

Panamá, 28 de enero de 2022

Ingeniero
Domiluis Domínguez
Director de Evaluación
Ministerio de Ambiente
E. S. D.

DEIA

AMBIENTE

28/ENE/2022 11:55PM

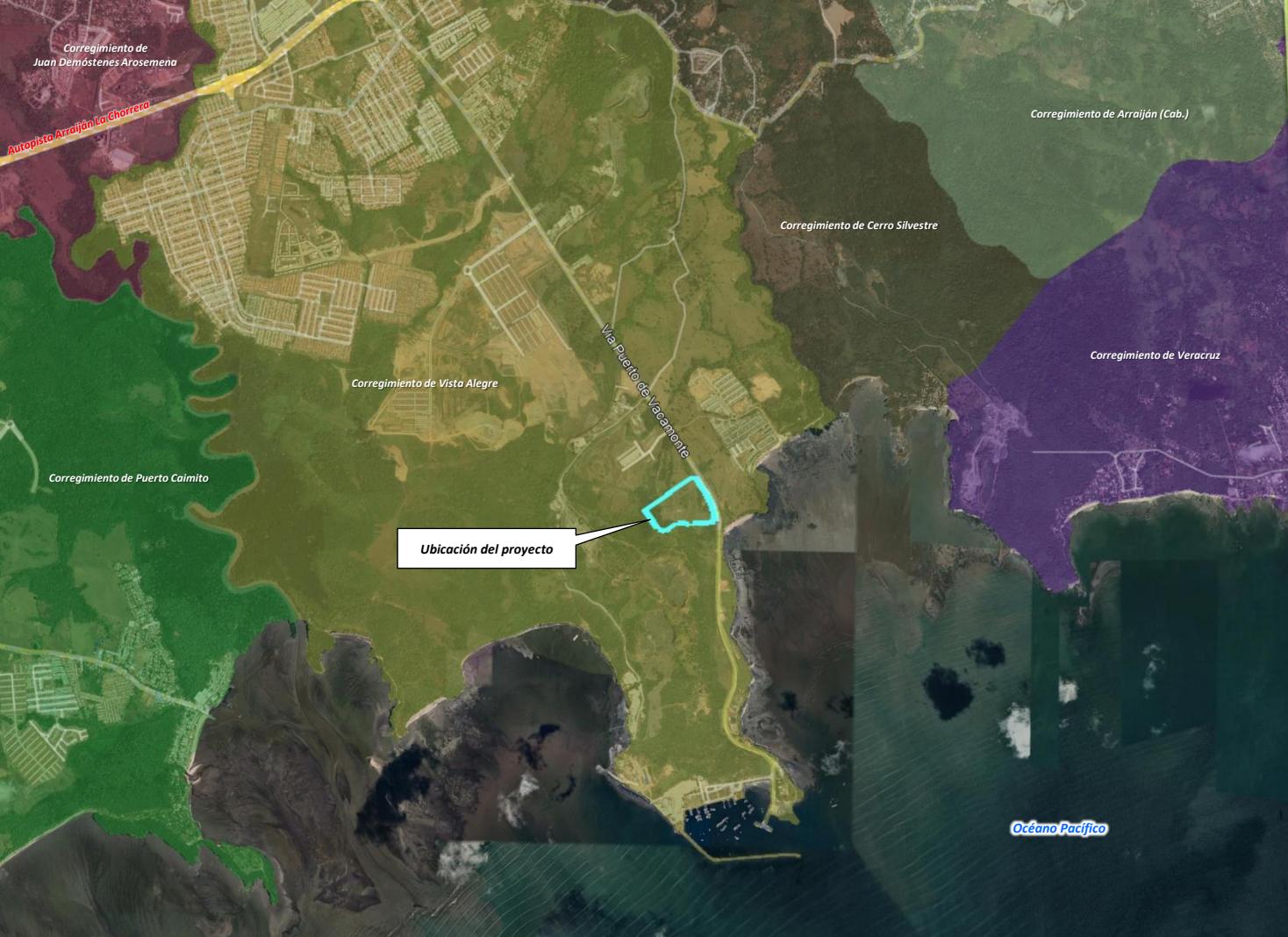
Estimado Licdo. Domínguez:

En respuesta a la nota DEIA-DEEIA-AC-0008-1701-2022 del 17 de enero de 2022, en la cual solicita información complementaria al proyecto “**Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3**”, tenemos a bien adjuntar al presente documento los datos solicitados.

Esperamos que la información suministrada satisfaga sus requisitos, y en caso de tener alguna consulta no dude en comunicarse con mi persona al siguiente teléfono Minerva Gomez celular 6483-0911 correo electrónico mgomez@hdec.co.kr y/o Hortensia Broce celular 6314-5823 correo electrónico hortensia.broce@hdec.co.kr.

Atentamente,


Yung Kim
Director Adjunto del Proyecto
Representante Legal
CONSORCIO HPH JOINT VENTURE



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II PLANTA DE PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3

“Respuestas a la solicitud de ampliación según
Nota Aclaratoria No. DEIA-DEEIA-AC-0008-1701-2022”

Promotor:



Consultor:



Enero, 2022.

RESPUESTA NOTA ACLARATORIA DEIA-DEEIA-AC-0008-1701-2022

A continuación, se presentan las respuestas aclaratorias de observaciones al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), Categoría II, del Proyecto de Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3, remitidas por el Ministerio de Ambiente mediante nota DEIA-DEEIA-AC-0008-1701-2022, del 17 de enero de 2022.

Observación No. 1

Las observaciones emitidas por la Dirección de Política Ambiental a través de nota DIPA-258-2021 menciona lo siguiente: "Hemos observado que, el ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis de costo-beneficio final de este proyecto, ha sido realizado de manera parcial. Por lo tanto, requiere ser mejorado y, por ello, nuestras recomendaciones son las siguientes:

- *Valorar monetariamente todos los impactos positivos y negativos del proyecto con significancia ambiental igual o mayor que 30 (≥ 30), indicados en la Tabla 9-2 de Valoración de Impactos Potenciales del Proyecto (página 252 del Estudio de Impacto Ambiental). Además, valorar los impactos que puedan surgir como resultado de las recomendaciones de la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental y que se encuentren por encima del límite indicado. Describir las metodologías, técnicas o procedimientos aplicados en la valoración monetaria de cada impacto ambiental.*
- *Elaborar una matriz o Flujo de Fondos donde debe ser colocado, en una perspectiva temporal, el valor monetario estimado para cada impacto ambiental valorado, los ingresos o beneficios esperados del proyecto, los costos de inversión, los costos operativos, los costos de mantenimiento y los costos de la gestión ambiental. Anexo, se presenta una matriz de referencia para construir el Flujo de Fondos del Proyecto.*
- *Se recomienda que el Flujo de Fondo se construya para un horizonte de tiempo igual o mayor al tiempo de duración del proyecto.*

Anexo – Estructura del flujo de fondos para el ajuste económico por externalidades sociales y ambientales de proyectos de inversión, mediante Análisis Beneficio – Costo. Estudios de Impacto Ambiental Categoría II

BENEFICIOS/COSTOS	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	...t
1. BENEFICIOS										
1.1 Ingresos por venta de productos o servicios										
1.2 Valor monetario de impactos sociales positivos										
1.3 Valor monetario de impactos ambientales positivos										
1.4 Otras beneficios										
2. COSTOS										
2.1 Costo de inversión										
2.2 Costos de operación										
2.3 Costos de mantenimiento										
2.4 Costos de la gestión ambiental										
2.5 Valor monetario de impactos ambientales negativos										
2.6 Valor monetario de impactos sociales negativas										
2.6 Otras costos										
FLUJO NETO ECONÓMICO										

Respuesta

Atendiendo a lo solicitado, en el **Anexo 1** de este documento se presenta el Capítulo 11 Valoración Económica cuyo contenido fue ampliado, incorporando lo puntos señalados en el documento de solicitud de información aclaratoria.

Observación No. 2

En la página 144 del EsIA, punto 6.3.2. Deslinde de la propiedad, se menciona lo siguiente "La planta de prefabricados se desarrollará dentro las siguientes fincas: Propietario Descripción de Finca Vaca de Monte S.A. Folio Real: 1181 / Código de ubicación: 8001 y Grupo GEA, S.A. Folio Real: 417764/ Código de ubicación: 8006". Mismas que de acuerdo a los Certificados de propiedad cuentan con superficies de 7 ha 6202 m² 17 dm² código de ubicación 8001, folio real 1181, ubicada en el corregimiento de Arraiján, distrito de Arraiján, provincia de Panamá y la finca con código de ubicación 8006, folio real N° 417764 ubicada en el corregimiento de Vista Alegre, distrito de Arraiján, provincia de Panamá con una superficie de 347,770.38 mt² (34.777038 ha). Además, en la página 15 del EsIA, indica que "El proyecto se desarrollará en un área de aproximadamente 14.916 hectáreas y estará compuesto por dos componentes: ..." y en la página 18 del EsIA indica que "El proyecto se localiza en la provincia de Panamá Oeste, distrito de Arraiján, corregimiento de Vista Alegre, a un costado de la carretera que va hacia el Puerto de Vacamonte, en terrenos del Parque

Logístico Vacamonte". No obstante, no se define la superficie que se utilizará por cada una de las fincas presentadas para el desarrollo del proyecto. Por lo antes descrito, se solicita:

- a) *Indicar el área que requiere utilizar para cada una de las fincas propuestas para el desarrollo del proyecto.*
- b) *Presentar certificado de propiedad actualizado, emitido por el Registro Público, el cual refleje la ubicación del corregimiento actual de la finca folio real 1181.*

Respuesta

En cuanto a la superficie que se requiere utilizar para cada una de las fincas en el desarrollo del proyecto, se confirma que se corresponde con lo indicado en la **Tabla 1** a continuación.

Tabla 1. Superficie a ser utilizada en cada finca

Identificación de la Finca (Folio Real)	Superficie a ser Utilizada (hectáreas)
1181	7.328
417764	7.588

Fuente: Consorcio HPH JV

Con relación al Punto b donde se solicita presentar certificado de propiedad actualizado, emitido por el Registro Público, el cual refleje la ubicación del corregimiento actual de la finca folio real 1181, en el **Anexo 2** de este documento se presenta constancia de la solicitud de modificación del mismo.

Observación No. 3

En las páginas 453 a la 514 del EsIA, Anexo 5.2 Estudio Hidrogeológico Área de influencia patio de materiales de construcción proyecto Línea 3, no está firmado por el idóneo que lo elaboró, por lo que se solicita:

- a) *Presentar el informe en mención, con la firma y sello fresco del idóneo que lo elaboró.*

Respuesta

Con el objeto de atender lo solicitado, en el **Anexo 3** se presenta el Estudio Hidrogeológico con firma y sello fresco del idóneo que lo elaboró.

Observación No. 4

En la página 163 el EsIA, puntos 6.7.1. Ruido y 6.7.1.a Vibraciones, se menciona que "Para conocer los niveles de ruido ambiental previo al inicio de obras, se utilizó como referencia los puntos de medición realizados para el estudio del Proyecto Planta de Prefabricado para la Línea 3 del Metro de Panamá. En este estudio se realizó la medición en tres (3) puntos situados en receptores sensibles cerca del área de influencia del proyecto. Los resultados se presentan en la Tabla 6-14."... "En el caso de las vibraciones también se utilizó como referencia la información recopilada para el estudio del Proyecto Planta de Prefabricado para la Línea 3 del Metro de Panamá... ". El EsIA en mención fue retirado del proceso de evaluación y no se evidencian en el EsIA actual los informes de los análisis correspondientes, por lo que se solicita:

- a) *Aportar los análisis de ruido y vibraciones correspondientes al área del proyecto, original con la firma y sello fresco del idóneo que lo elaboró o copia notariada.*

Respuesta

A los fines de atender lo solicitado, en el **Anexo 4** se incluyen los informes originales con firma y sello fresco, donde se presenta el análisis de ruido y vibraciones correspondientes a mediciones realizadas en el área del proyecto y en el receptor sensible más cercano.

Observación No. 5

En la página 129 del EsIA, punto 5.7.2.2. Fase de Operación, se menciona que "Las aguas tratadas de las tinas de sedimentación serán almacenadas en un tanque de 7000 galones, las cuales recircularán en el proceso o serán utilizadas para el lavado de las galas u ollas. Cercano a este tanque se ubicará el área de lavado de las galas u ollas, las aguas de este proceso serán canalizadas a las tinas de sedimentación. Será un sistema de reutilización sin descargas directas. El proyecto no prevé descargas durante su funcionamiento, sin embargo, en caso de que se llegaran a dar se cumplirá con las normas de descarga según el Reglamento Técnico

DGNTICOPANIT aplicable en su momento." Sin embargo, no se indica el posible sitio para la descarga en caso de requerirse. Por lo que se solicita:

- a) *Indicar cuál sería el o los sitios de punto de descarga de requerirse.*
- b) *Presentar coordenadas con su respectivo Datum de referencia del (de los) mismo(s).*

Respuesta

Con relación a la solicitud, se confirma que el proyecto no contempla la descarga directa al entorno de las aguas tratadas en las tinas de sedimentación, sino que las mismas serán almacenadas y recirculadas en el proceso o serán utilizadas para el lavado de las galas u ollas, cumpliendo en todo momento con lo establecido en la normativa aplicable COPANIT 35-2019 que regula la Descarga de Efluentes Líquidos a Cuerpos y Masas de Agua Continentales y Marinas, respecto al CIIU correspondiente indicado en dicha normativa (CIIU 2395: Fabricación de artículos de hormigón, cemento, yeso y panalit). Solamente en caso de un evento fortuito pudiera presentarse la descarga de estas aguas, para lo cual se contempla un solo punto de descarga. En el **Anexo 5** se incluye plano con la ubicación del sitio de descarga.

Las coordenadas UTM y el datum de referencia del sitio de descarga se señalan en el plano mencionado y además son las indicadas en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Coordenada y Datum del punto de descarga (en caso de requerirse)

Característica	Coordenada UTM / Datum
Coordenada Este	982279
Coordenada Norte	645603
Datum	WGS 84

Fuente: Consorcio HPH JV

Se reitera que solo se contempla la descarga de las aguas tratadas en las tinas de sedimentación en casos de contingencia, ya que se cuenta con un sistema para su recirculación, y como se ha indicado antes las mismas cumplirán con lo establecido en la normativa aplicable COPANIT 35-2019, respecto al CIIU correspondiente indicado en dicha normativa (CIIU 2395: Fabricación de artículos de hormigón, cemento, yeso y panalit), en vista de que las aguas serían finalmente conducidas hacia el curso de agua sin nombre colindante al área del proyecto.

ANEXOS

ANEXO 1

VALORACIÓN ECONÓMICA

11.0 AJUSTE ECONÓMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y AMBIENTALES Y ANÁLISIS DE COSTO-BENEFICIO FINAL

De acuerdo con lo establecido en el Decreto Ejecutivo No. 123 del 14 de agosto de 2009, el Estudio de Impacto Ambiental Categoría II debe incluir un capítulo correspondiente a la valoración económica de los impactos. El presente capítulo desarrolla los contenidos requeridos.

Método

Los pasos metodológicos que se han seguido para el desarrollo de la valoración monetaria o económica de los impactos son los siguientes:

Paso 1: Selección de los impactos del proyecto a ser valorados.

Paso 2: Valoración económica de los impactos.

11.1 Valoración Monetaria del Impacto Ambiental

Los impactos generados por el proyecto pueden ser ambientales o naturales (afectan al medio biofísico) e impactos socioeconómicos y culturales (afectan a la población). En esta sección se presentan los resultados de la valoración económica de los impactos ambientales.

11.1.1 Selección de los Impactos Ambientales del Proyecto a ser Valorados

Con base en la Tabla de Valoración de Impactos (Cap. 9, Tabla 9-1) del presente estudio, se identificaron un total de nueve (9) impactos ambientales o naturales.

Para seleccionar los impactos ambientales o naturales del proyecto que estarán sujetos a la valoración monetaria o económica, se han considerado los siguientes criterios:

- a. Que sean impactos directos, de moderada, alta o muy alta importancia (significancia ≥ 34).
- b. Que se tenga la información y datos pertinentes para poder aplicar las técnicas de valoración económicas adecuadas.

Los impactos ambientales o naturales que cumplen con el requisito del *Punto a* se presentan en la Tabla 11-1. De los 9 impactos naturales identificados, clasifican 3 en la fase de construcción, y 2 en la etapa de operación, en todos los casos con nivel de significancia moderado.

Tabla 11-1
Impactos Ambientales Seleccionados

Impactos Potenciales	Fase de Construcción			Fase de Operación		
	Carácter	Efecto	Significación	Carácter	Efecto	Significación
Cambios en la calidad del aire	(-)	D	34	(-)	D	34
Incremento en la percepción de olores	(-)	D	32	(-)	D	24
Aumento en los niveles de ruido	(-)	D	40	(-)	D	35
Total de Impactos Seleccionados						
Impactos Construcción: 3	(-) = 3	D = 3	M = 3	(-) = 3	D = 3	M = 2
Impactos Operación: 2						

Nota:

Carácter	Efecto	Significación del Impacto (SF)	
		Negativo	Positivo
- = Impacto negativo	D = Directo	B = Baja	B = Baja
+ = Impacto positivo	I = Indirecto	M = Moderada	M = Moderada
+/- = impacto neutro	NA = No Aplica	A = Alta	A = Alta
		MA = Muy Alta	MA = Muy Alta

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

La Tabla 11-2 presenta los impactos naturales que reúnen los requisitos del *Punto b* y que han de ser valorados monetariamente.

Tabla 11-2
Impactos Ambientales Seleccionados para ser Valorados

Impactos	Carácter	Indicador	Método de Valoración
Cambios en la calidad del aire	(-)	Costos de salud asociados a enfermedades respiratorias	Valores directos de mercado
Incremento en la percepción de olores	(-)	Costo de mitigación de olores	Método de costo de la pérdida de bienestar
Aumento en los niveles de ruido	(-)	Costo de incremento de ruido (dBA) adicional	Método de costo de la pérdida de bienestar

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

11.1.2 Valoración Monetaria de Impactos Ambientales Seleccionados

En los siguientes acápite se procederá a describir los resultados obtenidos en la valoración económica de cada uno de los impactos seleccionados.

a. Cambios en la calidad del aire

Tanto durante la fase de construcción como en la fase de operación de la planta, se producirá la alteración de la calidad del aire debido a que las emisiones derivadas de los motores de combustión pueden aportar material particulado y gases como dióxido de azufre (SO_2), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO_2).

La presencia de estos gases y material particulado produce varios impactos sobre la salud, algunos de corto plazo como irritación nasal, irritación ocular; otros de mayor alcance como eventos de bronquitis crónica y, por último, un incremento en el riesgo de muerte prematura.

Para valorar monetariamente los cambios en la calidad del aire, calculamos el costo de los servicios de salud que se requieren para atender las afectaciones por bronquitis. En Panamá no contamos con contabilidad de costos de las principales enfermedades respiratorias asociadas al deterioro de la calidad del aire. Por ello, asumimos un proxy de los costos de atención de Bronquitis crónica en Colombia¹ y lo ajustamos al 2021 para Panamá, aplicando la inflación acumulada. Se ha estimado que el 10% de la población residente en el área de influencia, podría ser susceptible a sufrir afecciones respiratorias debido a las actividades del proyecto.

En la Tabla 11-3 presentamos los datos utilizados, así como los cálculos realizados y resultados obtenidos para la valorización de este impacto.

¹ IDEAM. Evaluación Económica de los Beneficios y Costos de la Política y las Normas de Calidad de Aire en Colombia. Bogotá, Colombia. 2005. Pág. 70.

Tabla 11-3
Valoración Monetaria de Cambios en la Calidad del Aire. Etapa de Construcción

Indicador	Unidad de Medida	Cantidad / Valor
Costo unitario de tratamiento Bronquitis crónica (Colombia 2005)	B/.	1,152.28
Tasa de inflación acumulada (2005-2021)	%	42.0%
Costo ajustado Bronquitis crónica Panamá 2015	B/.	1,636.24
Población Villa Marina (1 y 2), Playa dorada y Residencial Las Olas	Viviendas	500
Cantidad promedio de personas por vivienda	Personas	4
Cantidad total de personas	Personas	2000
Población afectada por alteración de calidad del aire (10%)	Personas	200
Costo de tratamiento de población afectada por Bronquitis crónica debido a la alteración de la calidad del aire	B/.	327,248.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo total de la pérdida ocasionada por los cambios en la calidad del aire en la fase de construcción es de trescientos veintisiete mil doscientos cuarenta y ocho Balboas (B/. 327,248.00).

Durante la etapa de operación, se espera que se generen pequeñas concentraciones de contaminantes atmosféricos por las actividades que conlleva la operación de esta planta, la presencia de calderas, mezcla de materiales, y por los equipos pesados que suministren los materiales para la operación de la planta y que se encarguen de transportar las estructuras fabricadas hacia el área de construcción de la Línea 3 del Metro. Se ha considerado que, en esta fase, el 5% de la población residente en el área de influencia, podría ser susceptible a sufrir afecciones respiratorias debido a las actividades del proyecto.

En la Tabla 11-4 presentamos la valorización de este impacto para la fase de operación.

Tabla 11-4
Valoración Monetaria de Cambios de la Calidad del Aire. Etapa de Operación

Indicador	Unidad de Medida	Cantidad / Valor
Costo unitario de tratamiento Bronquitis crónica (Colombia 2005)	B/..	1,152.28
Tasa de inflación acumulada (2005-2021)	%	42%
Costo ajustado Bronquitis crónica Panamá 2015	B/..	1,636.24
Población Villa Marina, Playa dorada y Residencial Las Olas	Viviendas	500
Cantidad promedio de personas por vivienda	Personas	4
Cantidad total de personas	Personas	2000
Población afectada por cambios en la calidad del aire (5%)	Unidades	100
Costo de tratamiento de población afectada por Bronquitis crónica debido a la alteración de la calidad del aire	B/..	163,624.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo total de la alteración de la calidad del aire en la fase de operación es de ciento sesenta y tres mil seiscientos veinticuatro Balboas (B/. 163,624.00).

b. Incremento en la Percepción de Olores

El costo asociado a la pérdida de bienestar como resultado de la percepción de olores molestos por parte de la comunidad, se realiza mediante la aplicación de encuestas de disposición a pagar (DAP), las cuales buscan identificar el monto que los ciudadanos están dispuestos a pagar para eliminar la presencia de olores molestos en su entorno.

En Panamá no se cuenta con estudios de disposición al pago (DAP) de los hogares para la eliminación de olores desagradables. En vista de lo costoso de este tipo de encuestas, se aplicó para este cálculo, los valores estimados de un país latinoamericano con características similares a Panamá, en donde se han aplicado encuestas DAP de este tipo.

Se utilizaron los resultados obtenidos en la experiencia reciente de Chile (Clio Dinámica Consulting, 2021²), en que estimaron el DAP considerando 28 comunas chilenas. Como resultado de dicha experiencia, se determinó que el DAP para eliminación de olores desagradables en su entorno fue de 3000 pesos chilenos equivalente para esa época a US\$ 3.75 por hogar por mes. Posteriormente se procedió al siguiente proceso metodológico:

- Se procedió a ajustar el valor de DAP de Chile a Panamá, para esto, se estableció un factor de corrección basado en la comparación entre el PIB per-cápita de cada país. Como resultado de este ajuste se obtuvo que el valor de DAP equivale para Panamá a B/. 2.96 por dB(A) mensual, lo que equivale a B/ 35.52 anual.
- Se procedió a ajustar este factor con la tasa de inflación, estimada en 2% promedio anual, lo que arrojó como valor actual ajustado B/. 3.02, es decir, B/. 36.23 anual.
- Se estableció que las fuentes de olores del proyecto pudieran afectar al 10 % del total de hogares localizados en el área de influencia del proyecto, los cuales corresponden al sector residencial de las barriadas Villa Marina, Playa dorada y Residencial Las Olas, donde se estimó la presencia de unas 500 viviendas, por lo que el impacto por olores pudiera afectar a unas 50 viviendas.
- En base a los datos anteriormente presentados, se procedió a estimar el costo asociado al DAP de los hogares que pudieran verse afectados por olores, mediante la expresión matemática

$$\text{Costo} = \text{Cantidad de hogares} \times \text{DAP por hogar}.$$

El resultado del cálculo se muestra en la Tabla 11-5.

² Clio Dinámica Consulting, 2021. Subsecretaría del Medio Ambiente. Levantamiento de encuesta para la estimación de beneficios ambientales para regulación de olores del rubro centros de cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos.

Tabla 11-5
Valoración Monetaria de la Afectación Por Incremento en la Percepción de Olores.
Etapa de Construcción

Fuente emisora	Disposición al Pago (B/ anuales)	Hogares afectados	Costo Total (B/)
Maquinaria y manejo de desechos	36.23	50	1,811.50

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

En base a los cálculos presentados, el costo económico de la afectación por incremento en la percepción de olores, producto de las actividades de construcción del proyecto, asciende a mil ochocientos once Balboas con 50 céntimos (B/.1,811.50).

c. Aumento en los niveles de ruido

Las principales actividades que generarán un incremento en las emisiones sonoras, durante la construcción de este proyecto son: el uso de maquinaria para preparación del terreno, la instalación de obras temporales, obras civiles, movilización de materiales y equipos, movimiento de equipo pesado en general y el montaje de equipos y maquinarias.

De acuerdo con el Manual “*Transit Noise and Vibration Impact Assessment*”, Sr. Harris Miller & Hanson, los pickups, camiones y concreteras generan valores superiores a 60 dBA de ruido.

Para calcular el costo de la pérdida de bienestar ocasionada por el exceso de ruido, dicha medición se hace mediante la aplicación de encuestas de disponibilidad a pagar (DAP), las cuales buscan identificar el monto que los ciudadanos están dispuestos a pagar, por reducir el ruido y recuperar el bienestar perdido.

En Panamá no se cuenta con estudios de disposición al pago (DAP) de los hogares por reducción unitaria de la intensidad del ruido. Dado que dichas encuestas son relativamente costosas y el tiempo requerido para su implementación, para este cálculo se consideraron los valores estimados

de un país latinoamericano tipo con características similares a Panamá, en donde se han aplicado encuestas DAP.

Se utilizará la experiencia de Chile (Galilea y Ortúzar, 2005), en que estimaron el DAP para Santiago de Chile. La disposición al pago de los hogares por reducción de la exposición al ruido fue de US\$ 1,66 por cada decibel {dB(A)} por mes.³

Para calcular el costo pérdida de bienestar ocasionada por el exceso de ruido se han ejecutado los siguientes pasos:

- Se ajustó la DAP de Chile, mediante un factor de corrección basado en la comparación entre el PIB per-cápita de cada país. Esta operación arrojó como resultado que el DAP para Panamá es de B/. 1.31 por dB(A), lo que equivale a B/ 15.71 anual.
- Se procedió a ajustar este factor con la tasa de inflación, estimada en 2% promedio anual, lo que arrojó como valor actual ajustado B/. 1.80, es decir, B/. 21.60 anual.
- Se estableció como número de hogares afectados por el exceso de ruido como 10 % del total de hogares que se ubican dentro del área de influencia del proyecto, la cual corresponde a la Población de Villa Marina, Playa dorada y Residencial Las Olas (500 viviendas), por lo que la afectación se aplica a 50 viviendas.
- Las fuentes emisoras de ruido del proyecto son los equipos y maquinarias a utilizarse en el proyecto, los cuales corresponden a Pick-up, Grúas, Camiones, cargadores frontales, equipos para trabajar en altura que emiten ruidos entre que pueden alcanzar los 93 dB(A) (*Manual Transit Noise and Vibration Impact Assessment*).
- Para el cálculo monetario de la pérdida de bienestar ocasionada por exceso de ruido, se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$C_{PB\ tm} = (H_a * C_a) * (C_{dba})$$

En donde,

C_{ERtm} Costo de la pérdida de bienestar ocasionada por exceso de ruido de las fuentes emisoras.

³Rizzi, Luis I. *Externalidades del Transporte*. Universidad de Chile. 2008. Pág. 52

- H_a Número de hogares afectados.
 C_a Porcentaje de hogares afectados por el exceso de ruido.
 C_{dba} Disposición anual a pagar por reducción de 1 dB(A) de ruido.

El resumen de cálculos se presenta en la Tabla 11-6.

Tabla 11-6
Valoración Monetaria de la Pérdida de Bienestar debida al Incremento de Ruido.
Etapa de Construcción

Fuente emisora	Nivel medido en dBA	Decibeles que superan la norma (>60)	Hogares afectados	Costo anual por decibel B/.	Costo del ruido B/.
Toda la maquinaria	93	33	50	21.60	35,640.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo económico de la Pérdida de Bienestar debida al incremento de ruido derivado de la construcción del proyecto asciende a treinta y cinco mil seiscientos cuarenta Balboas (B/.35,640.00).

En la fase de operación, se generará un aumento en los niveles de ruido a causa de las actividades de las plantas de concreto y el funcionamiento de la planta de prefabricado, sin embargo, se considera que su intensidad será menor que en la fase de construcción en un 10%, manteniéndose la proporción de viviendas que podrían ser afectadas (Tabla 11-7).

Tabla 11-7
Valoración Monetaria de la Pérdida de Bienestar debida al Incremento de Ruido.
Etapa de Operación

Fuente emisora	Nivel medido en dBA	Decibeles > 60	Hogares afectados	Costo anual por decibel B/.	Costo del ruido B/.
Toda la maquinaria	84	24	50	21.60	25,920.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo económico de la Pérdida de Bienestar debida al incremento de ruido derivado de la fase de operación de prefabricados asciende a veinticinco mil novecientos veinte Balboas (B/.25,920.00).

11.2 Valoración Monetaria de las Externalidades Sociales

Los impactos socioeconómicos o externalidades sociales son consecuencias derivadas de la ejecución del proyecto que perjudican o benefician a la población. A continuación, en base a la evaluación de los impactos socioeconómicos y culturales presentada en el Capítulo 9 de presente estudio, se describe la metodología empleada para la selección y valoración de las externalidades sociales relacionadas con este proyecto.

11.2.1 Selección de las Externalidades Sociales a ser Valoradas

Para seleccionar las externalidades sociales del proyecto que estarán sujetas a la valoración monetaria, se aplicaron los mismos criterios que fueron utilizados para la selección de los impactos ambientales, a saber:

- a. Que sean impactos directos, de mediana, alta o muy alta importancia (significancia > 35).
- b. Que se tenga la información y datos pertinentes para poder aplicar las técnicas de valoración económicas adecuadas.

Las externalidades sociales que cumplen el requisito del *Punto a*, se presentan en la Tabla 11-8. De los siete impactos socioeconómicos y culturales identificados para el proyecto, clasifican cinco en la etapa de construcción siendo tres de ellos negativos y dos positivos, donde tres impactos son de moderada significancia y dos de alta significancia, mientras que en la etapa de operación seis impactos reúnen los requisitos, siendo tres de ellos negativos y tres positivos. Tenemos tres impactos de moderada significancia y tres impactos de alta significancia.

Tabla 11-8
Externalidades Sociales Seleccionadas

Impactos Potenciales	Fase de Construcción			Fase de Operación		
	Carácter	Efecto	Significancia	Carácter	Efecto	Significancia
Aumento del congestionamiento vehicular	(-)	D	29	(-)	D	37
Afectación potencial a la seguridad y salud de trabajadores y residentes cercanos	(-)	D	35	(-)	D	44
Alteración de la calidad de vida de la población circundante a la planta	(-)	D	34	(-)	D	38
Contribución a la empleomanía	(+)	D	51	(+)	D	59
Estímulo a la economía local y regional	(+)	D	53	(+)	D	57
Contribución a la viabilidad de la construcción de la Línea 3	(+)	D	NA	(+)	D	61
Total de Impactos				M = 3		
Impactos Construcción: 5	(-) = 3 (+) = 2	D = 5	A = 2	(-) = 3 (+) = 3	D = 6	M = 3 A=3 MA=0
Impactos Operación: 6						

Nota:

Carácter	Efecto	Significación del Impacto (SF)	
		Negativo	Positivo
- = Impacto negativo	D = Directo	B = Baja	B = Baja
+ = Impacto positivo	I = Indirecto	M = Moderada	M = Moderada
+/- = impacto neutro	NA = No Aplica	A = Alta	A = Alta
		MA = Muy Alta	MA = Muy Alta

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

La Tabla 11-9 presentan las externalidades sociales que reúnen los requisitos del *Punto b* y que han de ser valoradas monetariamente.

