

Panamá, 17 de junio de 2023

Ingeniero
Domiluis Domínguez E.
Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental
MINISTERIO DE AMBIENTE
Panamá, ciudad.

Ing. Domínguez

Por este medio yo, Nivia Isabel Quiros Castillo de Calvo con cedula de identidad personal No.2-68-153, actuando en condición de representante legal de la sociedad **AGREGADOS Y MINERALES RIO PIEDRA S.A.**, presenta ante su despacho documento de respuestas a la primera información aclaratoria solicitada mediante nota DEIA-DEEIA-AC-0047-2103-2023 al Estudio de Impacto Ambiental Categoría II denominado "**EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO, GRAVA DE RIO**", del cual somos promotores y que se localiza en el Rio Piedra, divisorio entre Corregimientos de María Chiquita y Portobelo cabecera, Distrito de Portobelo, Provincia de Colón.

Atentamente,



Nivia Isabel Quiros Castillo de Calvo
Cedula -No.2-68-153

24/JUN/2023 12:52PM
DEIA
Quiros

MINISTERIO DE AMBIENTE

REPÚBLICA DE PANAMÁ
RESPUESTAS A LA NOTA
DEIA-DEEIA-AC- -0047-2103-2023
Solicitud de Primera Información Aclaratoria al
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CATEGORÍA II
PROYECTO: EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO,
GRAVA DE RÍO

Río Piedra, límite entre Corregimientos de María Chiquita y Portobelo
cabecera, Distrito de Portobelo, Provincia de Colon



Promotor:
AGREGADOS Y MINERALES RÍO PIEDRA S.A.

GIOVANKA DE LEON
CONSULTOR AMBIENTAL LIDER
IAR-036-2000
Junio-2023



MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

Panamá, 21 de marzo de 2023

DEIA-DEEIA-AC-0047-2103-2023

Señora

NIVIA ISABEL QUIRÓS CASTILLO DE CALVO

Representante Legal

AGREGADOS Y MINERALES RÍO PIEDRA, S.A.

E. S. D.

Hoy: 31 de Mayo de 2023
Siendo las 1:07 de la tarde
notifique personalmente a Nivia Isabel Quirós Castillo de Calvo
documentación firmada por el presente
Notificador: [Firma] Notificado: [Firma]

Respetado Señora Quirós:

De acuerdo a lo establecido en el artículo 43 de Decreto Ejecutivo No. 123 de 14 agosto de 2009, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 155 de 5 agosto de 2011, le solicitamos la primera información aclaratoria al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría II, titulado **"EXTRACCIÓN DE MINERAL NO METÁLICO, GRAVA DE RÍO"**, a desarrollarse en el corregimiento de María Chiquita y Portobelo, distrito Portobelo y provincia de Colón, que consiste en lo siguiente:

1. Mediante Nota DIPA-023-2023, la Dirección de Política Ambiental, remite su evaluación del EsIA, en donde indica:

"...Hemos observado que, el ajuste económico por externalidades sociales y ambientales y análisis de costo-beneficio de este proyecto fue presentado de manera incompleta. Dicho ajuste económico por externalidades requiere mejoras significativas y, para ello, nuestras recomendaciones son las siguientes:

- *Valorar monetariamente los impactos positivos y negativos del proyecto con importancia igual o mayor que 28 ($IM \geq 28$), identificados en las páginas 162 a 172 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. Describir las metodologías, técnicas o procedimientos aplicados en la valoración monetaria de cada impacto ambiental.*
- *Se recomienda no utilizar los costos de medidas de mitigación como metodología de valoración, pues esto conlleva a la subvaloración de los impactos y a la doble contabilidad de costos, lo que implica un error técnico. Los costos de medidas de mitigación deben ser incluidos como costos de gestión ambiental.*

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0855

www.miambiente.gob.pa
Página 1 de 9
REVISADO

DEEIA-F-015 versión 2.0

- *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 esperados del proyecto, los costos de inversión, los costos operativos, los costos de mantenimiento, los costos de gestión ambiental y otros costos o beneficios que se consideren importantes. Anexo, se presenta una matriz de referencia para construir el Flujo de Fondos del Proyecto.*
- *Se recomienda que el Flujo de Fondos se construya para un horizonte temporal igual o mayor que la vida útil del proyecto...*

Se anexa, estructura de Flujo de Fondos para el ajuste económico por externalidades sociales y ambientales de proyecto de inversión, mediante Análisis Beneficio-Costo. Estudio de Impacto Ambiental Categoría II.

BENEFICIOS/COSTOS	AÑOS						
	0	1	2	3	4	5	...
	BALBOAS						
Beneficios Totales							
Ingresos por venta de productos o servicios							
Impacto sobre la economía local y regional							
Generación de empleo							
Valor de rescate							
Subsidios							
Otros ingresos							
Costos Totales							
Inversión							
Costos operacionales y de mantenimiento							
Costos de producción							
Costos de gestión ambiental							
Indemnización ecológica							
Aumento del nivel de ruido							
Emissiones de CO2							
Emissiones de material particulado							
Erosión del suelo							
Contaminación de agua superficial							
Pérdida de cobertura forestal							
Pago de impuestos							
Otros costos							
FLUJO NETO ECONÓMICO							

2. Mediante nota AG-078-2023, la Unidad Ambiental de la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, remite su informe de evaluación y solicita lo siguiente:

- En la pág. 42 en el punto Descripción del Proyecto se indica que la extracción se realizara en una longitud estudiada del rio de 3.3 km (coordenada inicial (E: 639.494; N:

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0855

www.mambiente.gob.pa

Página 7 de 9
REVISADO



MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

1.042.334) y coordenada final (E: 638.665; N:1.043.692) localizadas aguas abajo de la confluencia de río Manga de Indio y Río Piedras. Es sobre esta longitud y áreas inmediatas donde se darán los impactos de la extracción.

También indica que se utilizará un método de extracción de 5 celdas de sedimentación o trincheras de extracción, a través de equipo pesado, definidas por polígonos irregulares con una separación variable entre 70 y 200 metros, que han sido definidas con base a la hidrogeología de cada sección del río, a lo largo del tramo estudiado, las cuales serán desarrolladas con una draga.

Solicitud de ampliación:

- ✓ Precisar la longitud y profundidad de cada una de las trincheras en las que se extraerá el material pétreo.
- ✓ Indicar si la extracción se realizara por encima o debajo de nivel freático.
- ✓ Explicar cómo se procurará el desplazamiento de la ictiofauna existente en el río.
- ✓ Explicar cómo se evitará que el peso de las maquinarias cause erosión y por ende aumento en la sedimentación del río ¿cómo se mitigará la erosión?

Consideración:

Es importante se considere otro método de extracción que no afecte el lecho de río ni las aguas abajo, utilizando un sistema de extracción de bajo impacto acondicionando el sitio para que la maquinaria pesada, no circule sobre el cauce del río posiblemente a través de caminos o camellones para acceder a las zonas de extracción, pero nunca por debajo del nivel freático.

- En el punto 7.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FAUNA se presenta una lista bibliográfica de especies encontradas a través de diversos estudios; sin embargo, no se presenta una caracterización hecha por un técnico idóneo de la empresa consultora del solicitante del proyecto.

Solicitud de ampliación:

- ✓ Indicar en que temporada se realizaron los muestreos en el río Precisar la cantidad de muestreos realizados en el río.
- ✓ Describir los artes de pesca utilizados para los muestreos.
- ✓ Demostrar cuáles fueron las especies capturadas en el tramo del posible desarrollo del proyecto. Especificar si en el tramo donde se desarrollara el proyecto se da o no la actividad pesquera, ya que solo se menciona el desarrollo de actividades agropecuarias.

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0855

www.mambiente.gob.pa
Página 3 de 9

REVISADO

**MINISTERIO DE AMBIENTE**DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

- De las encuestas se indica la existencia de pescadores; sin embargo, el estudio no precisa sobre esta actividad, cuáles son los sitios donde se realiza y el número de pescadores que dependen o se dedican a la pesca.

Solicitud de ampliación: Precisar número de pescadores, sitios de pesca, especies que capturan y cuantas familias dependen de esta actividad.

- En la página 30 se señala que un 13 por ciento de los encuestados consideran que habrá afectación a los recursos naturales y deben realizarse medidas pertinentes para minimizar el impacto en el río. También un 49% están en desacuerdo con la ejecución del proyecto. Sin embargo, no se documenta en Anexos. Es importante mencionar que existe la duda ya que en su mayoría las encuestas son de la escuela primaria y de población vulnerable. Igualmente se presentan encuestas de unas pocas familias donde a cada miembro se le aplicó una encuesta.

Solicitud de ampliación:

- Precisar en qué beneficiará el proyecto a las comunidades, si solo se permitirá personal calificado ya que por los detalles del sitio se percibe que son comunidades vulnerables.
- Que beneficio directo recibirán las comunidades del proyecto.

- En las páginas 194 y 195 se expresa que la población deberá presentar sus inquietudes o quejas ante la oficina administrativa del proyecto. Estas deberán presentarse preferiblemente mediante una nota, a la cual el promotor dará un "Recibido" como constancia de entrega.

Solicitud de ampliación:

Precisar cómo será el sistema de reclamos, para atender las solicitudes de las comunidades, si son personas de escasos recursos.

- En qué sitio se realizará el mantenimiento y suministro de combustible a los diferentes equipos dragas, máquina de trituración etc.

3. El punto 5.2 Ubicación Geográfica Influida Mapa en Escala 1:50,000 y Coordenadas UTM del Polígono del Proyecto, se presenta coordenadas del proyecto, (páginas de la 46 a la 53), 5.4.3 Operación, Explotación de la trinchera: Extracción de material granular de río mediante draga, página 62 se indica: "...La extracción en el río se desea realizar bajo el método minero convencional a cielo abierto por medio de 5 celdas de sedimentación, definidas por polígonos irregulares con una separación variable entre 70 y 200 metros, que han sido definidas con base a la hidrología de cada sección del río, a lo largo del tramo

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0855

www.miambiente.gob.pa

Página 4 de 9
REVISADO



MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

solicitado, las cuales serán desarrolladas con una draga. La extracción se realiza por medio de 1 draga las cuales deben cortar el lecho del río directamente con un máximo de profundidad de 3 m de acuerdo a la evaluación hidrogeológica realizada..." (página 62 del EsIA), aunado a lo anterior, se presenta en anexos, Plano de Explotación, establece la delimitación de cada Trinchera de sedimentación (extracción), las cuales ilustran las siguientes superficies: Trinchera de sedimentación #5 (18,597 m²), Trinchera de Sedimentación #4 (7,095 m²), Trinchera de Sedimentación #3 (10,068 m²), Trinchera de sedimentación #2 (17,202 m²), Trinchera de Sedimentación #1 (15,390 m²); obstante, una vez verificada las coordenadas aportadas en el EsIA, por DIAM, indica que las coordenadas suministradas conforman las siguientes superficies: Área de Soporte Operativo (1 ha + 2,293 m²), Reserva T1 (368 m²), Reserva T2 (5,938 m²), Reserva T3 (1 ha + 5,0905 m²), Reserva T4 (2 ha + 1,885 m²), Reserva T5 (1 ha + 1,528 m²), Solicitud Río Piedra (230 ha + 2,910.4 m²), Zona de extracción (353 ha + 0079 m²), superficies que no concuerdan con las señaladas en el EsIA, por lo que debe presentar lo siguiente:

- Verificar las coordenadas del proyecto y presentarlas nuevamente (considerando las superficies de extracción trincheras, terraplenes, caminos de acceso a cada trinchera, áreas de maniobra, zona de acopio y trituración de materiales).
- En caso de afectar bosque de galería de la fuente hídrica, delimitar la superficie de bosque de galería que será intervenido (presentar coordenadas UTM y Datum de referencia) y desglosar dicha superficie en función del tipo de vegetación a intervenir).

En cuanto a las superficies que integran la zona señalada como Solicitud de Río Piedra (230 ha + 2,910.4 m²) y Zona de explotación (353 ha + 0079 m²), es importante señalar que, dicha superficie excede de la zona de servidumbre pluvial del río Piedra, así como también de la superficie autorizada para el proyecto como área de Soporte de Operaciones (trituración, acopio de material, campamentos, entre otros). Por lo que debe presentar lo siguiente:

- Línea base en función a la superficie definida como Solicitud de Río Piedra y Zona de explotación, actividades que serán realizadas en el resto de las zonas que conforman estas superficies adicionales, impactos y medidas de mitigación a implementar.
- Certificados de propiedad de las fincas que conforman las superficies identificadas como: Solicitud de Río Piedra (230 ha + 2,910.4 m²) y Zona de explotación (353 ha + 0079 m²).
- En caso que, las fincas que integran el área previamente descrita, sean ajenas al promotor, presentar autorizaciones o anuencias (notariadas), firmada por los

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0655

www.mambiente.gob.pa
Página 5 de 9
REVISADO



MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

propietarios de dichos predios, acompañadas por copias notariadas de las cédulas de estos.

- f) En caso que, dichos propietarios sean personas jurídicas, se debe presentar certificado de persona jurídica vigente, con el objetivo de evidenciar que, la persona que otorga la autorización o anuencia, cuenta con capacidad jurídica de representación de la misma.
4. El punto 5.5 Infraestructura a Desarrollar y Equipo a Utilizar, página 68 del EsIA, señala: “...Las *infraestructura a desarrollar involucran:Puente Bailey...campamentos...pedraplenes...*”, no obstante, no se describe en que consiste la construcción de dicha infraestructura (ubicación, dimensiones, método constructivo, entre otros). Por lo que, debe señalar:
- a) Descripción amplia de la infraestructura señalada (puente Bailey, pedraplenes) dimensiones, área de ocupación (coordenadas UTM y Datum de referencia), posibles impactos y medidas de mitigación.
 - b) Ubicación de los campamentos y almacenamiento de materiales (coordenadas y Datum de referencia).
5. El punto 5.7.2 Líquidos, página 73, señala: “...la operación genera aguas del lavado de la piedra en un tornillo sin fin...”, por consiguiente, se debe ampliar:
- a) Proceso de lavado de piedra, mecanismo, gestión de los residuos producidos (aguas residuales) y donde se realizará dicho proceso.
6. En seguimiento a los comentarios emitidos por la Dirección de Seguridad Hídrica, en el Informe Técnico N°. DHS-004-2023, se solicita:
- *Presentar plano con mapa base vista satelital (Google Earth) indicando la ubicación y respectivas dimensiones de las bermas de seguridad y diques a escala en cada punto de explotación.*
7. El Informe Técnico de Inspección N° 006-2023, del 3 de febrero de 2023, elaborado por la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental señala: “...Respecto al acceso del proyecto el mismo se realizará, mediante el uso de infraestructura existente (camino), cuya rodadura es grava, no cuenta con carpeta asfáltica; conjuntamente, se visualiza que dicha vía mantiene un ancho limitado en algunas secciones, disminuyendo la capacidad de circulación, para vehículos con dimensiones mayores a un auto convencional y presenta en

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0855

www.miambiente.gob.pa
Página 6 de 9
REVISADO



MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

gran parte de la zona formaciones boscosas importantes (ver foto 2 y 3). También, se visualizó la presencia de tres (3) vados, sobre fuentes hídricas que descargan hacia el río Piedra, utilizados para mantener el tránsito sobre dicha vía...". Por lo que, debe indicar:

- a) Dado a las limitantes, de la capacidad vial del camino existente, la movilización de camiones que conducirán el material extraído de los puntos de extracción, hacia el sector de acopio y trituración. Que obras de rehabilitación o adecuación del camino se realizarán (descripción amplia), coordenadas (UTM, con su Datum de referencia).
- b) Si se realizarán obras sobre las fuentes hídricas que intercepta el camino de acceso, describir ampliamente las mismas y presentar coordenadas ((UTM, con su Datum de referencia).

Conjuntamente dicho Informe de Inspección, señala: "...Durante, la inspección de campo se observó, que el área es utilizada como balneario, por lo que, el proyecto debe introducir en el análisis, la interacción de estas actividades recreativas y económicas con la ejecución del proyecto, para determinar si existen impactos hacia dicha actividad...". Por consiguiente se debe indicar:

- c) Si el proyecto podría generar impactos sobre dicha actividad económica y el uso del río como balneario por otros usuarios del río e indicar las medidas de mitigación a implementarse.
8. El anexo Plan Explotación, punto 6.4 Rotación de Trincheras, señala: "...A los fines de asegurar un aprovechamiento ajustado a la geomorfología de cauce del río de Piedra, así como, con base en las característica y el comportamiento hidráulico, y la mecánica de los fluidos que controla la sedimentación de las distintas granulometrías (gravas, arenas, limos y arcillas) y tomando en cuenta la batimetría que posee el perfil del drenaje en cuestión a la fecha de su evaluación, agosto-diciembre de 2021, se plantea una rotación de aprovechamiento a lo largo del año para las cinco (5) trincheras permisivas, como se muestra en la tabla 4..." evidenciándose según dicho cronograma la extracción en cada trinchera, en ciclos de cinco (5) meses.
- a) Ampliar como se dará el proceso de extracción, método, equipamiento utilizado e indicar si el tiempo definido para la extracción de cada trinchera (como se establece en el cronograma de extracción), permite la recuperación biológica y física de la zona (cada trinchera), estimación en porcentaje de la capacidad del río en revertir las condiciones producidas por la ejecución de las actividades extractivas, durante dicho periodo y sustento técnico que valide dicha afirmación.

