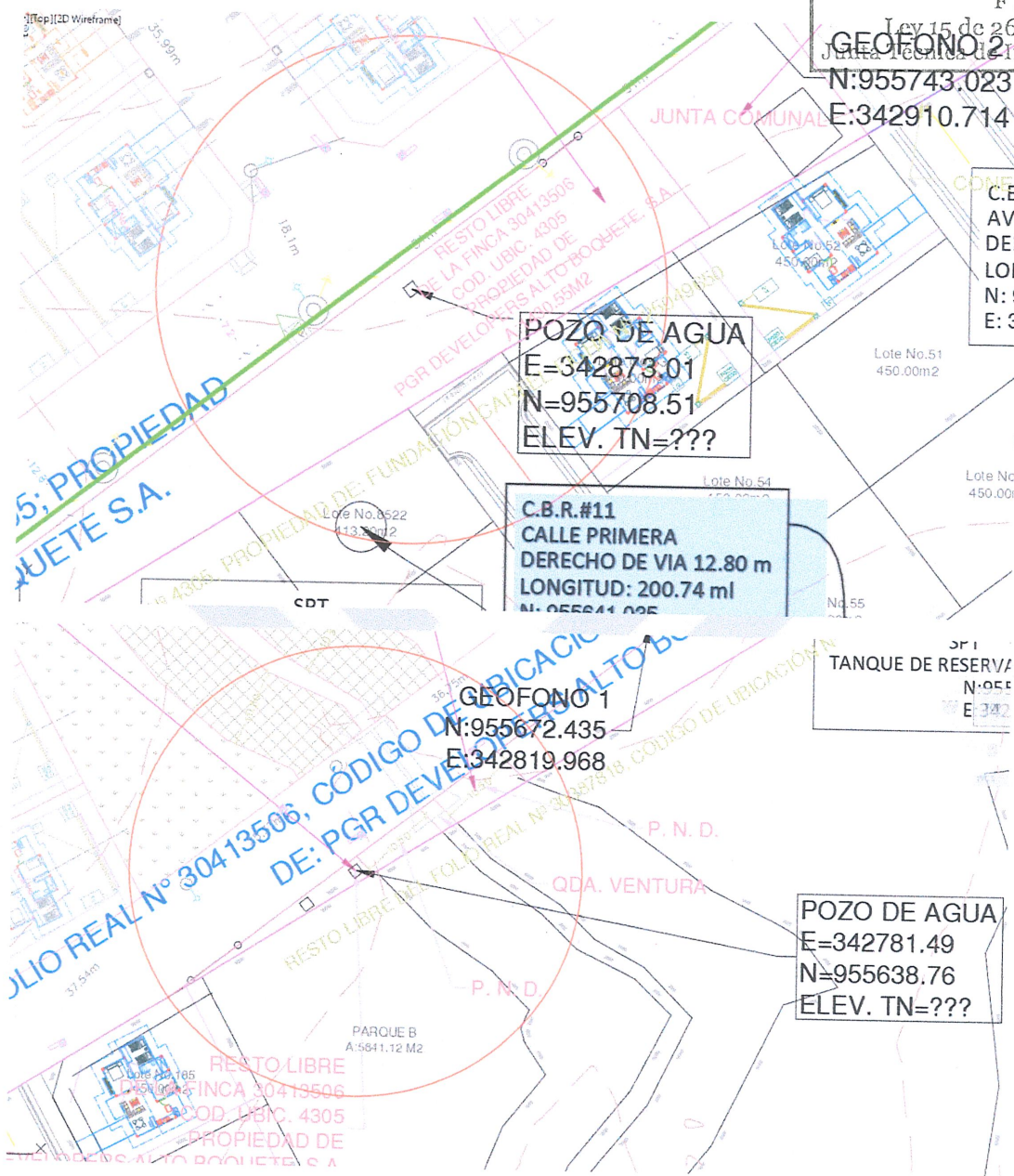
Por lo cual se recomienda 30.00 m como distancia mínima entre los pozos y el campo de drenaje de percolación sanitaria, en los esquemas a continuación se observa que los pozos cumplen esta distancia si se ubican en las siguientes coordenadas:

Pozo 1: E=342873.01; N=955708.51

Pozo 2: E=342781.49; N=955638.76

LUIS ANTONIO GUERRA MADRID
INGENIERO CIVIL
IDONEIDAD No. 2014-006-025
Luis A. Guerra
FIRMA
Ley 15 de 26 de enero de 1959
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

GEOFONO 2
N:955743.023
E:342910.714



David, Chiriquí



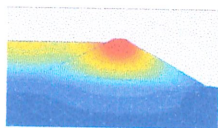
6289-3834

6227-4625

Página 17 de 18



luis.guerra@iplpty.com
leonardo.ortega@iplpty.com



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se estimo una potencia de 50 m de grava, la cual conformaría un acuífero intergranular

Para evitar la contaminación de los acuíferos recomendamos lo siguiente

- Ubicación: Los tanques sépticos deben estar ubicados a una distancia segura de los acuíferos y fuentes de agua potable. En el proyecto se ubican a más de 30.00 m, siendo lo típico en otros proyectos 25.00 m.
- Construcción: Utilizar impermeabilizantes en los morteros y concretos de las cámaras de inspección, tanque sépticos y demás elementos de hormigón evitar filtraciones.
- Mantenimiento Regular: Realizar inspecciones y limpiezas periódicas para asegurar el correcto funcionamiento de los tanques sépticos.
- Monitoreo de Calidad del Agua: Realizar pruebas regulares de la calidad del agua en los pozos del proyectos para detectar tempranamente cualquier signo de contaminación .