Tabla 11-9
Externalidades Sociales Sujetas a Valoración Monetaria

Impactos	Carácter	Indicador	Método de Valoración
Aumento del congestionamiento vehicular	(-)	Tiempo de demora de tráfico	Cambio de productividad
Afectación potencial a la seguridad y salud de trabajadores y residentes cercanos	(-)	Costos de salud	Cambio de productividad
Alteración de la calidad de vida de la población circundante a la planta	(-)	Afectación en la movilidad vehicular	Cambio de productividad
Contribución a la empleomanía	(+)	Creación de 390 empleos	Valores directos de mercado

Impactos	Carácter	Indicador	Método de Valoración
Estímulo a la economía local y regional	(+)	Efecto multiplicador de la inversión	Valores directos de mercado
Contribución a la viabilidad de la construcción de la Línea 3	(+)	Ahorro en el tiempo de viaje	Valores directos de mercado

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

11.2.2 Valoración Monetaria de las Externalidades Sociales Seleccionadas

En los siguientes acápite se procederá describir los resultados obtenidos en la valoración económica de cada una de las externalidades sociales seleccionadas.

a. Aumento del congestionamiento vehicular

Durante la fase de construcción se requerirá movilizar hasta el sitio de la obra, materiales, equipos, personal y otros insumos que pueden causar molestias a quienes residan o ejerzan actividades económicas en sitios cercanos o localizados en la huella del proyecto. Habrá sitios donde se afectará la movilización vehicular y peatonal a lo largo de la carretera Vacamonte y algunas vías internas, con cierres y desvíos temporales, afectando la adecuada accesibilidad a diversas áreas.

Se estima que el 10% de las personas que se movilizan para sus trabajos se verán afectadas por estas actividades. En la Tabla 11-10 se presentan los cálculos realizados para la valoración monetaria del impacto.

Tabla 11-10
Valoración Monetaria del Aumento del Congestionamiento Vehicular
Etapa de Construcción

Indicador	Unidad de medida	Valor
Demanda diaria de tráfico de la Carretera Vacamonte	Viajes	1800
Pasajeros movilizados	Pasajeros por viaje	1.2
Pasajeros movilizados por día	Personas	2,160
Pasajeros movilizados por mes	Personas	64,800

Indicador	Unidad de medida	Valor
Pasajeros movilizados por año	Personas	777,600
Porcentaje de viajeros afectadas por obras	Porcentaje	10%
Viajeros afectados por obra por día	Personas	216
Tiempo perdido por viaje por persona por día	Horas	1
Tiempo perdido por día	Horas	216
Tiempo perdido por mes	Horas	6,480
Tiempo perdido por año	Horas	77,760
Costo laboral promedio por hora	B./.	2.00
Monto perdido por día	B./.	432
Monto perdido por mes	B./.	12,960.00
Monto perdido por año	B./.	155,520.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo económico de la pérdida por aumento del congestionamiento vehicular, en la fase de construcción, asciende a ciento cincuenta y cinco mil quinientos veinte Balboas (B/.155,520.00).

Para la fase de operación se procedió a realizar una estimación similar, mostrándose en la Tabla 11-11 los datos utilizados y los resultados obtenidos.

Tabla 11-11
Valoración Monetaria del Aumento del Congestionamiento Vehicular
Etapa de Operación

Indicador	Unidad de medida	Valor
Demanda diaria de tráfico de la Carretera Vacamonte	Viajes	1800
Pasajeros movilizados	Pasajeros por viaje	1.2
Pasajeros movilizados por día	Personas	2,160
Pasajeros movilizados por mes	Personas	64,800
Pasajeros movilizados por año	Personas	777,600
Porcentaje de viajeros afectados por obras	Porcentaje	5%
Viajeros afectados por obra por día	Personas	108
Tiempo perdido por viaje por persona por día	Horas	1
Tiempo perdido día	Horas	108
Tiempo perdido por mes	Horas	3,240
Tiempo perdido por año	Horas	38,880

Indicador	Unidad de medida	Valor
Costo laboral promedio por hora	B/.	2.00
Monto perdido por día	B/.	216
Monto perdido por mes	B/.	6,480.00
Monto perdido por año	B/.	77,760.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo económico de la Pérdida por aumento del congestionamiento vehicular, en la fase de operación, asciende a setenta y siete mil setecientos sesenta Balboas (B/.77,760.00).

b. Afectación potencial a la seguridad y salud de trabajadores y residentes cercanos.

Durante la fase de construcción, existe el riesgo de accidentes e incidentes laborales, así como enfermedades ocupacionales, relacionadas a factores como: aumento del nivel de ruido, generación de partículas suspendidas, trabajos en altura, uso de equipos y herramientas manuales e industriales, la interacción entre los trabajadores de la obra, manejo de desechos y residuos, entre otros aspectos.

La principal afectación a la salud que pueden tener los trabajadores y residentes cercanos está relacionada con las denominadas enfermedades agudas respiratorias. Por ello, se calculó el costo de los servicios de salud que se requieren para atender las afectaciones por bronquitis. En Panamá no se cuenta con contabilidad de costos de las principales enfermedades respiratorias asociadas al deterioro de la calidad del aire. Por ello, se asume un proxy de los costos de atención de Bronquitis crónica en Colombia⁴ y se ajustó al 2021 para Panamá aplicando la inflación acumulada. En la Tabla 11-12 se presentan los datos utilizados, las operaciones y resultados obtenidos para la valorización de este impacto.

⁴ IDEAM. Evaluación Económica de los Beneficios y Costos de la Política y las Normas de Calidad de Aire en Colombia. Bogotá, Colombia. 2005. Pág. 70.

Tabla 11-12
**Valoración Monetaria de la Afectación Potencial a la Seguridad
y Salud de Trabajadores y Residentes Cercanos. Etapa de Construcción**

Indicador	Unidad de Medida	Cantidad / Valor
Costo unitario de tratamiento Bronquitis crónica (2005)	B./.	1,152.28
Tasa de inflación acumulada (2021)	Porcentaje	42%
Costo ajustado Bronquitis crónica Panamá 2021	B./.	1,636.24
Trabajadores	Personas	60
Porcentaje de Trabajadores afectados en su salud	Porcentaje	10%
Trabajadores afectados en su salud	Personas	6
Residentes cercanos afectados	Personas	50
Costo de tratamiento de población afectada por Bronquitis crónica debido a la alteración de la calidad del aire	B./.	91,629.44

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo total de la afectación a la seguridad y salud de trabajadores y residentes cercanos, en la fase de construcción, es de noventa y un mil seiscientos veintinueve Balboas con cuarenta y cuatro centésimos de Balboas (B/. 91,629.44).

Para la fase de operación se presenta la estimación en la Tabla 11-13 a continuación.

Tabla 11-13
**Valoración Monetaria de la Afectación Potencial a la Seguridad
y Salud de Trabajadores y Residentes Cercanos. Etapa de Operación**

Indicador	Unidad de Medida	Cantidad / Valor
Costo unitario de tratamiento Bronquitis crónica (Colombia 2005)	B./.	1,152.28
Tasa de inflación acumulada (2005-2021)	Porcentaje	42%
Costo ajustado Bronquitis crónica Panamá 2021	B./.	1,636.24
Trabajadores	Personas	330
Porcentaje de Trabajadores afectados en su salud	Porcentaje	5%
Trabajadores afectados en su salud	Personas	17
Residentes cercanos afectados	Personas	50
Costo de tratamiento de población afectada por Bronquitis crónica debido a la alteración de la calidad del aire	B./.	109,628.08

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo total de la afectación a la seguridad y salud de trabajadores y residentes en la fase de operación es de ciento nueve mil seiscientos veintiocho Balboas con ocho centésimos (B/.109,628.08).

c. Alteración de la calidad de vida de la población circundante a la planta

En la fase de construcción de la planta de prefabricados, la población residente se verá afectada en su movilidad vehicular. En la fase de operación este impacto negativo se incrementará. A continuación, en la tabla 11-14, la estimación de los costos asociados a la fase de construcción.

Tabla 11-14
Valoración Monetaria de la Alteración de la Calidad de Vida de la
Población Circundante a la Planta
Etapa de Construcción

Indicador	Unidad de medida	Valor
Demanda diaria de tráfico de las comunidades cercanas a la planta	Viajes	500
Pasajeros movilizados	Pasajeros por viaje	1.2
Pasajeros movilizados por día	Personas	600
Pasajeros movilizados por mes	Personas	18,000
Pasajeros movilizados por año	Personas	216,000
Porcentaje de viajeros afectadas por obras	Porcentaje	10%
Viajeros afectados por obra por día	Personas	60
Tempo perdido por viaje por persona por día	Horas	1
Tiempo perdido día	Horas	60
Tiempo perdido por mes	Horas	1,800
Tiempo perdido por año	Horas	21,600
Costo laboral promedio por hora	B/.	2.00
Monto perdido por día	B/.	120
Monto perdido por mes	B/.	3,600.00
Monto perdido por año	B/.	43,200.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo total de la alteración de la calidad de vida de la población circundante a la planta, en la fase de construcción, es de cuarenta y tres mil doscientos Balboas (B/.43,200.00). A continuación, en la tabla 11-15, se presenta la estimación para la fase de operación.

Tabla 11-15
Valoración Monetaria de la Alteración de la Calidad de Vida de la Población Circundante a la Planta
Etapa de Operación

Indicador	Unidad de medida	Valor
Demanda diaria de tráfico de las comunidades cercanas a la planta	Viajes	500
Pasajeros movilizados	Pasajeros por viaje	1.2
Pasajeros movilizados por día	Personas	600
Pasajeros movilizados por mes	Personas	18,000
Pasajeros movilizados por año	Personas	216,000
Porcentaje de viajeros afectadas por obras	Porcentaje	20%
Viajeros afectados por obra por día	Personas	120
Tiempo perdido por viaje por persona por día	Horas	1
Tiempo perdido día	Horas	120
Tiempo perdido por mes	Horas	3,600
Tiempo perdido por año	Horas	43,200
Costo laboral promedio por hora	B/.	2.00
Monto perdido por día	B/.	240
Monto perdido por mes	B/.	7,200.00
Monto perdido por año	B/.	86,400.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El costo total de la alteración de la calidad de vida de la población circundante a la planta, en la fase de operación, es de ochenta y seis mil cuatrocientos Balboas (B/.86,400.00).

d. Contribución a la empleomanía

La construcción del Proyecto tendrá una duración total de 12 meses (un año), con un requerimiento de mano de obra directa de 60 empleos directos y en la Tabla 11-16 se presenta el valor monetario

de la generación de empleos. En la fase de operación, por su parte, se contratarán 330 colaboradores directos.

Tabla 11-16
Valorización Monetaria de la Generación de Empleo

Indicador	Unidad de medida	Valor
Fase de Construcción (Empleo Directo)		
Trabajadores	Personas	60
Salario promedio mensual mano de obra	B/.	1,500.00
Monto mensual de salarios mano de obra	B/.	90,000.00
Monto anual de salarios	B/.	1,080,000.00
Fase de operación (Empleo Directo)		
Trabajadores	Personas	330
Salario promedio mensual mano de obra	B/.	1,500.00
Monto mensual de salarios mano de obra	B/.	495,000.00
Monto anual de salarios	B/.	5,940,000.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El valor monetario de la generación de empleo, en la etapa de construcción ascenderá a 1.08 millones de Balboas en empleos directos. En la etapa de operación será de 5.94 millones de Balboas por año en empleos directos.

e. Estímulo a la economía regional y nacional

El proyecto generará nuevas actividades económicas que se beneficiarán con el efecto multiplicador de la inversión. La inversión estimada de este proyecto es de 35,958,897.14 millones de Balboas, y su efecto se verá por vía de la contratación de mano de obra y compra de insumos, materiales y suministros. Se estima que el 60% del valor de la inversión generará el incremento de la circulación monetaria esperado.

El efecto multiplicador de la inversión es de 1.27 por cada Balboa invertido. Por lo tanto, el beneficio generado es el siguiente:

$$CE_{lr} = M_i * E_{mp} * IE_{lr}$$

en donde:

CE_{lr}	Contribución económica local y regional
IE_{lr}	Impacto en la economía local= 60% de la inversión (m. de obra e insumos locales)
M_i	Monto total de la inversión = 35,958,897.14
E_{mp}	Efecto multiplicador = 1.27

$$IE_{lr}=35,958,897.14 * 1.27 * 60\% = 27,400,679.62$$

El aporte al crecimiento económico local y regional del proyecto debido a la inversión es de unos veintisiete millones cuatrocientos mil seiscientos setenta y nueve Balboas con sesenta y dos céntimos (B/.27,400,679.62).

En la fase de operación el estímulo a la economía regional y local se dará a través del pago de impuestos y retenciones por efectos de la contratación de mano de obra, sobre un estimado de costos relacionados con salarios y funcionamiento de la planta.

Para la valoración monetaria de este impacto en la fase de operación, calculamos los aportes en impuestos que generará el proyecto (Tabla 11-17).

Tabla 11-17
Valorización Monetaria del Estímulo a la Economía Regional y Local
Etapa de Operación

Indicador	Unidad de medida	Valor
Número de trabajadores	Personas	330
Retención patronal	Porcentaje	22%
Monto anual de salarios	B./.	5,940,000
Monto de retenciones	B./.	1,306,800
ITBMS	Porcentaje	7%

Indicador	Unidad de medida	Valor
Compras de insumos para producción	B/..	76,800,000
Monto de ITBMS	B/..	5,376,000
Aportes a economía regional	B/..	6,682,800

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El aporte al crecimiento económico local y regional del proyecto en la fase de operación es de seis millones seiscientos ochenta y dos mil ochocientos Balboas (B/.6,682,800), al año.

f. Contribución a la viabilidad de la construcción de la Línea 3

La planta de prefabricados suministrará a la Línea 3 del Metro insumos necesarios para garantizar su construcción. Entre ellos, podemos mencionar, las vigas de rodaje (U, I, T) y otros elementos prefabricados menores.

La operación de la planta de prefabricados generará 330 empleos y se adquirirán materiales de construcción y otros a los proveedores locales por un monto correspondiente al 60% de los costos de fabricación, con lo cual se mejorará el poder adquisitivo de la economía local.

Para valorar el impacto monetario de la Planta de Prefabricados a la viabilidad de la construcción de la Línea 3, asumimos que la Línea 3 del Metro utilizará el 15% de sus recursos para adquirir los prefabricados que necesita. Los costos de producción de la planta de prefabricados alcanzarán el 80% de este monto. La inversión en mano de obra, materiales de construcción y otros alcanzarán al 60% de este valor.

En la tabla 11-18 se presenta el cálculo de la contribución de la Planta de Prefabricados a la viabilidad de la Línea 3 del Metro.

Tabla 11-18
Valorización Monetaria de la Contribución
a la Viabilidad de la Construcción de la Línea 3

Indicador	Unidad de medida	Valor
Costo de la línea 3 del metro	B./.	3,200,000,000
Costo de prefabricados (Porcentaje)	Porcentaje	15%
Costo de prefabricados (en dinero)	B./.	480,000,000
Costo de producción de prefabricados (%)	Porcentaje	80%
Costo de producción de prefabricados (en dinero)	B./.	384,000,000
Inversión (mano de obra e insumos locales) (%)	Porcentaje	60%
Inversión (mano de obra e insumos locales) (en dinero)	B./.	230,400,000
Efecto multiplicador de la inversión	Índice	1.27
Impacto en la viabilidad de construcción de la Línea 3 del Metro	B./.	292,608,000

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

El aporte del proyecto a la contribución a la viabilidad de la construcción de la Línea 3 es de doscientos noventa y dos millones seiscientos ocho mil Balboas (B/.292,608.000), es decir, que para la etapa de operación, la cual tiene una duración de cinco años, el aporte corresponde a unos cincuenta y ocho millones quinientos veintiún mil seiscientos Balboas (B/.58,521,600) al año.

11.2.3 Resultados

A continuación, se presenta una descripción de los resultados obtenidos en la valoración económica del proyecto.

11.2.3.1 Beneficios Generados

Los beneficios generados por el proyecto se pueden clasificar en directos, sociales y ambientales.

Los beneficios directos están conformados por los ingresos generados por la venta de prefabricados; los beneficios sociales son los que corresponden a las externalidades sociales

positivas y los beneficios ambientales, asociados a los impactos positivos que mejoran los recursos naturales y la calidad ambiental.

Los ingresos estimados de ventas prefabricados para un horizonte de cinco (5) años, es de 480 millones de Balboas, es decir, 96 millones de Balboas anuales. Este monto, así como el desglose de los diferentes beneficios asociados al proyecto se muestra al final del capítulo en la Tabla 11-21 de flujo de fondos netos.

11.2.3.2 Costos

En los costos del proyecto se incluyen los costos de inversión, operación y mantenimiento, que corresponden a un aproximado de 35.96 Millones de Balboas, los costos de gestión ambiental que se señalan más adelante y el costo de las externalidades sociales y los costos ambientales, los cuales fueron presentados en las secciones anteriores.

En la Tabla de flujo de fondos netos se presenta el desglose de los diferentes costos (Tabla 11-21, al final del capítulo).

Costo de la Gestión Ambiental

El costo estimado de la gestión ambiental se circumscribe al costo de la implementación de las actividades indicadas en el Plan de Mitigación y Monitoreo y asciende a trescientos ochenta y seis mil setecientos sesenta Balboas (B/.386,760.00).

**Tabla 11-19
Costos Estimados de las Medidas Correctoras**

PLANES	COSTOS (B/.)
Plan de Mitigación	100,900.00
Plan de Monitoreo	285,860.00
TOTAL	386,760.00

Fuente: Elaborado por URS Holdings, Inc.

11.3 Cálculos del VAN

A continuación, se presentan los resultados en el cálculo del VAN (Valor Actual Neto) e indicadores relacionados.

11.3.1 Flujo de Costos y Beneficios

Una vez valorados los costos y beneficios asociados a la construcción y operación del proyecto, se procedió a calcular el flujo de costos y beneficios del proyecto.

Se han considerado para los efectos de la proyección de este flujo un período de cinco años. Este horizonte se basa en que durante dicho período se cubre el tiempo de operación de la planta de prefabricados. El flujo de costos y beneficios se presenta en la Tabla 11-21 (al final del capítulo).

11.3.2 VAN y Razón Costo-Beneficio Ambiental del Proyecto

Para verificar la viabilidad ambiental y social del proyecto, se calculó el Valor Actual Neto (VAN), el cual indica que, si los valores que se obtienen son positivos, el proyecto es ambiental y socialmente viable y por tal su ejecución es viable y si los valores son negativos, el proyecto debería modificarse o desistir de su ejecución. Como se puede apreciar el valor obtenido es positivo y asciende a B/.302,084,975 (ver Tabla 11-20).

La otra medida utilizada es la relación Beneficio-Costo. Cuando el valor de esta razón es mayor de 1, el proyecto es viable, mientras que cuando es menor que 1, el proyecto debe modificarse o desistir de su ejecución (Universidad de Los Andes, 2011. Pág. 34). La Razón Beneficio/Costo resultante de este análisis es de 2.01, lo que significa que el proyecto le producirá al país en beneficios ambientales y sociales, dos Balboas con un centavo por cada Balboa invertido.

Los valores del VAN y la Razón Costo-Beneficio se presentan en la Tabla 11-20. El flujo de costos y beneficios ambientales y sociales del proyecto, en valores monetarios, está en la Tabla 11-21.

Tabla 11-20
VAN y Razón Costo-Beneficio Ambiental del Proyecto

Indicador	Monto
Valor Acumulado	440,885,315
VAN Flujo Neto	302,084,975
VAN Beneficios Ambientales	601,899,509
VAN Costos Ambientales	299,814,534
Relación Beneficio - Costo	2.01

Elaborado por URS Holdings.

Nota: se utilizó una tasa de descuento del 10%.

11.3.3 Opinión Técnica

Los resultados de la valoración económica de impactos y externalidades y su correspondiente análisis beneficio-costo, indican que el proyecto resulta ambiental y socialmente aceptable. Se observa en el Flujo Neto que todos los años los montos entre Beneficios y Costos ambientales son positivos; o sea, todos los años los retornos ambientales son superiores a los gastos invertidos en prevención, mitigación y monitoreo, justificando este rubro de egresos del proyecto.

Tabla 11-21
Flujo de Fondos Netos del Proyecto Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3

Descripción	Construcción	Operaciones				
		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 5
Beneficios						
Ingresos por venta de prefabricados		96,000,000	96,000,000	96,000,000	96,000,000	96,000,000
<i>Beneficios ambientales</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Beneficios sociales</i>						
Contribución a la empleomanía	1,080,000	5,940,000	5,940,000	5,940,000	5,940,000	5,940,000
Estímulo a la economía local y regional	27,400,680	6,682,800	6,682,800	6,682,800	6,682,800	6,682,800
Contribución a la viabilidad de la construcción de la Línea 3 del Metro		58,521,600	58,521,600	58,521,600	58,521,600	58,521,600
Total Beneficios	28,480,680	167,144,400	167,144,400	167,144,400	167,144,400	167,144,400
Costos						
Costos de producción de prefabricados		76,800,000	76,800,000	76,800,000	76,800,000	76,800,000
<i>Costos ambientales</i>						
Cambios en la calidad del aire	327,248	163,624	163,624	163,624	163,624	163,624
Incremento en la percepción de olores	1,812					
Aumentos en los niveles de ruido	35,640	25,920	25,920	25,920	25,920	25,920
<i>Externalidades negativas</i>						
Aumento del congestionamiento vehicular	155,520	77,760	77,760	77,760	77,760	77,760
Afectación potencial a la seguridad y salud de trabajadores y residentes cercanos	91,629	109,628	109,628	109,628	109,628	109,628
Alteración de la calidad de vida de la población circundante a la planta	43,200	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400
<i>Medidas Correctoras</i>						
Costo de medidas de mitigación		20,180	20,180	20,180	20,180	20,180
Programa de monitoreo		57,172	57,172	57,172	57,172	57,172
Inversión	35,958,897					
Total Costos	36,613,946	77,340,684	77,340,684	77,340,684	77,340,684	77,340,684
Flujo Neto (ahorro)	(8,133,266)	89,803,716	89,803,716	89,803,716	89,803,716	89,803,716
Flujo Neto actualizado	(8,133,266)	81,670,451	171,474,167	261,277,883	351,081,599	440,885,315

Fuente: URS Holdings, Inc.

ANEXO 2

CONSTANCIA DE SOLICITUD DE

MODIFICACIÓN DEL CERTIFICADO DE

PROPIEDAD DE LA FINCA FOLIO REAL 1181

SOLICITUD

CERTIFICACION DE
UBICACIÓN DE FINCA 1181

HONORABLE SEÑOR ADMINISTRADOR GENERAL DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE ADMINISTRACION DE TIERRAS (ANATI), DIRECCION DE MENSURA CATASTRAL, E. S. D.:

Yo, **JORGE GARCIA ICAZA**, varón, panameño, casado, ingeniero, vecino de esta ciudad, mayor de edad y con cédula de identidad personal número 8-235-2251, con domicilio en Vía al Puerto de vacamonte, Parque Logístico Vacamonte, Local 1, y teléfono número 226-0017, en calidad de Representante Legal de **VACA DE MONTE, S. A.**, por este medio acudo a su digna institución con el fin de solicitar formalmente se emita la Certificación de Ubicación de la Finca número 1181, código de ubicación 8001, propiedad de la sociedad, con el fin de lograr la actualización del corregimiento correcto que debe ser el corregimiento de Vista Alegre, distrito de Arraiján, Provincia de Panamá Oeste.

Acompañamos a esta solicitud:

- ✓ 1. Certificado de Registro Público de la sociedad Vaca de Monte, S. A.
- ✓ 2. Certificado de Registro Público de la Finca 1181
- 3. Copia de las hojas de tomo de la finca 1181
- 4. Copia del plano de la finca
- ✓ 5. Copia del plano del Corregimiento donde está ubicada actualmente la finca.
- ✓ 6. Copia de cédula del Representante Legal.

JORGE GARCIA ICAZA

Cédula No. 8-235-2251



AUTORIDAD NACIONAL DE ADMINISTRACION DE TIERRAS

CENTRO DE ATENCIÓN

RECIBIDO

27-01-2022

10:38 P.D.G.

Daguerre

El suscrito, **Licdo. Fabián E. Ruiz S.**, Notario Público Segundo, del Circuito de Panamá, con Cédula de Identidad No. 8-421-593,

CERTIFICO:

Que la (s) firma (s) anterior (es) ha (n) sido reconocida (s) como suya (s) por los firmantes, por consiguiente, dicha (s) firma (s) es (son) auténtica(s).

Panamá, 21 ENE 2022

Testigo

Testigo

Licdo. Fabián E. Ruiz S.
Notario Público Segundo



AUTORIDAD NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

Teléfonos: 524-0434 / 524-0443

CENTRO DE ATENCIÓN A USUARIOS

CONTROL DE SERVICIOS

512-556803

Horario: Lun-Vie 8:00am - 4:00pm

ANATI SEDE CENTRAL

Fecha / Hora	Solicitante / Remitente	Identificación	Teléfono
27-ene.-22 12:28:33 PM	VACA DE MONTE S,A	S/N	692-0125-8

Presentado por: **JORGE GARCIA ICAZA** Cédula: **8-235-2251**

OBSERVACIONES	DESCRIPCION DEL SERVICIO
SE REMITE SOLICITUD PARA UNA CERTIFICACION DE CAMBIO DE CORREGIMIENTO YA QUE APARECE UBICADA EN E REGISTRO PUBLICO EN EL CORREGIMIENTO DE ARRAIJAN Y EN LA ACTUALIDAD DEBE SER EN EL CORREGIMIENTO DE VISTA ALEGRE,DISTRITO DE ARRAIJAN PROVINCIA DE PANAMA OESTE. ADJUNTA LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS: SOLICITUD CERTIFICADO DE PERSONA JURIDICA Y PROPIEDAD COPIA DE CEDULA PLANO DE LA FINCA Y PLANO DE CORREGIMIENTO	Atender
	INSTITUCION Persona Natural
	Finca Tipo Finca Cant. de Fincas 0
Enviado a: ANATI SEDE CENTRAL	Ruc Nro Trámite S/N
Al departamento de: DIRECCION NACIONAL DE MENS	Dirigido al funcionario: Maria de Santos
Funcionario Receptor del Centro: Raquel Del Carmen Rios	CAU

DOCUMENTACION ENTREGADA

- Formulario de Adjudicación
- Copia de cédula
- Plano Original
- Copia de planos
- Fotos
- Recibos de servicios públicos
- Certificación de Corregiduría

Visite nuestro sitio web www.anati.gob.pa

Consulte el estado de su trámite entrando a la sección "Consulta de Trámites"



AUTORIDAD NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS

Teléfonos: 524-0434 / 524-0443

Horario: Lun-Vie 8:00am - 4:00pm

- Declaraciones juradas

CENTRO DE ATENCIÓN A USUARIOS

ANATI SEDE CENTRAL

CONTROL DE SERVICIOS

512-556803

Yo, Licdo. Fabián E. Ruiz S., Notario Público Segundo, del Circuito de Panamá, con Cédula de Identidad No. 8-421-593.

CERTIFICO:

Que he cotejado detenida y minuciosamente esta copia fotostática con su original y la he encontrado en todo conforme.

20 ENE 2022

Panamá,

Licdo. Fabián E. Ruiz S.
Notario Público Segundo



Visite nuestro sitio web www.anati.gob.pa

Consulte el estado de su trámite entrando a la sección "Consulta de Trámites"

ANEXO 3

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

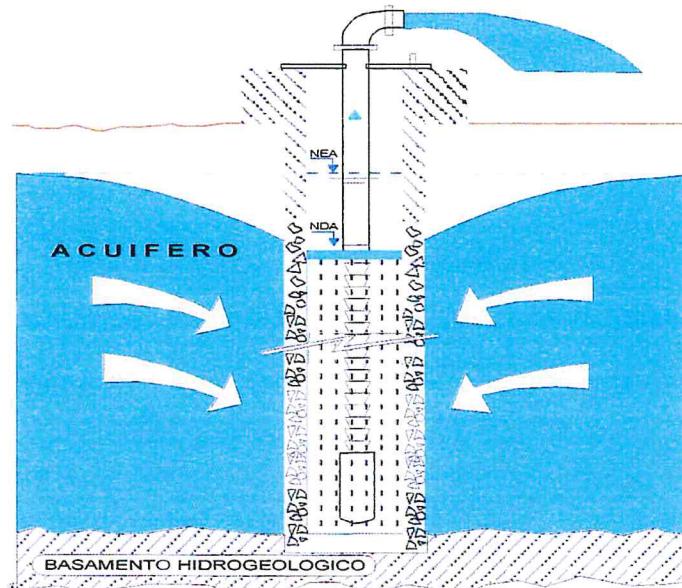


- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitarios.



INFORME TECNICO FINAL

ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO ÁREA DE INFLUENCIA PATIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PROYECTO LÍNEA 3



Elaborado por:

Ing. Oscar Cruz Menéndez
Coordinador

Yo, FABIÁN E. RUIZ S., Notario Público Segundo del Circuito de Panamá, con cédula de Identidad N° 8-421-593.

Revisado por :

VICTOR G. GONZALEZ
INGENIERO GEOLOGO
Lic. No. 98-015-001

CERTIFICO: Ing. Víctor G. González
Que he cotejado detenidamente y minuciosamente esta
fotostática con su original y la he encontrado en todo conforme.

Geólogo
C.I.N. 93-015-001

Panamá,

JAN 28 2022

Noviembre 2021

FIRMA
Ley 16 del 26 de Enero de 1979
Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura

Licdo. FABIÁN E. RUIZ S.
Notario Público Segundo





- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



PERSONAL PARTICIPANTE	3
1- INTRODUCCIÓN	4
1.2 OBJETIVOS	5
1.3 METODOLOGIA.....	5
<i>Primera Etapa.....</i>	<i>5</i>
<i>Segunda Etapa</i>	<i>6</i>
<i>Tercera Etapa o de Gabinete,.....</i>	<i>7</i>
<i>Metodología específica del Levantamiento geofísico</i>	<i>7</i>
<i>Metodología de evaluación de la recarga al agua subterránea</i>	<i>11</i>
2- CLIMA, GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA	13
2.1 CLIMA.....	13
2.2 HIDROLOGÍA	14
2.3 GEOMORFOLOGÍA	16
2.4 GEOLOGÍA	16
3 RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO	21
3.1 CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS REGIONALES	21
3.2- ANALISIS E INTERPRTACION DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES GEOFISICAS .	23
Delimitación del área promisoria de agua subterránea.....	29
3.3-RESULTADOS DE LA PERFORACION DEL POZO EXPLORATORIO PPA	30
3.4 RESULTADOS PRUEBAS DE BOMBEO Y RENDIMIENTO DEL ACUÍFERO	34
3.5- HIDRODINÁMICA DEL ACUÍFERO LOCAL E INVENTARIO DE POZOS	36
3.6- INFILTRACIÓN DE SUELOS Y EVALUACIÓN DE LA RECARGA DEL ACUÍFERO LOCAL	38
3.7 EVALUACIÓN DEL BALANCE HIDRICO DEL ACUÍFERO LOCAL	46
3.8 PROPUESTA DE UBICACIÓN Y DISEÑO PRELIMINAR DE POZOS PERFORADOS.	47
4- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
5 BIBLIOGRAFIA	56
5- ANEXOS	58
PROCESO DE PERFORACIÓN POZO EXPLORATORIO PPA Y MUESTRAS LITOLÓGICAS	58
ILUSTRACIÓN DE MUESTRAS LITOLÓGICAS DE RECORTES DE PERFORACIÓN POZO PPA.....	59
PRUEBAS DE INFILTRACION DE SUELOS.....	60



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



PERSONAL PARTICIPANTE

POR HIDROPERFORACIONES DEL ISTMO S.A.:

Ing. Ricardo Quintero- Gerente propietario y Coordinador de Logística

Ing. M.Sc. Oscar Cruz Meléndez. – Coordinador Técnico del Estudio Hidrogeológico

Dr. Alberto Caballero (PhD) - Coordinador Informe Técnico – Levantamiento Geofísico-
ING. ARACA

Lic. Arkin – Geólogo-geomorfólogo- Grupo Geofísico- ING. ARACA

Lic. Humberto A. Edward Hernández- Grupo Geofísico- ING. ARACA

Lic. Juan David Cedeño Camarena- Grupo Geofísico- ING. ARACA

Lic. Ismenia Espino- Calidad Química del agua- AMERICA LAB.