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0855

www.mambiente.gob.pa
Página 7 de 9
REVISADO



MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

9. En las páginas 356 a 412 del EsIA se presentan informes de: Reporte de muestreo y análisis de aguas superficiales, Reporte de muestreo y análisis de agua de Trincheras, Informe de Ensayo de PM-10 (1 hora) e Informe de Ensayo Ruido Ambiental, los cuales fueron realizados para la empresa MINEQUIP CORP, sin embargo, la empresa promotora del Estudio de Impacto Ambiental, es AGREGADOS Y MINERALES RÍO PIEDRA S.A. De igual forma, en el Plan minero Río Piedra se indica en el punto introducción "*Minequip Corp, bajo la coordinación de la gerencia de Planificación Minera...*". Por lo antes mencionado, solicitamos aclarar el vínculo de la empresa promotora y la sociedad MINEQUIP CORP, y presentar autorización de dicha sociedad para el uso de la información o en caso contrario, aportar información a nombre de la sociedad AGREGADOS Y MINERALES RÍO PIEDRA S.A.
10. En la página 168 del EsIA, cuadro 6.2.3 Matriz de Identificación y Valoración de Impactos Potenciales Generados por el Proyecto, en la fase de operación, para la actividad de **explotación de trincheras** se identifica el impacto "*Generación de nuevas condiciones a la comunidad (imposibilidad del uso de recreativo del río)*". Por otra parte, durante la inspección de campo, observamos que después de la trinchera 5, se ubica un pequeño muelle o embarcadero, donde se encontraba anclada una pequeña lancha, que se usa como medio de transporte acuático. Por lo anterior, solicitamos:
- Georreferenciar mediante coordenadas cuantas áreas de balneario existen desde la trinchera 1 hasta la desembocadura del río.
 - Ampliar medidas de mitigación que se implementaran para que los usuarios de áreas de balnearios puedan seguir usando el río como área de recreación.
 - Aclarar si el río es usado como medio de comunicación (transporte acuático) de la comunidad a través de lanchas, de ser positivo. Qué medidas se implementarán para que no se vea interrumpida la vía de comunicación.
11. En punto 6.3. Conformación y mantenimiento de playa o terraplén de extracción, del plan minero Río Piedra, en la página 277 del EsIA, se indica "*...La playa se debe conformar y mantener en las secciones del río que se encuentren justo en la zona donde se han proyectado las celdas o trincheras de sedimentación, las dimensiones serán de al menos al menos 250 metros, aguas arriba y aguas abajo a partir del acceso al río y con un ancho de vía de hasta 6 metros...*", y como impacto asociado a esta actividad se establece "*Alteración de la dinámica hidráulica de río por disminución de espacio de cauce*". Por lo antes mencionado, solicitamos:
- Realizar una descripción más amplia del impacto Alteración de la dinámica hidráulica de río por disminución de espacio de cauce, y este deberá ser sustentado a través de

Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0855

www.miambiote.gob.pa

Página 8 de 9

REVISADO

REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE AMBIENTE
DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

modelaciones que evidencien las posibles variaciones en la dinámica hidráulica del río, considerando los escenarios con proyecto y sin proyecto.
b. Analizar si las variaciones de la dinámica hidráulica del río podrían generar afectaciones a los colindantes y a los usuarios del río (transporte acuático y áreas de balneario). En caso de ser positivo, establecer qué medidas de mitigación se implementaran.

12. En la pág. 43, del EsIA, se indica "... la zona necesaria para procesamiento de la piedra o de soporte operativo (planta trituradora, oficinas, patios de acopio, oficinas baños portátiles, despacho y estacionamientos) es de 2 hectáreas que pertenece a un propietario Sr. Saad Edin Omais, que otorga consentimiento para su uso..." y presenta nota donde el Director Regional de Colón el señor Luis B. Armuelles B., certifica que el señor Saad El Din Omais, con cédula de identidad personal 8-745-1598, mantiene solicitud de adjudicación a título oneroso sobre globo de terreno de 2 Has. + 1,620.36 m². Por lo antes mencionado, solicitamos presentar nota emitida por la Autoridad Nacional de Administración de Tierras, del ESATUS ACTUAL del trámite de adjudicación del globo de terreno.

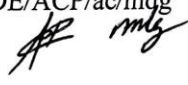
Nota: Presentar las coordenadas solicitadas en DATUM WGS-84 y formato digital (Shape file y Excel donde se visualice el orden lógico y secuencia de los vértices), de acuerdo a lo establecido en la Resolución No. DM-0221-2019 de 24 de junio de 2019.

Además, queremos informarle que transcurridos quince (15) días hábiles del recibo de la nota, sin que haya cumplido con lo solicitado, se tomará la decisión correspondiente, según lo establecido en el artículo 9 del Decreto Ejecutivo No. 155 de 05 de agosto de 2011.

Atentamente,


DOMILUIS DOMÍNGUEZ E.

Director de Evaluación de Impacto Ambiental.

DDE/ACP/ac/mdg


Albrook, Calle Broberg, Edificio 804
República de Panamá
Tel.: (507) 500-0855

www.mambiente.gob.pa
Página 9 de 9

RESPUESTAS A LA NOTA DEIA-DEEIA-AC-0047-2103-2023

Respuesta a solicitud de ampliación 1.

En anexos se presenta documento que da respuesta a lo solicitado por DIPA

Respuesta solicitud de ampliación 2.

Se corrige que la separación variable entre celdas de extracción es de 700 y 200 mts.

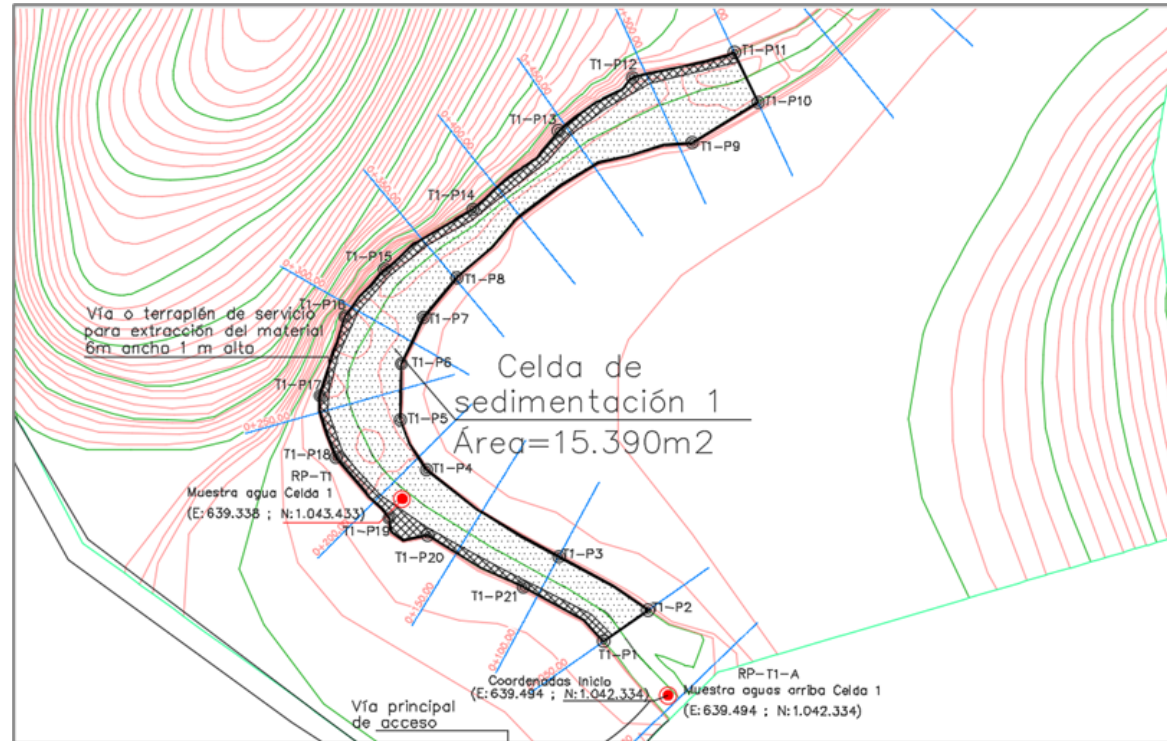
Precisar la longitud y profundidad de cada una de las trincheras en las que se extraerá el material pétreo.

Resp. En la tabla siguiente se muestra la longitud y la separación entre las celdas.

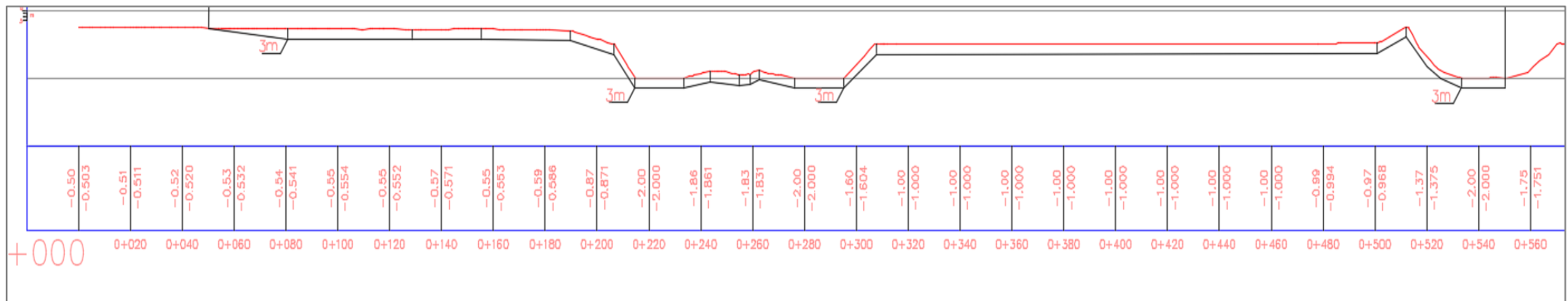
Posteriormente se presenta ilustración de topografía y el perfil batimétrico (en rojo) de sedimentos acumulados (grava) en cada celda de extracción y su respectiva sección transversal con la capa de sedimentos depositados (línea en negro) marcando hasta donde se ha calculado extraer, es decir la profundidad (3 mts aproximadamente), a esta profundidad de extracción no se dará afectación del canal del río (parte más profunda del lecho). No es necesario, ya que la propia dinámica hidrogeológica del río causa que se aporte o se acumule cada cierto tiempo material a dicha profundidad. Esta información se elaboró basada en datos del estudio hidrogeológico levantado para este Estudio y que se anexa a este documento.

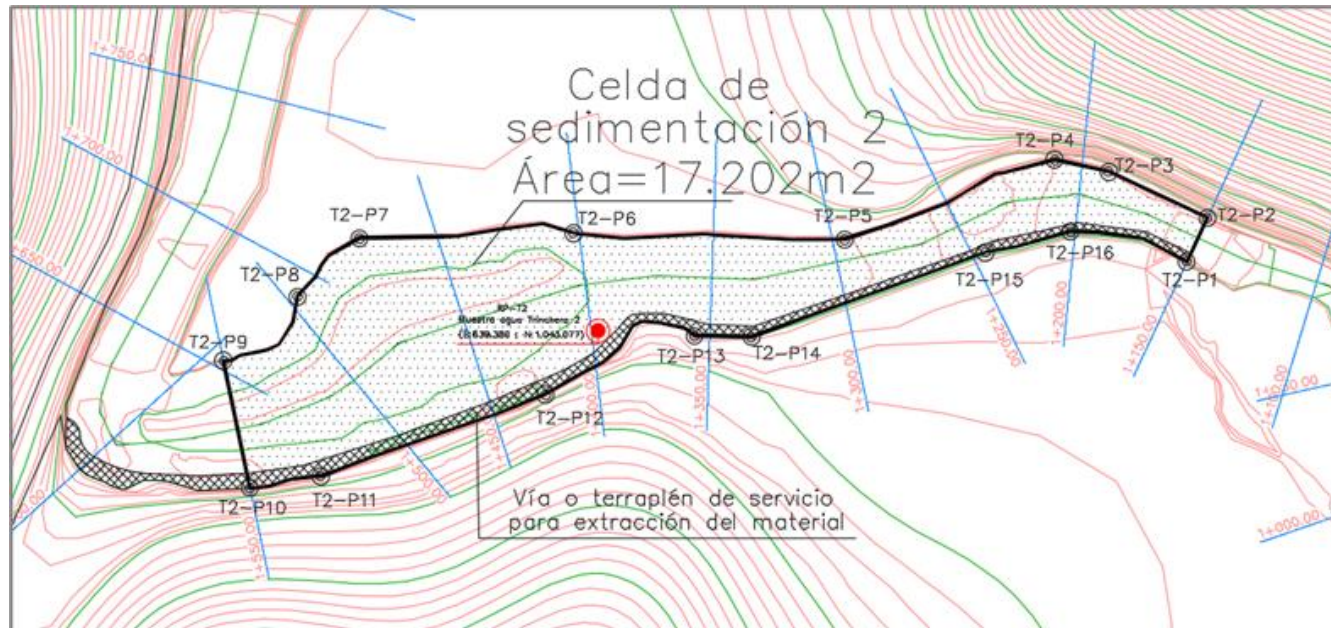
El área que ocupara cada celda es conforme la progresión de las secciones transversales de la misma y que se muestran en cada ilustración

Coordenadas + Progresivas de las Celdas de Sedimentación						
Celda	Progresiva Inicial (m)	Progresiva Final (m)	Longitud (m)	Separación (m)	Puntos	Coordenadas
1	0+050	0+550	500	0	T1-P1	E:639.458 ; N:1.042.364
					T1-P2	E:639.482 ; N:1.042.381
					T1-P3	E:639.433 ; N:1.042.411
					T1-P4	E:639.360 ; N:1.042.459
					T1-P5	E:639.446 ; N:1.042.486
					T1-P6	E:639.346 ; N:1.042.517
					T1-P7	E:639.358 ; N:1.042.543
					T1-P8	E:639.377 ; N:1.042.565
					T1-P9	E:639.507 ; N:1.042.639
					T1-P9	E:639.543 ; N:1.042.662
					T1-P10	E:639.543 ; N:1.042.662
					T1-P11	E:639.530 ; N:1.042.689
					T1-P12	E:639.474 ; N:1.042.675
					T1-P13	E:639.433 ; N:1.042.646
					T1-P14	E:639.386 ; N:1.042.602
					T1-P15	E:639.337 ; N:1.042.569
					T1-P16	E:639.315 ; N:1.042.543
					T1-P16	E:639.301 ; N:1.042.499
					T1-P17	E:639.310 ; N:1.042.455
					T1-P18	E:639.339 ; N:1.042.432
					T1-P19	E:639.361 ; N:1.042.422
					T1-P20	E:639.414 ; N:1.042.394
					T1-P21	E:639.458 ; N:1.042.364
2	0+1150	0+1550	400	600	T2-P1	E:639.605 ; N:1.043.111
					T2-P2	E:639.612 ; N:1.043.128
					T2-P3	E:639.574 ; N:1.043.147
					T2-P4	E:639.552 ; N:1.043.151
					T2-P5	E:639.470 ; N:1.043.120
					T2-P6	E:639.363 ; N:1.043.122
					T2-P7	E:639.279 ; N:1.043.120
					T2-P8	E:639.254 ; N:1.043.097
					T2-P9	E:639.225 ; N:1.043.072
					T2-P10	E:639.235 ; N:1.043.022
					T2-P11	E:639.263 ; N:1.043.027
					T2-P12	E:639.352 ; N:1.043.059
					T2-P13	E:639.411 ; N:1.043.082
					T2-P14	E:639.433 ; N:1.043.082
					T2-P15	E:639.525 ; N:1.043.115
					T2-P16	E:639.559 ; N:1.043.123
3	0+1800	0+2100	300	250	T3-P1	E:639.226 ; N:1.043.233
					T3-P2	E:639.260 ; N:1.043.221
					T3-P3	E:639.286 ; N:1.043.277
					T3-P4	E:639.296 ; N:1.043.341
					T3-P5	E:639.304 ; N:1.043.361
					T3-P6	E:639.371 ; N:1.043.493
					T3-P7	E:639.348 ; N:1.043.506
					T3-P8	E:639.262 ; N:1.043.366
					T3-P9	E:639.258 ; N:1.043.349
					T3-P10	E:639.256 ; N:1.043.299
					T3-P11	E:639.246 ; N:1.043.269
4	0+2300	0+2550	250	200	T4-P1	E:639.557 ; N:1.043.687
					T4-P2	E:639.386 ; N:1.043.696
					T4-P3	E:639.378 ; N:1.043.722
					T4-P4	E:639.371 ; N:1.043.737
					T4-P5	E:639.336 ; N:1.043.811
					T4-P6	E:639.304 ; N:1.043.854
					T4-P7	E:639.253 ; N:1.043.909
					T4-P8	E:639.226 ; N:1.043.888
					T4-P9	E:639.265 ; N:1.043.842
					T4-P10	E:639.295 ; N:1.043.824
					T4-P11	E:639.312 ; N:1.043.784
5	0+2800	0+3250	450	300	T5-P1	E:639.067 ; N:1.043.856
					T5-P2	E:639.031 ; N:1.043.894
					T5-P3	E:638.000 ; N:1.043.875
					T5-P4	E:638.964 ; N:1.043.843
					T5-P5	E:638.915 ; N:1.043.825
					T5-P6	E:638.905 ; N:1.043.815
					T5-P7	E:638.891 ; N:1.043.775
					T5-P8	E:638.810 ; N:1.043.727
					T5-P9	E:638.703 ; N:1.043.672
					T5-P10	E:638.690 ; N:1.043.686
					T5-P11	E:638.661 ; N:1.043.666
					T5-P12	E:638.683 ; N:1.043.654
					T5-P13	E:638.770 ; N:1.043.646
					T5-P14	E:638.809 ; N:1.043.665
					T5-P15	E:638.873 ; N:1.043.722
					T5-P16	E:638.971 ; N:1.043.788