Sr. Ricaurte Samaniego, Sr. Javier Poveda, Sr. Marín y Sr. Juvenal Herrera –Personal Perforación de
pozo PPA

Srta. Johana Castrillón - Asistente administrativa

POR LA EMPRESA CONTRATANTE HPH- PROYECTO LÍNEA 3:

Ing. Alvin Wong - Coordinador Administración del proyecto Línea 3

Ing. Jonathan Nuñez– Gerente de Construcción del área de patio de Construcción de Materiales
Proyecto Línea 3

1- INTRODUCCIÓN

1.1- Contexto y ubicación

El presente informe, aborda los resultados del Estudio hidrogeológico aplicado en el área de influencia Patio de Construcción Material 5 kms al sureste de la entrada a Vacamonte, Proyecto Línea 3, el mismo se ha desarrollado conforme a las actividades planteadas en la metodología y sus alcances respectivos. El propósito del estudio indicado, ha sido justificar y ubicar sitios para la perforación de pozos, que cumplan con la expectativa aproximada de 70 gpm, para uso en el área del Patio de Materiales de Construcción- Proyecto Línea 3, - Distrito de Chorrera, provincia de Panamá oeste. (coordenadas Punto de entrada al área de proyecto: Este 645853 y Norte 982646- ver mapa de ubicación).

El propósito estratégico de extracción de agua subterránea a través de pozos perforados para diferentes usos, dentro del marco de manejo de acuíferos, es establecer una explotación sostenible de los acuíferos mediante el control y regulación de la extracción del agua subterránea, en el marco del balance hídrico natural del sistema. Con base en lo anterior, se presentan los resultados del estudio hidrogeológico en el área arriba indicada.



Fig.1- Mapa de ubicación del área de Estudio Hidrogeológico- Patio de Construcción de Materiales- Proyecto Línea 3, 5 kms al sureste de la entrada a Vacamonte.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



1.2 OBJETIVOS

El presente Estudio Hidrogeológico, se ha realizado en el área de influencia Planta o patio de Materiales de construcción, 5 kms al sureste de la entrada a Vacamonte, éste ha tenido como propósito, evaluar y caracterizar la fuente de agua subterránea del área indicada, a fin de justificar sitios para la perforación de pozo(s), que cumplan con la expectativa de producción de aproximadamente 70 gpm.

Específicamente se pretende lo siguiente:

- Identificar y Caracterizar las condiciones hidrogeológicas en el área de estudio indicada.
- Justificar y proponer la ubicación y diseño para la perforación de pozo(s) propuesto(s).

1.3 METODOLOGIA

El procedimiento metodológico, consistió en las siguientes tres etapas:

Primera Etapa

Incluyó la recopilación y selección de información hidrogeológica local, hidrológica, geológica y climática asociada al área de estudio. En esta etapa, el análisis de la información existente ha permitido identificar el área de influencia y las características físicas arriba descritas que optimizaron las actividades que se proyectan en la etapa de campo y aunado a la información generada ha servido de base para el procesamiento e interpretación de la información en la tercera etapa (de gabinete).



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



Segunda Etapa

Consistió en la realización de los trabajos de campo, como son: inventario de pozos, que incluido la medición de coordenadas, niveles estáticos de agua subterránea en pozos cercanos y en el pozo exploratorio perforado durante el estudio.

Se realizó un reconocimiento geológico con enfoque hidrogeológico in situ, a partir del cual se identificaron indicadores geoestructurales, geomorfológicos, hidrológicos e hidrogeológicos que contribuyan a la justificación de ubicación de pozos existentes. También se realizarán pruebas de infiltración de suelos (3), como insumo para la estimación de la recarga al acuífero local.

Como resultado de la revisión de la información y el reconocimiento geológico de campo, se realizó un levantamiento geofísico, con la aplicación del método georesistivo (2 tomografías geoeléctricas), a dicho levantamiento se le aplicó una densidad de puntos y perfiles acorde con los objetivos de la investigación y de las condiciones geológicas e hidrogeológicas locales.

Con base a los resultados del levantamiento geofísico indicado y al análisis preliminar hidrodinámico, se identificaron 2 sitios para realización de perforación exploratoria (pozos PPA y PPB, de los cuales se perforó el pozo PPA), como herramienta de verificación hidrogeológica que consistió en confirmar la interpretación geofísica con la construcción del perfil litoestratigráfico y seguidamente la confirmación de las condiciones hidrodinámicas y de producción de agua, mediante la realización de la prueba de bombeo. Se realizó 1 prueba de bombeo en el pozo exploratorio en el pozo PPA, con las respectivas interpretaciones, con el propósito de conocer la capacidad específica y la transmisividad del acuífero principalmente, lo mismo que conocer el abatimiento o descenso estabilizado y su relación con el caudal de explotación óptimo.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



Tercera Etapa o de Gabinete,

Como resultado del procesamiento e interpretación de la información arriba indicada y partiendo de los elementos que conllevaron a la elaboración del modelo conceptual de la definición del área promisoria de prospección de agua subterránea y del pozo exploratorio PPA, también se determinaron las condiciones de flujo hidrodinámico subterráneo (capacidad específica, transmisividad, dirección de flujo y gradiente hidráulico).

También, se valoró la recarga natural, como fuente de alimentación al acuífero, lo mismo que el balance hídrico subterráneo del acuífero local y la calidad del agua subterránea, que, en conjunto con el modelo conceptual indicado, condujo a justificar la ubicación y diseño preliminar de pozos de producción, a fin de que se proceda a la perforación respectiva. Con la información arriba indicada, se procedió a la redacción e ilustración tabulada y gráfica del informe técnico final hidrogeológico.

Metodología específica del Levantamiento geofísico

El procedimiento metodológico del levantamiento geofísico para la realización de 2 tomografías geoeléctricas, consideró las actividades realizadas del 28 y 29 de septiembre 2021, para lo cual se realizaron las siguientes: 1- Análisis geólogo hidrogeológico-determinación trazado y ubicación de líneas de prospección geofísica, 2- Verificación conjunta (especialistas) localización de líneas de prospección geofísica, 3- Ejecución de mediciones geofísicas –dos tomografías geoeléctricas y 5- Procesamiento de datos y resultados + interpretación hidrogeológica.

La tomografía geoeléctrica se realizó con un resistivímetro Syscal R1-Plus[®] de Iris Instruments. El sistema utiliza un juego de cables con 48-72 electrodos. Los electrodos están separados cada 6-7 m, con una extensión total de 329 m. El dispositivo utilizado en esta tomografía es el Wenner-Schlumberger. La Potencia del sistema es de 200 vatios rms, con una corriente de salida máxima de 2.0 Amperios, a la salida de 600 voltios.

En las Figuras 2 al 5 se muestran fotos del equipo, cableado y electrodos en el campo. El mismo utiliza una batería externa para apoyar el proceso de medidas en el campo, así como la disposición de electrodos de las tomografías geoeléctricas 1 y 2 respectivamente.



Figura 2. Disposición del centro y lado sur de la Tomografía 1. – Longitud total aproximada 200 metros



Figura 3. Disposición del centro y lado este de la Tomografía 2. Longitud total aproximada 380 metros



Figura 4. Disposición de electrodos de la Tomografía 2.

El equipo incorpora la data de resistividad en la memoria interna, tal como se aprecia en la Figura 8, para luego ser procesada mediante el software RES2DINV[®]. La interpretación se realizó en los modos Inversión Robusta o el Suavizado Forzado.

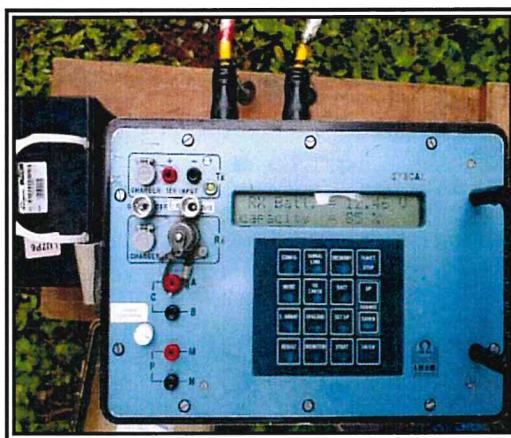


Figura 5. Toma de datos mediante el dispositivo Syscal.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



En el cuadro 1, se muestran las coordenadas de las tomografías 1 y 2 y de los respectivos electrodos de los extremos y centros de cada una. En la fig.15, se muestra el trazado correspondiente de las dos tomografías mencionadas, así como los puntos extremos y centrales de cada una de las mismas, que se corresponden con los respectivos electrodos.

Cuadro 1- Localización de las 2 tomografías geoeléctricas

Tomografía Geoeléctrica en el Proyecto Línea 3						
Nº de Perfil	Denominación	Coordenadas Electrodos (T1NW y T2SO)		Coordenadas del Centro (CT1 y CT2)		Coordenadas Electrodos (T1SO1 y T2NE)
		Este	Norte	Este	Norte	
1	Tomografía 1	645390	982413	645441	982341	645498
2	Tomografía 2	645417	982434	645549	982525	645686
						982262
						982621

Cabe mencionar, que todas las actividades fueron realizadas en un 100 % (los detalles de la interpretación específica con enfoque hidrogeológico, se presentarán en el informe técnico final hidrogeológico- en anexos, se presenta los resultados de los perfiles georesitivos de las tomografías 1 y 2).

Metodología de evaluación de la recarga al agua subterránea

La evaluación de la recarga natural al agua subterránea se ha realizado principalmente con base al efecto de los suelos y el ciclo hidrológico como mecanismos reguladores, en los cuales juega un rol importante la precipitación, la evapotranspiración, la pendiente topográfica, la textura de suelos y profundidad de raíces (profundidad máxima, donde ocurren los cambios de humedad por efecto del consumo de las raíces (Rodríguez, 1990)). El método aplicado para la realización del balance hídrico de suelos, es el de Penman-Grindley, para lo cual se ha utilizado un programa de hoja electrónica (Rodríguez 1990).

En el método se supone consumo de agua de las plantas, la primera es la variación constante y la segunda de variación lineal, la primera supone que las plantas siempre tienen la misma capacidad de extraer agua, independiente de la cantidad de agua presente y la segunda opción es: cuanto más se acerque el contenido de humedad al punto de marchitez, el contenido de humedad del suelo es tan bajo, que la planta pierde capacidad de consumir el agua disponible.

En el presente estudio, se considera la segunda opción, por cuanto es más objetiva para evaluar la evapotranspiración real y consecuentemente la recarga natural directa al acuífero, ésta se realiza cuando la evapotranspiración real se ha efectuado y la capacidad de campo se completa.

La hoja de cálculo indicada requiere, otros componentes como datos de precipitación que infiltra, humedad inicial, capacidad de campo (máximo contenido de humedad de suelo, que es retenido después que ha drenado por efecto de la gravedad), punto de marchitez y densidad de suelos (Los últimos tres datos se tomaron del cuadro de Jegat y Misial (CIDIAT). La humedad inicial, se toma igual al punto de marchitez en el mes de abril, en el resto de los meses es igual a la humedad final del mes anterior.

Los datos de precipitación y evapotranspiración fueron tomados del estudio de ETESA (2007), específicamente de la estación meteorológica número 125 (Distrito de la Chorrera). La precipitación que infiltra, fue estimada a partir de los resultados de las pruebas de infiltración de suelos realizadas en el área de estudio, reflejada en la capacidad de infiltración de suelos, la cual es integrada a la ecuación de correlación estadística Shosinsky y Duarte (1998), siguiente:

$$\% \text{Pi} = (-2.74 \times 10^{-5} \text{fc} + 0.2284) \ln(\text{fc}) + 0.000159 \text{fc} - 0.586$$

Donde fc- es la capacidad de infiltración de suelos en mm/día.

Si %Pi es mayor que 1, entonces Pi es igual a 1.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



2- CLIMA, GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA E HIDROLOGÍA

2.1 CLIMA

El clima en el área de influencia del sector del área de estudio localizado 5 al sureste de la entrada a Vacamonte, (distrito de Chorrera, provincia de Panamá oeste), considerando la clasificación de Köppen, que coincide con los grupos de vegetación y se basa en datos de temperaturas medias mensuales, temperatura media anual, precipitaciones medias mensuales y temperatura media anual, se asocia al de clima tropical de sabana (Aw). Dicha zona, se refiere a precipitaciones anuales (lluvias anuales) mayores que 1000 mm, con la característica que varios meses presentan lluvias o precipitaciones menores que 60 mm, la temperatura media del mes más fresco es menor que 18 grados centígrados (Celcius) y en el resto del año la temperatura media es mayor que 18 grados centígrados (Celcius). En la fig. 6, se presenta un segmento del mapa regional escala 1:1,000,000 elaborado por ETESA (Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.) (2007), en el que se ilustra la zona climática a la que pertenece el área de estudio.

La temperatura media anual varía de 26.5 a 27 grados centígrados y la precipitación media anual en el área de estudio varía de 1200 a 1500 mm, la estación meteorológica más cercana al área de estudio , presenta un promedio anual de precipitación de 1500 mm.

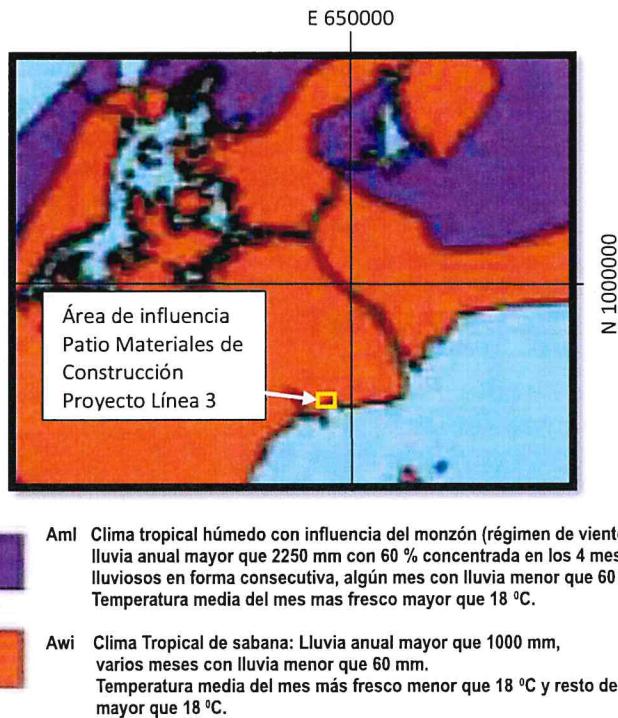


Fig.6- Mapa de Zonas Climáticas en el área de estudio, según Köppen (Fuente: ETESA, 2007).

2.2 HIDROLOGÍA

El área de estudio se localiza 5 kms al sureste de la carretera panamericana- entrada a Vacamonte), dentro de la cuenca hidrográfica 142- Ríos entre Caimito y el Juan Díaz, la que a su vez se localiza en la vertiente del Pacífico, provincia de Panamá Oeste en las coordenadas 8° 53' 13.48" de latitud norte y 79° 40'24.93" de longitud oeste (area de estudio). El área de drenaje total de la cuenca es de 383 km² hasta la desembocadura al mar y la longitud del río principal correspondiente al río Matasnillo, es de 6 km.

La elevación media de la cuenca es de 67 msnm y el punto más alto de la cuenca se encuentra en el suroeste de la cuenca con una elevación máxima de 507 msnm (Cornejo A. y Otros (2017)).

Entre otros afluentes están los ríos: Curundú, Río Abajo, Matías Hernández, Cárdenas, Pedro Miguel, Mocambo, Camarón, Cocolí, Farfan, Venado, Velasquez, Castilla y Matuela (Cornejo A. y Otros (2017)) (ver figura 7). En la Figura 8, se ilustra la microcuenca natural que drena al área de estudio- Patio de Materiales de Construcción, Proyecto Línea 3.

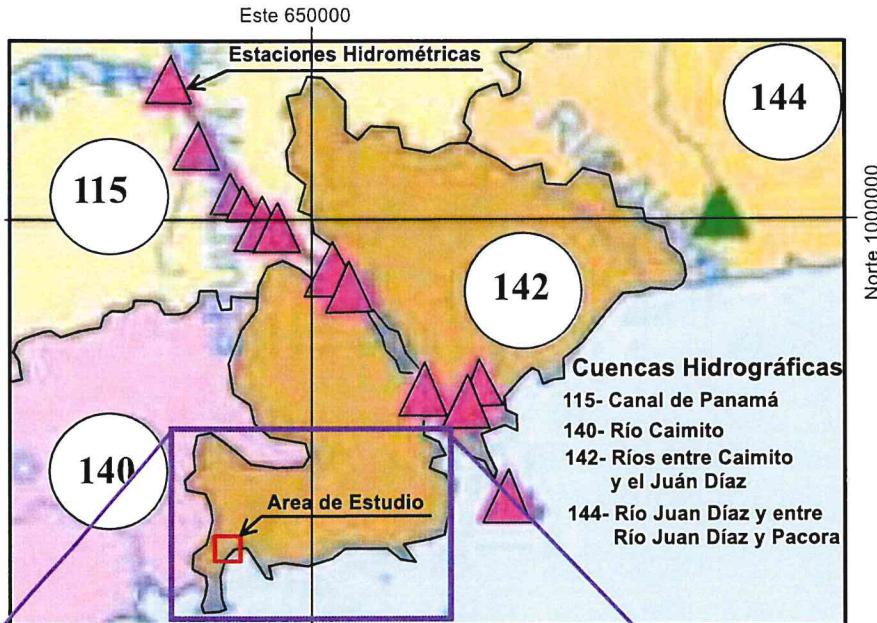


Fig. 7- Mapa de la cuenca 142 ríos entre Caimito y el Juan Díaz y su relación con el área de estudio.

Fuente: ETESA (2007)

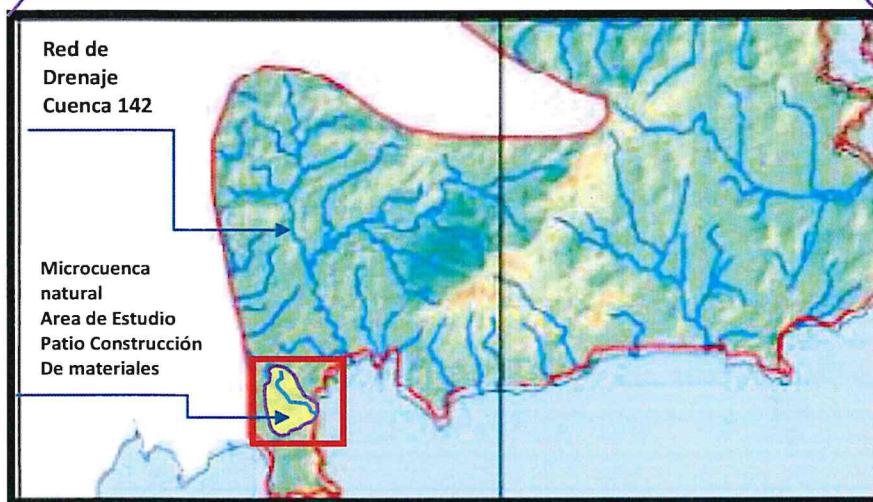


Figura 8- Microcuenca área de estudio, dentro de la cuenca 142- Ríos entre Caimito y el Juan Díaz-

Fuente: Cornejo A. y otros (2017).



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



2.3 GEOMORFOLOGÍA

Geográficamente, la región sur de Vacamonte se caracteriza por estar rodeada de algunas colinas y lomeríos bajos, con características morfológicas de estructuras alargadas en dirección norte. Estas colinas presentan elevaciones medias de 90 msnm y otras de 45 msnm algo más distales a la zona de estudio. La colina de mayor elevación lleva el nombre de cerro Vacamonte. La pendiente de la comunidad es baja (menor a 10 grados); sin embargo, en las zonas de colinas y cerros, la misma oscila entre los 15 y 30 grados.

La disposición de las colinas ha permitido que los cursos de agua (quebradas y ríos) fluyan hacia el eje del valle, conformando un cauce principal de una microcuenca que vierte sus aguas al océano Pacífico. Estos drenajes han dejado una serie de terrazas o llanuras de inundación.

La zona costera, la cual está a unos 500 m de distancia, es una costa elevada (acantilado), con afloramientos rocoso y en algunos sitios se observan depósitos de sedimentos y manglares.

2.4 GEOLOGÍA

Geología Regional

De acuerdo a la geología publicada en el mapa regional escala 1:250,000 (**Fuente:** Ministerio de Industria y Comercio de la república de panamá (1991), a partir de lo cual se identificó el sector de prospección de agua subterránea, tomando en cuenta las zonas de contacto litológicos entre las unidades geológica cercanas al área de estudio, se tienen las siguientes (ver fig.9):



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



- **Formación Río Hato (QR-Aha)**, unidad holocénica ubicada en la zona sur de esta región, esta formación representada por el Miembro Río Mar, las que corresponde al grupo más reciente de rocas/sedimentos. Se caracteriza por presentar conglomerados, areniscas, arenas, limos, arcillas y tobas.
- **Formación Panamá (TO-PA)**: facie de formación marina, del grupo Panamá del período Oligoceno Mioceno. Esta formación está ubicada al este de Vacamonte, circundando cerro Cabra. Las rocas dominantes de esta formación son Arenisca tobácea, lutita, tobácea, caliza algácea y foraminífera.
- **Formación Tucué (TM-Catu) del grupo Cañaza**, del Terciario Mioceno siendo las más antiguas de la región proximal al área de interés. Dicha formación está representada por andesita, basalto, lavas, brechas, aglomerados, tobas y plug. Se caracterizaron al final de la primera y al principio de la segunda, por intensos movimientos tectónicos y explosivas erupciones volcánicas con carácter freato-magmáticas.

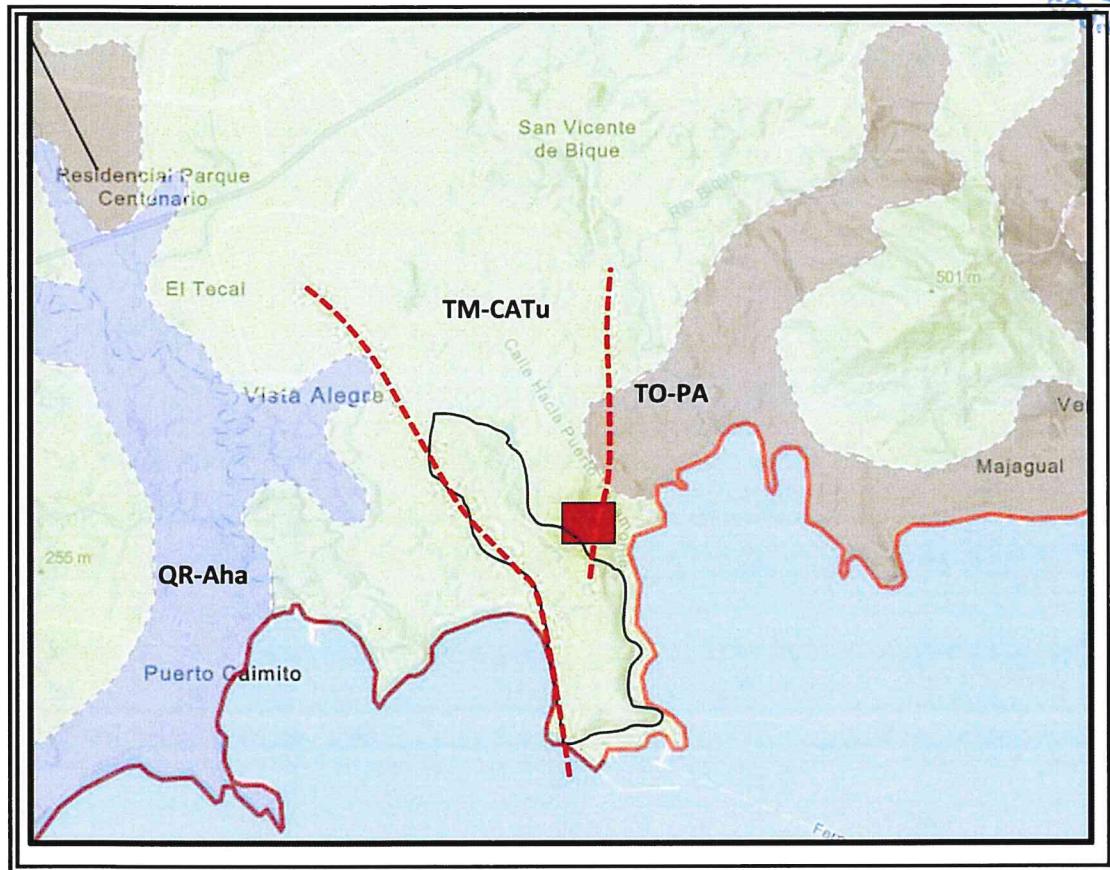


Figura 9: Mapa Geológico de la región sureste de Panamá Oeste. El recuadro en rojo es el área de estudio, las líneas segmentadas son los alineamientos estructurales y el polígono en color negro corresponde al dique (*ver descripción unidades geológicas en pag.17*).

A nivel local, se observaron evidencias de un intenso escenario tectónico y volcánico, lo cual marcó una geomorfología (origen del relieve) de alto nivel de fracturamiento geológico y/o diaclasamiento (grietas sin desplazamiento), fueron observadas, durante los recorridos indicados y confirmados posteriormente por el especialista geólogo- geomorfólogo Lic. Arkin Tapia (del equipo de Geofísica) y por el geólogo- hidrogeólogo (Ing. Oscar Cruz M. Hidrogeólogo Coordinador)-.



La figura 9, muestra un alineamiento tectónico con sentido Nor noreste- Sur- suroeste la misma atraviesa el área del proyecto, esto fue confirmado en el reconocimiento de campo donde se observaron rasgos típicos de zonas de fracturas y/o diaclasamiento, cambios en los niveles de oxidación del material rocoso aflorante y subyacente, con una zona de falla asociada a la alteración geoquímica y mineralógica indicada con un ancho aproximado de 200 metros (ver figuras 10 (a,b) y 3).



Figura 10 (a, b): A la izquierda (a), depósito de brecha alterada. Derecha (b), brecha de falla con azimut 190.

Se observaron brechas de fallas en la coordenada UTM 645635 E / 982601 N, la cual tiene un azimut de 190 buzando al N 30°W. Otras pequeñas fracturas con dirección azimutal de 250° son observadas en los cortes de ambas colinas, (Figura 11).

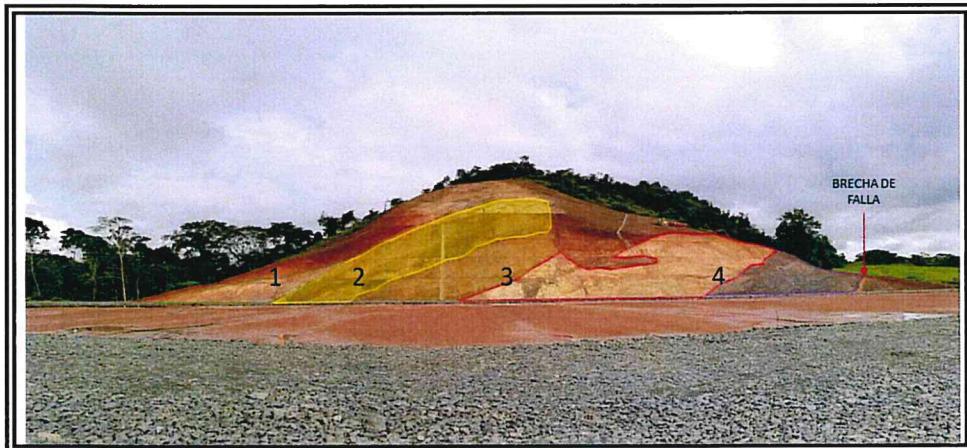


Figura 11: Secuencia estratigráfica levantada por un sistema de falla. Nótese, que los depósitos buzan hacia el oeste con azimut 320. El 1 es el depósito aglomerado brechoso, 2, micro brechas y brechas intercaladas, 3, Tobas y en ocasiones brechas, 4 brechas.

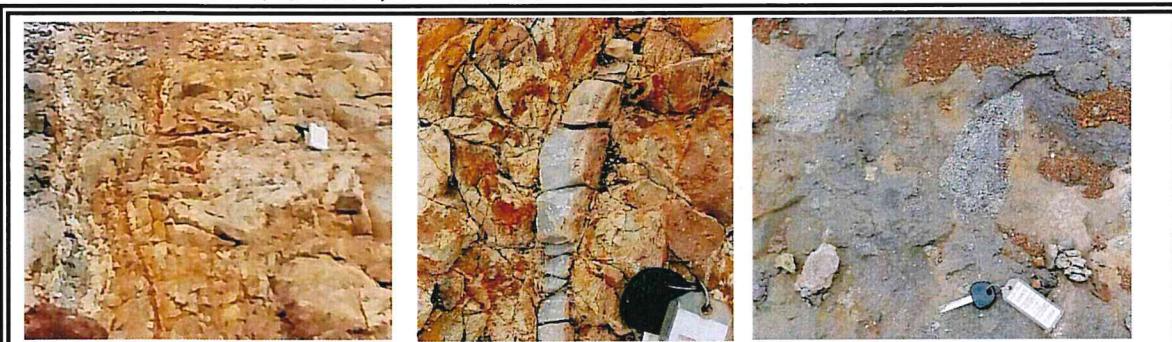


Fig.12: Ilustraciones específicas relacionadas con los depósitos 3 y 4, referidos en la figura 12, con amplio diaclasamiento (agrietamiento sin desplazamiento) dentro del sistema de falla geológica. Nótese: minerales de feldespatos y cuarzo conforme al buzamiento indicado, entre tobas de ceniza colos claro amarillento y brechas volcánicas en matriz de tobas de cenizas alteradas color oscuro marrón-rojizo.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



3 RESULTADOS DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

3.1 CONDICIONES HIDROGEOLOGICAS REGIONALES

Las condiciones hidrogeológicas regionales del área de influencia del Patio de construcción de materiales- Proyecto Línea 3, conforme a lo publicado en el mapa regional hidrogeológico para la provincia de Panamá oeste, escala 1:1,000,000 elaborado por la Autoridad del Ambiente ANAM (1999), reflejan condiciones combinadas de acuíferos freático, confinado y semiconfinado.

En las zonas cercanas, al área de estudio, se observan 3 sistemas acuíferos (ver figura 13), el primero se asocia a sedimentos aluvionales y sedimentos marinos cuaternarios (holocénicos) costeros y/o deltaicos de extensión regional limitada y se representa por materiales no consolidados tales, conglomerados, areniscas no consolidadas, arenas, limos, arcillas y tobas, debido a los cambios granulométricos y al grado de consolidación, la permeabilidad oscila de baja a muy buena, en consecuencia, la producción es muy variable de 5 gpm hasta 220 gpm.