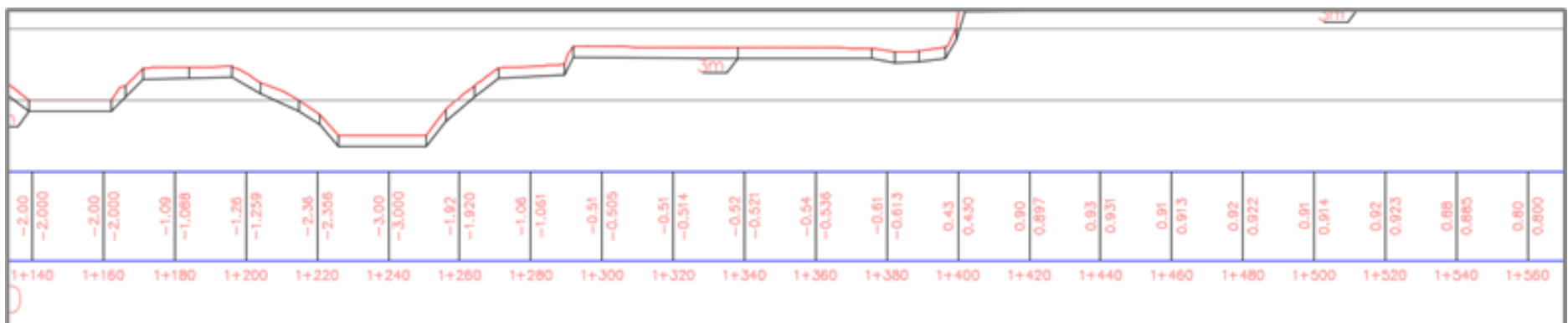


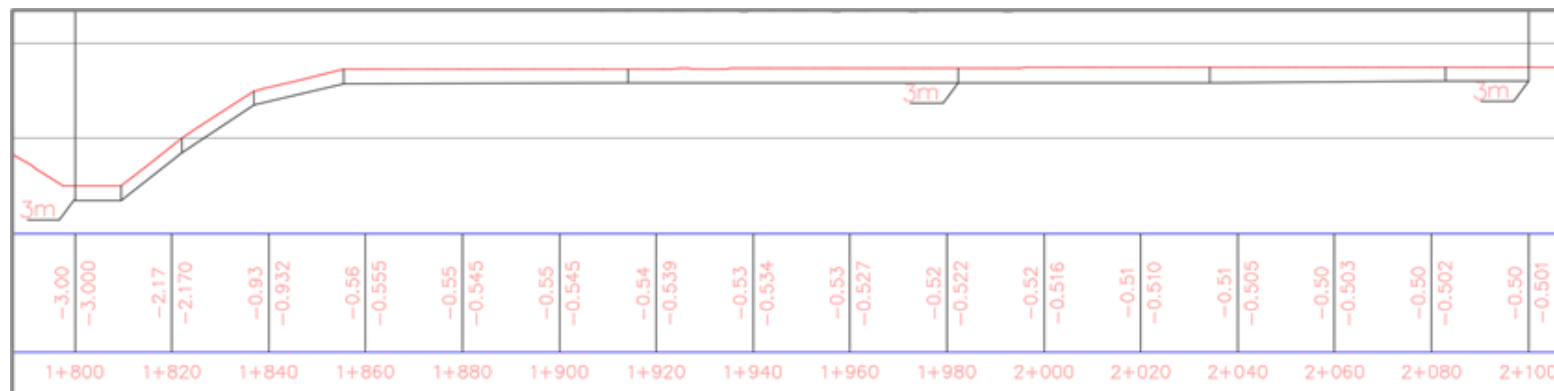
Perfil Celda 1

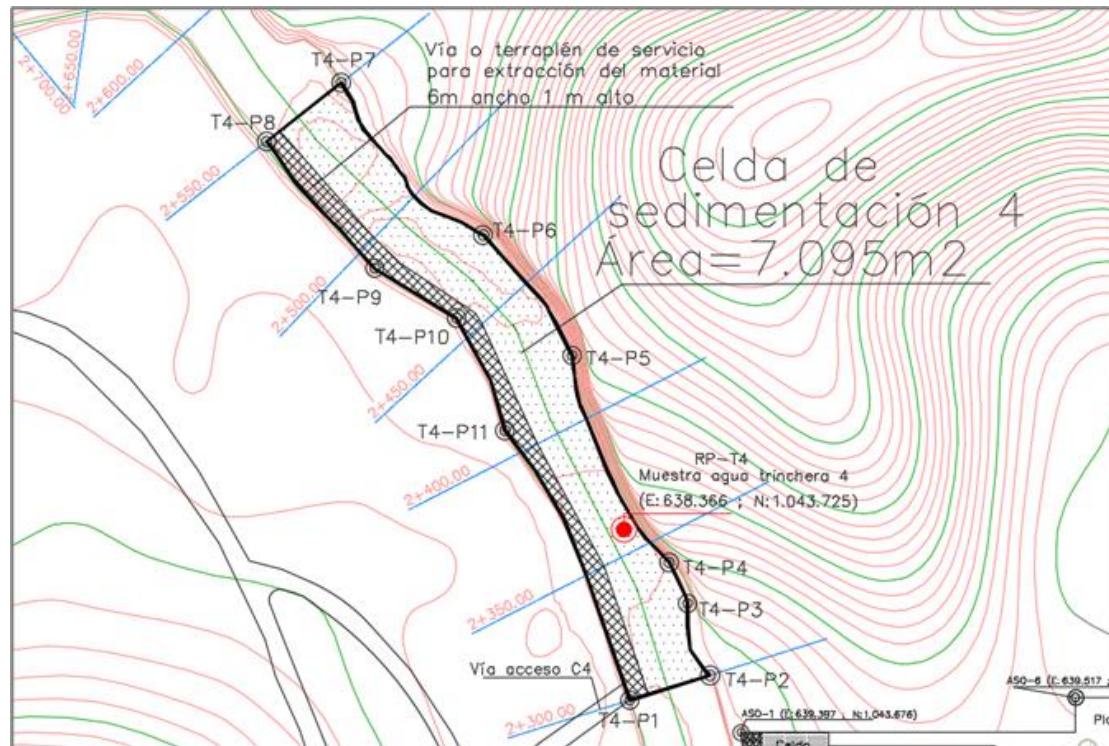




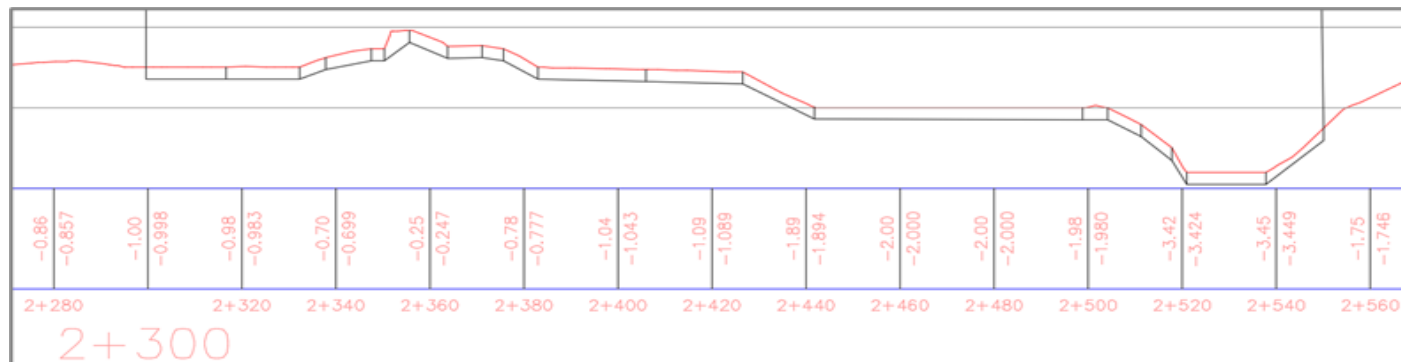
Perfil Celda 2

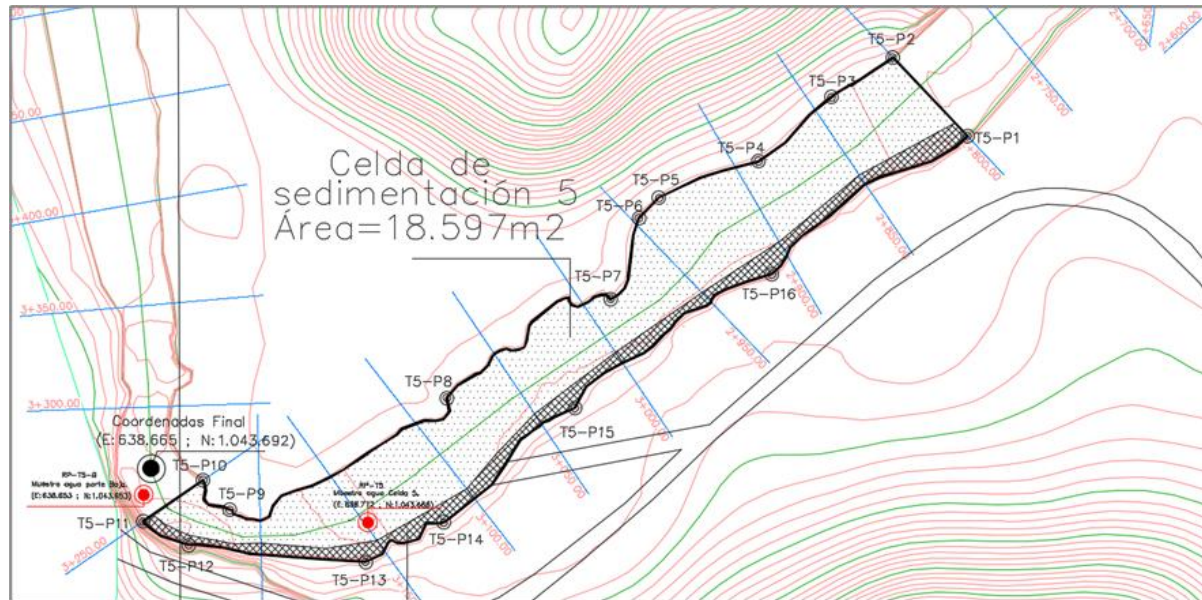




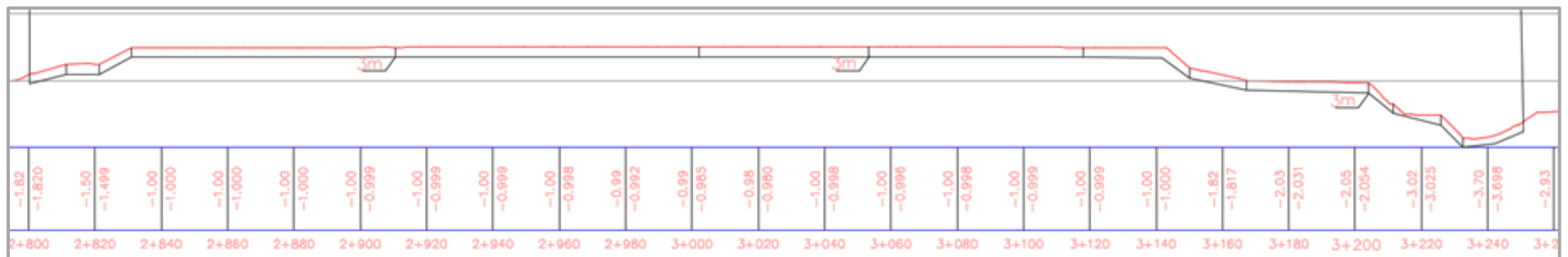


Perfil Celda 4





Perfil Celda 5



Indicar si la extracción se realizará por encima o debajo de nivel freático.

Resp. No es parte del concepto de este proyecto extraer material sobre superficie terrestre.

Este proyecto extraerá grava del río acumulada por la propia hidrodinámica del mismo en bancos y fondo del alineamiento a explotar. No se pretende, ni resulta necesario extraer más profundo del manto de acumulación de grava depositada.

Explicar cómo se procurará el desplazamiento de la ictiofauna existente en el río.

Resp. La extracción de grava no implica represar o detener el flujo natural del río. No se instalarán barreras físicas entre áreas de celdas de extracción. El agua continuará corriendo por el cauce. Por lo tanto, los peces tendrán la libertad de desplazarse a otra área del río donde su instinto natural les indique estar.

Explicar cómo se evitará que el peso de las maquinarias cause erosión y por ende aumento en la sedimentación del río ¿cómo se mitigará la erosión?

Resp.

El acceso de la maquinaria a la margen del río y a cada una de las celdas de sedimentación se realizará a través de los caminos existentes, los cuales se encuentran estables desde el punto de vista geotécnico. Una vez en el borde del río, el equipo extraerá material depositado en el cauce y lo adosará al borde, para luego compactarlo a paso de máquina. Entonces el terraplén conformado ayudará a la estabilidad de todo el borde lo cual evitará la erosión del talud. Para ilustrar lo descrito ver como referencia la fig 14 del Plan de Explotación anexo.

La construcción de este terraplén requerirá del permiso previo correspondiente de obra en cauce, para lo cual el promotor debe gestionar el mismo ante el Ministerio de Ambiente

Consideración:

Es importante se considere otro método de extracción que no afecte el lecho de río ni las aguas abajo, utilizando un sistema de extracción de bajo impacto acondicionando el sitio para que la maquinaria pesada, no circule sobre el cauce del río posiblemente a través de caminos o camellones para acceder a las zonas de extracción, pero nunca por debajo del nivel freático.

Resp.

El método de extracción es permitido por la Dirección de Recursos Minerales del MICI.

El método de extracción a utilizar en este proyecto obedece a características propias y naturales de este río.

- la propia dinámica hidrogeológica de este río. Ya que acumula grava naturalmente, ofreciendo bancos y manto de acumulación de grava depositada. De allí su nombre “Río Piedra”.

- la adaptación de la sección del río a la geomorfología actual imperante, en la cuenca baja del mismo.

La maquinaria pesada, no se desplazará sobre el cauce del río, sino sobre el camellón o terraplén previamente conformado, de esta forma se accederá a las zonas de extracción. (ver la fig 14 del Plan de Explotación anexo).

Este río ofrece las condiciones para que la extracción sea una acción reversible por la propia dinámica de acumulación de grava generada por las crecidas periódicas. Así lo demuestra el Estudio Hidrogeológico anexo.

➤ **Caracterización hecha por un técnico idóneo**

Resp.

En la página 108 y en el cuadro 7.4 del EIA, se describe la fauna acuática encontrada en el área de estudio. Esta caracterización fue levantada en campo por un técnico idóneo consultor ambiental desde el 2009, y firmante en el EIA, Licdo. Franklin Guerra. Se anexa idoneidad, y también colaboro el Licdo. Rigoberto González Gutiérrez autor de varias publicaciones, de entre las cuales se citan: “*Los principales peces de los lagos y embalses panameños*”, “*Catálogo de los peces exóticos de las aguas dulces panameñas*”, “*Guía ilustrada de los peces del Lago Fortuna*”. Y quienes responden las siguientes solicitudes de ampliación de información al componente biológico del EIA.

Indicar en que temporada se realizaron los muestreos en el río. Precisar la cantidad de muestreos realizados en el río.

Resp. En la temporada de inicio de la estación de las lluvias, año 2022. Se realizaron **5** muestreos, una estación de muestreo por cada celda de extracción indicada por el proyecto.

Describir los artes de pesca utilizados para los muestreos.

Resp. Para el muestreo o colecta de los peces en el área de estudio se utilizaron artes de pesca, entre estas la atarraya, red de mano y red de arrastre o chinchorro. Los peces fueron colectados en diversos puntos del curso del río en la temporada de inicio de la estación de las lluvias. Cada estación fue muestreada con estos artes durante unos 30 minutos por estación.

La atarraya es un arte de pesca operado por una sola persona que se utiliza para capturar peces en aguas de mediana profundidad, en ríos, arroyos, lagos y embalses. La atarraya consiste de una red redonda, de mono o multifilamento, de 1.5 m de diámetro, con una luz de malla de 20 mm., dotada con una línea inferior de plomos. Esta red es lanzada a las áreas algo alejadas de las orillas, que no se pueden alcanzar con la red de arrastre o chinchorro.

La red de mano se compone de un marco rectangular de 30 cm de ancho por 10 cm de alto, con una apertura de malla de 5 mm., que es operada por una persona y por lo general se utiliza

para coleccionar los peces pequeños en las orillas de poca profundidad, o los que se encuentran entre la vegetación acuática litoral.

La red de arrastre o chinchorro, es un paño de red rectangular de 3 m de largo por 1.5 m de alto y con una luz de malla de 5 mm., construida con hilos de multifilamento, la cual posee una línea superior con boyas y una línea inferior con plomo y se utiliza para trabajar principalmente en las orillas, partes menos profundas, o con menos corrientes, y a diferencia de los métodos anteriores es operada por dos personas, los que realizan un arrastre rápido y coordinado en las orillas.

Demostrar cuáles fueron las especies capturadas en el tramo del posible desarrollo del proyecto.

Resp. Las especies capturadas en el tramo del proyecto se indicaron en el EIA, en el cuadro 7.4

Cuadro 7.4 Especies colectadas en el área del proyecto		
Orden	Familia	Especie
Characiformes	Characidae	<i>Astyanax panamensis</i>
	Bryconidae	<i>Brycon argenteus</i>
Gobiiformes	Gobiidae	<i>Awaous banana</i>
Mugiliformes	Mugilidae	<i>Dajaus monticola</i>
		<i>Mugil curema</i>
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Brachyrhaphis cascajalensis</i>
		<i>Brachyrhaphis episcopi</i>

Fuente. Levantamiento de campo para el presente EsIA.