El segundo sistema acuífero, se corresponde con el área de estudio, donde afloran rocas volcánicas terciarias del grupo Cañaza-formación Tucué. Estos se caracterizan por ser **acuíferos fracturados discontinuos**, dichos materiales presentan de baja a moderada permeabilidad, esporádicamente alta permeabilidad, donde los pozos más productivos se asocian a material fracturado, con producciones de 10 a 40 gpm, ocasionalmente se encuentran producciones de 80 a 150 gpm en función del grado de fracturamiento. La calidad hidroquímica potable por lo general es buena.

El tercer sistema acuífero, se asocia a depósitos marinos generalmente del tipo clástico (granular), ocasionalmente del tipo kárstico (calizas). Cuando es del tipo granular, es del orden de arena fina, limo y arcilla. Ocasionalmente se intercalan con rocas volcánicas. La calidad del agua, generalmente es buena.

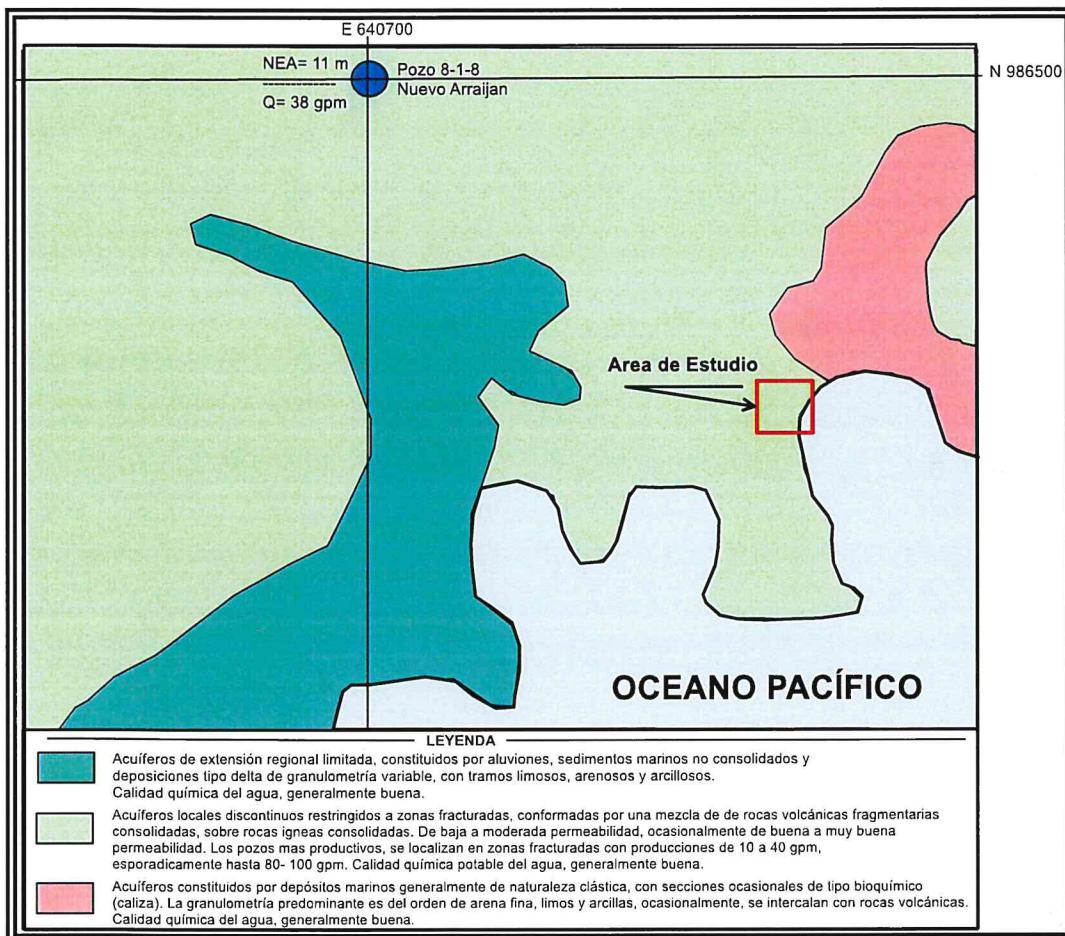


Fig. 13- Segmento Mapa Regional Hidrogeológico -Escala 1:1,000,000 (Fuente: ANAM (1,999))

3.2- ANALISIS E INTERPACION DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES GEOFISICAS

Como herramienta de investigación para fines hidrogeológicos, se aplicó el método geofísico georesistivo a través de tomografías geo eléctricas (ver metodología en numeral 1.3). Previo a lo cual, se realizó el respectivo reconocimiento geológico e hidrogeológico de campo, a fin de fundamentar el trazado de 2 tomografías que captaron la influencia directa de estructuras tectónico-volcánicas, las que fueron corroboradas con las columnas litológicas tanto del pozo exploratorio perforado PPA (numeral 3.3.), como de la pruebas de bombeo practicada a dichos pozo. En la figura 14, se muestra la distribución espacial de los mismas y en el cuadro 1 del numeral 1.3, se muestran las coordenadas de sus puntos centrales y extremos, asociados a la posición de los respectivos electrodos.

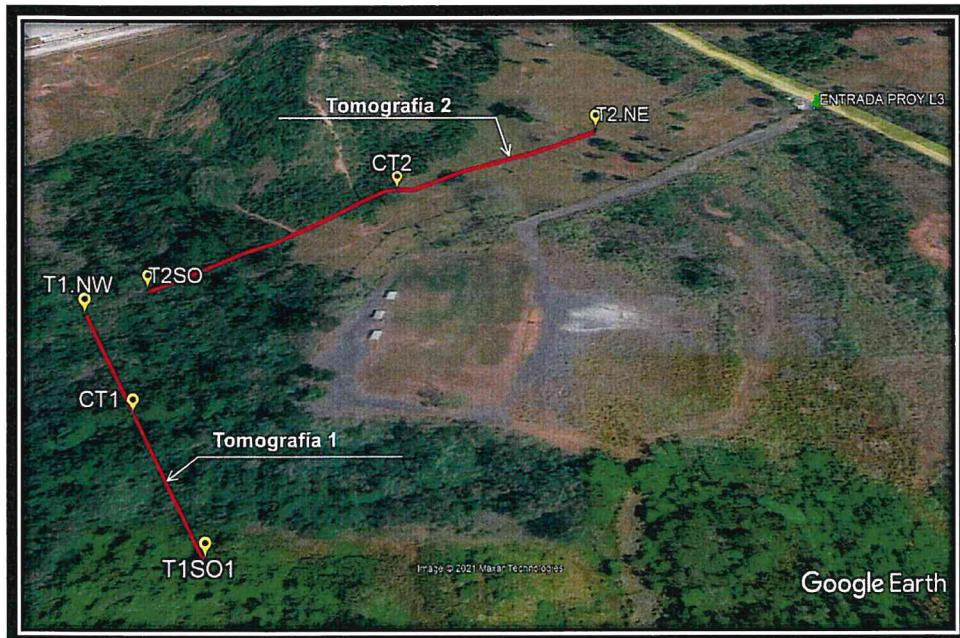


Fig.14- Mapa de localización de las tomografías geoeléctricas 1 y 2.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



Como resultado del procesamiento e interpretación de los perfiles de las tomografías 1 y 2, se resume las siguientes características:

TOMOGRAFÍA 1

En la tomografía 1, se expresan los componentes reflejados en la geología de la zona. En esta tomografía se identifican dos (2) líneas de contacto y correspondiente rupturas o falla geológica local, quasi vertical con buzamiento oeste-norte como se menciona en el numeral 2.4 y figuras 10 y 11, lo cual ha sido corroborado en la tomografía geoelectrica 1 (fig.15), con la correspondiente continuidad en la Tomografía Geoeléctrica 2 (Fig.2).

A continuación, se describe la distribución espacial de geo resistividades y su correlación con las condiciones geológicas observadas en el campo:

- a. La parte superior se corresponde al material de relleno utilizado en el movimiento de tierra del proyecto Línea 3, el mismo se extiende por 170 de los 180 metros de la tomografía, con resistividades que varían de 32 a 130 ohm.m, con extensión quasi horizontal y un espesor variable desde 1 metros en lado sureste a casi 9 metros en el centro de la tomografía 1.
- b. Por debajo del material indicado, se identifica un sistema de falla, subdividido en 3 bloques afectando una misma unidad geológica. Los tres bloques presentan resistividades similares, se diferencian por los espesores, influencia del buzamiento litológico y aparente hundimiento de uno de los bloques. Los valores de resistividad, **en el bloque A**, del lado noroeste de la tomografía 1, en una profundidad de 6 a 14 metros, en una longitud de unos 25 metros y un espesor de 7 a 10 metros, se tiene un cuerpo bajo resistivo de 1 a 10 ohm.m, posiblemente asociado a la influencia de la quebrada pre existente, dicha zonalidad es rodeada por material también con relativo mayor resistividad en el orden de 20 a 32 ohm.metro.

Por debajo del lecho de dicha quebrada, la resistividad indicada registra un espesor de unos 25 metros, asociada a tobas con brechas, en el borde del contacto de falla entre los bloques A y B, a unos 40 metros de profundidad y a unos 20 metros del centro de la tomografía, la resistividad se eleva entre 32 y 62 ohm y posiblemente se asocie una fragmentación de material litológico alterado de la zona fallamiento geológico.



- c. Se observa que, desde la superficie entre los 50 y 125 metros del perfil tomográfico 1 (pasando por el centro), **en la parte superior del bloque B**, por debajo del material de relleno (movimiento de tierra) con espesor de 7 a 10 metros, las resistividades son de 50 a 122 Ω.m.

Se identifica que el bloque B, presenta mayor comportamiento dinámico y aparente hundimiento del mismo, reflejado en un espesor de unos 10 metros con resistividad de 1 a 10 Ω.m. por debajo del material relleno, al que le sub yacen las tobas brechosas alteradas a una profundidad de 22 metros y espesor de 18 metros (profundidad de 40 metros bajo el terreno), mientras que en el bloque A, se encuentra a 14 metros, siempre con la misma resistividad de 20 a 32 Ω.m. (Ohm.m).

- d. Desde la superficie entre los 125 y 180 metros del perfil tomográfico 1, **en la parte superior del bloque C**, el material de relleno (movimiento de tierra) con espesor de 1 a 5 metros, presenta resistividades de 32 a 62 Ω.m. Por debajo del mismo, se identifica que el bloque C, presenta el mismo comportamiento dinámico y aparente continuidad del hundimiento del bloque B, reflejado en un mayor espesor de unos 20 metros del material litológico, con una resistividad en el orden de 1 a 10 Ω.m. por debajo del material relleno.
- e. Si consideramos, la presencia de los bloques A y B, se reflejan 2 estructuras sub verticales del material predominante asociado a tobas con brechas alteradas, donde se identifican 2 alineamientos de ruptura estructural de origen endógeno (tectónico-volcánico (fallamiento geológico). Dicha condición revela que no existe influencia de yacencia litológica quasi horizontal con la profundidad, indicando que el fracturamiento continua con la profundidad.

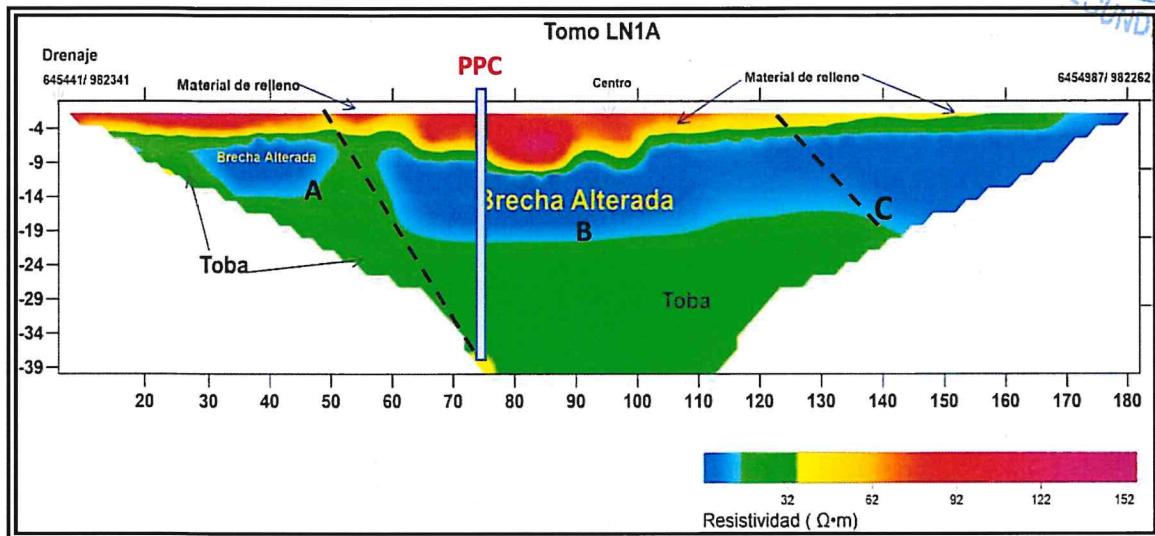


Fig. 15- Interpretación Gráfica de la tomografía geo eléctrica 1 realizada en el área de estudio

TOMOGRAFÍA 2

La tomografía 2, se midió en el sentido perpendicular a la Tomografía 1 en el borde nor-noroeste de la misma, a fin de identificar la respuesta geoeléctrica de continuidad y/o conexión geo resistiva de las estructuras naturales identificadas durante el reconocimiento geológico de campo(Figura 16), cabe mencionar que dicha continuidad se confirma, comparando la parte oeste de la tomografía 2, con la parte nor-noroeste de la tomografía 1, las partes centrales respectivas y la parte este de la tomografía 2 con la parte sur-sureste de la tomografía 1, a partir de lo cual se tiene lo siguiente:

- La parte superior se corresponde al material principalmente de corte utilizado en el movimiento de tierra del proyecto, el mismo se extiende por toda la longitud de 320 metros de la tomografía 2, con resistividades que varían de 20 a 32 ohm.m, asociado a un posible paleocauce de 3- 5 metros de espesor, lleno con material tobáceo y una longitud aproximada de 50 metros, luego en el tramo de 50 a 220 metros del perfil de la tomografía 2, se observa un bajo resistivo de 1 a 10 ohm.m, interrumpido en la parte central en una longitud de unos 18 metros, con incremento superficial de resistividad de 20 a 120 ohm.metros. A nivel superficial hacia el oeste desde los 220 a 320 metros del perfil (tomografía 2), los valores de geo resistividad varían de 20 a 120 ohm.m.

- b. En la tomografía 2, se identifica un sistema de falla, subdividido en 3 bloques afectando una misma unidad geológica, que confirma la continuidad respecto al mencionado de la tomografía 1. Los valores de resistividad, **en el bloque A**, del lado oeste de la tomografía 2, en el tramo de 280 a 300 de distancia del perfil (longitud de 20 m), se corresponde con un cuerpo bajo resistivo de 1 a 10 ohm.m, posiblemente asociado a la influencia de la quebrada pre existente y se corresponde con la secuencia de la tomografía 1.

Dicha zonalidad está rodeada por material con relativo mayor resistividad en el orden de 20 a 32 ohm.metro, asociada a tobas brechosas, a 22 metros de dicha condición se observa un tercer contraste bajo resistivo que pasa del rango de 10- 32 ohm.m, al de 62 – 120 ohm.metro, este tiene una configuración casi vertical, posiblemente debido al efecto de cercanía de la línea de contacto de fallamiento geológico asociado a material fracturado, alterado y fragmentario, lo que implica la expectativa de encontrar una fuente de agua de aceptables condiciones de producción.

- c. **En el bloque B** de la tomografía 2, desde el punto de vista de los valores bajo resistivos en el orden de 1 a 10 ohm.m, dado que del tramo 120 al 140 metros en el perfil, se observa un gradiente quasi vertical, refleja un aparente hundimiento de dicho bloque, asociado a brechas muy alteradas con matriz de ceniza volcánica (material fino- con alta retención de humedad- acuíclido).

En consecuencia, lo mismo ocurre con el material litológico subyacente asociado a tobas de ceniza, más compactas, alteradas y fragmentadas, cuyo factor de porosidad secundaria, refleja mayor capacidad acuífera, en el rango de resistividad entre 32 y 120 ohm.metros, lo cual es más tangible en dos diferentes profundidades del bloque B, aproximadamente en el centro de la tomografía 2, con un posible primer nivel acuífero a los 12 metros (aprox. 40 pies) y un segundo nivel acuífero por debajo de los 56 metros (200 pies). *En la figura 16, se ilustra el perfil de tomografía geo eléctrica 2, donde se proponen los pozos exploratorios PPA y PPB.*

Cabe mencionar que la condición arriba indicada, fue corroborada a través del pozo perforado exploratorio PPA (ver numeral 3.3), cabe recalcar que, aunque a la profundidad de 56 metros (aprox. 200 pies), el material identificado se asocia a un material basáltico-andesítico fragmentado y brechoso (evidente porosidad secundaria), la segunda fuente de agua fue encontrada a la profundidad de 91.5 metros (300 pies), con las mismas características litológicas encontradas a los 56 metros.

Lo que tiene que ver más con las condiciones de recarga y condiciones geométricas del espesor saturado (lecho y techo acuífero), que con el material acuífero indicado.

- d. Como se menciona en el inciso a, en la parte superior del **bloque C**, en los primeros 50 metros se observa un bajo resistivo en el orden de 20 a 32 ohm.m, lo cual se asocia a un paleo cauce observado en uno de los cortes de terreno en el reconocimiento de campo. Por debajo del mismo y hasta los 110 metros del sector este del perfil de tomografía 2, se identificó un bajo resistivo de 1 a 10 ohm.m, lo cual se asocia a tobas de cenizas con brechas con espesor aproximado de 10 a 15 metros, éste yace de forma quasi horizontal, hasta los 110 metros arriba mencionado donde se verifica el contacto del sistema de falla y se produce un cambio en el sentido quasi vertical.

Cabe mencionar que por debajo del material bajo resistivo de 1 a 10 ohm.m arriba indicado, le subyace otro material litológico asociado a tobas de ceniza más compactas y fracturadas, donde la resistividad se incrementa de 32 a 62 ohm.m, hasta la profundidad de 45 metros bajo el terreno y con espesor de 15 a 25 metros.

Dicho material también presenta un contacto de sistema de fallamiento geológico, entre los 110 y 140 del sector este del perfil de tomografía 1, él mismo continua la pendiente y configuración del estrato sobreacente (1- 10 ohm.m), para configurar un cambio de yacencia del sentido quasi horizontal al sentido quasi vertical, lo que corrobora la presencia del sistema de fallamiento mencionado.

- e. Si consideramos, la presencia de los bloques A, B y C, se reflejan 2 estructuras de contacto de fallamiento geológico sub verticales, asociado a material predominante de tobas con brechas alteradas, con aparente hundimiento del bloque B (en el sentido del grado de humedecimiento de dichas estratos rocosos), reflejado en la parte superior con diferentes grados de humedad, compactación y fragmentación. Sin embargo la fragmentación (porosidad secundaria) más tangible se observa en la parte inferior, principalmente con el cambio de litología asociado a rocas basálticas andesíticas fracturadas y alteradas, lo que fue corroborado con la perforación exploratorio del pozo PPA.
- f. Dicha condición revela que no existe influencia de yacencia litológica quasi horizontal continua con la profundidad, indicando que el fracturamiento sigue con la profundidad.

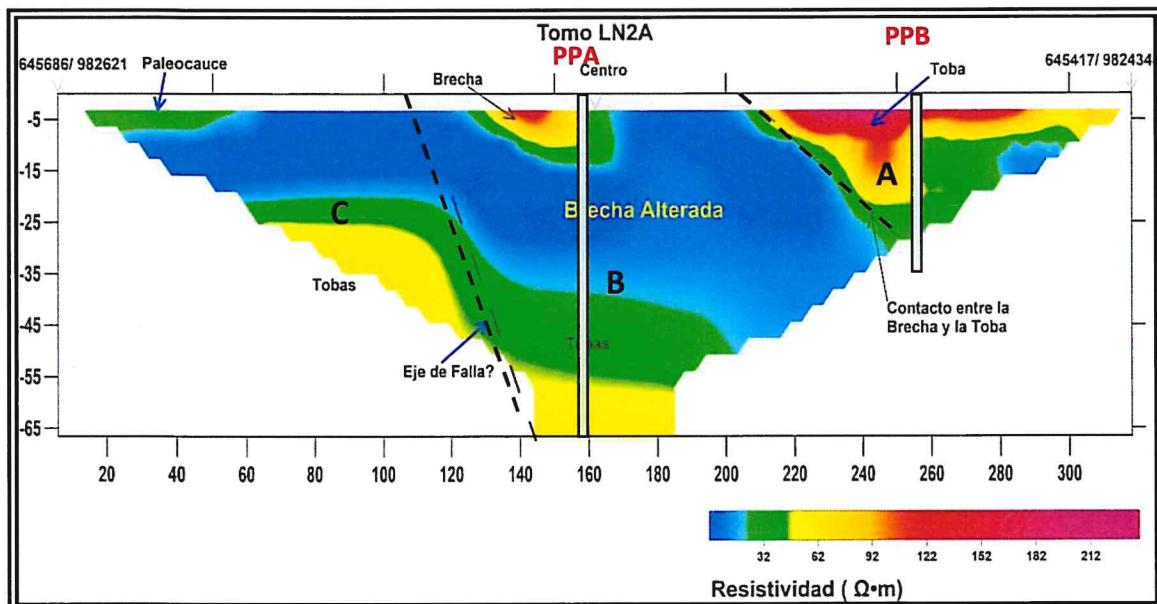


Figura 16. Interpretación de la tomografía geo eléctrica 2, realizada en el área de estudio

Delimitación del área promisoria de agua subterránea

El conjunto morfoestructural, define una morfología volcánica colapsada, con un anfiteatro abierto hacia el suroeste con algunos indicadores de alteración hidro geoquímica, asociados al brechamiento fragmentario con énfasis entre los 200 y 340 pies de profundidad, identificado con el levantamiento geofísico y la perforación exploratoria PPA, cambios de tonalidad y mineralización propia de alteración hidrotermal incipiente. El sistema de falla, presenta controles estructurales generados por un par de fallas (líneas de contacto y/o de ruptura litoestratigráfica (asociado a zonas de recarga preferencial, a través de porosidad secundaria- material fracturado), que definen 3 bloques (A,B y C), todos alterados con énfasis en el bloque B, que define una zona aproximada de unos 200 metros de ancho, en el sentido noreste- suroeste.

El escenario geológico e hidrogeológico observado en el campo e identificado o corroborado a través de la geofísica (tomografías geoeléctricas 1 y 2), permitió establecer el modelo conceptual de la estrategia de prospección del área promisoria de agua subterránea, como se muestra en la fig.17, así como los sitios potenciales tanto de perforación exploratoria PPA (ejecutado), PPB y PPC. *Partiendo de las premisas de efectos de fracturamiento geológico, desde el punto de vista hidrogeológico, se lograron captar dos niveles acuíferos (ver numerales 3.3 y 3.4).*

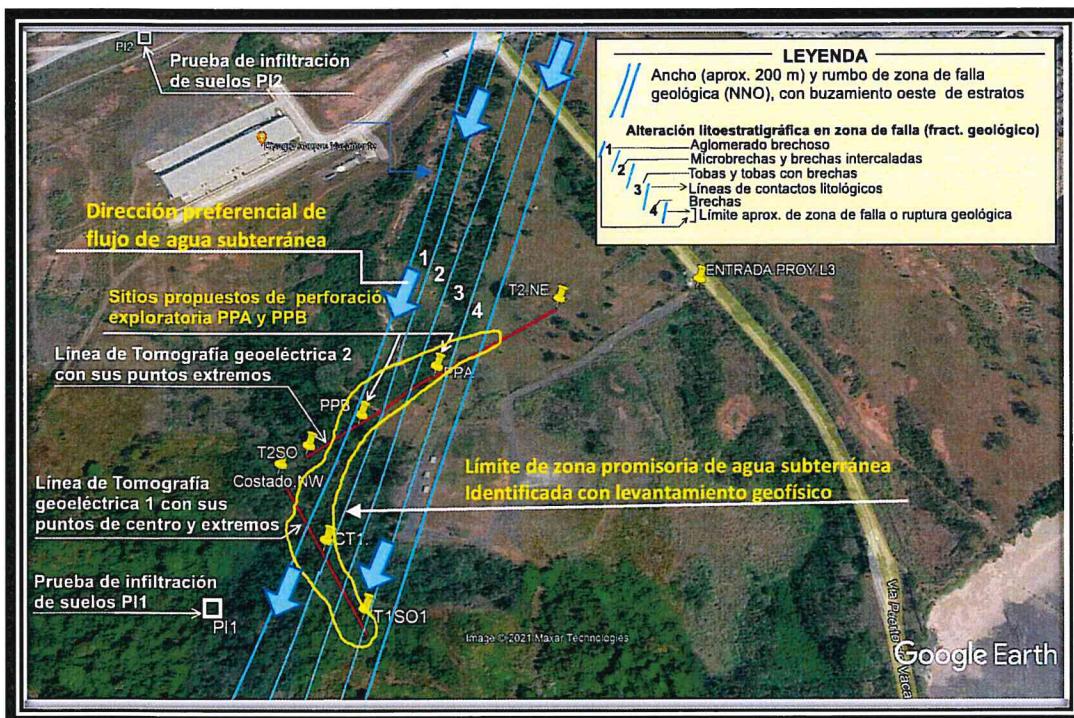


Fig.17- Modelo conceptual estrategia de determinación área de prospección de agua subterránea.

3.3-RESULTADOS DE LA PERFORACION DEL POZO EXPLORATORIO PPA

Del 11 al 13 de octubre del 2021, se realizó la perforación del pozo de exploración (PPA), hasta una profundidad de 250 pies. Se verificó que la **columna litoestratigráfica**, evidencia el efecto de fracturamiento geológico. De arriba hacia abajo, los primeros 10 pies se asocian a un suelo residual limo arcilloso color marrón claro, con fragmentos gravosos, dacíticos.

Luego, desde la profundidad de 10 pies, hasta la profundidad de 30 pies, en las muestras recortes de perforación, se encontró toba de ceniza color claro, con brechas en matriz fina.

Cabe mencionar que en el tramo de 30 - 40 pies (11.3 m), se encontró la primera fuente de agua subterránea (40 pies), con una producción aproximada un poco menor que 10 gpm, entre material de toba de ceniza volcánica compacta y fracturada, color marrón rojizo, con fragmentos de 2 a 10 mm de diámetro.

En el tramo de 40-80 pies, se encontró brecha alterada y fracturada color rojizo, fragmentos de 1 -10 mm de diámetro, en una matriz tobácea fina color gris.

En el tramo de 80 a 160 pies, toba de ceniza compacta y fracturada con fragmentos de 1-10 mm d diámetro, color rojizo- gris, en el tramo de 100 -110, ceniza tobácea color gris.

En el tramo de 160 a 250 pies, se observó un cambio litológico, asociado a material basáltico- andesítico color oscuro, con incremento de fracturamiento y diaclasamiento (agrietamiento, sin desplazamiento) con la profundidad, con clastos de minerales de feldespato cálcico y cuarzo.

Profundización del pozo PPA

Cabe mencionar, que, bajo las condiciones de bajo rendimiento encontrado en el pozo hasta la profundidad de 250 pies, con la evidencia de cambio en el material litológico con énfasis en el tramo de 240 -250 pies, se presentó una propuesta de solicitud de profundización del pozo indicado con la expectativa de encontrar una posible fuente de agua subterránea (segunda fuente) con la profundidad, por lo cual fue aprobado por la gerencia del Proyecto Línea 3, la respectiva profundización de perforación del pozo PPA hasta los 340 pies. ***La solicitud de profundización del pozo se presentó el día 14 de octubre y ésta fue aprobada para iniciar el día 27 de octubre y concluyó el 28 de octubre del 2021.***



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitarios.



Conviene indicar que inicialmente, no se propuso una mayor profundidad (250 pies), en vista que esa fue la profundidad corroborada con el método geofísico, sin embargo, dado que dicho perfil geofísico no marca un lecho de la resistividad de 80-90 ohm.metro a 250 pies, sugiere que la misma continua con la profundidad y con la misma característica, lo que justifica la propuesta de profundización del pozo PPA.

Como resultado de la profundización de la perforación en el pozo PPA, en el tramo de 250 a 260 pies, continua el material basáltico – andesítico color oscuro con incremento de fracturamiento y diaclasamiento (agrietamiento, sin desplazamiento) con la profundidad, con clastos de minerales de feldespato cálcico y cuarzo. Luego en el tramo de 260 a 270 pies, se encontró ceniza tobácea compacta y fracturada con diámetros de fragmentos de 3 a 10 mm, color marrón-rojizo. Mientras que en el tramo de 270 a 340, se observa material litológico basáltico-andesítico color oscuro, fracturado y brechoso con diámetros de 2 a 10 mm, con clastos de minerales de feldespato cálcico, cuarzo y esporádicamente de clorita (color verdoso). Cabe mencionar que a la profundidad de 300 pies, se encuentra una segunda fuente de agua subterránea, lo que también se asocia a un acuífero de porosidad secundaria.

En las figuras de abajo (Fig. 18 y 19), se ilustran muestras representativas del tramo de 10-50 pies bajo el terreno y del tramo 260 a 300 pies bajo el terreno, en los cuales se identifica el cambio litológico asociados al afloramiento de las dos fuentes de agua subterránea identificadas a 40 y 300 pies respectivamente. En anexos, se presenta el resto de tramos muestreados a cada 10 pies.



Figuras 18 y 19, tramos de muestras litológicas representativas, nótese los materiales del tramo de 40 pies (figura 10), asociado a ceniza tobacea compacta y fracturada alterada color rojiza-marrón, la misma se asocia a la primera fuente de agua subterránea identificada. Mientras que en la fig.11, el tramo de 300 pies, presenta el material basáltico-andesítico color oscuro, tambien fracturado con fragmentos de 2 -10 mm, con clastos de feldespato calcico y cuarzo, el mismo se asocia a la segunda fuente de agua subterránea del acuífero local, cabe mencionar que el mismo tipo de litología se observó entre los 250 y 260 y entre 270 - 340 pies.

Segundo y tercer pozos de perforación exploratoria PPB y PPC

A fin de incrementar la producción de agua subterránea, se propuso la perforación de dos pozos exploratorios adicionales PPB y PPC, los cuales se ilustran en la fig. 20, de donde el pozo **PPB** presenta las *Coordenadas Este 645470, Norte 982469 a 100 metros al suroeste del pozo PPA* y el pozo **PPC** tiene las coordenadas *Este 645435, Norte 982348, localizado a 126 al suroeste del pozo PPB*.

Los argumentos técnicos geológicos e hidrogeológicos y su relación con los valores georesitividades (analizado en conjunto con el grupo geofísico), se asocian a los contactos litológicos, verticalidad del buzamiento y posible conexión hidráulica con la quebrada pre existente. La ejecución de dicha propuesta de perforación quedó pendiente, en función de la autorización de la empresa HPH- Proyecto Línea 3.

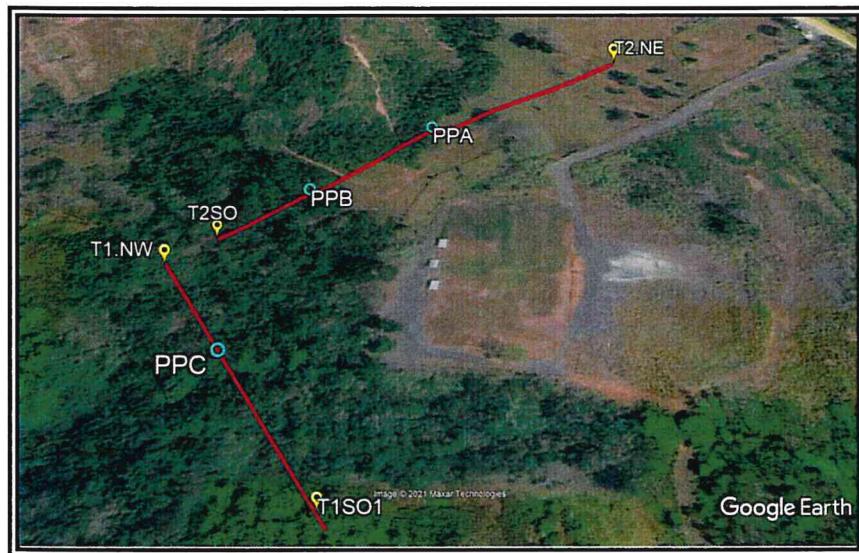


Fig.20- Segundo y terceros sitios de perforación exploratoria PPB (Coordenadas Este 645470 y Norte 982469) y PPC (Coordenadas Este 645423 y Norte 982348).

3.4 RESULTADOS PRUEBAS DE BOMBEO Y RENDIMIENTO DEL ACUÍFERO

De acuerdo a la programación inicial, la prueba de rendimiento o de bombeo del pozo PPA se debió iniciar el 14 de octubre, sin embargo, en vista de la insuficiente producción observada de forma preliminar (menor que 6 gpm), para las condiciones de la profundidad inicial programada de 250 pies, ésta se postergó. Luego de la aprobación de la propuesta de profundización del pozo PPA hasta la profundidad de 340 pies y la respectiva ejecución del 27 al 28 de octubre del 2021, con la misma, se identificó la aparición de una segunda fuente de agua subterránea a la profundidad de 300 pies y luego de algunos inconvenientes técnicos, se reprogramó el inicio de la prueba de rendimiento (pozo PPA de 340 pies de profundidad), el día 1 de noviembre.

Como resultado de la prueba de rendimiento practicada el 1 de noviembre en el pozo exploratorio PPA, con bomba de 2 HP, con capacidad para 35 gpm, inicialmente se bajó la bomba a 180 pies bajo el terreno, con un bombeo de 30 gpm, al ver que el nivel dinámico descendió rápidamente a más de 120 pies, se detuvo dicho ejercicio y se optó por bajar la bomba hasta los 300 pies bajo el terreno, se esperó la recuperación del nivel original y se inició la prueba con 15 gpm, desde las 10 am hasta las 4 pm (6 horas de bombeo), de lo cual se resume lo siguiente:

- El nivel estático fue de 5 pies bajo el terreno.
- Se observó un rápido descenso del nivel dinámico, después de las primeras 2 horas éste había descendido a 280 pies, luego al final de la prueba quedó estabilizado en 295 pies, para un abatimiento de 290 pies (88.41 m), con un caudal promedio de 11 gpm.
- Lo anterior implica que de 335 pies de columna de agua disponible (acuífero confinado), el descenso arriba indicado, representa el 86.56 %, lo que refleja un muy bajo rendimiento, equivalente a una **capacidad específica de 0.052 gpm/pie de descenso**.
- De acuerdo a Krasny J. (1993), la capacidad específica indicada, se clasifica como de baja capacidad específica y se corresponde con una **baja transmisividad inferior a 10 m²/día**.
- En conclusión, es posible aprovechar dicho pozo con un caudal inferior a 15 gpm, **aplicando una producción promedio de 10 gpm, con un régimen menor a 24 horas x día (8 a 10 horas/día)**, a fin de que permita la recuperación de los niveles de agua subterránea, colocando la bomba (2 a 3 HP) a una profundidad no menor que 325 pies bajo el terreno.

En las figuras del 21 al 23, se ilustran diferentes momentos de la ejecución de la prueba de rendimiento del pozo exploratorio PPA.



Fig.21, 22 y 23- Proceso de instalación del equipo de bombeo y proceso de bombeo a 15 gpm, en el pozo exploratorio PPA.

3.5- HIDRODINÁMICA DEL ACUÍFERO LOCAL E INVENTARIO DE POZOS

Con base en las observaciones de campo con enfoque hidrogeológico (numeral 2.4), la interpretación de los resultados de las mediciones geofísicas (numeral 3.2), la columna litoestratigráficas del pozo exploratorio (PPA)(numeral 3.3) y los resultados de la prueba de bombeo realizada (numeral 3.4), así como del inventario de pozos – (ver cuadro 2), se definió y verificó con certeza el área promisoria de prospección de agua subterránea, ilustrada en la fig.17.

Con base en los datos específicos de niveles estáticos de los 4 pozos más cercanos inventariados (cuadro 3), ***se concluye que dichos pozos no tienen ninguna conexión hidráulica con el pozo exploratorio PPA***, en vista que éste último es un pozo que capta ***un acuífero confinado influenciado directamente por el sistema de recarga preferencial condicionado por el sistema de fractura geológica previamente identificado***. Cabe mencionar que, de las dos fuentes de agua subterránea captadas, la menos profunda es alimentada por la microcuenca local y la mas profunda por microcuenca externas a través del sistema de fractura indicada, cuya dinámica se ilustra en la figura 17.

Cuadro 2- Inventario de pozos en el sector aledaño al área del Patio de materiales de construcción proyecto Línea 3.

Lugar	Pozo	Elevación (msnm)	Coordenadas UTM(WGS-84)		Profundidad de agua subterránea (m bajo el terreno)	Carga hidráulica (msnm)
			Este	norte		
Cantera Vacamonte	PCV	44	644764	982518	9**	35
Arenera Balboa	PAB1	28	645395	980761	12.44	15.56
	PAB2	23	645376	980799	7.8	15.2
	PAB3	20	645366	980690	6.25	13.75
Patio de Materiales de construcción- Proyecto Línea 3	PPA	14* (9)	645547	982524	1.52	7.48

*Elevación aprox. previa al movimiento de tierra, (9)- elevación aprox. después del movimiento de tierra (corte).

** Comunicación verbal de trabajadores, la gerencia Cantera Vacamonte no autorizó la medición *in situ* de la profundidad del agua en el pozo PCV.



Fig.24 y 25 - Pozo PAB1 y PAB3 - Arenera Balboa



Fig.26 y 27 - Pozo PAB2- Arenera Balboa

3.6- INFILTRACIÓN DE SUELOS Y EVALUACIÓN DE LA RECARGA DEL ACUÍFERO LOCAL

Evaluación de la recarga¹

La evaluación de la recarga natural al agua subterránea se ha realizado principalmente con base al efecto de los suelos y el ciclo hidrológico como mecanismos reguladores, en los cuales juega un rol importante la precipitación, la evapotranspiración, la pendiente topográfica, la textura de suelos y profundidad de raíces (profundidad máxima, donde ocurren los cambios de humedad por efecto del consumo de las raíces. El método aplicado para la realización del balance hídrico de suelos, es el de Penman- Grindley, para lo cual se ha utilizado un programa de hoja electrónica (Rodríguez, 1990). Una explicación del método indicado y la fuente de la información aplicada, se menciona en el numeral 1.3 (Metodología).

¹ El concepto de recarga natural, se entiende como la infiltración del agua de lluvia que llega hasta el nivel de agua subterránea o el volumen de agua que infiltra que no es retenido por la capa superficial del suelo y logra alcanzar o alimentar el acuífero subterráneo.

Resultados de Pruebas de Infiltración de suelos

En las figuras 17 y 31, se ilustra la ubicación de las pruebas de infiltración realizadas en suelos franco-arcillosos y arcillosos, como resultado se obtuvo una variación entre 15.53 mm/hora y 5.28 mm/hora respectivamente, para un promedio de 11.1 mm/hora (266.4 mm/día), la que se considera **una tasa de infiltración baja**. En las figuras 27 y 29, se ilustran los gráficos respectivos de las pruebas de infiltración realizadas. La base de datos se presenta en anexos.

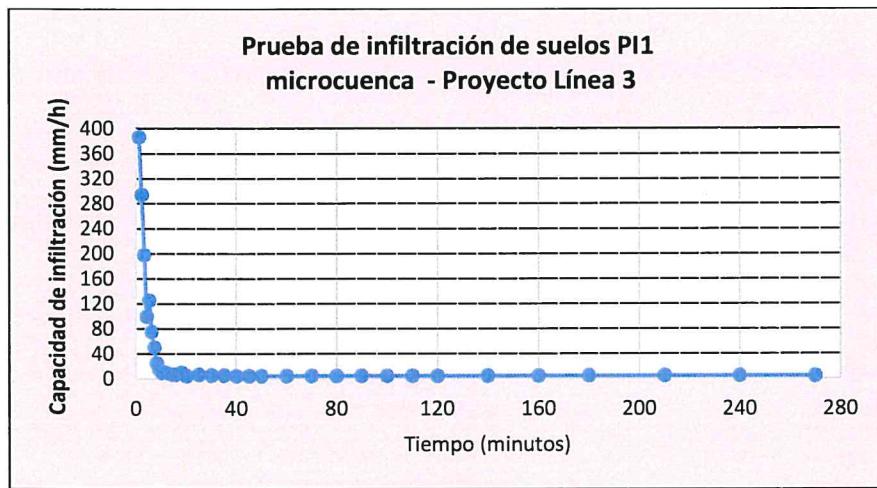


Fig.27- Prueba de infiltración de suelo (PI1), $F_c= 5.28 \text{ mm/hora}$

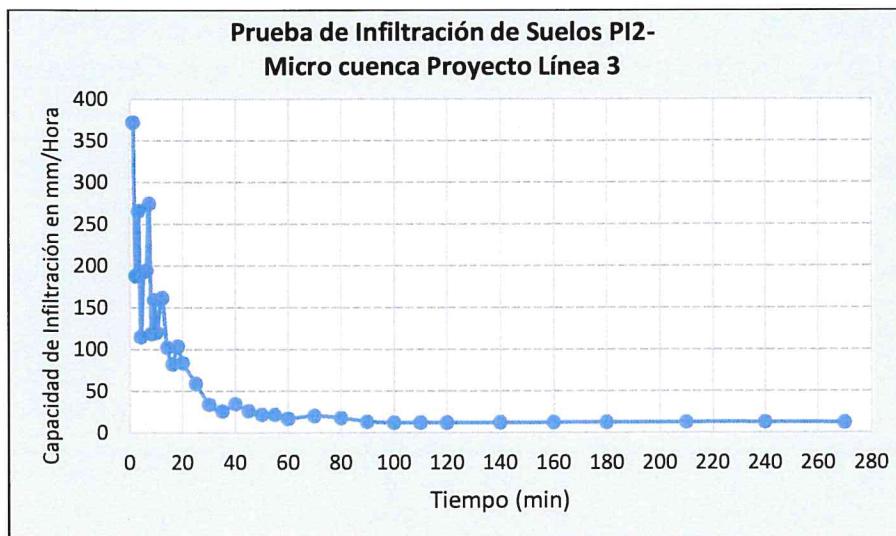


Fig.28- Prueba de infiltración de suelo (PI2), $F_c= 12.5 \text{ mm/hora}$

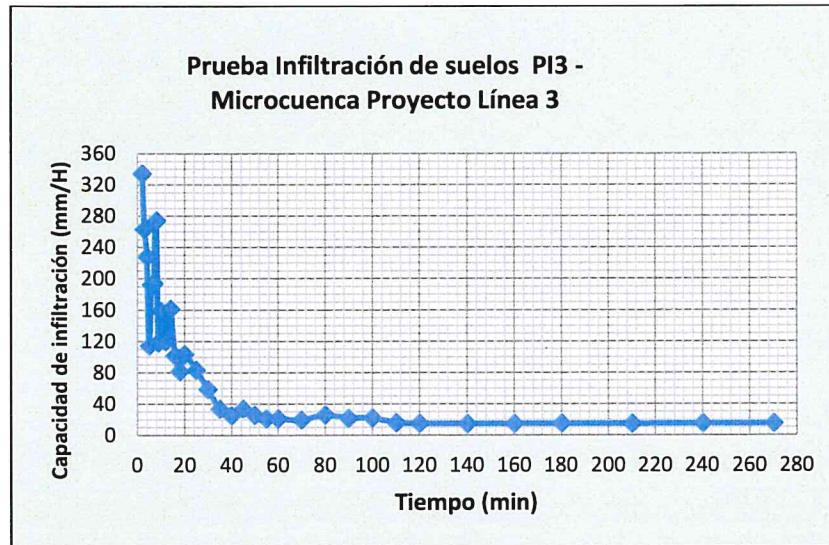


Fig.29- Prueba de infiltración de suelo (PI3), $F_c = 15.53 \text{ mm/hora}$

Resultados de la Evaluación de la Recarga Natural

Como resultado de la evaluación de la recarga natural al acuífero local, se tiene que anda en el orden de **202 mm/año** y es el **13.2 %** de la precipitación media anual de **1,530 mm/año**.

En el cuadro 3 y Fig. 30, se presenta el resultado de la evaluación de balance hídrico de suelos y la recarga respectiva al acuífero como estimación promedio a nivel de la microcuenca local, por lo tanto no toma en cuenta eventos picos. De donde, se tiene que la recarga ocurre en los meses de agosto a noviembre con 9.5, 49.37, 100.11 y 42.88 mm respectivamente para un **promedio anual de recarga natural de 202 mm**, como se indica arriba, equivalente a un 13.2 % de la precipitación promedio anual (1,530 mm).



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



Del proceso de cambio en los volúmenes de transferencia de agua, la precipitación que infiltra, presenta la menor lámina de agua en febrero con 7.61 mm y la mayor en octubre con 199.31 mm, en consecuencia la precipitación que infiltra (P_i), representa el 69.21 % (1059 mm) de la precipitación media anual (1530 mm). La escorrentía promedio anual presenta un valor de 471 mm correspondiente a un 30.8 % respecto a la precipitación media anual (1530 mm), ésta presenta los valores mínimos de lámina de agua en la época seca en un rango de 2.46 mm en febrero y 2.77 mm en marzo, mientras que en la época lluviosa oscila de 52.97 mm en mayo a 88.69 mm en octubre.

En cuanto a la evapotranspiración real (ETR) promedio anual, presenta un valor de 850 mm correspondiente a un 55.55 % respecto a la precipitación media anual (1530 mm), ésta presenta los valores mínimos de lámina de agua en la época seca en un rango de 22.72 mm en marzo a 20.96 mm en abril, mientras que en la época lluviosa el dicho rango oscila de 61 mm en Mayo a 104.5 mm en Agosto. Si comparamos la Evapotranspiración potencial (ETP) con la Evapotranspiración real (ETR), se observa que generalmente la primera es mayor con énfasis en la época seca y a medida que entra a la época lluviosa, dicha diferencia disminuye gradualmente, probablemente se debe a la cantidad de humedad disponible relacionada con la sobre saturación de los suelos en dichos meses.

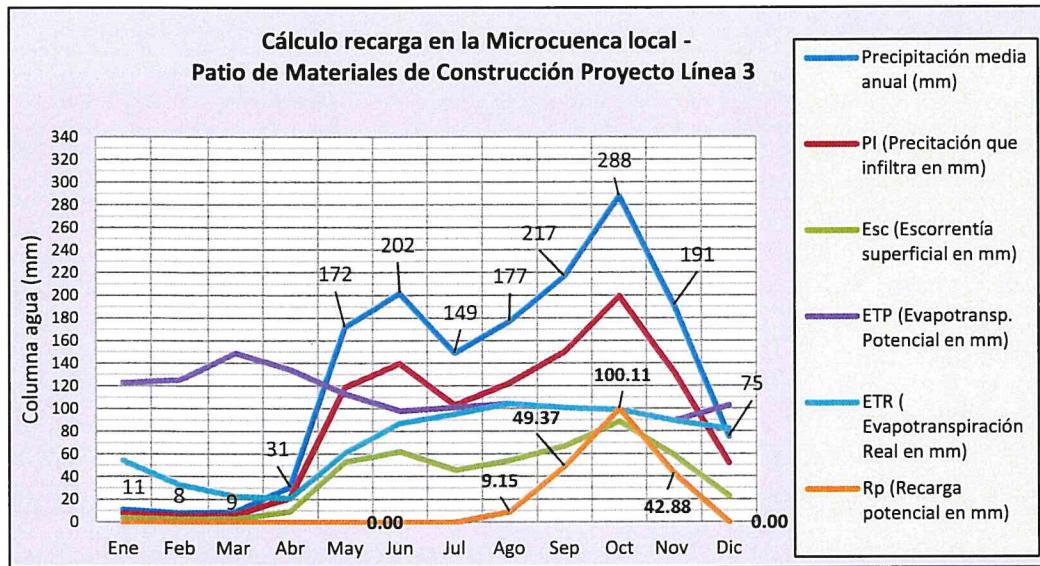


Fig.30- Balance Hídrico de suelos- Recarga natural en la microcuenca local

Cuadro 3- Balance Hídrico de suelos en la microcuenca local- área Patio de Materiales de Construcción Proyecto Línea 3

Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
P (mm)	11	8	9	31	172	202	149	177	217	288	191	75	1530
Pi (mm)	7.61	5.54	6.23	21.45	119.03	139.79	103.11	122.49	150.17	199.31	132.18	51.90	1059
ESC (mm)	3.39	2.46	2.77	9.55	52.97	62.21	45.89	54.51	66.83	88.69	58.82	23.10	471
ETP (mm)	122.8	125.4	148.7	134.3	113	98	101	104.5	100.8	99.2	89.3	103	1340
HSi (mm)	0	243.29	215.99	199.50	200.00	258.02	310.74	318.76	327.60	327.60	327.60	327.60	
HD (mm)	121.2	1	72.42	45.82	44.55	142.63	221.42	237.46	264.85	301.37	350.51	283.38	203.10
ETR (mm)	290.0	54.32	32.83	22.72	20.96	61.00	87.07	95.10	104.50	100.80	99.20	89.30	850
HSf (mm)	243.2	9	215.99	199.50	200.00	258.02	310.74	318.76	327.60	327.60	327.60	297.21	
DCC (mm)	84.31	111.61	128.10	127.60	69.58	16.86	8.84	0.00	0.00	0.00	0.00	30.39	
Rp (mm)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.15	49.37	100.11	42.88	0.00	202
% Recarga													13.2



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



Suelo- Localización: Micocuenca local- Patio de materiales de construcción Proyecto Línea 3

Textura de Suelo: Franco-arcilloso y arcilloso

fc(mm/d): 266.4 Por peso

I (%): 0.69	%	mm
-------------	---	----

DS (g/cm³): 1.26	CC- 26	327.6
------------------	--------	-------

PR (mm): 1200	PM- 14	176.4
---------------	--------	-------

HSi (mm): 184.12	RAD- 12	151.2
------------------	---------	-------

Simbología

fc: Capacidad de Infiltración.

P: Precipitación Media Mensual.

I: Infiltración.

Pi: Precipitación que infiltra.

CC: Capacidad de Campo.

ESC: Escorrentía Superficial

PM: Punto de Marchitez.

ETP: Evapotranspiración Potencial.

PR: Profundidad de Raices.

ETR: Evapotranspiración Real.

RAD (CC-PM): Rango de Agua Disponible.

HSi: Humedad de Suelo Inicial.

DS: Densidad de Suelo.

HD: Humedad Disponible

HSf: Humedad de Suelo Final.

DCC: Déficit de Capacidad de Campo.

Rp: Recarga Potencial

Cálculo recarga natural total al acuífero local

Con base a la estimación de la recarga anual y al área estimada de la red de flujo subterráneo, se calculó el volumen de la Recarga anual con la siguiente fórmula:

$V=(Rx A)/1000$, donde:

V: Volumen de recarga anual en millones de metros cúbicos anuales (MMA)

R: Lámina de recarga anual por precipitación (mm/año)

A: Área de influencia **ARN** (Km²)- con base a la Micocuenca modificada antrópicamente (AT).

El área de recarga natural asociada a la micocuenca AT, **se encuentra fuertemente modificada por el emplazamiento de infraestructuras** principalmente debido a la Cantera Vacamonte, la carretera local, las estructuras de drenajes (cauces revestidos) y la misma obra a emplezr del proyecto línea 3 (Patio de Construcción de Materiales), que reducen el área total de la micocuenca modificada antrópicamente y la permeabilidad de los suelos a cero debido al área techada y de rodamiento revestido, que pasan a la escorrentía superficial principalmente (ver figura 31).

En la figura 31, se ilustra el área de recarga natural (ARN) del acuífero local igual a 0.92 km^2 , asociada al área total modificada antrópicamente (AT), la misma es igual a AT, menos la suma de las áreas A1 de la Cantera Vacamonet y el 51 % del área A2 del patio de materiales de construcción-proyecto Línea 3, de donde $(ARN)= 1.11 - (0.043 + (0.289 * 0.51)) = 0.92 \text{ km}^2$

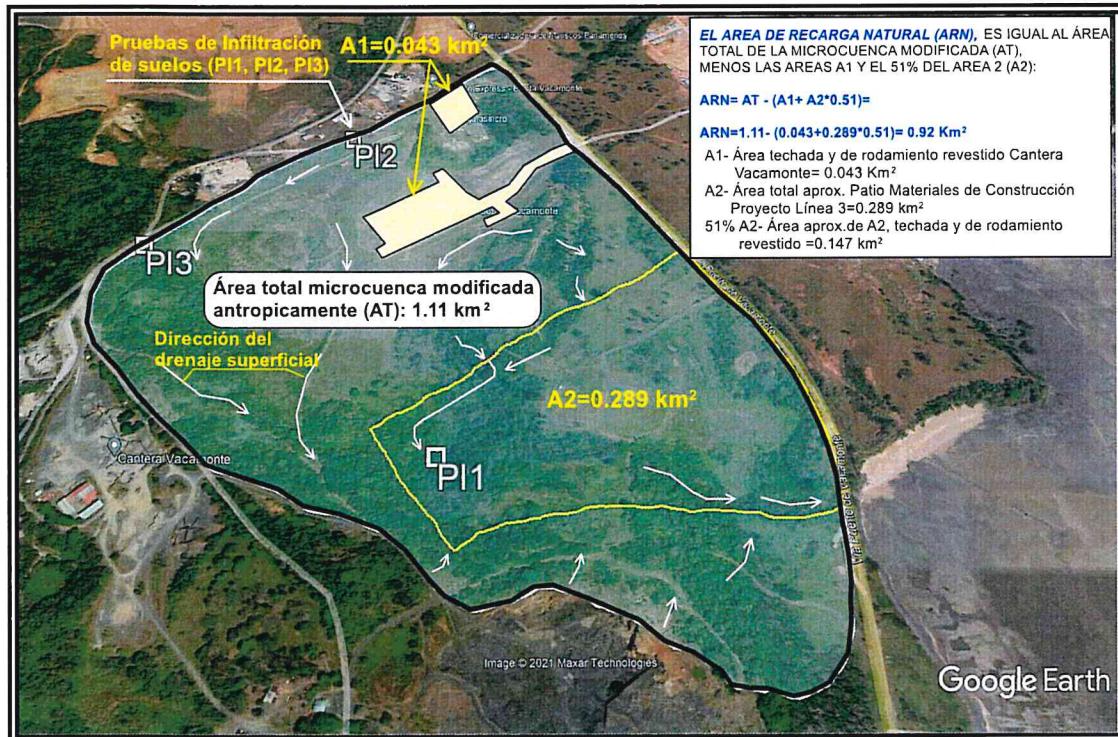


Fig.31- Área de recarga natural de la microcuenca modificada antrópicamente= 0.92 km^2

Tomando en cuenta el área de recarga natural de la microcuenca modificada antrópicamente igual a **0.92 Km^2** , se tiene una recarga natural de **185,840.0** (ciento ochenta y cinco mil, ochocientos cuarenta metros cúbicos por año (MCA)) o **93.42 gpm**, lo cual se ilustra en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Recarga natural al acuífero local en el área de influencia microcuenca modificada antrópicamente (AT)– Patio de materiales de construcción Proyecto Línea 3

Descripción	Zona de recarga	Área (Km ²)	Recarga (mm/año)	Volumen Anual (MCA)	MCD	gpm
Recarga Natural (microcuenca AT)	1	0.92	202	185,840.0	509.15	93.42
Total Area de influencia		0.92	202	185,840.0	509.15	93.42
<i>MCA- Metros cúbicos anuales, MCD- Metros cúbicos por día</i>						

En el siguiente cuadro (5), se ilustran la ubicación, los códigos de las pruebas (PI1, PI2 y PI3), las coordenadas respectivas, con algunas fotos ilustrativas.

Cuadro 5- Códigos, coordenadas e ilustración fotográfica de las pruebas de infiltración de suelos

Código/fecha	Coordenadas UTM		Documentación fotográfica			
	Este	Norte				
PI1/30/09/2021	645352	982266				
PI2/ 01/10/2021	645099	983059				
PI3/ 02/10/2021	644756	982722				



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



3.7 EVALUACIÓN DEL BALANCE HIDRICO DEL ACUÍFERO LOCAL

A fin de estimar el balance hídrico del sistema de agua subterránea en el área de influencia del Patio de materiales de construcción Proyecto Línea 3, se compararon las **entradas y salidas del sistema acuífero local**, mediante la siguiente relación:

D=R-E, donde:

D: Disponibilidad de agua subterránea

R: Recarga o entradas al acuífero.

E: Extracciones por bombeo

Las entradas al sistema acuífero están conformadas por La Recarga natural originada por la infiltración de la precipitación a través de los suelos (**no considera recargas preferenciales a través de fracturamiento geológico**), las salidas están constituidas por bombeo o extracciones. Para la estimación de las extracciones a través de pozos en la , se considera la proyección de 70 gpm, para un total de **381.5 m³/día**.

Como resultado de lo arriba indicado, se tiene que las entradas al sistema acuífero local, son de **509.15 m³/día**, mientras que las salidas por extracción de pozos (proyectado) según la demanda del proyecto L3, se estiman en **381.5 m³/día (70 gpm)**, lo que representa un excedente de 127.65 m³/día (23.42 gpm), equivalente al 25.33 % de las entradas al sistema(ver cuadro 6).

Cuadro 6- Balance hídrico subterráneo en el acuífero local- Patio de Materiales de construcción Proyecto Línea 3

PARAMETRO	Acuífero local Finca Guzmán	
	(m ³ /día)	Total (m ³ /día)
Recargas:		
Recarga Natural	509.15	509.15
Entradas		
Pozos: 2 o 3 (proyectados)	381.5	381.5
Salidas		
Excedente (+)		127.65



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



- Aunque la condición de recarga natural a través de la infiltración de suelos presenta un excedente de 127.65 m/día (23.42 gpm) respecto a la demanda del proyecto Línea 3 en el patio de Materiales de construcción, se considera que la fuente adicional de recarga al agua subterránea procede principalmente de la recarga preferencial a través de fracturamiento de los alineamientos geológicos y éstos a su vez mantienen conexión hidráulica con microcuencas externas localizadas al noreste del área de estudio (ver resultados del pozo exploratorio PPA (Numeral 3.3).

3.8 PROPUESTA DE UBICACIÓN Y DISEÑO PRELIMINAR DE POZOS PERFORADOS.

De acuerdo a los resultados de las actividades de campo y análisis del modelo conceptual de la estrategia de prospección de agua subterránea, que se han mencionado en los numerales del 3.1 al 3.8, que enmarcan los aspectos geológicos e hidrogeológicos, se propusieron 2 pozos exploratorios (PPA y PPB- informe de avance), de los cuales se ejecutó el pozo PPA.

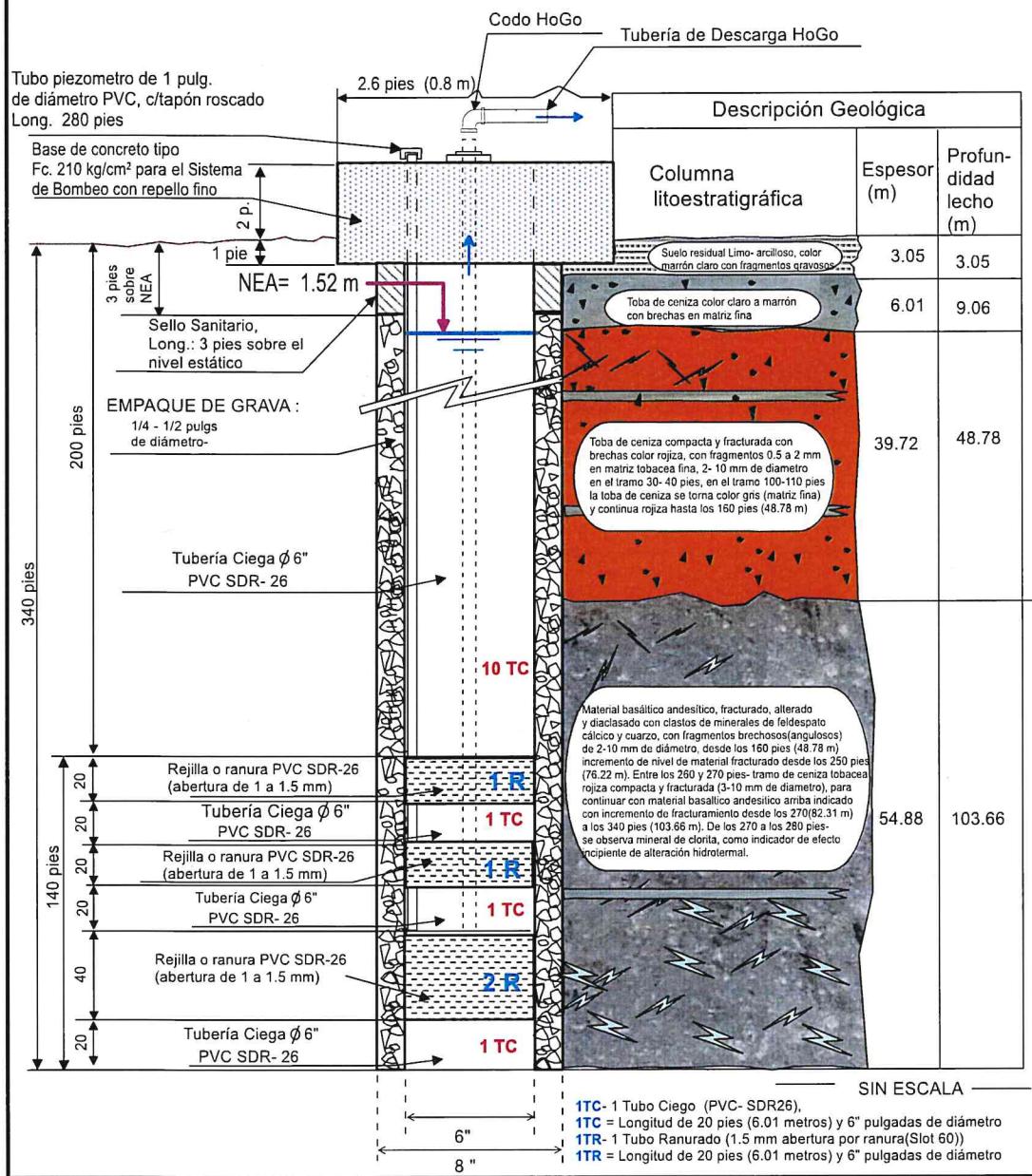
Con una expectativa promedio de producción de 70 gpm, aunque las condiciones de variabilidad en cuanto a frecuencia, densidad y tamaños de fractura con saturación de agua subterránea, en este tipo de condiciones naturales dichas producciones pueden variar entre 5 y 80 gpm, por lo cual se recomienda continuar con la perforación del pozo PPB y en el caso de no alcanzar la demanda proyectada perforar un tercer pozo PPC.

La ubicación de los pozos arriba propuestos, se muestran en la fig.20, con la siguiente codificación, **PPA, PPB y PPC**. En la figura 32 se ilustra el diseño propuesto del pozo PPA con base a los resultados obtenidos y en la figura 33, se proponen los diseños típicos preliminares de los 3 pozos perforados propuestos y sus coordenadas (PPA, PPB y PPC).