Se anexa registros fotográficos que demuestran las capturas.

Componente Social

Especificar si en el tramo donde se desarrollara el proyecto se da o no la actividad pesquera, ya que solo se menciona el desarrollo de actividades agropecuarias.

Resp. Durante los meses de levantamiento de la data para el estudio hidrogeológico y otros reconocimientos de campo para el EIA, no se observó pescadores en el tramo del río a extraer. La pesca se da aguas abajo, en la desembocadura del río en el mar. Es frecuente la presencia de personas pescando en esta área.

Precisar número de pescadores, sitios de pesca, especies que capturan y cuantas familias dependen de esta actividad.

Resp. De la población encuestada, solo una persona indicó dedicarse a la pesca. Por lo tanto, se puede inferir que la pesca en el río no es una actividad de subsistencia para las familias que viven en el área de influencia del proyecto y que fueron encuestadas

Sitio de pesca: Se observó personas pescando, aguas abajo donde termina la celda 5 de extracción, en la desembocadura del río al mar. Lo observado durante el levantamiento de la

data de campo a lo largo de los 6 meses, es que las personas pescan en la zona de la desembocadura, en el puente, donde existe la interacción de la marea del Caribe con la interface salobre. Esto debido a que los peces grandes están en la desembocadura cercana a la zona del puente.

Precisar en qué beneficiará el proyecto a las comunidades, si solo se permitirá personal calificado ya que por los detalles del sitio se percibe que son comunidades vulnerables.

Resp.

El proyecto beneficiará a los pobladores de las comunidades con empleo, ya que también requerirá de mano de obra no calificada como obreros, macheteros, ayudantes generales, ayudantes de planta, lancheros. Así como técnicos medios para el laboratorio de materiales, electromecánicos, electricistas, así como operadores de equipo pesado.

Todos los niveles de cargos tendrán oportunidad de empleo y de capacitarse.

Que beneficio directo recibirán las comunidades del proyecto.

Resp.

Empleo estable de mano de obra no calificada (obrerros, paleros, mensajeros, vigilantes, chapeadores, banderilleros, etc). Se considerará como primera opción de empleo las personas del área y como valor agregado se impartirán inducción de nuevos conocimientos, por ejemplo, como operar una herramienta auxiliar y capacitación en conocimientos básicos técnicos.

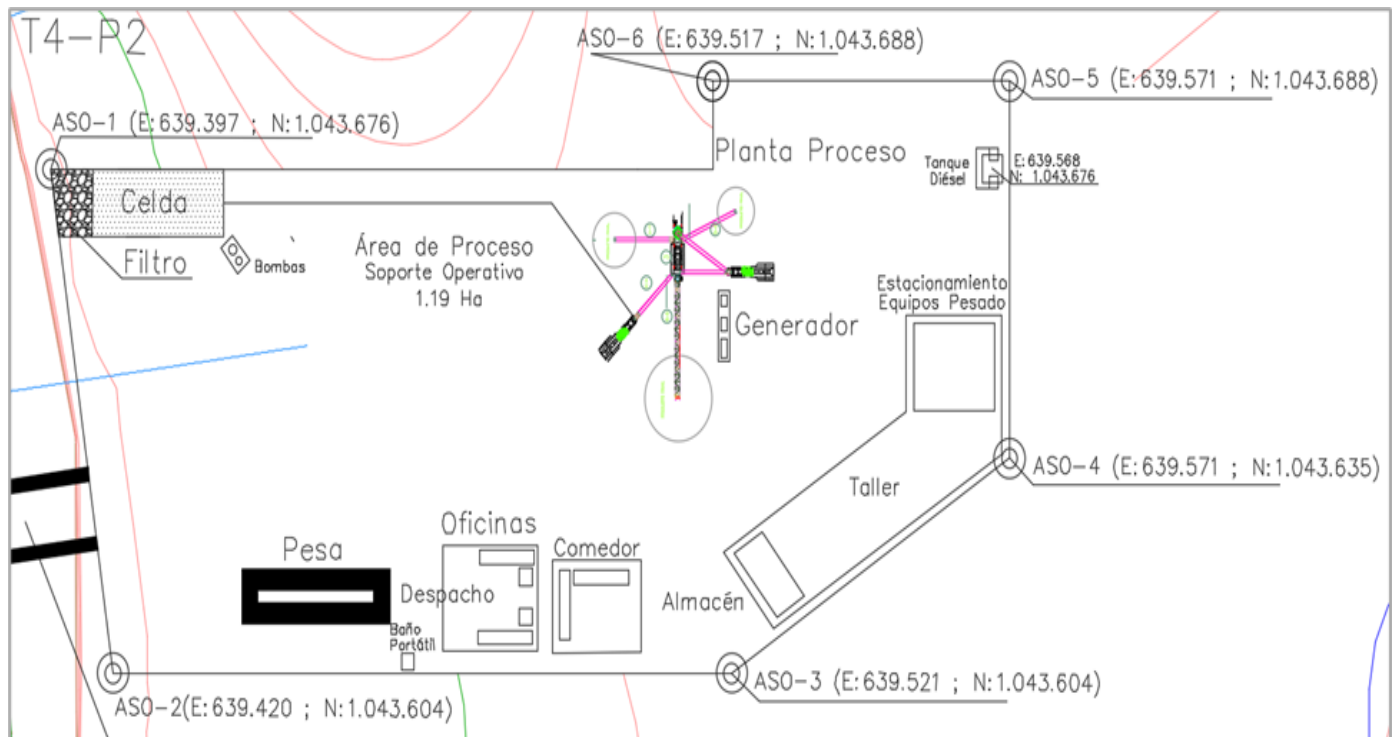
Precisar cómo será el sistema de reclamos, para atender las solicitudes de las comunidades, si son personas de escasos recursos.

Resp. A este aspecto se le adiciona que existirá en la oficina administrativa del proyecto una hoja formato con indicaciones simples para llenar, y así describir la queja. En caso de que la persona no sepa escribir, un personal designado para asuntos comunitarios le ayudara a llenar la hoja de queja. A toda queja el proyecto se compromete a darle el tratamiento correspondiente para satisfacer la misma. Ya este es un procedimiento ampliamente implementado por los proyectos que operan en comunidades.

En qué sitio se realizará el mantenimiento y suministro de combustible a los diferentes equipos dragas, máquina de trituración etc.

Resp. Todos los mantenimientos correctivos y preventivos se realizarán en la zona de soporte operativo la cual poseerá un galpón para el taller y almacén con las facilidades, de acuerdo a las NORMA ISO 9000. Por ejemplo, tinajas para aceites, noria, contenedores con materiales para prevenir y mitigar derrames de hidrocarburos u otra sustancia peligrosa. Por otro lado, se usará arena mona granular absorbente en el caso de derrame.

Con respecto al suministro de combustible, se contará con un tanque de 5000 galones instalado por un proveedor autorizado que cumpla con todas las normas y leyes ambientales aplicables. Ver ilustración siguiente:



Respuesta solicitud de ampliación 3

a) Verificar las coordenadas del proyecto y presentarlas nuevamente (considerando las superficies de extracción trincheras, pedraplenes, áreas de maniobra, zona de acopio y trituración de materiales).

Resp.

Se verificaron las coordenadas de proyecto, se ajustaron y se presentan nuevamente.

Área a solicitar en concesión ante el MICI

Coordenadas Solicitud Concesión - EIA Río Piedra 315 Ha				
Punto	Longitud W	Latitud Norte	Este	Norte
P-1	79° 44' 14.00"	9° 26' 32.00"	638,678	1,043,994
P-2	79° 43' 38.00"	9° 26' 32.00"	639,820	1,043,994
P-3	79° 43' 38.04"	9° 25' 34.85"	639,820	1,041,220
P-4	79° 44' 14.04"	9° 25' 34.98"	638,678	1,041,220

Para tramites en el MICI, se requiere de esta magnitud de área a solicitar en concesión y poder explorar la posibilidad de existencia de otros yacimientos. Para dicha exploración, ante el

MICI se debe presentar constancia del consentimiento de los dueños de esos terrenos, y para la explotación se requerirá del correspondiente Estudio de Impacto Ambiental específico para esa localización geográfica .

Superficies de extracción trincheras

Resp. La superficie total de extracción (conformada por las 5 celdas), se calculó en 68,352 m².

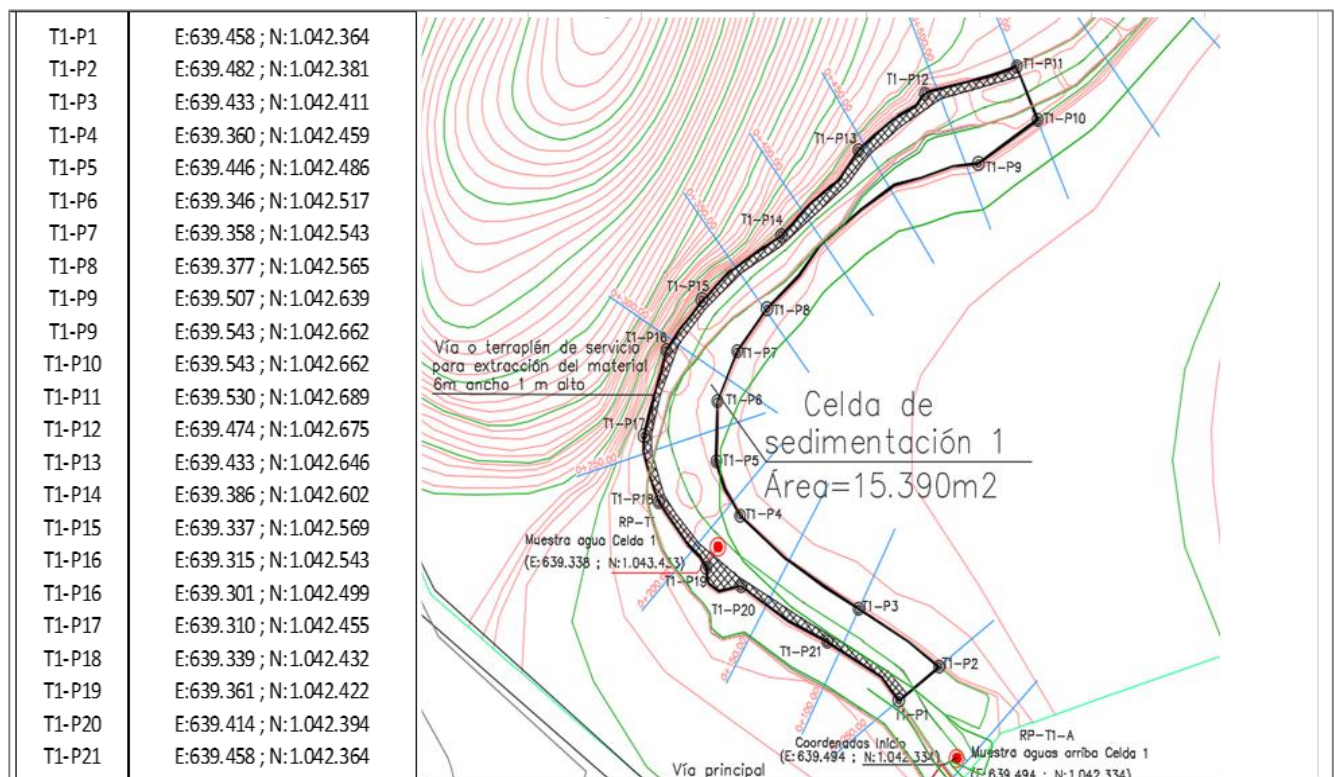
Referirse a lo contestado e ilustrado en la respuesta de solicitud de ampliación 2.

Donde se presenta la tabla resumen con las coordenadas UTM debidamente georreferenciadas para cada celda de extracción, las cuales pueden variar, de acuerdo a influencia de las crecidas o por el avance de la llanura de inundación, en la parte baja de la cuenca.

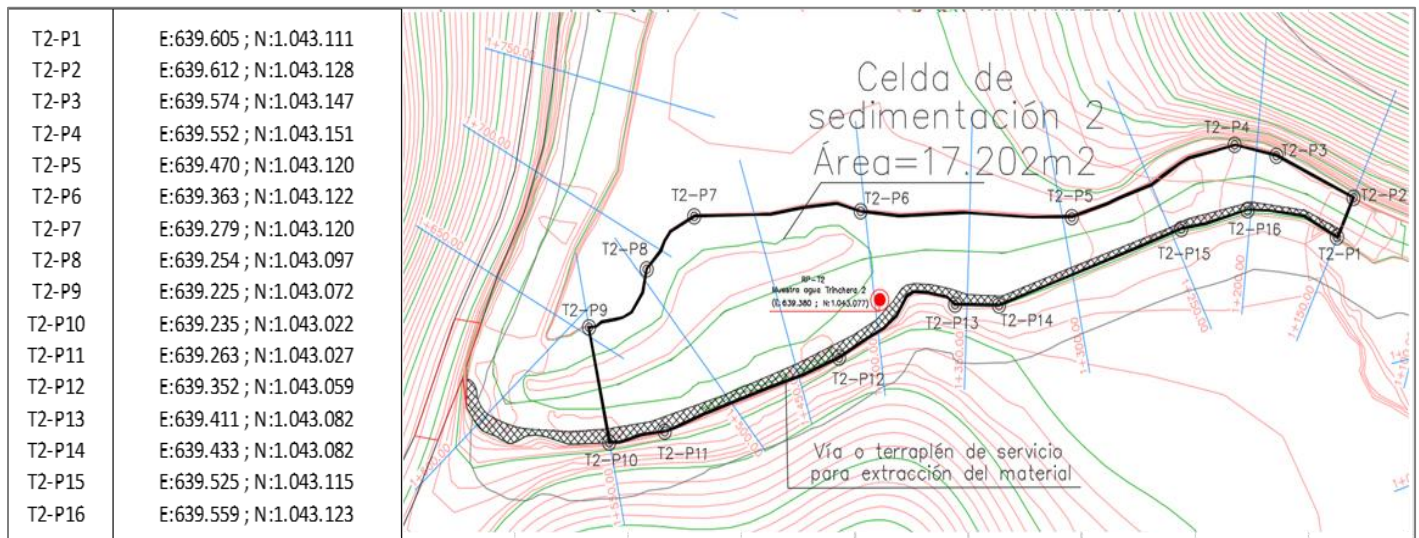
Pedraplenes.

Resp. El terraplén o playa de trabajo que da acceso a las celdas de sedimentación y extracción, se encuentra dentro del área de la propia celda.

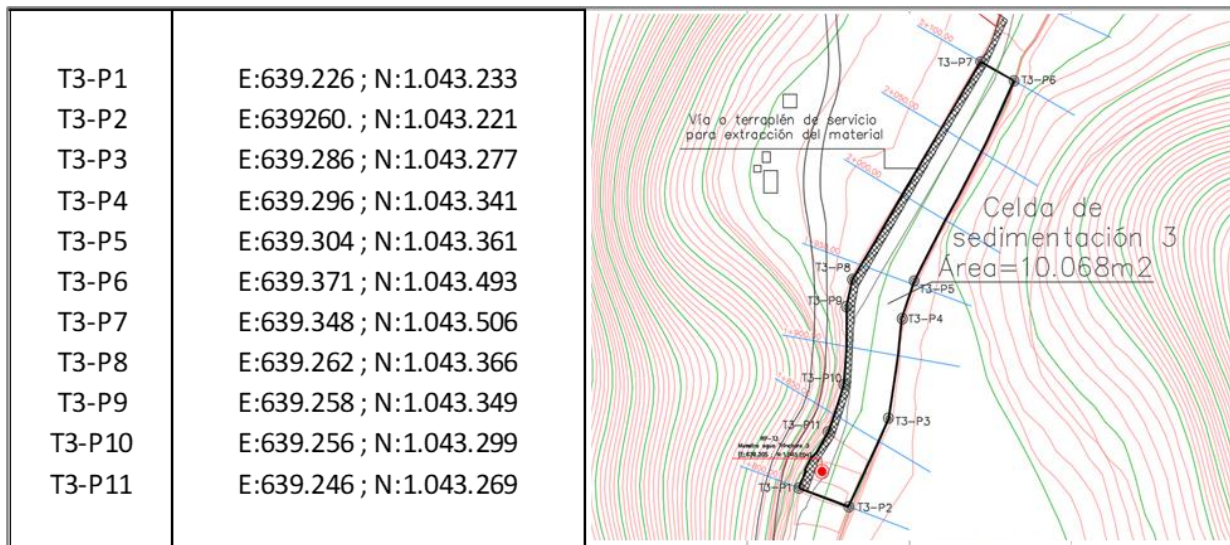
Coordenadas de terraplén celda 1

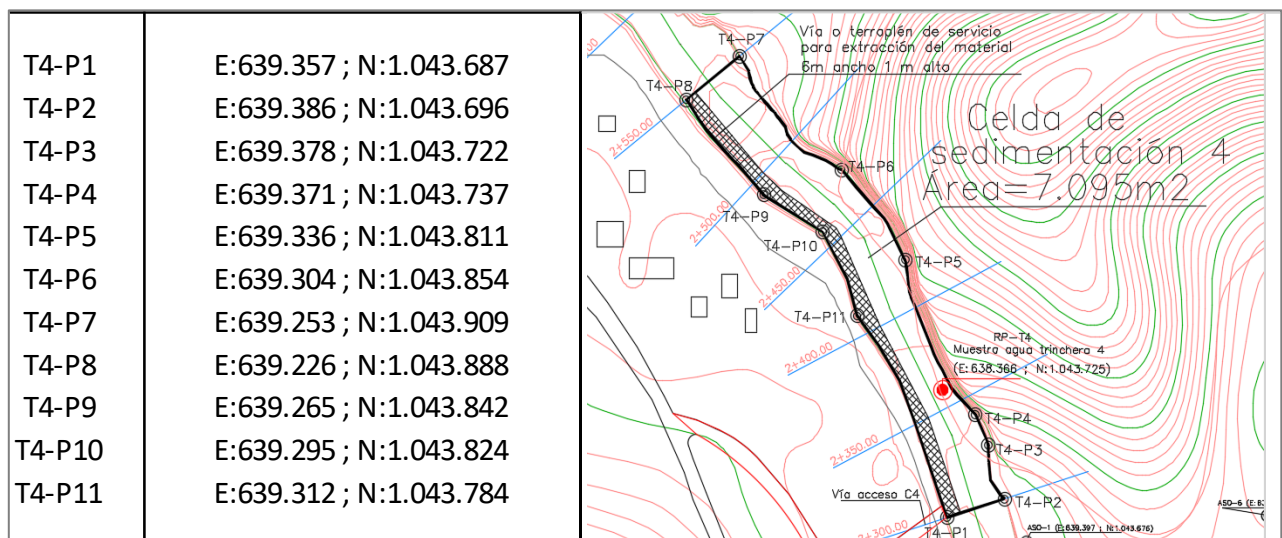
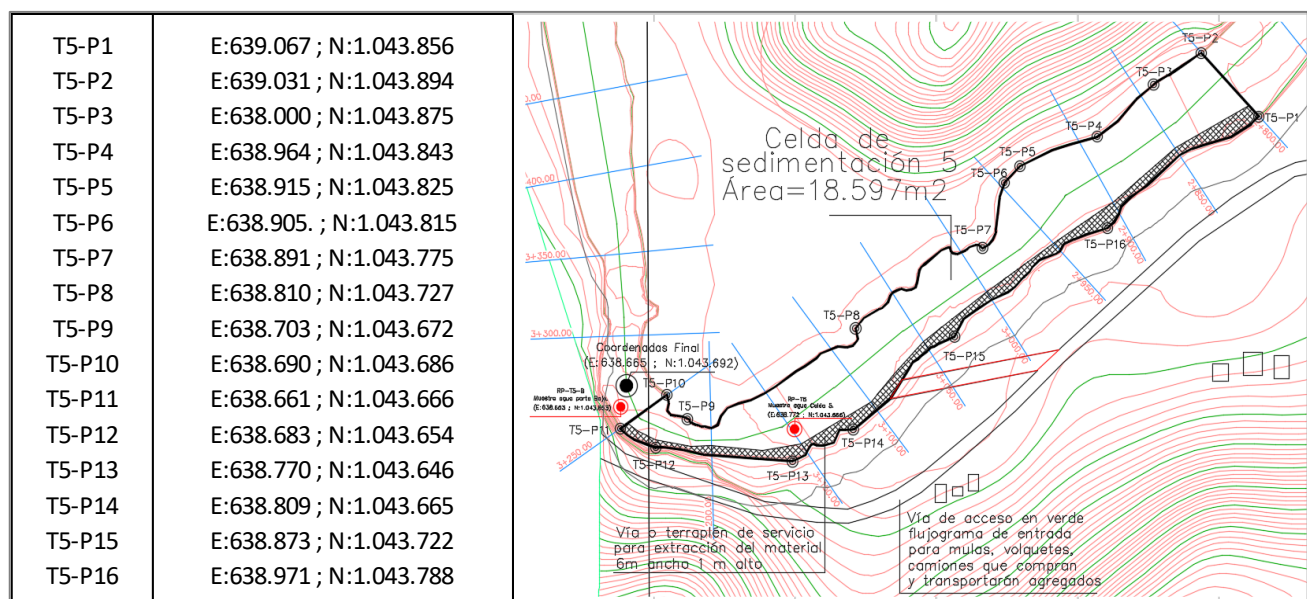


Coordenadas de terraplén celda 2



Coordenadas de terraplén celda 3



Coordenadas de terraplén celda 4Coordenadas de terraplén celda 5Superficie de terraplén

El terraplén o playa de trabajo que da acceso a las celdas de sedimentación y extracción, se encuentra dentro del área de la propia celda. Las dimensiones serán de 6 metros de ancho y el largo será, de acuerdo a la distancia de la sección de la celda de sedimentación.

Nº de Celda	Longitud (mts)	Ancho de terraplén (mts)	Superficie de terraplén por celda (m2)
1	500	6	3000
2	400		2400
3	300		1800
4	250		1500
5	450		2700
Superficie total del terraplén			11,400 m2

Áreas de maniobra (caminos)

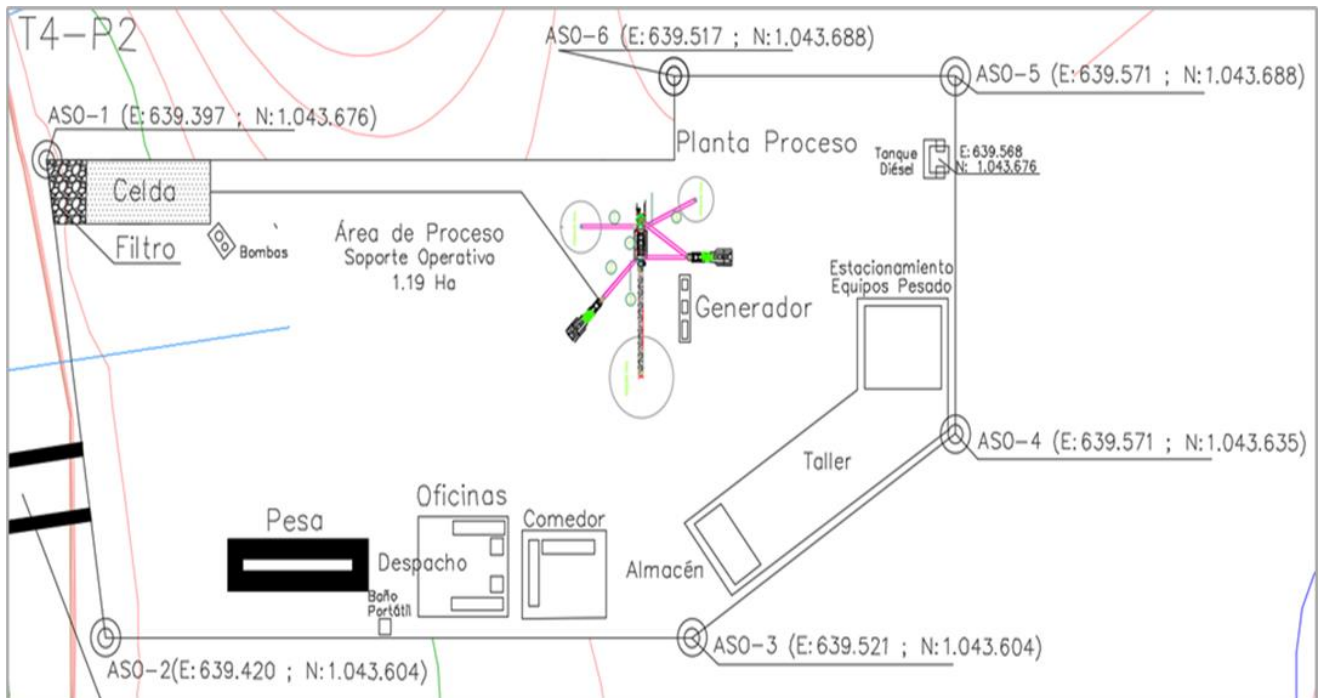
Resp. Las maniobra o desplazamiento de los camiones para entrar y salir del terraplén serán en los caminos y vía inmediata existente. Y se ha calculado que conforman un área con superficie de 6,424.00 m².

Acopio y trituración de materiales.

Resp. Actualmente se mantiene que se darán en la zona o área de soporte operativo, que tiene una superficie de 1ha+2,293 m².

Coordenadas UTM Área de Soporte Operativo		
Punto	Este	Norte
ASO-1	639,397	1,043,676
ASO-2	639,420	1,043,604
ASO-3	639,521	1,043,604
ASO-4	639,571	1,043,635
ASO-5	639,571	1,043,688
ASO-6	639,517	1,043,688
Coordenadas Tanque de Diésel		
Punto	Este	Norte
Tanque Diésel	639.568	1.043.676

A continuación, se presenta esquemático de acuerdo a la planificación. Obsérvese que se muestran las coordenadas UTM que limita la zona operativa, procesos, oficina, despacho.

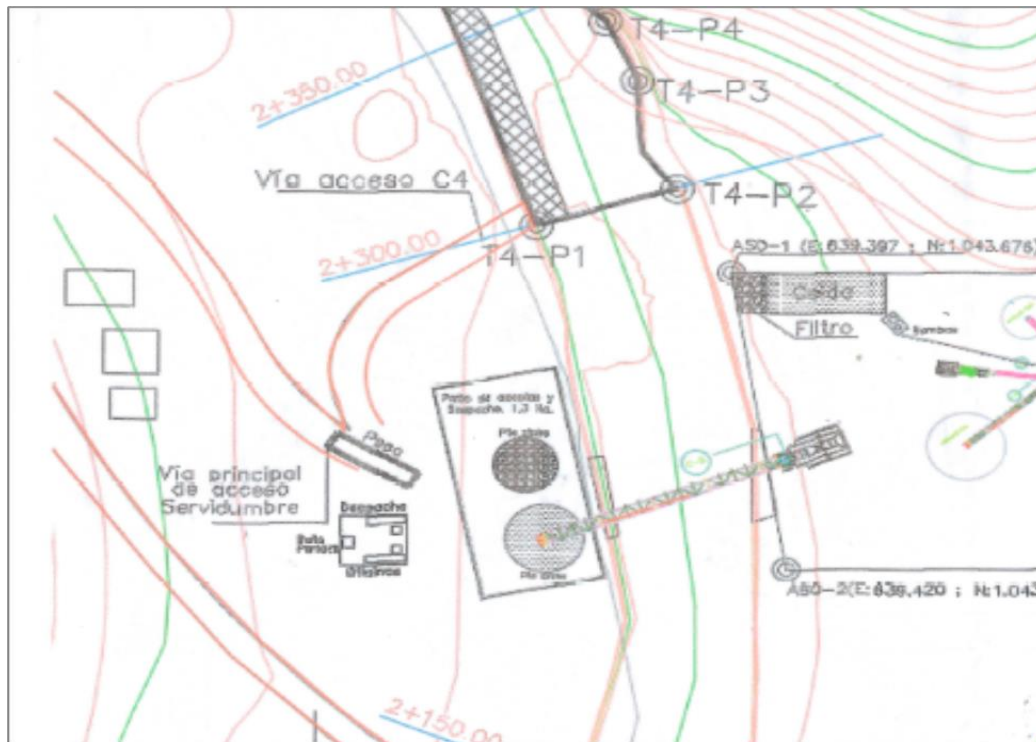


Zona de Acopio posible.

Como todo proyecto que evoluciona y madura en su concepción, se ha ofrecido una posibilidad de que el acopio se de en terrenos de propiedad de Altos del Mar frente al arena de soporte operativo. Y en vez de puente a instalar, se utilizaría una banda transportadora para transportar el material hasta la zona de procesamiento (al otro lado del río)

Esta posible área de acopio formo parte de la caracterización ambiental de línea base.

Se presenta esquemático de localización.



b) En caso de afectar bosque de galería de la fuente hídrica, delimitar la superficie de bosque de galería que será intervenido (presentar coordenadas UTM y Datum de referencia) y desglosar dicha superficie en función del tipo de vegetación a intervenir).

Resp. No se dará afectación de bosque, ni vegetación de galería. Posiblemente se requerirá de poda de algunas ramas. El pedraplén será en la ribera del río, No en la servidumbre de galería vegetal del río. .

Sobre los bancos de grava que han colmatado el cauce del eje del río, ha crecido vegetación. Se observa en campo las barras de sedimentos (bancos de grava) y la sobrepoblación de la vegetación que ha crecido en su superficie. Lo que causa que, en crecidas, una cabeza de agua desarraiga y arrastra a esta vegetación con el riesgo de que obstruya aguas abajo el cauce.

Sobre la zona a solicitar en concesión

Resp

Este proyecto solo contempla las zonas descritas en el EIA presentado y la información ampliada en este documento.

Para tramites en el MICI, se requiere de un área mayor a solicitar en concesión y poder explorar la posibilidad de existencia de otros yacimientos. Para dicha exploración, ante el MICI se debe presentar constancia del consentimiento de los dueños de esos terrenos, y para

la explotación se requerirá del correspondiente Estudio de Impacto Ambiental específico para esa localización geográfica.

Este Estudio de Impacto Ambiental solo contempla el proyecto descrito y el uso de las zonas descritas en mismo, que conforman el área de influencia directa, e inmediata indirecta. Para cualquier otra actividad distinta a la descrita en este EIA, deberá presentar entonces su correspondiente evaluación de impacto ambiental.

Por lo tanto, no se requiere:

Caracterización de línea base en función a la superficie definida como Solicitud de Concesión ante el MICI

No se requiere de Registros públicos ni autorizaciones de dueños de fincas de la zona Solicitud de Concesión.

Respuesta solicitud de ampliación 4

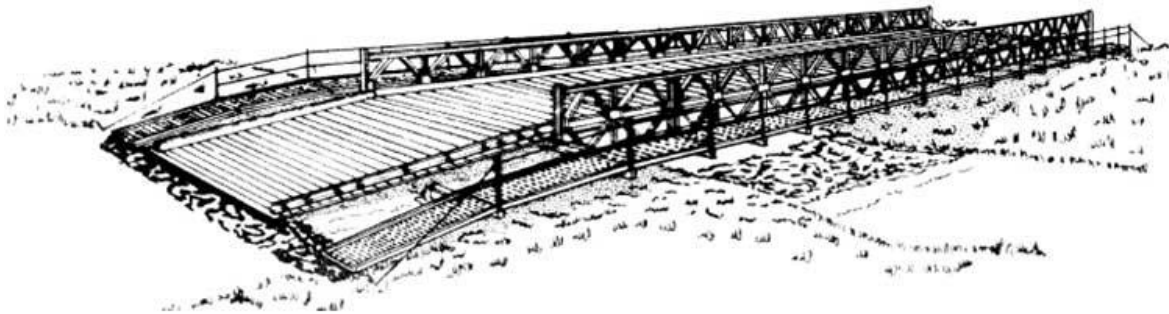
Descripción amplia de la infraestructura señalada (puente Bailey, pedraplenes) dimensiones, área de ocupación (coordenadas UTM y Datum de referencia), posibles impactos y medidas de mitigación.

Resp

El puente tipo “Bailey” -Mecano o M1 que se proyecta instalarlo sobre el río Piedras para dar acceso a la zona de soporte operativo donde se llevará a cabo el proceso productivo, es decir trituración, clasificación, así como los despachos de los productos terminados de agregados para comercialización

Dicho puente también ha sido usado como puentes transitorios para obras de reparación y/o construcción. El origen de estos puentes se remonta a la 2ª guerra mundial, cuando el ingeniero británico Donald Bailey diseñó un sistema de puentes modulares en base a elementos de aprox. 3,0m de longitud que permitían salvar luces de hasta 60m y para ser montado rápidamente sólo con fuerza humana. Fue ampliamente utilizado en los teatros de la guerra luego de que EEUU adquirió una licencia para producirlos masivamente bajo la denominación de puente M1. Para nuestro caso la luz será de 40 metros y un ancho de 4 metros.

Una de las características del puente Bailey es que sus partes son de dimensiones uniformes, manuable y cuentan con un sistema de fijación que permitía levantarlos muy rápidamente sin herramientas complejas.



Dibujo de Puente Bailey según Manual de Campo de Bailey Truss de 1986 del Headquarters Departamento of the Army, FM5-277, editado para distribución pública y circulación ilimitada.