DISEÑO POZO PERFORADO EXPLORATORIO PPA

Identificación: PPA	Lugar: 5 kms Sur de Vacamonte. Proy. Línea 3	Distrito: Chorrera, Provincia: Panamá Oeste		
	Coordenadas UTM-(WGS-84)	Método de Perforación: Rotativo con Sistema de aire		
Empresa Perforación: Hidroperforaciones del Istmo S.A.	Este: 645547	Norte: 982524	Perforador:	Supervisor: Ing. Ricardo Quintero
Fecha de Perforación:				
Elev. aprox. Terreno: 9 msnm (PPA)	(NEA): 1.52 m	Prof. Total Pozo: 340 pies(103.66 m)		



En la fig. 32, se muestra el diseño preliminar del pozo exploratorio PPA.



DISEÑO TÍPICO PRELIMINAR DE POZOS PERFORADOS PPA, PPB y PPC

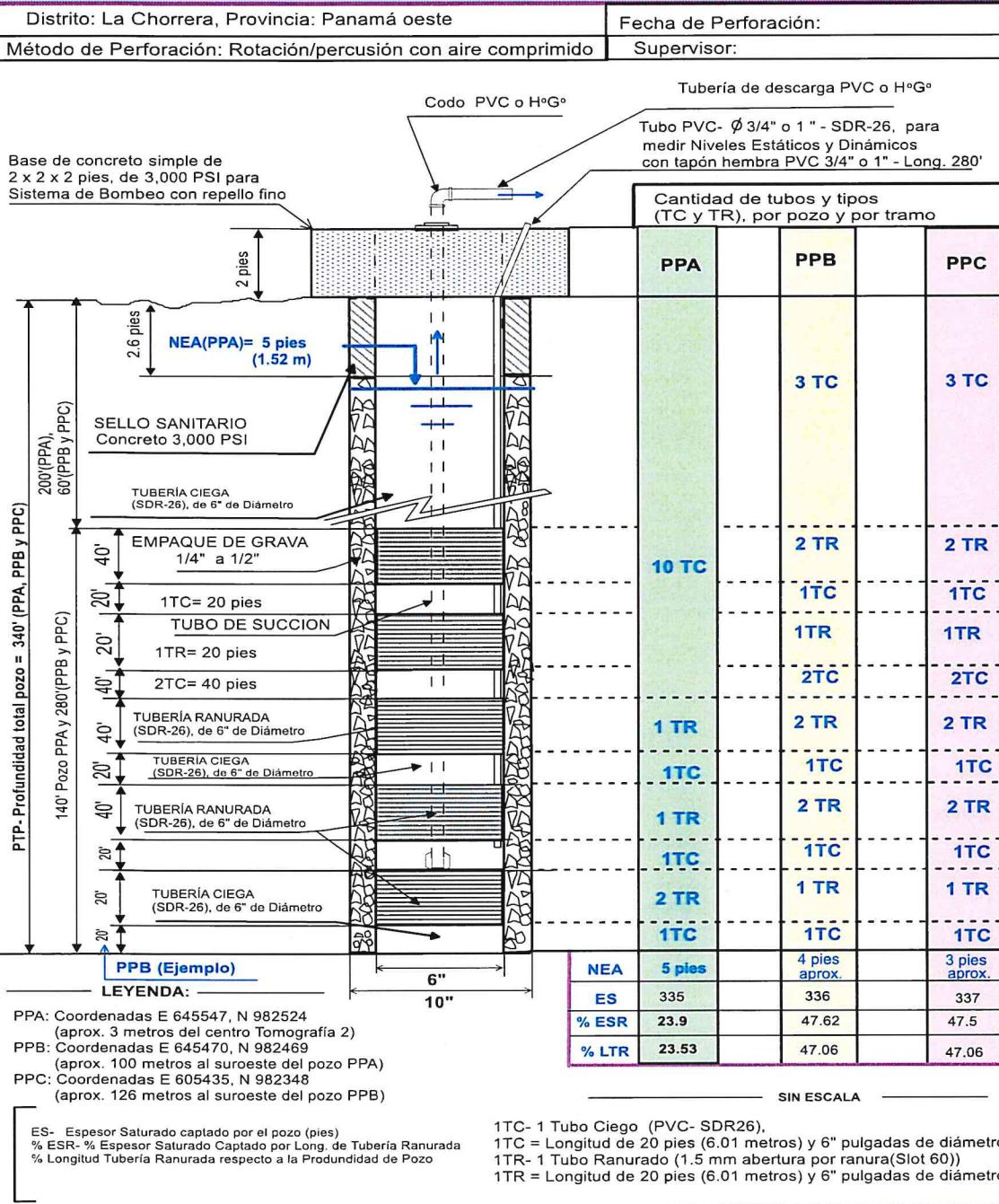


Fig.33- Esquema de diseño típico preliminar de pozos productivos propuestos PPA, PPB y PPC



4- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

MODELO DE CONCEPTUAL DE FUNCIONAMIENTO DEL ACUÍFERO LOCAL

- ✓ El material acuífero en el terreno del Patio de Materiales de Construcción Vacamonte- Proyecto Línea 3, se asocia a rocas volcánicas del grupo Cañazas, de la formación geológica Tucué (TM-CATu). Dicha formación está representada por andesita, basalto, lavas, brechas, aglomerados, tobas de ceniza con brechas.
- ✓ A nivel local, se observaron evidencias de un intenso escenario tectónico y volcánico, con predominio de tobas de cenizas brechosas en la parte superior y de basalto andesítico fracturado y alterado en la parte inferior. lo cual marcó una geomorfología de alto nivel de fracturamiento geológico y/o diaclasamiento (grietas sin desplazamiento, con alteración endógena (alteración hidrotermal y mineralización), reflejado por la presencia de cuarzo, feldespato cálcico y clorita principalmente.
- ✓ El acuífero captado, tiene carácter confinado, dado que aunque se encontraron dos niveles acuíferos a 40 y 300 pies bajo el terreno, las profundidades de agua subterránea bajo el terreno ascendieron a 5 pies bajo el terreno.
- ✓ Las cargas hidráulicas, asociadas a los pozos más cercanos, son de 35 msnm en el sector de la Cantera Vacamonte (elevación del terreno 44 msnm), mientras que en el sector de la Arenera Balboa localizada unos 2 kms al suroeste del área de estudio varían de 13.75 a 15.56 msnm, con elevaciones del terreno entre 20 y 28 msnm.
- ✓ Con base en los datos de los 4 pozos más cercanos inventariados, **se concluye que dichos pozos no tienen ninguna conexión hidráulica con el pozo exploratorio PPA**, en vista que éste último es un pozo que capta **un acuífero confinado influenciado directamente por el sistema de recarga preferencial condicionado por el sistema de fractura geológica previamente identificado**.
- ✓ De acuerdo a los resultados de las pruebas de bombeo realizadas en el pozo exploratorio PPA, se observó un rápido descenso del nivel dinámico, después de las primeras 2 horas éste había descendido a 280 pies, luego al final de la prueba quedó estabilizado en 295 pies, para un abatimiento de 290 pies (88.41 m), con un caudal promedio de 11 gpm.

- ✓ Lo anterior implica que de 335 pies de columna de agua disponible (acuífero confinado), el descenso arriba indicado, representa el 86.56 %, lo que refleja un muy bajo rendimiento, equivalente a una **capacidad específica de 0.052 gpm/pie de descenso**.
- ✓ De acuerdo a Krasny J. (1993), la capacidad específica indicada, se clasifica como de baja capacidad específica y se corresponde con una **baja transmisividad inferior a 10 m²/día**.
- ✓ En conclusión, es posible aprovechar dicho pozo con un caudal inferior a 15 gpm, **aplicando una producción promedio de 10 gpm, con un régimen menor a 24 horas x día (8 a 10 horas/día)**, a fin de que permita la recuperación de los niveles de agua subterránea, colocando la bomba (2 a 3 HP) a una profundidad no menor que 320 pies bajo el terreno.

DE LOS RESULTADOS DE MEDICIONES GEOFÍSICAS

- ✓ Se identificaron dos (2) líneas de contacto y correspondiente rupturas o falla geológica local, quasi vertical con buzamiento oeste-norte, lo cual ha sido corroborado en la Tomografía geoelectrica 1, con la correspondiente continuidad en la Tomografía Geoeléctrica 2.
- ✓ La tomografía 1, con coordenada en su centro 645441 E / 982341 N, se ubica en la parte oeste- suroeste del terreno del patio de materiales de construcción- Proyecto L3, alineado del sur-sureste al nor-noroeste, corta en su extremo noroeste una de las fracturas con rumbo NE-SO, definiendo estructuras sub verticales; la misma atraviesa la quebrada pre existente de la zona de estudio y se extiende hasta la segunda ruptura a unos 30 metros al sur del centro de dicha tomografía, mas allá de dicho contacto de falla se identifica una zona aproximada de afectación de unos 200 metros.
- ✓ La segunda tomografía (Tomografía 2), cuyo centro es 645549 E/982525 N, confirma con la profundidad, lo observado en la superficie del terreno debido a los cortes de movimiento de tierra y con mucha mayor claridad define la continuidad de las dos rupturas de falla geológica, misma que se divide entre 3 bloques, con rumbos noreste-suroeste y buzamiento hacia el oeste-norte de los estratos previamente identificados con la tomografía 1 y confirma una zona de afectación aproximada de unos 200 metros.



– Perforación de pozos;
– Sistemas de bombeo;
– Sistema contra incendio;
– Diseño y construcción de acueductos;
– Sistemas sanitario.



- ✓ De acuerdo a la correlación litológica y estratigrafica vs variación de geo resistividades, en ambas tomografías (1 y 2), de arriba hacia abajo, los mas bajos resistivos se asocian tobas de cenizas con brechas de baja a moderada consolidación con valores de 1 a 10 ohm.metro, las mismas aunque alteradas, se comportan como acuícludos, ya que tienen alta humedad, pero no la transmiten, permitiendo alguna recarga atraves de los planos de ruptura.
- ✓ Las tobas de cenizas y brechas o tobas brechosas alteradas(color marrón-rojizo), presentan con la profundidad, mayor consolidación y fragmentación, las que se relacionan en el rango bajo resistivo con leve aumento de resistividad con valores de 20 a 62 ohm.metros, dicha condición genera cierto nivel de capacidad acuífera.
- ✓ Un tercer contraste bajo resistivo, se correlaciona cuando pasa de las tobas brechosas alteradas semi compactas y compactas fracturadas a la subyacencia de basaltos andesíticos, alterados y fracturados, bajo ésta ultima condición la resistividad se mantiene en el rango de 32 a 62 ohm.m, hasta 92-120 ohm.metros. Dicha condición de porosidad secundaria y fragmentación, incrementa las condiciones de capacidad acuífero, lo que se ha confirmado con la perforación del pozo PPA.
- ✓ Se identificaron tres bloques georesistivos (A, B y C), condicionados por 2 estructuras de contacto de fallamiento geológico sub verticales, asociado a material predominante en la parte superior de tobas con brechas alteradas, con aparente hundimiento del bloque B (en el sentido del grado de humedecimiento de dichas estratos rocosos, pero con baja permeabilidad). Sin embargo la fragmentación (porosidad secundaria) más tangible, se observa en la parte inferior, principalmente con el cambio de litología asociado a rocas basálticas andesíticas fracturadas y alteradas con mayor permeabilidad y capacidad acuífera.
- ✓ Dicha condición revela que no existe influencia de yacencia litológica quasi horizontal continua con la profundidad y confirma que el fracturamiento sigue con la profundidad, lo que fue corroborado con la profundización del pozo exploratorio PPA.



– Perforación de pozos;
– Sistemas de bombeo;
– Sistema contra incendio;
– Diseño y construcción de acueductos;
– Sistemas sanitario.



DE LA PERFORACIÓN DEL POZO EXPLORATORIO

- ✓ Se realizó la perforación del pozo de exploración (PPA), en las coordenadas Este 645547, Norte 982524, hasta la profundidad de 340 pies. Como resultado, se verificó que casi toda la columna litoestratigráfica perforada, evidencia el efecto de fracturamiento geológico, aunque con diferentes niveles de capacidad acuífera.
- ✓ De arriba hacia abajo, los primeros 10 pies se asocian a un suelo residual limo arcilloso color marrón claro, con fragmentos gravosos, dacíticos. Luego, desde la profundidad de 10 pies, hasta la profundidad de 30 pies, en las muestras recortes de perforación, se encontró toba de ceniza color claro, con brechas en matriz fina.
- ✓ En el tramo de 30 - 40 pies (11.3 m), se encontró la primera fuente de agua subterránea (40 pies), con una producción menor que 6 gpm, entre material de toba de ceniza volcánica compacta y fracturada, color marrón rojizo, con fragmentos de 2 a 10 mm de diámetro.
- ✓ En el tramo de 40-160 pies, se encontró brecha alterada y fracturada color rojizo, en una matriz tobácea fina color gris. En el tramo de 100 -110, se observa ceniza tobácea color gris.
- ✓ En el tramo de 160 a 340 pies, se observó un cambio litológico, asociado a material basáltico- andesítico color oscuro, con incremento de fracturamiento y diaclasamiento (agrietamiento, sin desplazamiento) después de los 250 pies, con clastos de minerales de feldespato cálcico y cuarzo.
- ✓ Cabe mencionar, que a la profundidad de 300 pies, se encontró una segunda fuente de agua subterránea, lo que también se asocia a un acuífero de porosidad secundaria.
- ✓ Al final de la perforación del pozo exploratorio a la profundidad de 340 pies, se midió el nivel estático de agua subterránea a la profundidad de 1.52 metros bajo el terreno.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



DE LAS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN, EVALUACION DE LA RECARGA Y BALANCE HÍDRICO SUBTERRÁNEO

- ✓ Se realizaron 3 pruebas de infiltración realizadas en suelos franco-arcillosos y arcillosos, como resultado se obtuvo una variación entre 5.28 mm/hora y 15.53 mm/hora, para un promedio de 11.1 mm/hora (266.4 mm/día), la que se considera una tasa de infiltración baja.
- ✓ Como resultado de la evaluación de balance hídrico de suelos y la recarga natural respectiva al acuífero, se tiene que la recarga ocurre en los meses de agosto a noviembre con 9.5, 49.37, 100.11 y 42.88 mm respectivamente para un **promedio anual** de recarga natural de **202 mm**, equivalente a un **13.2 %** de la precipitación promedio anual (1,530 mm).
- ✓ Considerando El área de influencia hidrogeológica por debajo del área de patio de materiales de construcción- Proyecto Línea 3, de 0.92 Km², se tiene una recarga natural, de 185,840.0 (ciento ochenta y cinco mil, ochocientos cuarenta metros cúbicos por año (MCA), equivalentes a **509.15 m³/día o 93.42 gpm**.
- ✓ Como resultado de la evaluación del balance hídrico de agua subterránea, se tiene que **las entradas** al sistema acuífero local en el área de patio de materiales de construcción- Proyecto Línea 3, son de **509.15 m³/día**, mientras que las salidas por extracción de pozos según la demanda del proyecto, se estiman en **381.5 m³/día (93.42 gpm)**, lo que representa un excedente de **127.65 m³/día (23.42 gpm**, equivalente al 25 % de las entradas al sistema.
- ✓ Se considera que la fuente principal de recarga de agua subterránea del pozo **PPA**, no procede de la recarga por infiltración local (porosidad primaria), sino que procede principalmente de la recarga preferencial a través de fracturamiento de los alineamientos geológicos identificados durante el presente estudio.
- ✓ Para el caso de los pozos propuestos **PPB y PPC**, la fuente principal de recarga de agua subterránea, también procede principalmente de la recarga preferencial a través de fracturamiento de los alineamientos geológicos identificados, aunque no se descarta una recarga por infiltración local y posible aporte de la quebrada pre- existente.

RECOMENDACIONES

- De acuerdo a las conclusiones arriba indicadas, se propone un total de 2 pozos perforados adicionales, a fin de cumplir una expectativa (demanda) de producción de 70 gpm, aunque las condiciones de variabilidad en cuanto a frecuencia, densidad y tamaños de fractura con saturación de agua subterránea, en este tipo de condiciones naturales dichas producciones pueden variar entre 5 y 80 gpm.
- Se recomienda el acondicionamiento y/o aprovechamiento del pozo PPA y la respectiva perforación de los pozos propuestos PPB y PPC, con base a las siguientes coordenadas:

Pozo Perforado	Elevación aprox. del terreno (msnm)	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
PPA	9	645547	982524
PPB	9	645470	982469
PPC	9	645435	982348

- Se sugiere cumplir el procedimiento de perforación con base a los diseños típicos de los pozos perforados propuestos.
- Se recomienda aplicar la siguiente secuencia básica del proceso de construcción del pozo:
 - Perforación con el diámetro indicado y el método de perforación de rotación-percusión con aire comprimido, con levantamiento de muestras de recortes de perforación para la respectiva interpretación de la columna litoestratigráfica.
 - proceso de entubado (tubería ciega y ranurada), en este caso sin uso de empaque de grava.
 - Desarrollo y limpieza del pozo.
 - Instalación de piezómetro
 - Procedimiento para la ejecución de prueba de bombeo de larga duración (72 horas) a caudal constante (previa prueba preliminar, para elegir el caudal de prueba o aplicación de prueba escalonada (3 escalones a 2 o 3 horas por escalón).
 - Aplicación de sello sanitario, 2 pies por encima del nivel estático de agua subterránea.



5 BIBLIOGRAFIA

- 1- Benítez, C.; Arias, W. y Quiroz, J. 1980. Manual de Conservación de suelos y aguas. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Dirección General de aguas y suelos. Lima, Perú.
- 2- Balance Hídrico Superficial de Panamá (1971-2002). Programa Hidrologico Internacional UNESCO. ETESA (2008).
- 3- CIM GROUP (Julio, 2017), Estudio Geológico Finca Hnos Villareal- Torre, Distrito La Pintada, provincia de Coclé.
- 4- CIM GROUP (Agosto, 2017), Informe de Estudio de Prospección Geoeléctrica- Finca Hnos Villareal- Torre, Distrito La Pintada, provincia de Coclé.
- 5- Cornejo y otros (2017), Diagnóstico ambiental de los afluentes superficiales de panamá.
- 6- Cruz M.O (2017), Informe técnico Estudio Hidrogeológico Finca Hnos Villareal- Torre, Distrito La Pintada, provincia de Coclé.
- 7- Delimitación de acuíferos y establecimiento de zonas de recarga para identificar la vulnerabilidad y estrategia de desarrollo de protección y conservación en el arco seco de Panamá. Nómadas de Centroamérica (2010).
- 8- FENZL, N.: Introducción a la Hidro geoquímica, Universidad Federal de Pará, Brasil, 1988.
- 9- Freeze A. and Cherry J., 1979. Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, pp.604.
- 10- IDAAN- Inventario de pozos de los alrededores comunidad de Portobello.
- 11- Linsley R.K Kholer and Paulus J.LH., Hidrología para ingenieros. Mc Graw hill, 2da edición México 1977, pág. 336.
- 12- Barker R. 1992. A simple algorithm for electrical imaging of the subsurface. First Break 10 (2), 53-62.
- 13- Caballero, A. 2010. Exploración de aguas subterráneas en el Arco Seco de Panamá (sector de Las Tablas) mediante métodos geofísicos. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona.
- 14- Christensen N. B. 2000. Difficulties in determiningelectricalanisotropy in subsurfaceinvestigations. GeophysicalProspecting 48 (1), 1-19.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



- 15- Constable S. C., Parker R. L., Constable C. G. 1987. Occam's inversion: A practical algorithm for generating smooth models from electromagnetic sounding data. *Geophysics* 52, 289-300.
- 16- Dahlin T. 1996. 2D resistivity for environmental and engineering application. *First Break* 14, (7), 275-283.
- 17- Dahlin T., Loke M.H. 1998. Resolution of 2-D Wenner resistivity images as assessed by numerical modelling. *Journal of Applied Geophysics* 38, 237-249.
- 18- deGroot-Hedlin C., Constable S. 1990. Occam's inversion to generate smooth, two-dimensional models from magnetotelluric data. *Geophysics* 55, 1613-1624.
- 19- Griffiths D. H.; Barker R. D. 1993. Two-dimensional resistivity imaging and modelling in areas of complex geology. *Journal of Applied Geophysics* 29 (3-4), 211-226.
- 20- Hoffmann R., Dietrich P. 2004. An approach to determine equivalent solutions to the geoelectrical 2D inversion problem. *Journal of Applied Geophysics* 56, 79–91.
- 21- Huntoon P. W., Lundy D. A. 1977. Fracture-controlled ground-Water circulation and well siting in the vicinity of Laramie, Wyoming. *Ground Water* 7 (5), 463-469.
- 22- Kirsch R. 2006. *Groundwater Geophysics*. Ed. Springer Verlag, Berlin.
- 23- Koefoed O. 1979. *Geosounding Principles-1: Resistivity Sounding Measurements. Methods in Geochemistry and Geophysics*, 14. Elsevier, Amsterdam.
- 24- Loke M. H., Acworth I., Dahlin T. 2003. A comparison of smooth and blocky inversion methods in 2D electrical imaging surveys. *Exploration Geophysics*, 34, 182-187.
- 25- Loke M. H., Barker R. D. 1996. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting* 44 (1) 131-152.
- 26- Loke, M. 2004. Tutorial: 2-D and 3-D Electrical imaging surveys. 136 págs.
- 27- Maillet R. 1947. The fundamental equations of electrical prospecting. *Geophysics* 12 (4), 529-556.
- 28- Martorana R., Fiandaca G., Casas Ponsati A., Cosentino P. L. 2009. Comparative tests on different multi-electrode arrays using models in near-surface geophysics. *Journal of Geophysics and Engineering* 6, 1–20. doi:10.1088/1742-2132/6/1/001.

5- ANEXOS

PROCESO DE PERFORACIÓN POZO EXPLORATORIO PPA Y MUESTRAS LITOLÓGICAS



Proceso de perforación del pozo exploratorio PPA (11-13 y 27-28 Octubre 2021)

ILUSTRACIÓN DE MUESTRAS LITOLÓGICAS DE RECORTES DE PERFORACIÓN POZO PPA



Muestras de recortes perforación y ordenamiento de los mismos, de los tramos 60-100 pies, 110-150 pies, 160- 200 pies, de 210- 250 y de 310- 340 del pozo PPA. Ver tramos 10-50 pies y 260- 300 pies en la página 33.



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitario.



PRUEBAS DE INFILTRACION DE SUELOS

P1-1

Tiempo (min.): t1	Tiempo (hr.)	h (mm)	r/2(t ₂ -t ₁)	2h+r	ln(2*h1+r/2*h2+r)	F _c (mm/hora)
0	0.0000	400		1000	-	
1	0.0167	392	24,000.000	984	0.0161	387.105
2	0.0333	386	24,000.000	972	0.0123	294.482
3	0.0500	382	24,000.000	964	0.0083	198.348
4	0.0667	380	24,000.000	960	0.0042	99.792
5	0.0833	377.5	24,000.000	955	0.0052	125.327
6	0.1000	376	24,000.000	952	0.0031	75.511
7	0.1167	375	24,000.000	950	0.0021	50.473
8	0.1333	374.5	24,000.000	949	0.0011	25.276
9	0.1500	374.2	24,000.000	948.4	0.0006	15.179
10	0.1667	374	24,000.000	948	0.0004	10.124
12	0.2000	373.6	12,000.000	947.2	0.0008	10.131
14	0.2333	373.3	12,000.000	946.6	0.0006	7.604
16	0.2667	373	12,000.000	946	0.0006	7.61
18	0.3000	372.6	12,000.000	945.2	0.0008	10.152
20	0.3333	372.4	12,000.000	944.8	0.0004	5.079
25	0.4167	371.7	4,800.000	943.4	0.0015	7.118
30	0.5000	371.1	4,800.000	942.2	0.0013	6.109
35	0.5833	370.5	4,800.000	941	0.0013	6.117
40	0.6667	370	4,800.000	940	0.0011	5.104
45	0.7500	369.5	4,800.000	939	0.0011	5.109
50	0.8333	369	4,800.000	938	0.0011	5.115
55	0.9167	368.5	4,800.000	937	0.0011	5.12
60	1.0000	368	2,400.000	936	0.0021	5.123
70	1.1667	367	2,400.000	934	0.0021	5.134
80	1.3333	366	2,400.000	932	0.0021	5.145
90	1.5000	365	2,400.000	930	0.0021	5.156
100	1.6667	363.9	2,160.000	927.8	0.0024	5.116
110	1.8333	362.8	2,160.000	925.6	0.0024	5.128
120	2.0000	361.7	2,160.000	923.4	0.0024	5.140
140	2.3333	359.5	1,080.000	919	0.0048	5.158
160	2.6667	357.3	1,080.000	914.6	0.0048	5.183
180	3.0000	355.1	1,080.000	910.2	0.0048	5.208
210	3.5000	351.8	720.000	903.6	0.0073	5.240
240	4.0000	348.5	720.000	897	0.0073	5.278
270	4.5000	345.3	720.000	890.6	0.0072	5.156



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitarios.



PI2

Tiempo (min.): t1	Tiempo (hr.)	h (mm)	r/2(t ₂ -t ₁)	2h+r	ln(2*h1+r/2*h2+r)	F _c (mm/hora)
0	0.0000	550		1300	-	
1	0.0167	540	24,000.000	1280	0.0155	372.100
2	0.0333	535	24,000.000	1270	0.0078	188.236
3	0.0500	528	24,000.000	1256	0.0111	266.036
4	0.0667	525	24,000.000	1250	0.0048	114.924
5	0.0833	520	24,000.000	1240	0.0080	192.772
6	0.1000	515	24,000.000	1230	0.0081	194.333
7	0.1167	508	24,000.000	1216	0.0114	274.737
8	0.1333	505	24,000.000	1210	0.0049	118.714
9	0.1500	501	24,000.000	1202	0.0066	159.205
10	0.1667	498	24,000.000	1196	0.0050	120.100
12	0.2000	490	12,000.000	1180	0.0135	161.619
14	0.2333	485	12,000.000	1170	0.0085	102.128
16	0.2667	481	12,000.000	1162	0.0069	82.333
18	0.3000	476	12,000.000	1152	0.0086	103.717
20	0.3333	472	12,000.000	1144	0.0070	83.624
25	0.4167	465	4,800.000	1130	0.0123	59.104
30	0.5000	461	4,800.000	1122	0.0071	34.103
35	0.5833	458	4,800.000	1116	0.0054	25.737
40	0.6667	454	4,800.000	1108	0.0072	34.533
45	0.7500	451	4,800.000	1102	0.0054	26.063
50	0.8333	448.5	4,800.000	1097	0.0045	21.828
55	0.9167	446	4,800.000	1092	0.0046	21.928
60	1.0000	444.6	2,400.000	1089.2	0.0071	17.126
70	1.1667	440	2,400.000	1080	0.0085	20.358
80	1.3333	436	2,400.000	1072	0.0074	17.844
90	1.5000	433	2,400.000	1066	0.0056	13.471
100	1.6667	430	2,160.000	1060	0.0056	12.192
110	1.8333	427	2,160.000	1054	0.0057	12.261
120	2.0000	424	2,160.000	1048	0.0057	12.331
140	2.3333	418	1,080.000	1036	0.0115	12.438
160	2.6667	412	1,080.000	1024	0.0117	12.583
180	3.0000	406	1,080.000	1012	0.0118	12.731
210	3.5000	397	720.000	994	0.0179	12.922
240	4.0000	388.2	720.000	976.4	0.0179	12.863
270	4.5000	380	720.000	960	0.0169	12.196



- Perforación de pozos;
- Sistemas de bombeo;
- Sistema contra incendio;
- Diseño y construcción de acueductos;
- Sistemas sanitarios.



PI3

Tiempo (min.): t ₁	Tiempo (hr.)	h (mm)	r/2(t ₂ -t ₁)	2h+r	ln(2*h1+r/ 2*h2+r)	F _c (mm/hora)
0	0.0000	550		1300	-	
1	0.0167	541	24,000.000	1282	0.0139	334.630
2	0.0333	534	24,000.000	1268	0.0110	263.532
3	0.0500	528	24,000.000	1256	0.0095	228.211
4	0.0667	525	24,000.000	1250	0.0048	114.924
5	0.0833	520	24,000.000	1240	0.0080	192.772
6	0.1000	515	24,000.000	1230	0.0081	194.333
7	0.1167	508	24,000.000	1216	0.0114	274.737
8	0.1333	505	24,000.000	1210	0.0049	118.714
9	0.1500	501	24,000.000	1202	0.0066	159.205
10	0.1667	498	24,000.000	1196	0.0050	120.100
12	0.2000	490	12,000.000	1180	0.0135	161.619
14	0.2333	485	12,000.000	1170	0.0085	102.128
16	0.2667	481	12,000.000	1162	0.0069	82.33
18	0.3000	476	12,000.000	1152	0.0086	103.717
20	0.3333	472	12,000.000	1144	0.0070	83.624
25	0.4167	465	4,800.000	1130	0.0123	59.104
30	0.5000	461	4,800.000	1122	0.0071	34.103
35	0.5833	458	4,800.000	1116	0.0054	25.737
40	0.6667	454	4,800.000	1108	0.0072	34.533
45	0.7500	451	4,800.000	1102	0.0054	26.063
50	0.8333	448.5	4,800.000	1097	0.0045	21.828
55	0.9167	446	4,800.000	1092	0.0046	21.93
60	1.0000	444	2,400.000	1088	0.0082	19.771
70	1.1667	438	2,400.000	1076	0.0111	26.618
80	1.3333	433	2,400.000	1066	0.0093	22.409
90	1.5000	428	2,400.000	1056	0.0094	22.620
100	1.6667	424	2,160.000	1048	0.0076	16.426
110	1.8333	420.2	2,160.000	1040.4	0.0073	15.721
120	2.0000	416.5	2,160.000	1033	0.0071	15.418
140	2.3333	409.3	1,080.000	1018.6	0.0140	15.161
160	2.6667	402	1,080.000	1004	0.0144	15.592
180	3.0000	395	1,080.000	990	0.0140	15.166
210	3.5000	384.5	720.000	969	0.0214	15.437
240	4.0000	374.2	720.000	948.4	0.0215	15.472
270	4.5000	364.2	720.000	928.4	0.0213	15.346

ANEXO 4

INFORMES DE RUIDO Y VIBRACIONES

REPORTE DE ANÁLISIS DE RUIDO AMBIENTAL

Consorcio HPH Joint Venture

Ubicación: Vacamonte,
Corregimiento de Vista Alegre,
Provincia de Panamá Oeste.

Elaborado por:



(Legacy URS Holdings, Inc.)

Contenido

1. Identificación General.....	3
2. Coordenadas de los sitios de muestreo.....	3
3. Método de medición	4
4. Límites máximos permisibles.....	5
5. Resultados de las mediciones	5
6. Conclusiones y comparación de los valores con la norma	6

ANEXOS

Anexo 1. Gráfica de los resultados y norma de ruido ambiental.

Anexo 2. Formularios de campo y resultados de ruido ambiental.

Anexo 3. Registro fotográfico de ruido ambiental.

Anexo 4. Certificados de calibración del equipo de ruido ambiental.

1. Identificación General

Empresa	Consorcio HPH Joint Venture
Actividad	Construcción
Proyecto	EsIA Cat. II Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3
Dirección	Vacamonte, Corregimiento de Vista Alegre, Provincia de Panamá Oeste.
Contacto	Carlos Serrano
Fecha de Muestreo	01/24/2022
Fecha de emisión del informe	01/24/2022
No. de Informe	HPH-RA-001
Procedimiento de muestreo	Q2-SE-PAN-302-PR1
No. de proyecto	60654073

2. Coordenadas de los sitios de muestreo

No.	Descripción/Lugar de muestreo	Coordenadas Geográficas UTM WGS 84		Fecha
		X	Y	
1	PF-R1 Ubicado cerca de la entrada de la garita del área residencial, vía principal de Playa Dorada.	645902	983187	01/24/2022
2	PF-R2 Ubicado en la entrada del proyecto, cerca de los contenedores administrativos y estacionamientos	645827	982636	01/24/2022

3. Método de medición

Norma Aplicable	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Decreto Ejecutivo No. 306, (4 de septiembre de 2002) "Que adopta el reglamento para el Control de los Ruidos en espacios Públicos, áreas residenciales o de habitación, así como en ambiente laborales". ▪ Decreto Ejecutivo No. 1 (vigente), Que determina los niveles de ruido para las áreas residenciales e industriales, del 15 de enero de 2004. Que mediante sentencia el 26 de junio de 2003, la Corte Suprema de Justicia declaró inconstitucional el Artículo 7 del Decreto Ejecutivo 306 de 2002 el cual decreta: Artículo 1, se determinan los niveles de ruido, para las áreas residenciales e industriales. ▪ Se implementó la metodología expuesta en la norma internacional ISO1996-2:2007 "Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental". 			
Método	Se implementó la metodología expuesta en la norma internacional ISO1996-2:2007 "Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental, Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental".			
Horario de Medición	No.	Descripción/Lugar de muestreo	Hora de muestreo	Fecha
	1	PF-R1 Ubicado cerca de la entrada de la garita del área residencial, vía principal de Playa Dorada.	10:56 a.m.	1/24/2022
Instrumento Utilizado*	2	PF-R2 Ubicado en la entrada del proyecto, cerca de los contenedores administrativos y estacionamientos	12:37 p.m.	1/24/2022
	Se utilizó un sonómetro integrador registrador marca Casella modelo CEL-633A Serie: 4638008. Calibrador marca Casella modelo CEL-120/1 Serie: 1021785. Se usó un thermo-anemómetro digital para medir las condiciones ambientales del lugar de monitoreo.			
Resolución de instrumento*	+/- 1.5 db (94 dB @ 1 kHz).			
Rango de medición*	30 a 130 dB			
Vigencia de Calibración	Ver Anexo 4. Certificados de calibración del equipo de ruido ambiental.			
Procedimiento técnico	Q2-SE-PAN-302-PR1			

4. Límites máximos permisibles

Límites Máximos	Horario	Horario	Nivel sonoro máximo
	Diurno	De 6:00 a.m. a 9:59 p.m.	60 decibeles (en escala A)
	Nocturno	De 10:00 p.m. a 5:59 a.m.	50 decibeles (en escala A)

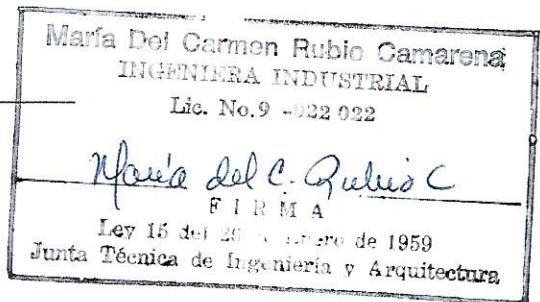
5. Resultados de las mediciones

Sitio	LAeq (dB)	Periodo	Humedad Relativa	Vel. Viento	Temp.	Actividades generadoras de ruido durante el monitoreo
PF-R1	60.3	Diurno	51.2%	1.3 Km/h	31.6 °C	-Tránsito constante de vehículos hacia las residencias. -Trinar de aves. -Voces de personas. -Sonido del viento.
PF-R2	65.8	Diurno	45.5%	11.3 Km/h	33.2 °C	-Tránsito constante de vehículos en la vía principal. -Tránsito de tráiler y equipos pesados hacia el proyecto, los tráiler llevaban en su carga material metálico. -Voces de personas -Pasos de trabajadores cerca al sitio de medición.

6. Conclusiones y comparación de los valores con la norma

- Se realizaron dos mediciones de ruido ambiental en un periodo de 1 hora en los siguientes sitios:
1-Sitio PF-R1 ubicado en la entrada del área residencia en la vía principal Playa Dorada reportó 60.3 dB(A),
2-Sitio PF-R2 ubicado en la entrada del proyecto, cerca de los contenedores administrativos y estacionamientos report 65.8 dB(A).
El resultado obtenido en ambas mediciones supera el nivel de ruido establecido para horario diurno según el Decreto ejecutivo No.1.
- Las principales fuentes de ruido durante los monitoreos realizados en el periodo diurno fueron: tránsito constante de vehículos, trinar de aves, voces de personas, transito de equipos pesado y tráiler, pasos de personas y sonido del viento.

Maria del C. Rubio
Elaborado por:
Ing. Maria Rubio



Kathia Barahona
Revisado por:
Lic. Kathia Barahona

CIENCIAS BIOLÓGICAS
Kathia L. Barahona
C.T. Idoneidad N° 1278

Anexo 1

Gráficas de los Resultados y Norma de Ruido
Ambiental

Gráfico No. 1. Sitio de muestreo PF-R1

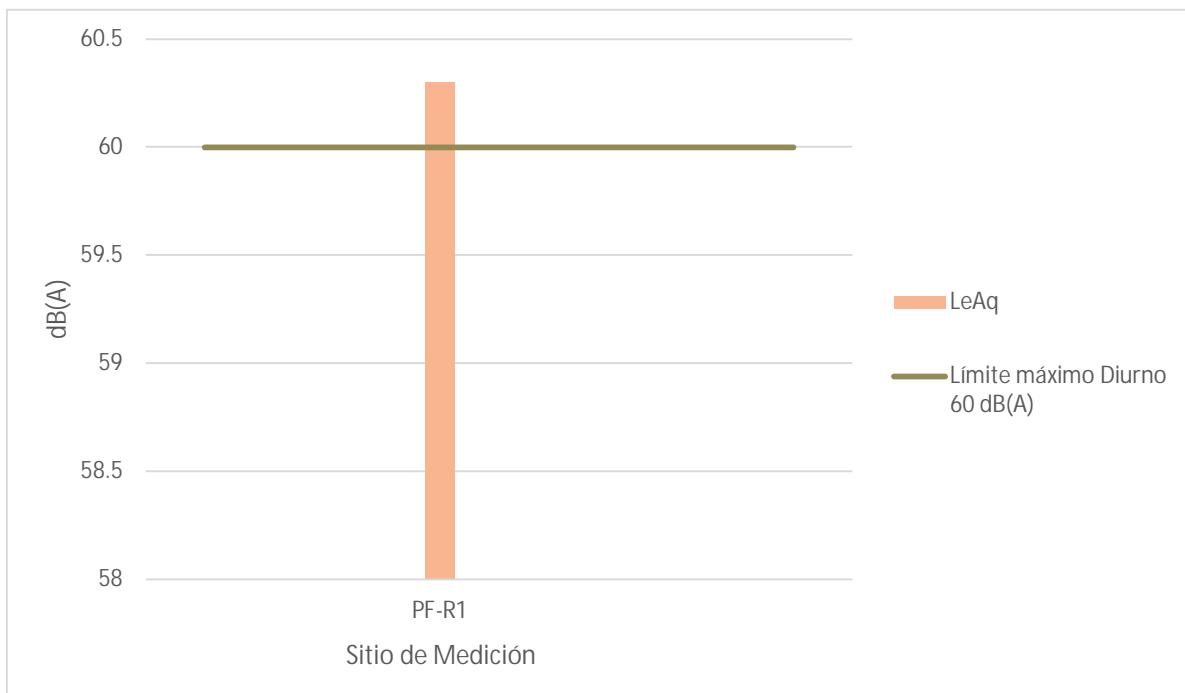
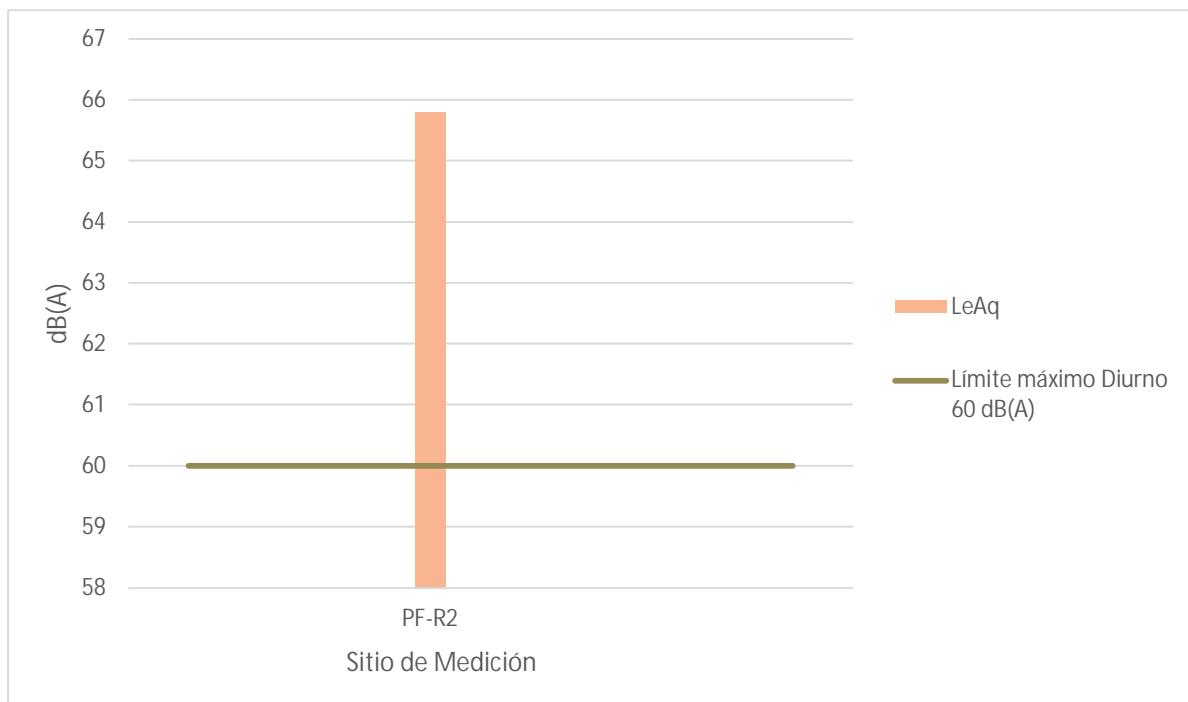


Gráfico No. 2. Sitio de muestreo PF-R2



Anexo 2

Formularios de Campo y Resultados de Ruido
Ambiental

FORMULARIO PARA MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL

DIURNO ✓ NOCTURNO

No. del proyecto: 60654073	Nombre del Proyecto ESTACION II. PLANTA PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL (VIA)			
Fecha: 24/01/2022	Responsable de la Medición: J.V. / D.H.			
I. INFORMACIÓN DEL ÁREA				
Lugar: PF- R1	Corregimiento / Ciudad: VACAMONTE / VISTA ALEGRE / ANNARIBAN			
Fuente de Ruido Medida: RECEPTOR				
Coordenadas del Punto de Medición: 645902 / 983187				
Colindantes del Punto de Medición: VIA PRINCIPAL PLAYA DONADA, ÁREA RESIDENCIAL, GARITA				
II. INFORMACIÓN AMBIENTAL				
Humedad Relativa: 53.2%	Temperatura: 31.6 °C	Vel.Viento: 1.3 Km/h		
Lluvia: NO	Observaciones: SOLEADO			
III. INFORMACIÓN DE PREPARACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN				
Instrumento: SONÓMETRO CASELLA	Modelo: CEL-633A	Serie #: 4638008		
Fecha de Calibración: 10 SEPTIEMBRE 2021				
Calibrador: CASELLA	Modelo: CEL-120/1	Serie #: 1021785		
Fecha de Calibración: 10 SEPTIEMBRE 2021				
Baterias Revisadas Sonómetro (Si/No): SI	Precalibración: 93.8 dB	Por: J.V.	Postcalibración: 93.9 dB	Por: J.V.
Baterias Revisadas Calibrador (Si/No): SI				
IV. INFORMACIÓN / RESULTADOS				
TIEMPO		COMENTARIOS - DETALLES DE ACTIVIDAD		
Hora Inicial: 10:56 AM	Hora Final: 11:56 AM	Leq:	60.3 dB(A)	
<p>- PASO CONSTANTE DE VEHÍCULOS HACIA LAS RESIDENCIAS</p> <p>- TRINAR DE AVES</p> <p>- VOCES DE PERSONAS</p> <p>- SONIDO DEL VIENTO</p>				

INFORME DE RESULTADOS - RUIDO AMBIENTAL

PROYECTO: EsIA CAT.II PLANTA DE PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL LINEA 3

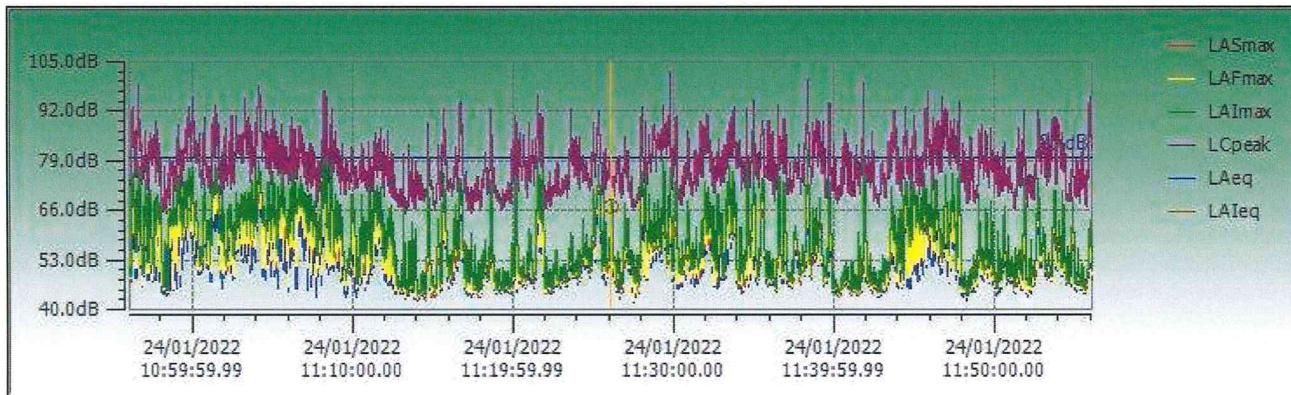


Informe ordenado/agrupado por: Location(Ascendiendo), Process(Ascendiendo)

EsIA Planta de Prefabricados

PF-R1

Modelo Instrumento	CEL-633A		
Número serie	4638008	LCeq	71.2 dB
Lugar	Línea 3 del Metro de Panamá	LCeq - LAeq	10.9 dB
Ubicación	EsIA Planta de Prefabricados	LAeq	64.2 dB
Fecha y hora inicial	01/24/2022 10:56:08 a.m.	LAE	95.9 dB
Duración	01:00:00 HH:MM:SS	Respuesta	Random
LAeq	60.3 dB	Fecha y hora final	01/24/2022 11:56:08 a.m.
LCpeak con hora	102.2 dB (01/24/2022 11:29:48 a.m.)	Duración pausa	00:00:00 HH:MM:SS
Lepd (Proy.)	60.3 dB	Calibración (antes) de fecha	01/24/2022 10:55:11 a.m.
Lex8h (Proy.)	60.3 dB	Calibración (antes) de SPL	94 dB
LAFmax con hora	80.8 dB (01/24/2022 11:38:24 a.m.)	Calibración (después) de fecha	01/24/2022 12:26:19 p.m.
LAImax con hora	81.5 dB (01/24/2022 11:38:24 a.m.)	Movimiento de calibración	0.4 dB
LAFmin con hora	41.6 dB (01/24/2022 11:27:31 a.m.)	Sobrecarga	No
LAImin con hora	42.2 dB (01/24/2022 11:14:36 a.m.)	Batería baja	No
LZeq	79.3 dB	Resulta	Period
Notas			





FORMULARIO PARA MEDICIÓN DE RUIDO AMBIENTAL
DIURNO NOCTURNO

No. del proyecto:	Nombre del Proyecto EsIA Cat II Planta Prefab. Vía ducto Principal L3.	
Fecha:	Responsable de la Medición: V.V/D.H.	
I. INFORMACIÓN DEL ÁREA		
Lugar:	Corregimiento / Ciudad: Vecamonte/Vista Alegre/Arraijan.	
Fuente de Ruido Medida:	Emisor	
Coordenadas del Punto de Medición: 645827/982636		
Colindantes del Punto de Medición: Contenedores de Admín, Entrada al proyecto, Estacionamiento, Vialidad		
II. INFORMACIÓN AMBIENTAL		
Humedad Relativa:	Temperatura:	Vel.Viento:
45.5%	33.2 °C	11.3 Km/hr
Lluvia:	Observaciones: Soleado	
III. INFORMACIÓN DE PREPARACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN		
Instrumento: Sonómetro Casella	Modelo: Cel - 633A	Serie #: 4638008
Fecha de Calibración: 10 Septiembre 2021		
Calibrador: Casella	Modelo: Cel - 120/1	Serie #: 1021785
Fecha de Calibración: 10 de Septiembre 2021		
Baterías Revisadas Sonómetro (Si/No): Sí	Precalibración: 93.9 dB	Postcalibración: 94.0 dB
Baterías Revisadas Calibrador (Si/No): Sí	Por: V.V	Por: V.V.
IV. INFORMACIÓN / RESULTADOS		
TIEMPO		COMENTARIOS - DETALLES DE ACTIVIDAD
Hora Inicial: 12:27 PM	Hora Final: 1:27 PM	Leq: 65.8 dB
<ul style="list-style-type: none"> - Tránsito constante de vehículos en la vía principal. - Tránsito de trailer y equipos pesados hacia el proyecto, los trailers llevaban en su carga material metálico. - Voces de personas - Pasos de trabajadores cerca al sitio de medición 		

INFORME DE RESULTADOS - RUIDO AMBIENTAL

PROYECTO: EsIA CAT.II PLANTA DE PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL LINEA 3

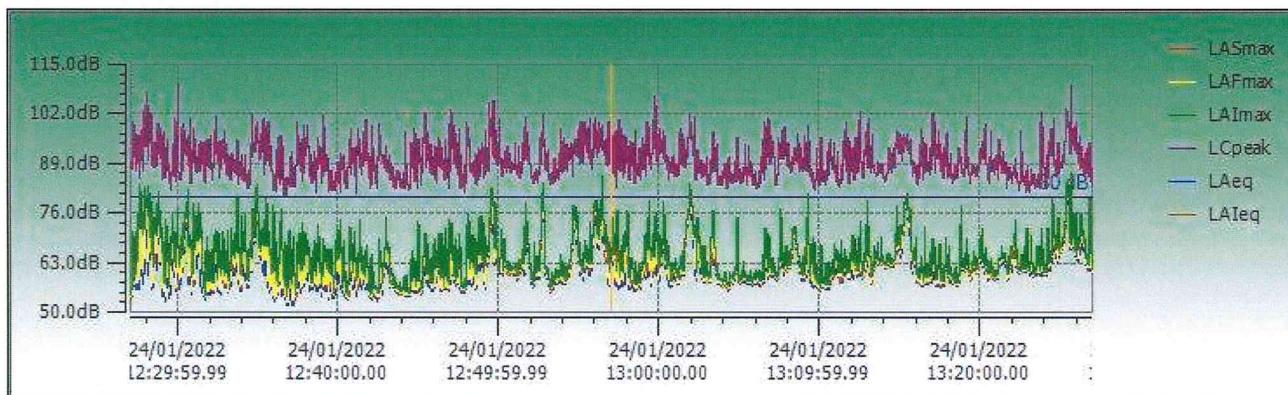


Informe ordenado/agrupado por: Location(Ascendiendo), Process(Ascendiendo)

EsIA Planta de Prefabricados

PF-R2

Modelo Instrumento	CEL-633A		
Número serie	4638008	LCeq	80.7 dB
Lugar	Línea 3 del Metro de Panamá	LCeq - LAeq	14.9 dB
Ubicación	EsIA Planta de Prefabricados	LAeq	68.7 dB
Fecha y hora inicial	01/24/2022 12:27:02 p.m.	LAE	101.4 dB
Duración	01:00:00 HH:MM:SS	Respuesta	Random
LAeq	65.8 dB	Fecha y hora final	01/24/2022 01:27:02 p.m.
LCpeak con hora	110.1 dB (01/24/2022 12:29:57 p.m.)	Duración pausa	00:00:00 HH:MM:SS
Lepd (Proy.)	65.8 dB	Calibración (antes) de fecha	01/24/2022 12:26:19 p.m.
Lex8h (Proy.)	65.8 dB	Calibración (antes) de SPL	94 dB
LAFmax con hora	84.1 dB (01/24/2022 01:25:27 p.m.)	Calibración (después) de fecha	
LAImax con hora	86.5 dB (01/24/2022 01:25:42 p.m.)	Movimiento de calibración	-2.5 dB
LAFmin con hora	51.0 dB (01/24/2022 12:36:49 p.m.)	Sobrecarga	No
LAImin con hora	52.9 dB (01/24/2022 12:36:50 p.m.)	Batería baja	No
LZeq	90 dB	Resulta	Period
Notas			



Anexo 3

Registro Fotográfico de Ruido Ambiental

AECOM		REGISTRO FOTOGRÁFICO
Proyecto: ESIA CATEGORIA II PLANTA DE PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3 Medición de Ruido Ambiental		Ubicación: Vacamonte, Corregimiento de Vista Alegre, Provincia de Panamá Oeste.
Fotografía: No. 1	Fecha: 01/24/2022	
Descripción: <p>Se observa al personal técnico, realizando las mediciones y lecturas de los parámetros ambientales (temperatura, velocidad del viento y humedad relativa) mediante el uso de un thermo-anemómetro digital</p>		
Ubicación: PF-R1 Ubicado cerca de la entrada de la garita del área residencial, vía principal de Playa Dorada.		
Fotografía: No. 2	Fecha: 01/24/2022	
Descripción: <p>Vista del sitio donde se colocó el equipo de medición de ruido ambiental durante el muestreo.</p>		
Ubicación: PF-R1 Ubicado cerca de la entrada de la garita del área residencial, vía principal de Playa Dorada.		

AECOM		REGISTRO FOTOGRÁFICO
Proyecto: ESIA CATEGORIA II PLANTA DE PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3 Medición de Ruido Ambiental	Ubicación: Vacamonte, Corregimiento de Vista Alegre, Provincia de Panamá Oeste.	
Fotografía: No. 3	Fecha: 01/24/2022	
Descripción: <p>Observamos el momento en que el personal técnico realizó la calibración del sonómetro, este procedimiento se efectúa antes de iniciar y al terminar la medición.</p> Ubicación: PF-R2 Entrada al Proyecto, próximo a los contenedores de administración.		

Anexo 4

Certificados de Calibración del Equipo de Ruido
Ambiental



PT02-04 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.3

Certificado No: 133-21-125 v.0

Datos de referencia

Cliente: URS Holding, INC. Fecha de Recibido: 30-agosto-21
Dirección: Ave. Samuel Lewis, Torre Generali, Piso PH, Panama. Fecha de Calibración: 10-sept-21
Equipo: Sonómetro Casella, CEL-63X.
Fabricante: Casella Cell.
Número de Serie: 4638008

Condiciones de Prueba

Temperatura: 23.5 °C a 23.3 °C Antes de calibración: No Cumple
Humedad: 49 % a 45 % Después de calibración: Si Cumple
Presión Barométrica: 1009 mbar a 1009 mbar

Condiciones del Equipo

Requisito Aplicable: IEC61672-1-2002
Procedimiento de Calibración: SGLC-PT02

Estándar(es) de Referencia

Número de Identificación	Dispositivo	Última Calibración	Fecha de Expiración
2512956	Sistema B & K	21-mayo-20	21-mayo-22
BDI060002	Sonómetro 0	04-febrero-21	4-febrero-22
KZF070002	Quest-Cal	5-febrero-21	5-febrero-22

Calibrado por: Ezequiel Cedeño B.

Fecha: 10-sept-21

Nombre

Firma del Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Rubén R. Ríos R.

Fecha: 11-sept-21

Nombre

Firma del Supervisor Técnico de Laboratorio

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y aplican solamente para el equipo identificado arriba.

Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS.

Urbanización Reparto de Chanis, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja
Tel.: (507) 221-2253; 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá

E-mail: calibraciones@grupo-its.com



PT09-02 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN v.3

Certificado No: 133-21-127 v.0

Datos de referencia

Cliente:	URS Holding, INC.	Fecha de Recibido	30-agosto-21
Dirección:	AVE. SAMUEL LEWIS, TORRE GENERALI, PISO PH, Panamá, 8	Fecha de Calibración:	10-sept-21
Equipo:	Calibrador CEL-120/1		
Fabricante:	CASELLA		
Número de Serie:	1021785		

Condiciones de Prueba

Temperatura: 23,2 °C a 23,2 °C
Humedad: 45 % a 47 %
Presión Barométrica: 1010 mbar a 1010 mbar

Condiciones del Equipo

Antes de calibración: Cumple
Después de calibración: Cumple

Requisito Aplicable: ANSI S1.40-1984
Procedimiento de Calibración: SGLC-PT09

Estándar(es) de Referencia

Número de Identificación	Dispositivo	Última Calibración	Fecha de Expiración
2512956	Sistema B & K	21-mayo-20	21-mayo-22
BDI060002	Sonómetro 0	4-febrero-21	4-febrero-22

Calibrado por:

Ezequiel Cedeño

Fecha: 10-sept-21

Nombre

Firma del Técnico de Calibración

Revisado / Aprobado por: Rubén R. Ríos R.

Nombre

Fecha: 11-sept-21

Firma del Supervisor Técnico de Calibraciones

Este reporte certifica que todos los equipos de calibración usados en la prueba son trazables al NIST, y apóyanse cabalmente para el equipo identificado arriba.

Este reporte no debe ser reproducido en su totalidad o parcialmente sin la aprobación escrita de Grupo ITS.

Urbanización Reparto de Chiriquí, Calle A y Calle H - Local 145 Planta baja
Tel.: (507) 221-2252; 323-7500 Fax: (507) 224-8087
Apartado Postal 0843-01133 Rep. de Panamá
E-mail: calibraciones@grupo-its.com

REPORTE DE ANÁLISIS DE VIBRACIONES AMBIENTALES

Consorcio HPH Joint Venture

Ubicación: Vacamonte,
Corregimiento de Vista Alegre,
Provincia de Panamá Oeste.

Elaborado por:



(Legacy URS Holdings, Inc.)

Contenido

1. Identificación General.....	3
2. Coordenadas de los puntos de muestreo.....	3
3. Método de medición	3
4. Límites máximos permisibles.....	4
5. Resultados de las mediciones	4
6. Conclusiones y comparación de los valores con la norma	5

Anexos

Anexo 1. Formularios, Resultados y Gráficas.

Anexo 2. Registro Fotográfico.

Anexo 3. Certificado de Calibración del Equipo de Vibraciones Ambientales.

1. Identificación General

Empresa	Consorcio HPH Joint Venture
Actividad	Construcción
Proyecto	EsIA Cat. II Planta de Prefabricados Viaducto Principal Línea 3
Dirección	Vacamonte, Corregimiento de Vista Alegre, Provincia de Panamá Oeste.
Contacto	Carlos Serrano
Fecha de Muestreo	01/24/2022
Fecha de emisión del informe	01/24/2022
No. de Informe	HPH-VA-001
Procedimiento de muestreo	Q2-SE-PAN-304-PR1
No. de proyecto	60654073

2. Coordenadas de los puntos de muestreo

No.	ID del sitio	Descripción	Coordenadas Geográficas UTM WGS84		Fecha	Hora de muestreo
			X	Y		
1	PF-V1	Cerca de la garita de entrada al área residencial, en la vía principal Playa Dorada, al inicio del área residencial.	645902	983187	01/24/2022	11:39 a.m.
2	PF-V2	Entrada del proyecto, cerca de los contenedores administrativos y estacionamientos.	645827	982636	01/24/2022	12:28 p.m.

3. Método de medición

Norma Aplicable	▪ Anteproyecto de Norma de Vibración de la República de Panamá
Método	Se implementaron las metodologías expuestas en el Field Practice Guidelines For Blasting Seismographs de la ISEE (Sociedad Internacional de Ingenieros Explosivos) y el Manual Operativo de Minimate Plus.
Instrumento Utilizado	INSTATEL, modelo Minimate Plus.

Resolución de Instrumento*	0.127 mm/s (0.005 pulg/s ó 0.0159 mm/s (0.000625 pulg/s) con preamp incorporado. Precisión (ISEE/DIN): +/- 5% ó 0.5 mm/s (0.02 pulg/s), cualquiera que sea mayor, entre 4 y 125 Hz / DIN 45669-1 estándar.
Rango de medición	Hasta 254 mm/s (10 pulg/s) Rango de Frecuencia (ISSE/DIN): 2 a 250 Hz, dentro de cero y -3dB de una respuesta plana ideal/ 1 a 315 Hz.
Vigencia de Calibración	Ver Anexo 3. Certificados de Calibración del Equipo de Vibraciones
Procedimiento técnico	Q2-SE-PAN-304-PR1

*Información: consultada en línea <http://www.instatel.com/pdf/714BS052.pdf>

4. Límites máximos permisibles

Límites máximos	Límite como VPP			
	Tipo de Edificio	4Hz a 15 Hz	>15Hz	
Edificios normales: aquellos que cumplen con el reglamento para el diseño estructural en la República de Panamá.		50 mm/s a 4 Hz o más		
Edificios especiales: residencias o edificios no reforzados; edificios con valor histórico; hospitales; o asilos.		15 mm/s de 4 Hz hasta 14 Hz; 20 mm/s a 15 Hz.	20 mm/s de 16 Hz a 39 Hz; 50 mm/s a 40 Hz o más.	

5. Resultados de las mediciones

Sitio de Medición	Eje Medición – Receptor Dominante	Velocidad Pico de Partículas (VPP) en mm/s	Frecuencia (Hz)	VPP Máximo Normativa en mm/s
PF-V1	Vertical	0.56	47	50 mm/s a 4 Hz o más
PF-V2	Transversal	0.38	100	50 mm/s a 4 Hz o más

6. Conclusiones y comparación de los valores con la norma

-Se realizaron dos mediciones de vibraciones ambientales en un periodo de 15 minutos, para cada una de las mediciones, en las siguientes ubicaciones: la primera medición se ubicó cerca de la garita de entrada al área residencial, en la vía principal Playa Dorada, al inicio del área residencial (PF-V1). La segunda medición se ubicó en el área de construcción de la Planta de Prefabricados, cerca de los contenedores administrativos y área de estacionamientos (PF-V2).

-La medición realizada en el sitio de medición PF-V1 reportó como velocidad pico de partículas (VPP) máxima 0.56 mm/s a 47 Hz en el eje vertical y la medición realizada en el sitio de medición PF-V2 reportó una VPP de 0.38 mm/s a una frecuencia de 100 Hz en el eje transversal.

-Los resultados obtenidos fueron comparados con los límites máximos de referencia establecidos por el Anteproyecto de Norma de Vibración de la República de Panamá (50 mm/s a 4HZ o más) los valores obtenidos en las dos mediciones no superan a la velocidad pico de partículas permitida para áreas con presencia del tipo de edificios normales, lo cual indica que las estructuras no están siendo afectadas por las vibraciones existentes.

-En ambos sitios de medición las fuentes de vibraciones corresponden en su mayoría al tráfico vehicular y camiones.

Maria del C. Rubio C.

Elaborado por:
Ing. Maria Rubio

María Del Carmen Rubio Camarena
INGENIERA INDUSTRIAL

Lic. No. 9 -022 927

Maria del C. Rubio C.