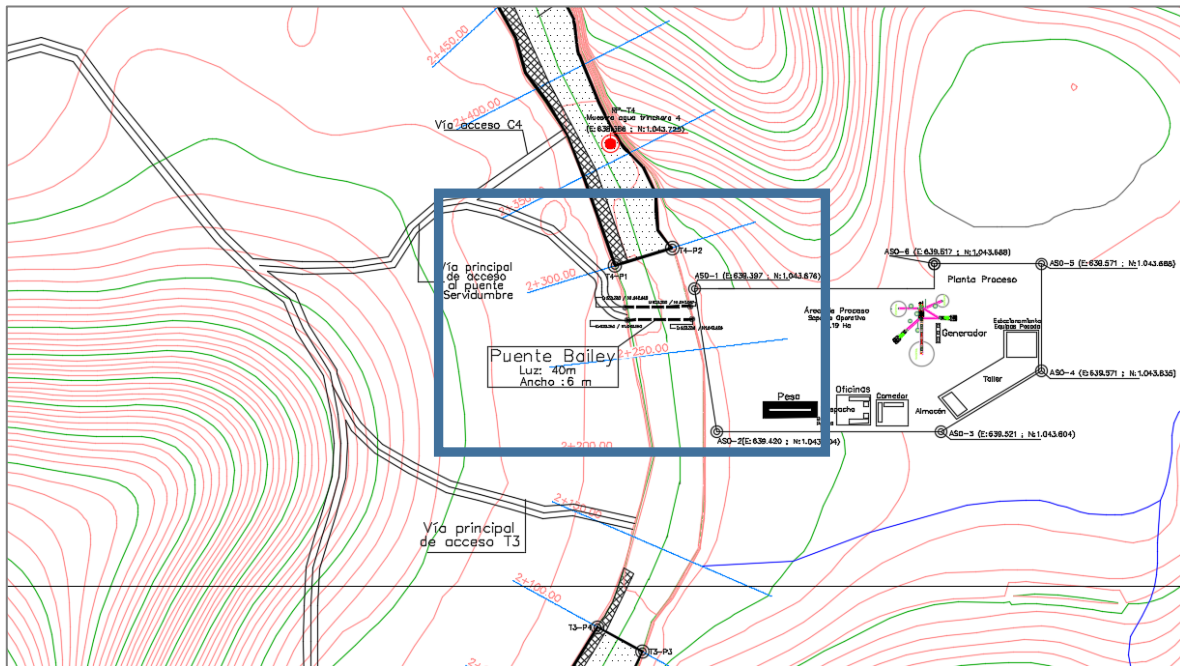


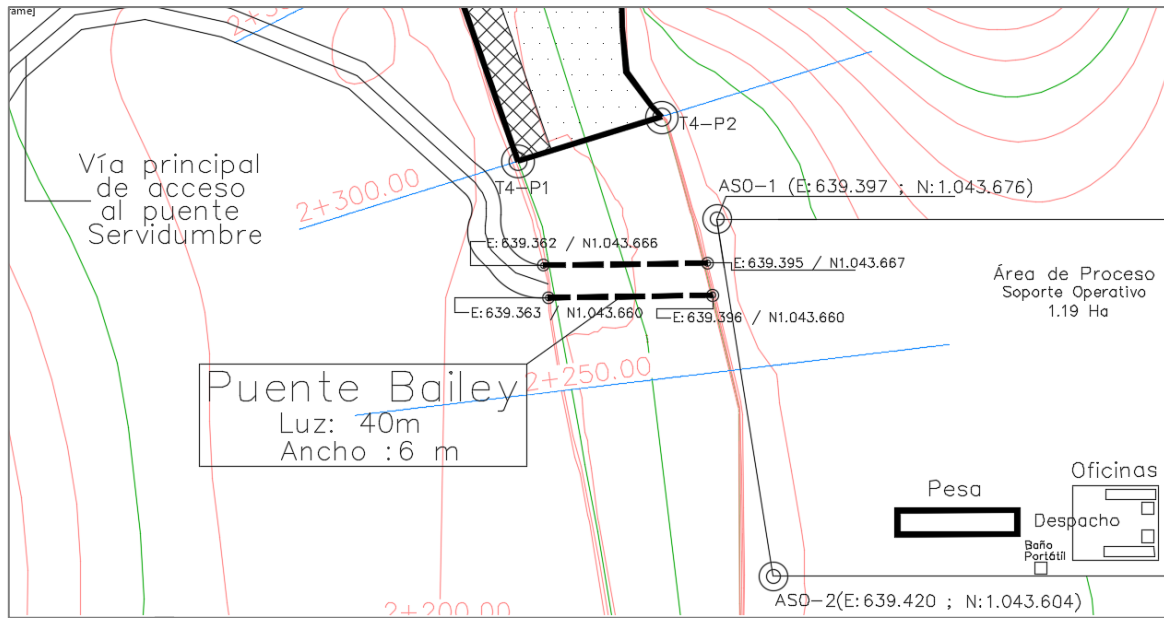
El puente Bailey es un típico puente de entramado en que la capa de rodado transcurre entre dos vigas principales. Las vigas de celosías están conformadas por paneles de 10' (3.048mm) unidas en sus extremos. Es muy versátil y transportable, pudiendo transportarse en camiones de 5 toneladas y dar respuesta rápida a luces de hasta un poco más de 63m (210').



Lo interesante del sistema ideado por Bailey y que sigue vigente hasta nuestros días es la absoluta modularidad de las piezas principales y la disponibilidad de un set muy detallado de piezas y partes complementarias para su fácil armado, todas ellas disponibles bajo catálogo en las empresas que fabrican y proveen el puente.

En el proyecto este tipo de puente será instalado en la localización indicada en las ilustraciones siguientes. Y en donde se observan las coordenadas.





De requerirse la gestión de solicitud del permiso de obra en cause para la instalación de este puente, se procederá previamente a gestionar el mismo ante el Ministerio de Ambiente.

Pedraplén (Terraplén)

Resp.

En respuestas anteriores ya se describió como se construirá, la localización y dimensiones del mismo.

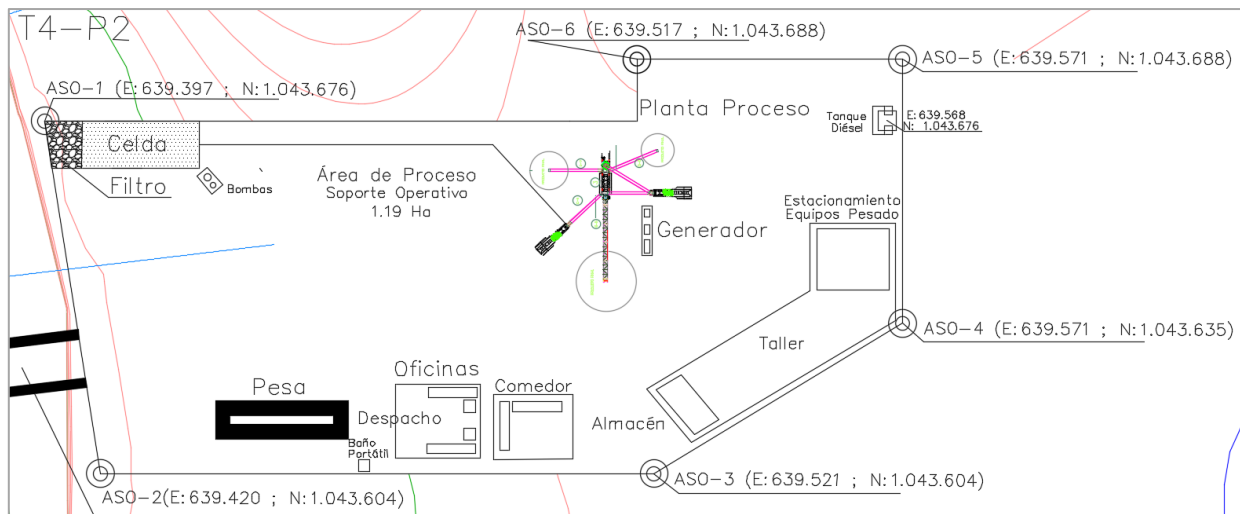
Posibles impactos y medidas de mitigación.

Resp.

Para ambas construcciones, se le identifico impactos y medidas de mitigaciones en el Estudio de Impacto Ambiental presentado de este proyecto.

Ubicación de los campamentos y almacenamiento de materiales (coordenadas y Datum de referencia).

Resp. Ubicación de campamentos y almacenamiento de materiales se observa en la siguiente ilustración.



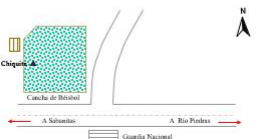
El datum de referencia al cual está amarrado todo el levantamiento del proyecto, es el vértice geodésico de María Chiquita y se presenta a continuación:

DESCRIPCIÓN DE SEÑAL GEODÉSICA

Nombre Boja IGNTG	
UBICACIÓN	
Paraje Campes de Bribel de María Chiquita	
Distrito Puntallón	
Provincia Cuzco	
País Perú	
MARCA DE ESTACIÓN: Es una placa de cobre de 4 cm. de diámetro y 1 cm. de espesor, instalada en un monumento de concreto de 30 cm. de diámetro y 40 cm. de profundidad, con la siguiente inscripción: IGNTG-RP-026-2001.	

ITINERARIO:
Para llegar a la estación salir del centro de la Ciudad de Puntallón, dirigirse por la Carretera Transamazónica hacia Cuzco, luego de llegar a Salimata tomar la vía a la derecha con rumbo N.E., pasando las localidades de Puerto Pío, Rio, Salimata y Los Miradores hasta llegar a María Chiquita, en esta punto dirigirse hacia la cancha de béisbol.

Figura 1: Ruta y 40 minutos aproximados.

COORDENADAS DE UBICACIÓN:	
En María Chiquita:	
A Salimata	A Rio Piedra
Gratificación Nacional	

REVISADO POR EL INSTITUTO GEODÉSICO NACIONAL - "TORREO LEGAL"

FECHA: 2004

FICHA TÉCNICA DE SEÑAL GEODÉSICA

Nombre de la Estación:		Características de la Marca:		Datos de Recuperación	
María Chiquita		Placa de Cobre de 4 cm.		Fecha	
Número/Código		Establecida por:		Estado	
26		IGNTG/Contratista			
Localidad:		Ubicación:			
María Chiquita		Cancha de Béisbol			
Datum:		Elipsoide:			
WGS-84 / ITRF-97		WGS-84			
Latitud	Longitud	Altura Elipsoidal		Recuperado por	
09 ° 26 ' 27.510858 "	79 ° 45 ' 08.913887 "	12.6195 m.			
X Geocéntrica		Y Geocéntrica		Z Geocéntrica	
1119411.027 m.		-6191952.241 m.		1039307.102 m.	
Norte		Este		Zona	
1043850.370 m.		636960.544 m.		17	
Modelo Geoidal		Altura Geoidal		Fecha	
EGM-96		3.16 m.		ABRIL - 2001	
				RED PRIMARIA	

Respuesta solicitud de ampliación 5

- a) Proceso de lavado de piedra, mecanismo, gestión de los residuos producidos (aguas residuales) y donde se realizará dicho proceso.

Resp

El proceso productivo genera residuos de granulometría fina, los cuales serán tratados en un tratamiento primario como sedimentador, ya que es solo por lavado de la piedra. El agua no pasa por ningún otro proceso. Los finos capturados en celdas de sedimentación atraviesan filtros de piedra, que aseguran que el flujo o caudal devuelto al sistema hídrico natural, no aporte sedimentos. El proceso de lavado de la piedra será en el área de soporte operativo. Se

prevé que no se den vertidos de sustancias como hidrocarburos y lubricantes y de darse se mitigaran.

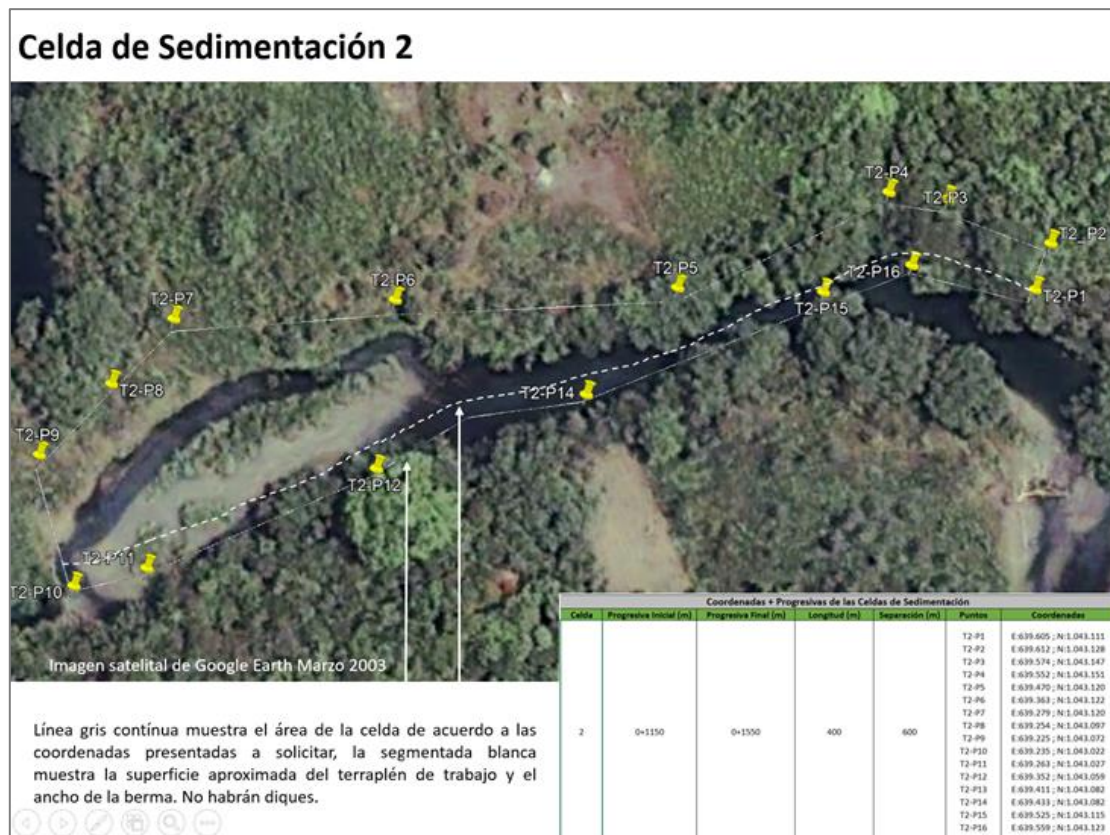
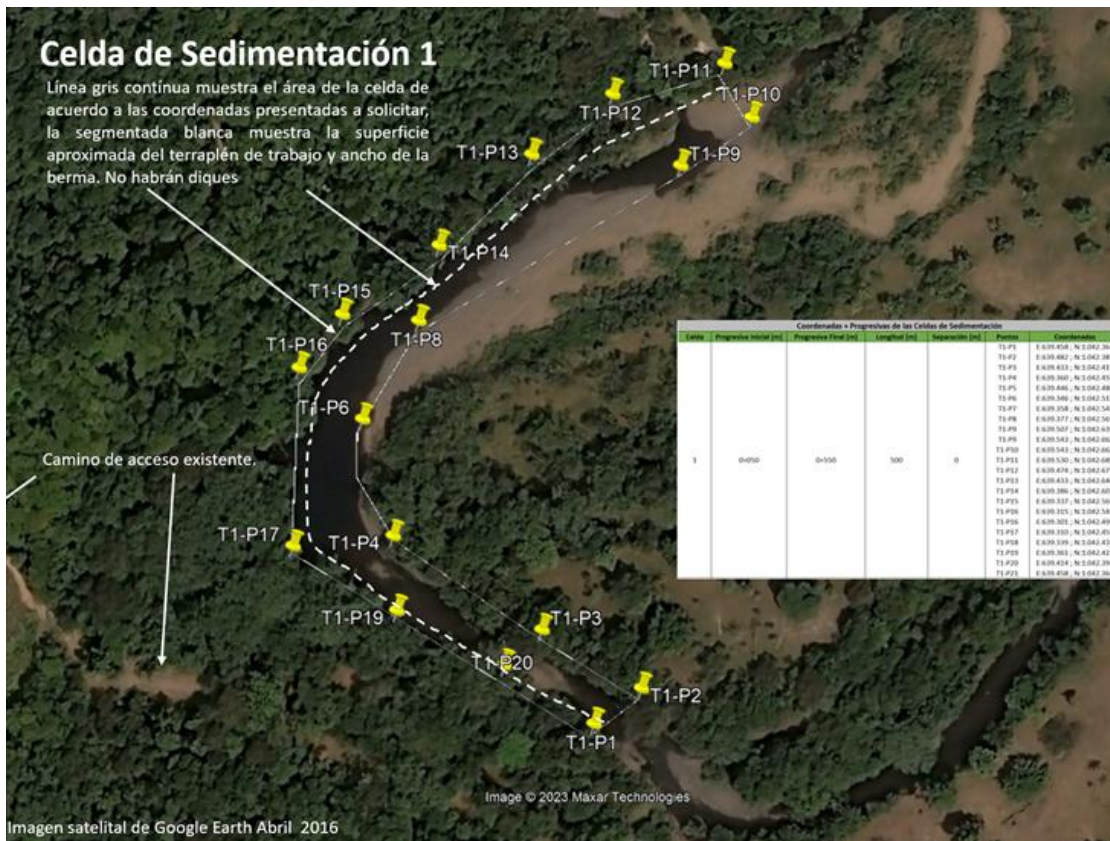
Respuesta solicitud de ampliación 6

- ***Presentar plano con mapa base vista satelital (Google Earth) indicando la ubicación y respectivas dimensiones de las bermas de seguridad y diques a escala en cada punto de explotación.***

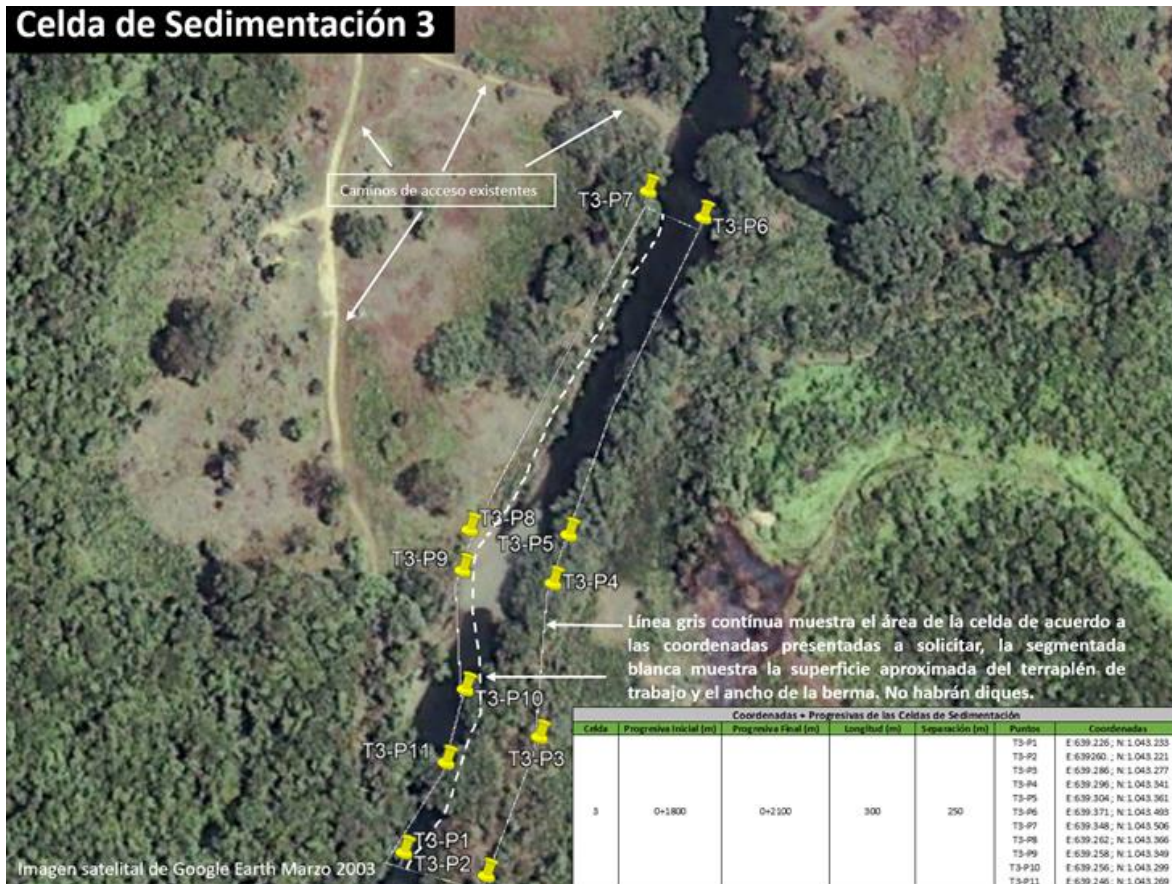
Resp.