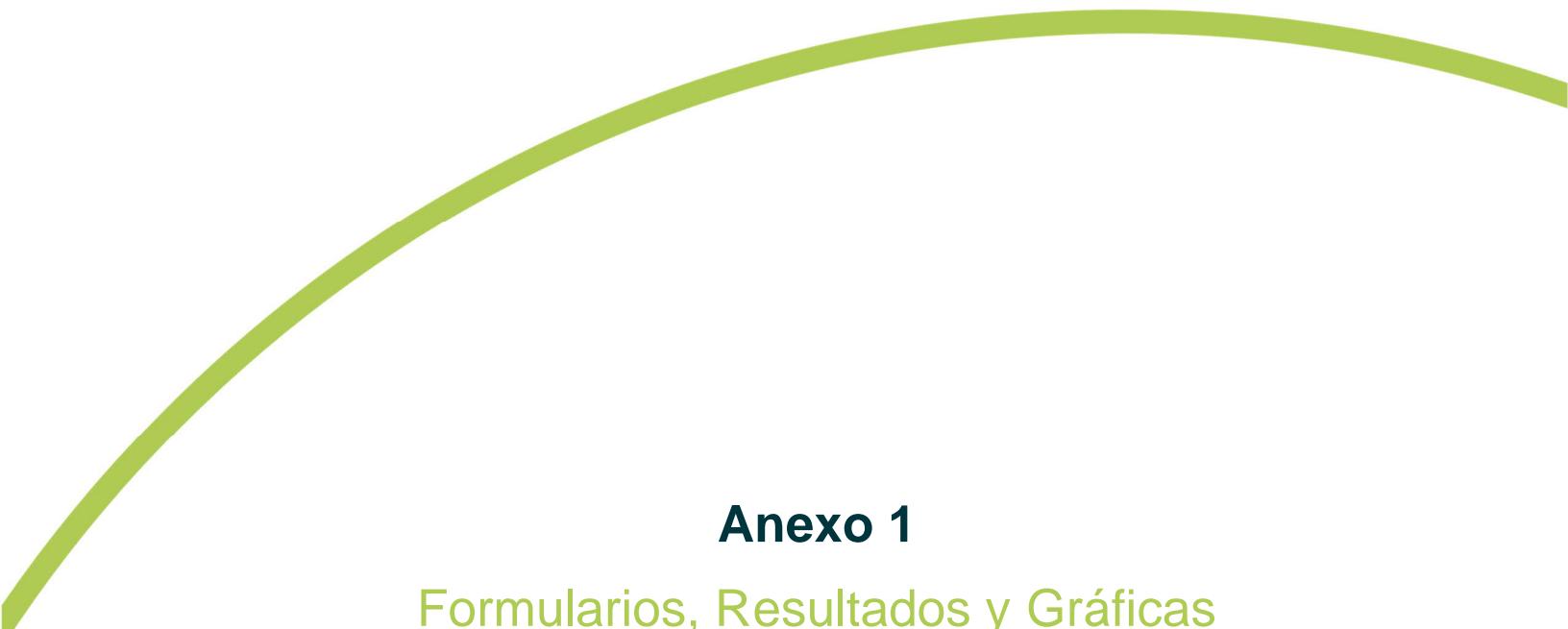
FIRMA

Ley 15
Junta Técnica de Licencias de Arquitectura
1959

Kathia Barahona

Revisado por:
Lic. Kathia Barahona

CIENCIAS BIOLÓGICAS
Kathia L. Barahona
C.T. Idoneidad N° 1278



Anexo 1

Formularios, Resultados y Gráficas

Fecha: 24-01-2022	Responsable de la Medición: V.V. / D.H.		
I. INFORMACIÓN DEL ÁREA			
Código Punto: PF - V1	Corregimiento / Ciudad: VISTA ALEGRE / ARRAIJAN		
Job Number (equipo): 0002	Distancia Explosivos (N/A no aplica): N/A		
Nombre del Proyecto: ESTIA CAT. II PLANTA DE PREFABRICADOS VIA DUCTO PRINCIPAL LINEAS			
Coordenadas del Punto de Medición: 645902 / 983187 DATUM: WGS 84			
Referencias de Ubicación Punto de Medición: CERCA DE GARITA VÍA PRINCIPAL PLAYA DORADA, INICIO RESIDENCIAS			
II. INFORMACIÓN PUNTO DE MEDICION (Marcar las que apliquen y mostrarlas en croquis)			
Superficie: <input type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/> Concreto	Asfalto / Concreto <input checked="" type="checkbox"/>	3-Edif. Residenciales (> 1 planta) <input type="checkbox"/>	6-Edif/Res Históricos <input type="checkbox"/>
Colindantes 20m: Sin estructuras <input type="checkbox"/>		4-Edif. Comerciales (> 1 planta) <input type="checkbox"/>	7-Comercios (1 Planta) <input type="checkbox"/>
1-Vialidad <input checked="" type="checkbox"/>		5-Hotel/Asilo/Escuela <input type="checkbox"/>	8-Puentes: <input type="checkbox"/>
2-Residencias (1 planta) <input checked="" type="checkbox"/>		9-Otros: <input type="checkbox"/>	
III. INFORMACIÓN DE PREPARACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN (Marcar las que Apliquen)			
Verificación Batería: <input checked="" type="checkbox"/>	Verificación Hora/Fecha: <input checked="" type="checkbox"/>	Verificación Sensores: <input checked="" type="checkbox"/>	
Verificación Memoria: <input checked="" type="checkbox"/>	Excavación 10 cm: <input type="checkbox"/>	Micrófono en Soporte: <input type="checkbox"/>	
Verificación Programación: <input checked="" type="checkbox"/>	Nivelación del Geófono: <input type="checkbox"/>	Bolsa Arena: <input checked="" type="checkbox"/>	
IV. INFORMACIÓN / RESULTADOS			
TIEMPO			
Hora Inicial: 11:39 am	Tiempo de medición: 15 min	Resultado Final: 0.56 mm/s	47 Hz
V. OBSERVACIONES (FUENTES DE VIBRACIONES / OTRAS)		VI. CROQUIS (usos cercanos 20m con numeración Punto II)	
TRÁNSITO CONSTANTE DE VEHÍCULOS, CAMIONES HACIA LAS RESIDENCIAS			

Histogram Start Time 11:36:26 January 24, 2022
Histogram Finish Time 11:54:32 January 24, 2022
Number of Intervals 1.00 at 15 minutes
Range Geo:31.75 mm/s
Sample Rate 1024sps
Job Number: 2

Serial Number BE20277 V 10.72-8.17 MiniMate Plus
Battery Level 6.0 Volts
Unit Calibration September 16, 2021 by Instinet
File Name V277JCDE.WQ0

Notes

Location:
Client:
User Name:
General:

Post Event Notes

EslA Cat. II. Planta de Prefabricados
Viaducto Principal Línea 3

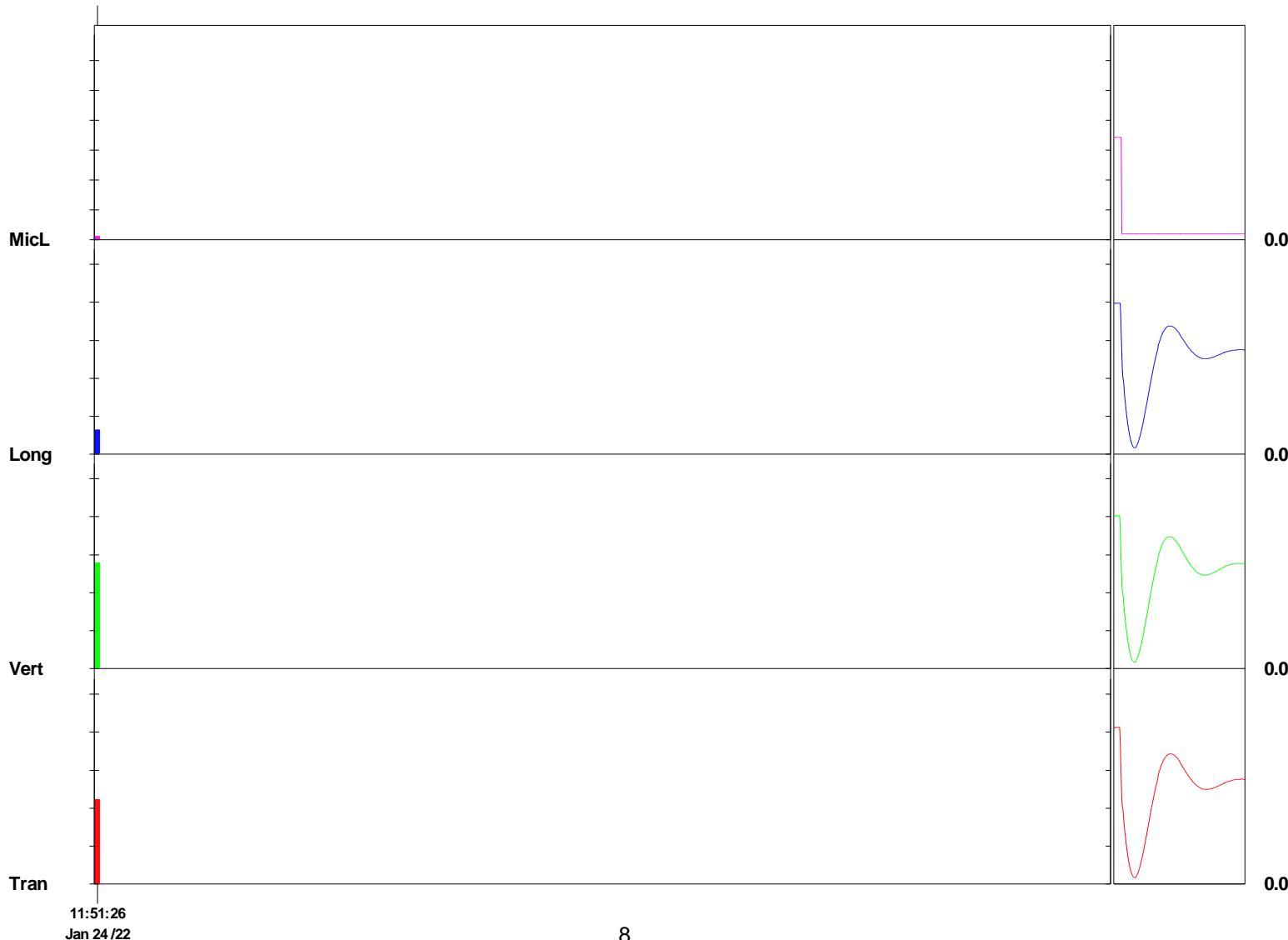
Extended Notes

Punto: PF-V1

Microphone Linear Weighting
PSPL 0.500 pa.(L) on January 24, 2022 at 11:51:26
ZC Freq >100 Hz
Channel Test Check (Freq = 0.0 Hz Amp = 0 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	0.444	0.556	0.127	mm/s
ZC Freq	51	47	43	Hz
Date	Jan 24 /22	Jan 24 /22	Jan 24 /22	
Time	11:51:26	11:51:26	11:51:26	
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.5	7.7	7.5	Hz
Overswing Ratio	3.5	3.3	3.8	

Peak Vector Sum 0.714 mm/s on January 24, 2022 at 11:51:26



Fecha: 24-01-2022	Responsable de la Medición: V.U. / D.H.		
I. INFORMACIÓN DEL ÁREA			
Código Punto: PF-V2	Corregimiento / Ciudad: VISTA ALEGRE / ARRAISAN		
Job Number (equipo): 0003	Distancia Explosivos (N/A no aplica): N/A		
Nombre del Proyecto: ESIA CAT II. PLANTA DE PREFABRICADOS VIA DUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3			
Coordenadas del Punto de Medición: 645827 / 982636 DATUM: WGS 84			
Referencias de Ubicación Punto de Medición: ÁREA PROYECTO. ENTRADA. CONTENEDORES ADMINISTRATIVOS			
II. INFORMACIÓN PUNTO DE MEDICIÓN (Marcar las que apliquen y mostrarlas en croquis)			
Superficie: <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input type="checkbox"/> Concreto	Asfalto / Concreto <input type="checkbox"/>	3-Edif. Residenciales (> 1 planta) <input type="checkbox"/>	6-Edif/Res Históricos <input type="checkbox"/>
Colindantes 20m:		4-Edif. Comerciales (> 1 planta) <input type="checkbox"/>	7-Comercios (1 Planta) <input type="checkbox"/>
Sin estructuras <input checked="" type="checkbox"/>	1-Vialidad <input checked="" type="checkbox"/>	5-Hotel/Asilo/Escuela <input type="checkbox"/>	8-Puentes: <input type="checkbox"/>
2-Residencias (1 planta) <input type="checkbox"/>	9-Otros: CONTENEDORES ADMINISTRATIVOS		
III. INFORMACIÓN DE PREPARACIÓN DEL INSTRUMENTO DE MEDICIÓN (Marcar las que Apliquen)			
Verificación Batería: <input checked="" type="checkbox"/>	Verificación Hora/Fecha: <input checked="" type="checkbox"/>	Verificación Sensores: <input checked="" type="checkbox"/>	
Verificación Memoria: <input checked="" type="checkbox"/>	Excavación 10 cm: <input checked="" type="checkbox"/>	Micrófono en Soporte: <input type="checkbox"/>	
Verificación Programación: <input checked="" type="checkbox"/>	Nivelación del Geófono: <input checked="" type="checkbox"/>	Bolsa Arena: <input checked="" type="checkbox"/>	
IV. INFORMACIÓN / RESULTADOS			
TIEMPO			
Hora Inicial: 12:28 pm	Tiempo de medición: 15 MIN	Resultado Final: 0.38 mm/s	Hz
V. OBSERVACIONES (FUENTES DE VIBRACIONES / OTRAS)		VI. CROQUIS (usos cercanos 20m con numeración Punto II)	
<ul style="list-style-type: none"> - PASO ESPORÁDICO DE VEHÍCULOS - TRÁNSITO CONSTANTE DE EQUIPO PESADO 		<p>ÁREA DEL PROYECTO</p> <p>P.TO. MEDICIÓN</p>	

Histogram Start Time 12:28:50 January 24, 2022
Histogram Finish Time 12:47:13 January 24, 2022
Number of Intervals 1.00 at 15 minutes
Range Geo:31.75 mm/s
Sample Rate 1024sps
Job Number: 3

Serial Number BE20277 V 10.72-8.17 MiniMate Plus
Battery Level 6.1 Volts
Unit Calibration September 16, 2021 by Instinet
File Name V277JCDH.C20

Notes

Location:
Client:
User Name:
General:

Post Event Notes

EsIA Cat. II. Planta de Prefabricados
Viaducto Principal Línea 3

Extended Notes

Punto: PF-V2

Microphone Linear Weighting
PSPL 0.500 pa.(L) on January 24, 2022 at 12:43:50
ZC Freq >100 Hz
Channel Test Check (Freq = 0.0 Hz Amp = 0 mv)

	Tran	Vert	Long	
PPV	0.381	0.286	0.254	mm/s
ZC Freq	>100	>100	>100	Hz
Date	Jan 24 /22	Jan 24 /22	Jan 24 /22	
Time	12:43:50	12:43:50	12:43:50	
Sensor Check	Passed	Passed	Passed	
Frequency	7.5	7.6	7.6	Hz
Overswing Ratio	3.5	3.3	3.7	

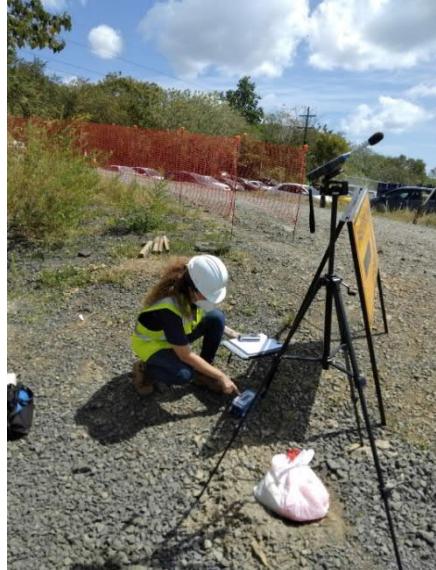
Peak Vector Sum 0.404 mm/s on January 24, 2022 at 12:43:50





Anexo 2
Registro Fotográfico

AECOM		REGISTRO FOTOGRÁFICO
Proyecto: ESIA CATEGORIA II PLANTA DE PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3 MEDICIÓN DE VIBRACIÓN AMBIENTAL		Ubicación: Vacamonte, Corregimiento de Vista Alegre, Provincia de Panamá Oeste.
Fotografía: No. 1	Fecha: 01/24/2022	
Descripción: Podemos observar al personal técnico realizando las anotaciones del equipo de vibración ambiental.	Sitio: PF-V1 Cerca de la garita de entrada al área residencial, en la vía principal Playa Dorada, al inicio del área residencial.	

AECOM		REGISTRO FOTOGRÁFICO
Proyecto: ESIA CATEGORIA II PLANTA DE PREFABRICADOS VIADUCTO PRINCIPAL LÍNEA 3 MEDICIÓN DE VIBRACIÓN AMBIENTAL		Ubicación: Vacamonte, Corregimiento de Vista Alegre, Provincia de Panamá Oeste.
Fotografía: No. 3	Fecha: 01/24/2022	
Descripción: Personal técnico instalando el equipo de medición. Para lograr la estabilización del geófono se coloca una bolsa de arena de 10 kg sobre el equipo. Sitio: PF-V2 Entrada al proyecto, cercano a área de estacionamiento y contenedores administrativos.		
Fotografía: No. 4	Fecha: 01/24/2022	

Anexo 3

Certificados de Calibración del Equipo de Vibraciones

Calibration Certificate

Part Number: 716A0403

Description: MINIMATE PLUS W/EXT. GEO

Serial Number: BE20277

Calibration Date: September 16, 2021

Calibration Reference Equipment: 718A1501

InstanTel
InstanTel certifies that the above product was calibrated in accordance with the applicable InstanTel procedures. These procedures are part of a quality system that is designed to assure that the product listed above meets or exceeds InstanTel specifications.

InstanTel further certifies that the measurement instruments used during the calibration of this product are traceable to the National Institute of Standards and Technology; or National Research Council of Canada. Evidence of traceability is on file at InstanTel and is available upon request.

The environment in which this product was calibrated is maintained within the operating specifications of the instrument.

Please note that the sensor check function is intended to check that the sensors are connected to the unit, installed in the proper orientation and sufficiently level to operate properly. This function should not be confused with a formal calibration, which requires the sensors be checked against a reference that is traceable to a known standard.

InstanTel recommends that products be returned to InstanTel or an authorized service and calibration facility for annual calibration.

Calibrated By:


Devesh Prajapati



309 Legget Drive, Ottawa, Ontario, K2K 3A3, (613) 592-4642

716A0403
15

Calibration Certificate

Part Number: 714A9701

Description: TRIAXIAL GEOPHONE (ISEE)

Serial Number: BG19429

Calibration Date: September 16, 2021

Calibration Reference Equipment: SRV-AFR 714J7401

Instanet Instanet certifies that the above product was calibrated in accordance with the applicable Instanet procedures. These procedures are part of a quality system that is designed to assure that the product listed above meets or exceeds Instanet specifications.

Instanet further certifies that the measurement instruments used during the calibration of this product are traceable to the National Institute of Standards and Technology; or National Research Council of Canada. Evidence of traceability is on file at Instanet and is available upon request.

The environment in which this product was calibrated is maintained within the operating specifications of the instrument.

Please note that the sensor check function is intended to check that the sensors are connected to the unit, installed in the proper orientation and sufficiently level to operate properly. This function should not be confused with a formal calibration, which requires the sensors be checked against a reference that is traceable to a known standard.

Instanet recommends that products be returned to Instanet or an authorized service and calibration facility for annual calibration.

Calibrated By:


Devesh Prajapati

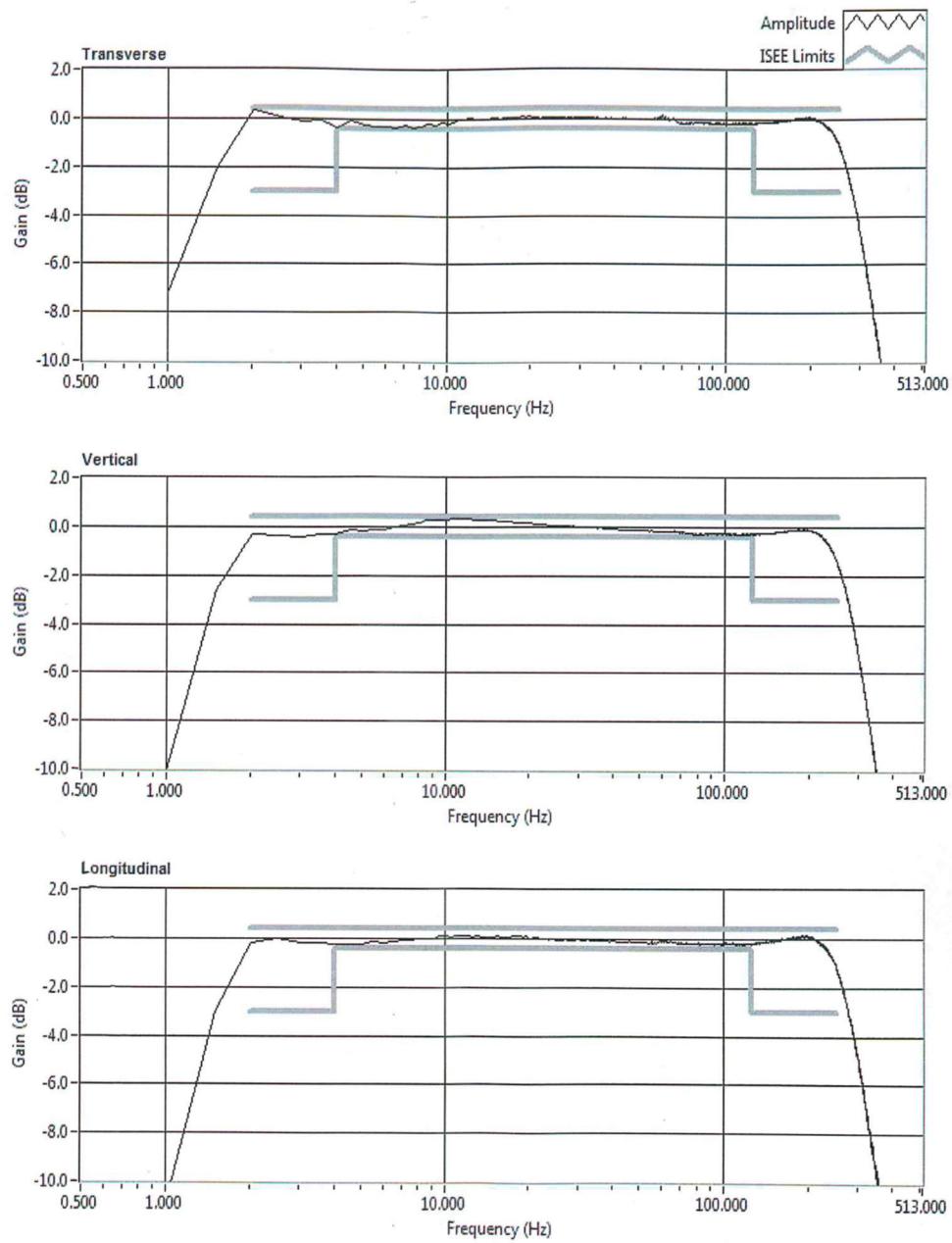


309 Legget Drive, Ottawa, Ontario, K2K 3A3, (613) 592-4642

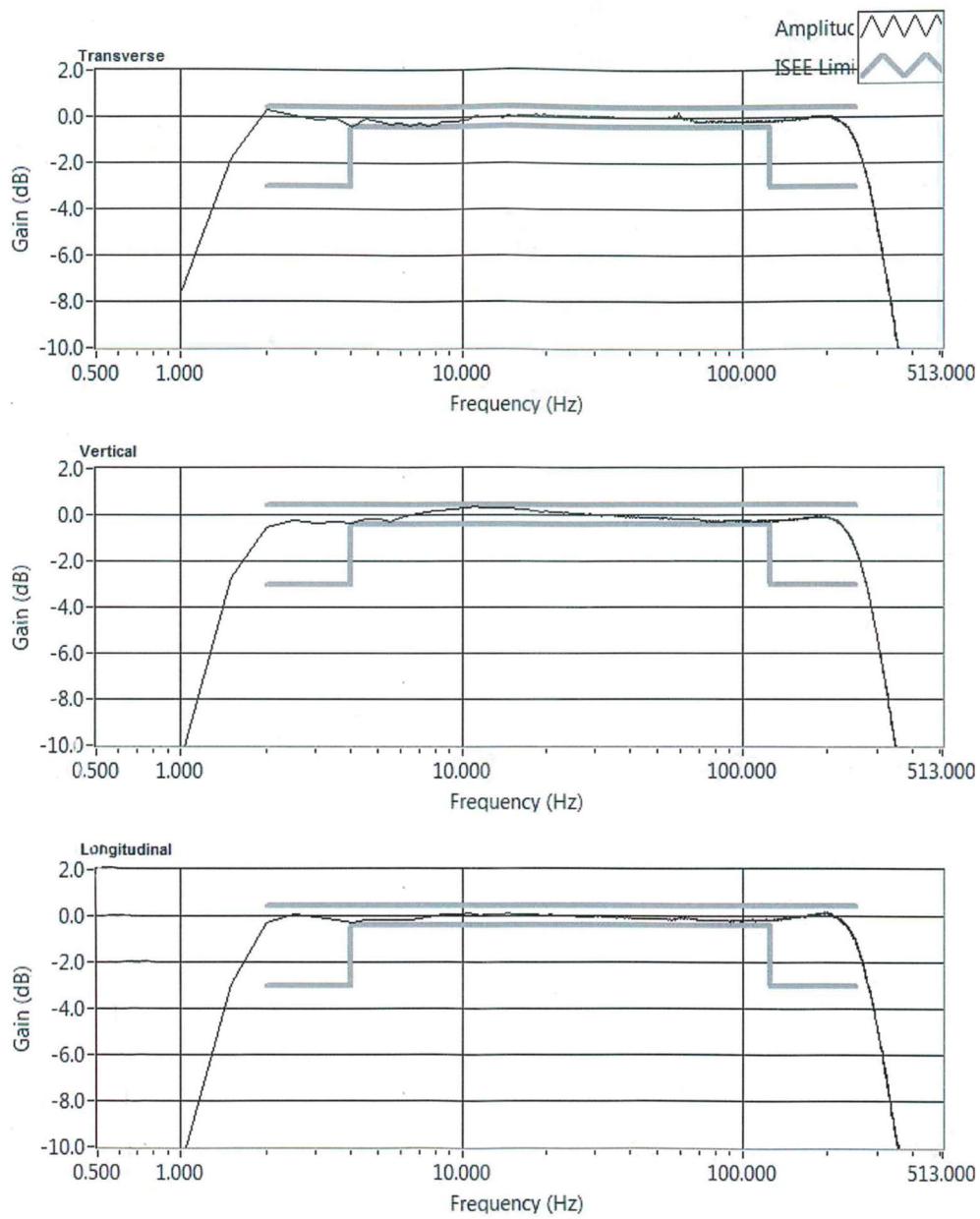
© 2009 Instanet Inc. All rights reserved. Instanet and the Instanet logo are trademarks of Instanet Inc. All other trademarks and trade names are the property of their respective owners.

71408901 Rev.01

Amplitude Frequency Response of BG19429



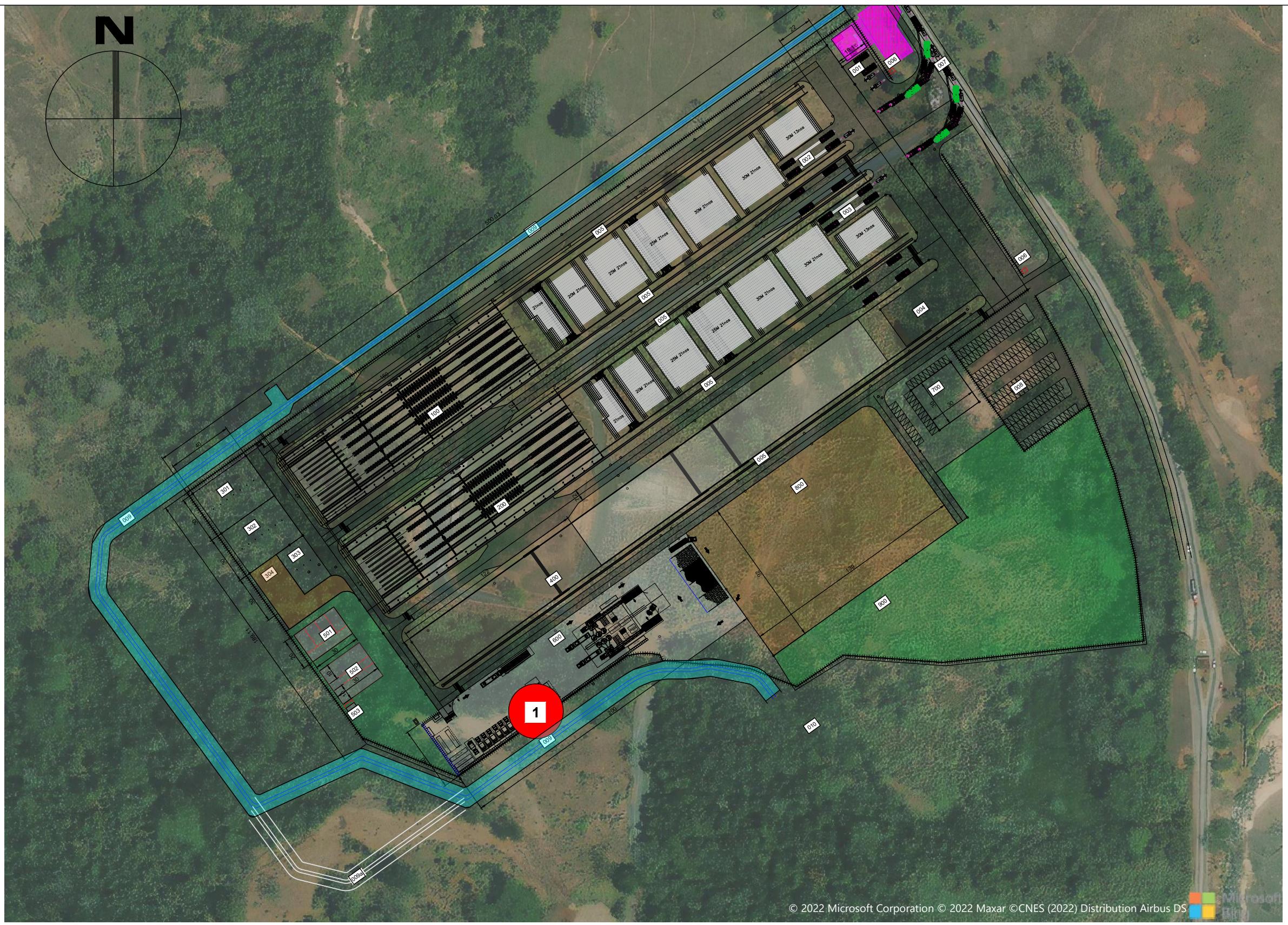
Amplitude Frequency Response of BG19429 (As Found)



Thursday, September 16, 2021

ANEXO 5

**PLANO DEL PUNTO DE DESCARGA DE AGUA
TRATADA EN LA TINA DE SEDIMENTACIÓN
(SOLO EN CASO DE CONTINGENCIA)**

N

PLANTA INDUSTRIAL REFERENCIA DE PUNTO

ESCALA 1:1250


NIPPON KOEI
Tonichi NIPPON KOEI INC.

PROYECTO LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

PROYECTO DE INGENIERÍA DE DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS CIVILES, INSTALACIONES AUXILIARES DE LÍNEA Y ESTACIONES, SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA INTEGRAL QUE INCLUYE EL MATERIAL RODANTE (MONORREL), Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA PARA LA LÍNEA 3 DEL METRO DE PANAMÁ

EMITIDO POR CONTRATISTA:


POSCO E&C **HYUNDAI**
ENGINEERING & CONSTRUCTION ENGINEERING CO., LTD.

ESCALAS:

CONTENIDO: PLANO DE TRABAJO UBICACION DE TANQUES SEDIMENTADOR COORDENADAS UBICACION					
.
.
.
A	27 ENE 2022	PRIMERA EMISIÓN	J.R.D.	J.R.D.	T.K.
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIBUJADO	VERIFICADO	APROBADO
ESCALAS INDICADAS			FECHA: 27 ENE 2022		

REV: A