Es importante señalar que se debe tomar en cuenta que el eje de un drenaje natural a lo largo del tiempo cambia, es móvil, de acuerdo a varios factores, por ejemplo, la tectónica, el caudal de líquidos, caudal de sólidos, espacio de acomodo, así como la geomorfología del valle por el cual discurre. No habrá diques en las celdas de sedimentación, ya que el objetivo de la misma, es permitir el flujo o caudal del río para ser recargadas de sedimentos. Lo único que se contempla como obra civil es la construcción de pedraplén, que proporcionara protección de talud en el traslado de camiones.

Para nuestro caso de estudio, nos ubicamos en la parte baja de la cuenca del río Piedras, donde se comienza a desadaptarse con respecto a la topografía y el eje de su cauce cambia en todas direcciones, como se puede apreciar en las imágenes satelitales. Es por ello que se acotan las secciones del río para desazolve por medio de celdas adaptadas a la morfología del río, así como los terraplenes de avance, acceso y trabajo, como se aprecia en el mapa de planificación.



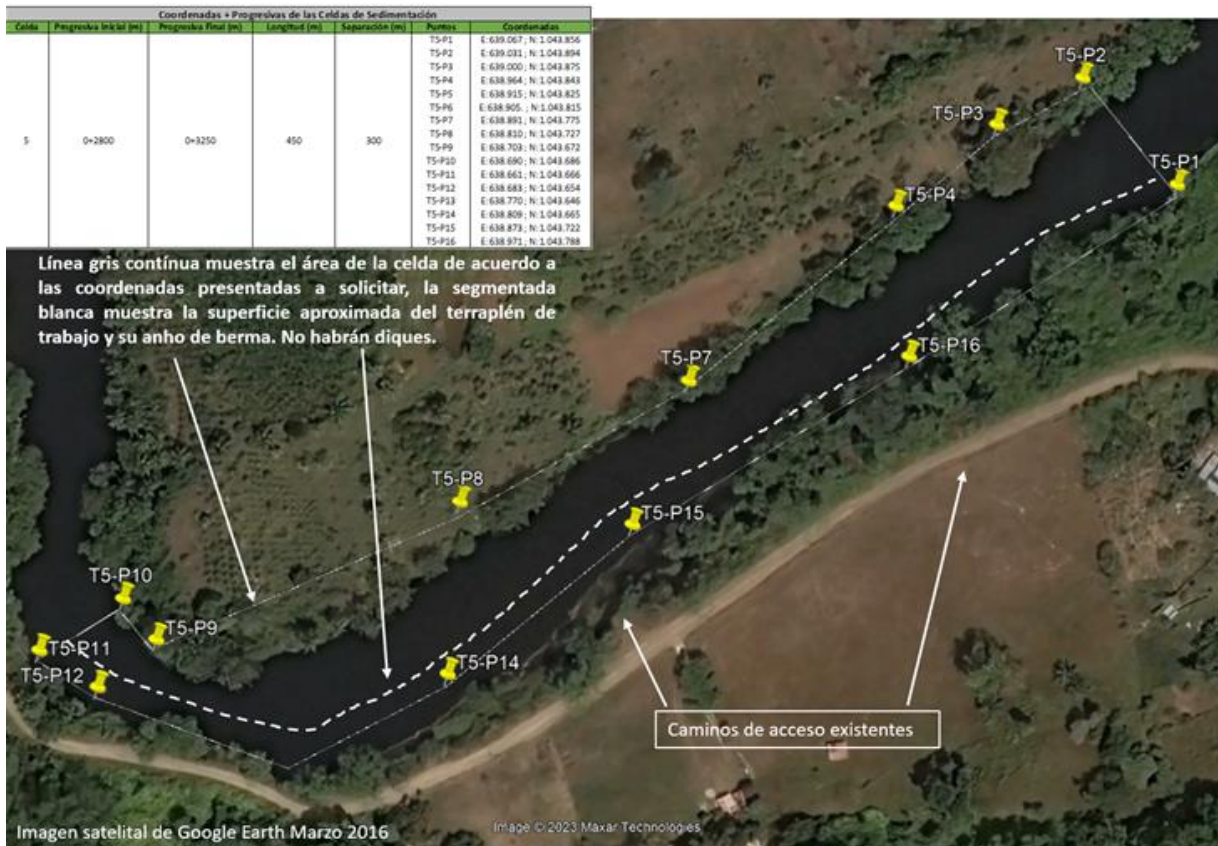
Celda de Sedimentación 3



Celda de Sedimentación 4



Celda de Sedimentación 5



Respuesta solicitud de ampliación 7

- Dado a las limitantes, de la capacidad vial del camino existente, la movilización de camiones que conducirán el material extraído de los puntos de extracción, hacia el sector de acopio y trituración. Que obras de rehabilitación o adecuación del camino se realizarán (descripción amplia), coordenadas (UTM, con su Datum de referencia).
- Si se realizaran obras sobre las fuentes hídricas que intercepta el camino de acceso, describir las mismas y presentar coordenadas (UTM, con su Datum de referencia).

Resp. Con respecto a la vía principal existe, el MOP la licito y adjudicada ya a una empresa quien se encargara de construir nuevamente la misma. No obstante, si el proyecto de extracción de grava da inicio primero a la construcción de la vía, se procederá entonces a adecuar tramos de las misma deteriorados, conformando rodadura colocándole material del respectivo agregado.

En el EIA se indicó que se acondicionarán los accesos a cada celda de extracción (caminos existentes)

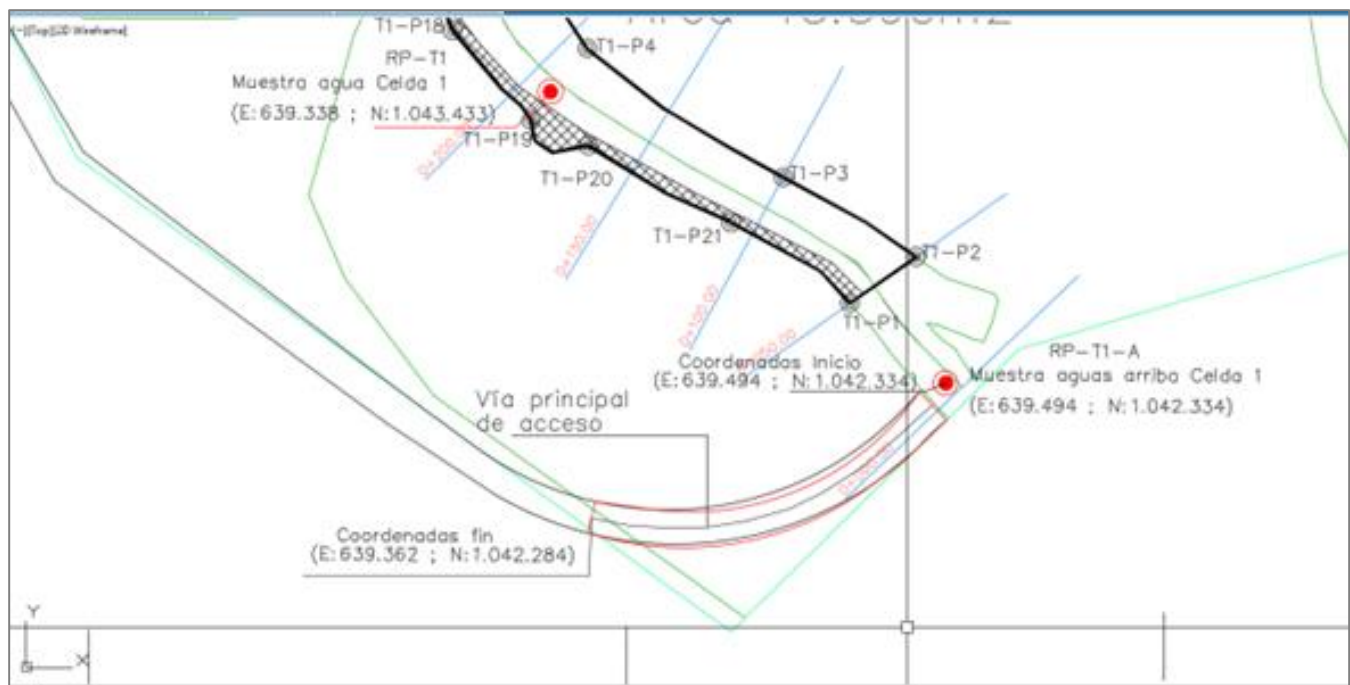
Las obras de rehabilitación o adecuación de los caminos existentes consistirán en:

- Poda de ramas que se inclinen hacia el camino
- Nivelación de capa de rodadura colocándole material del respectivo agregado con la granulometría correspondiente.
- Habilidad de escurrimientos pluvial mediante la excavación de cunetas de drenajes.
- Nivelación de talud y rasante para bajar al río.

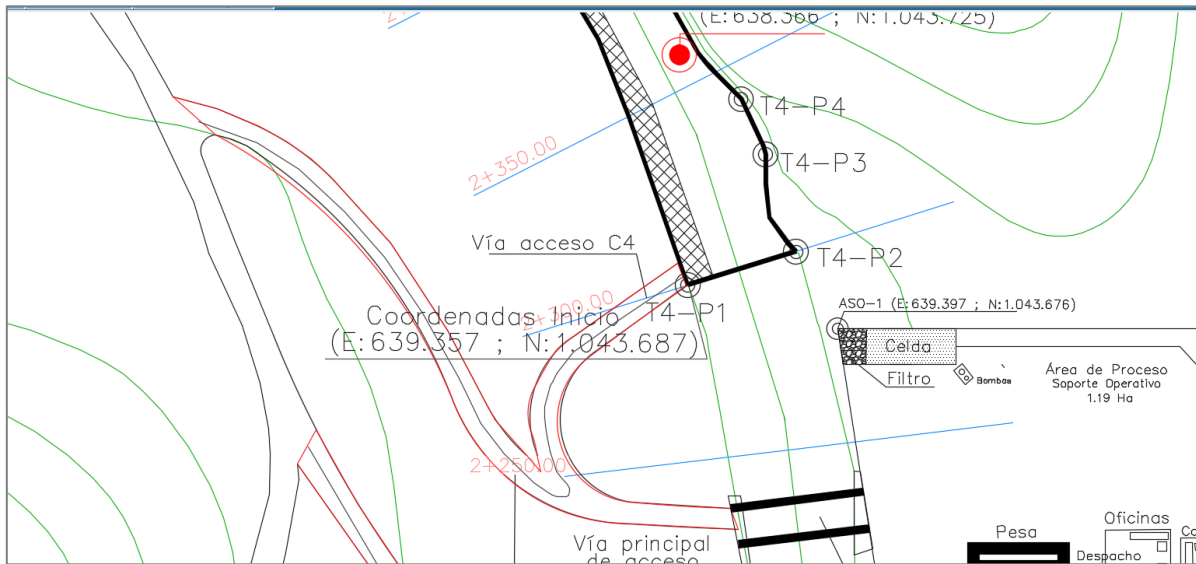
En el acceso hacia la celda 1, donde confluye río Manga de Indio con Río Piedra, se acondicionará el acceso y se adosará un talud que esta erosionado naturalmente con la habilitación de un pedraplén y de ser necesario gaviones para darle estabilidad al talud. Esta acción requerirá de un permiso previo de obra en cause.

En la siguiente figura se ilustra en demarcado en rojo y se georreferencia en UTM y Datum WGS84, la adecuación de este acceso. Que tendrá una longitud de 140 mts y un área de 1,817 m²

Acceso hacia celda 1

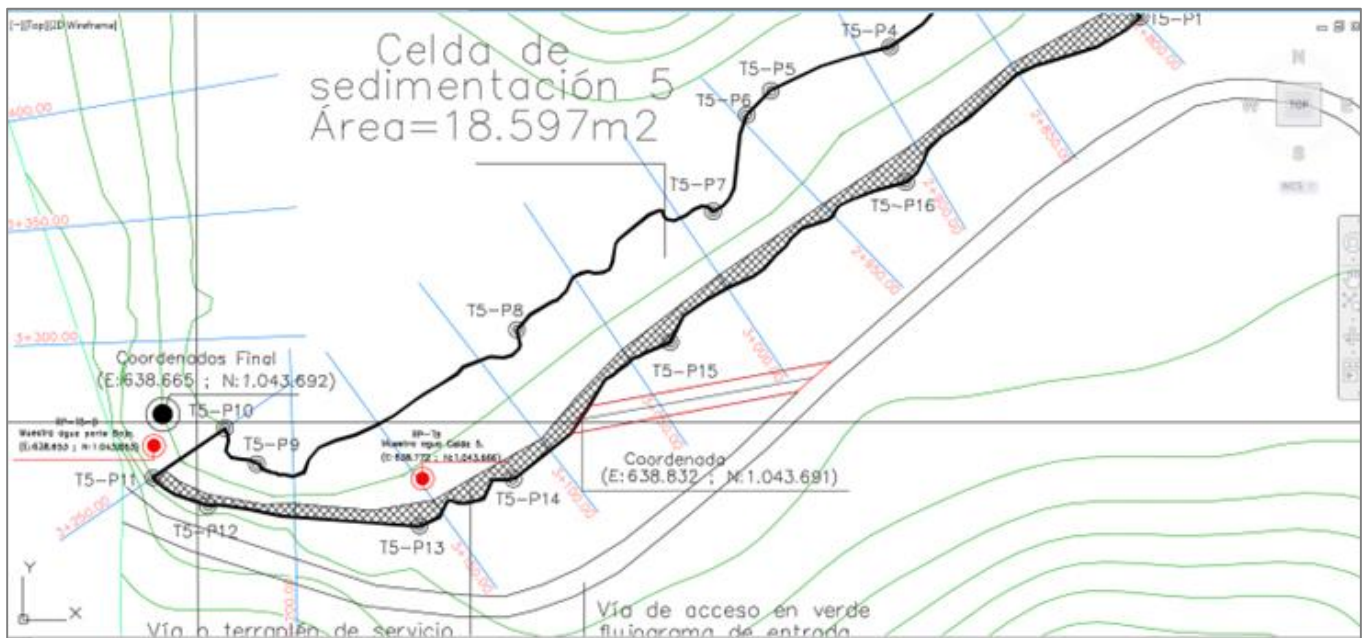


En la siguiente figura se ilustra en demarcado en rojo y se georreferencia en UTM y Datum WGS84, la adecuación del acceso a la celda 4. Con una longitud de 222mts un área de 1,855 m².



Acceso hacia celda 5

En la siguiente figura se ilustra en demarcado en rojo y se georreferencia en UTM y Datum WGS84, el inicio y final de adecuación del acceso a la celda 5. Con una longitud de 96 mts un área de 960 m².



Conjuntamente dicho Informe de Inspección, señala: “...Durante, la inspección de campo se observó, que el área es utilizada como balneario, por lo que, el proyecto debe introducir en el análisis, la interacción de estas actividades recreativas y económicas con la ejecución del proyecto, para determinar si existen impactos hacia dicha actividad...”. Por consiguiente, se debe indicar:

Si el proyecto podría generar impactos sobre dicha actividad económica y el uso del río como balneario por otros usuarios del río e indicar las medidas de mitigación a implementarse.

Resp.

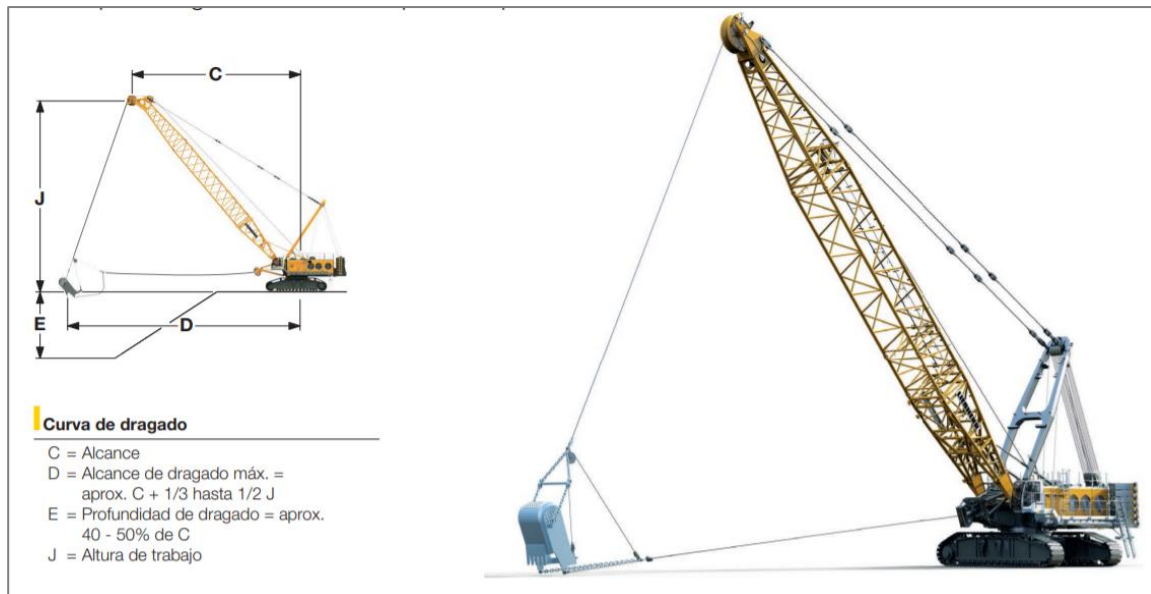
El área que indican es un “balneario” es propiedad privada la cual fue invadida y la persona y el invasor coloca un rancho al borde del río de manera ilegal. El terreno invadido es Propiedad de Altos del Mar. Se anexa una nota donde la representación legal no autoriza el uso de su terreno para balneario.

Este proyecto cuenta con su aprobación para el uso de áreas de su propiedad. En el EIA se anexo nota de autorización.

Respuesta solicitud de ampliación 8

- a) **Ampliar como se dará el proceso de extracción, método, equipamiento utilizado e indicar si el tiempo definido para la extracción de cada trinchera (como se establece en el cronograma de extracción), permite la recuperación biológica y física de la zona (cada trinchera), estimación en porcentaje de la capacidad del río en revertir las condiciones producidas por la ejecución de las actividades extractivas, durante dicho periodo y sustento técnico que valide dicha afirmación.**

Resp. El método de explotación minero es el convencional a “Cielo Abierto”, directamente sobre la sección del río definida para extracción de material granular (arena, gravas, limos y arcillas) con arranque mecánico gracias a la operación de una draga – grúa o dragalina y excavadoras hidráulicas.



Dragalina para extracción de material granular de río.

El aprovechamiento de ejecutará a partir de la conformación de cinco (5) celdas definidas en el tramo del Río Piedra comprendidas entre las progresivas 0+000 y 0+3250 ya descritas en los apartados anteriores. Las celdas tienen dimensiones variables de acuerdo a la geomorfología del cauce del río a la cual nos adaptaremos.

Recuperación Física

Porcentaje de reposición del río mensual es de 91%

Sustento de validación de % de recuperación de río.

Con base en el análisis granulométrico aplicado a las 19 muestras colectadas, se tiene que la sedimentología reciente de la cuenca del río Piedras, ha transportado y depositado a lo largo del cauce del canal tamaños de granos con alta variabilidad, a saber, peñones, gravas, arenas y finos, los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a los porcentajes que arrojaron las granulometrías; 66,69% son gravas y conglomerados, el 19,80% es arena y 13,51% limos y arcillas. Las reservas de material granular “todo en uno” depositado a lo largo del canal en la parte baja de la cuenca, alcanza los 233.717 m³.

Se toman al menos 4 tiempos en cada uno de los 19 puntos de observación a lo largo del cauce del río Piedras, para obtener las diferentes velocidades y poder calcular el caudal por el método convencional 2D, con secciones verticales en cada estación levantada. Se destaca que la colección de datos se realiza entre los meses de agosto 2021 y marzo 2022, en plena época

lluviosa, lo que impacta directamente en el valor obtenido, el cual es de $15,92 \text{ m}^3/\text{seg}$. El cual se tomará como Q_{max} . La campaña de captura de datos de febrero 2022 en plena época seca se tomará como caudal mínimo el cual es de $10.61 \text{ m}^3/\text{seg}$. Mientras que el caudal medio resulta del promedio de los anteriores para la fecha y se estima en $13.28 \text{ m}^3/\text{seg}$.

Para la estimación del caudal de sólidos que puede arrastrar el drenaje evaluado, se han utilizado dos tipos de cálculo, el primero por medio del uso de la ecuación de caudal de sólidos Q_s de MEUNIER (1989); la cual indica que el río Piedras tiene una capacidad de arrastre de $0.0048 \text{ m}^3/\text{seg}$, lo que se traduce a que el río puede arrastrar $414.7 \text{ m}^3 / \text{día}$. Entonces teniendo 8 meses de lluvia intensa con pulsos de alta energía, se puede estimar que el río Piedras repone ($414.7 * 240 \text{ días (8 meses)} = 99.528 \text{ m}^3$ al año. Si tomar en cuenta el aporte de los drenajes secundarios o micro cuencas conexas.

Luego se ha aplicado el método de RUSLE - USLE donde se estima que la pérdida de suelo en toneladas por hectáreas por año es $A = 450.73 \text{ ton} / \text{ha} / \text{año}$, por otro lado, la cuenca del río Piedras posee 107 km^2 al convertirlo a hectáreas equivale 10.700 ha . Entonces la pérdida de suelo producida por la escorrentía superficial alcanza un volumen de sólidos arrastrados hacia o desde la cuenca completa es de $4.822.811$ toneladas.

Con base en las granulometrías se tiene que el río Piedras ha depositado altos porcentajes de sedimentos tamaño conglomerados de gravas, guijarros y peñones, lo que indica que es un drenaje capaz de generar la energía necesaria para mover, transportar y depositar granos o clastos gruesos y por supuesto arena. La alta energía indicaría además que tiene la capacidad de reposición a corto plazo de los sedimentos que se remuevan del canal, con el fin de conformarlo por medio de limpieza y desazolve, con un diseño amplio, en el cual se puedan acomodar los sedimentos recientes.

Con respecto a la rasante de excavación se sugiere no sobrepasar los 3 metros de profundidad, esto con el fin de no alcanzar el sócalo o basamento que sustenta a la cobertura sedimentaria del canal, ya que, esto afectaría la deposición de los sedimentos no dejando que decanten.

La estimación de caudal líquido y el caudal de sólidos solamente es evaluado en el canal o cauce del río de Piedras *censo estricto*. No se toman en cuenta los aportes de los afluentes secundarios importantes que transportan agua y sedimentos a la cuenca principal, como lo son el río Manga Indio, Brazo Chico y Santa Isabel, los cuales pueden dar a Río Piedras al menos 36% más de caudal líquido y al menos 28% de caudal de sólidos a la parte baja de la cuenca, es decir que pueden aportar 27.867 m^3 al mes. Entonces el caudal de sólidos que transporta el sistema hidráulico del río Piedras a su cuenca baja anualmente se encuentra cercano a los $127,395 \text{ m}^3$.

Respuesta solicitud de ampliación 9**Aclarar vínculo de la empresa promotora con la sociedad MINEQUIP CORP**

Resp. AGREGADOS Y MINERALES RÍO PIEDRA, S.A. y MINEQUIP CORP, entre ambas empresas existen relaciones comerciales.

Se anexa autorización de la representación legal de MINEQUIP CORP

Respuesta solicitud de ampliación 10**Áreas de balneario existente en el alineamiento de río del proyecto**

Resp. La única área que indican es un “balneario” es propiedad privada la cual fue invadida y la persona y el invasor coloca un rancho al borde del río de manera ilegal. El terreno invadido es Propiedad de Altos del Mar. Se anexa una nota donde la representación legal no autoriza el uso de su terreno para balneario.

Medidas de mitigación para usuarios de área de balneario

Resp. Como se ha explicado no hay área de balneario legalmente establecida.

Como en todo río, habrá usuarios del mismo, bañistas ocasionales. Este río, acostumbra a crecidas y el enturbiamiento de sus aguas.

Cuando se dé la extracción, se colocarán señalizaciones preventivas de seguridad para que los bañistas se alejen de la celda en extracción, y de ser su voluntad, trasladarse aguas arriba de donde se está dando la extracción.

Se implementará plan de seguridad y riesgo previniendo cualquiera situación con los habitantes y ocasionales bañistas.

Uso del río como medio acuático de transporte. Medidas para que no se vea interrumpida la vía de comunicación

Resp. No se da un transporte masivo ni frecuente de botes trasladando pobladores. Sin embargo, el proyecto no implica interrumpir el flujo de agua en el río. Las lanchas podrán trasladarse previendo las medidas de seguridad que se implementarán durante la extracción.

Es importante destacar que la extracción ayudara a tener mayor caudal, ya que hay tramos de río donde la acumulación de sedimentos de grava, lo hace difícil navegar.

Respuesta solicitud de ampliación 11**Alteración de la dinámica hidráulica de río por disminución de espacio de cauce.**

Resp. Se aprovecha esta solicitud de ampliación de información para aclarar y corregir que la extracción propiciara que se amplie el cauce, ya que se le quita material que obstruye su canal.

Y por la propia dinámica hidráulica del río dará mayor velocidad y por consiguiente mayor aporte de caudal sólido, lo cual aporta recuperabilidad de sedimentos en la zona de extracción. Así lo ha demostrado el Estudio Hidrogeológico anexo.

Se presentan modelaciones solicitadas conforme cronograma de variación de extracción de celdas y se observa la modificación de la batimetría presentando perfil de inicio a la extracción y perfil batimétrico de cuando ya se realizó la extracción en la celda.

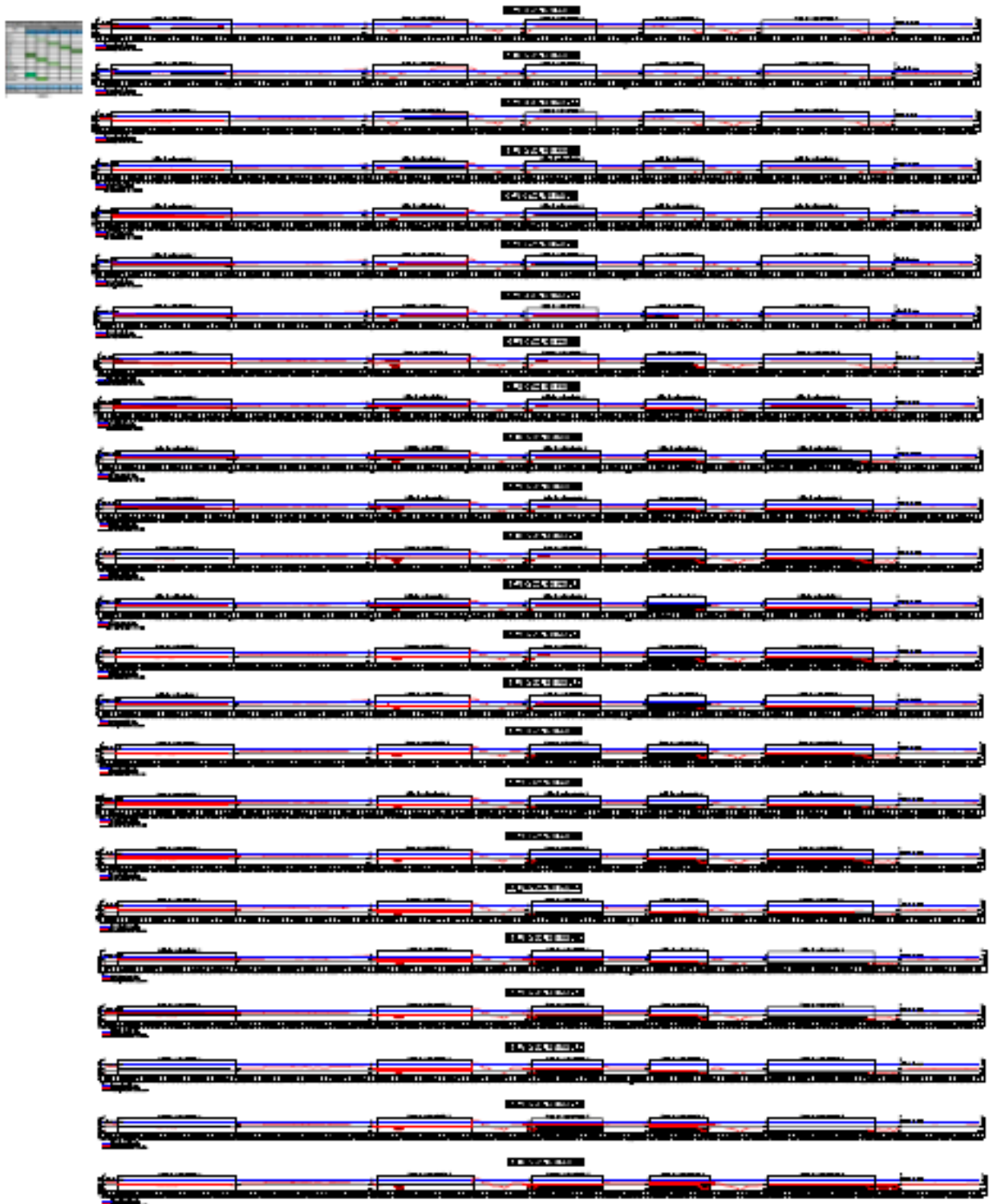
Si la variación de la dinámica hidráulica del río afectara a colindantes y usuarios

Resp. La extracción del material genera desazolver y limpiar el canal, lo cual genera espacio de acomodo del material que trae una crecida evitando que el agua se desborde. Y afecte a colindantes.

Respuesta solicitud de ampliación 12**Nota emitida por la ANATI actualizada.**

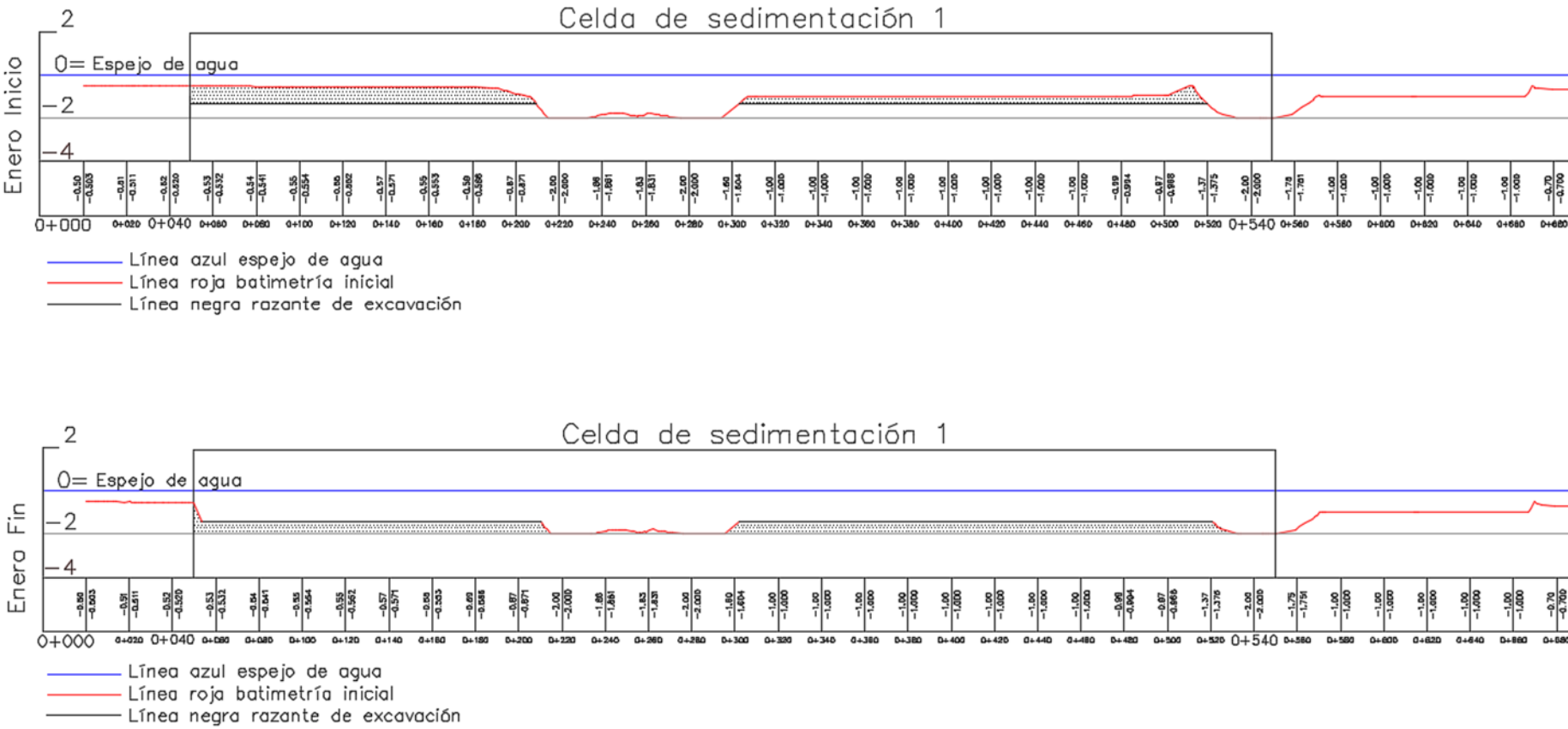
Resp. Se anexa.

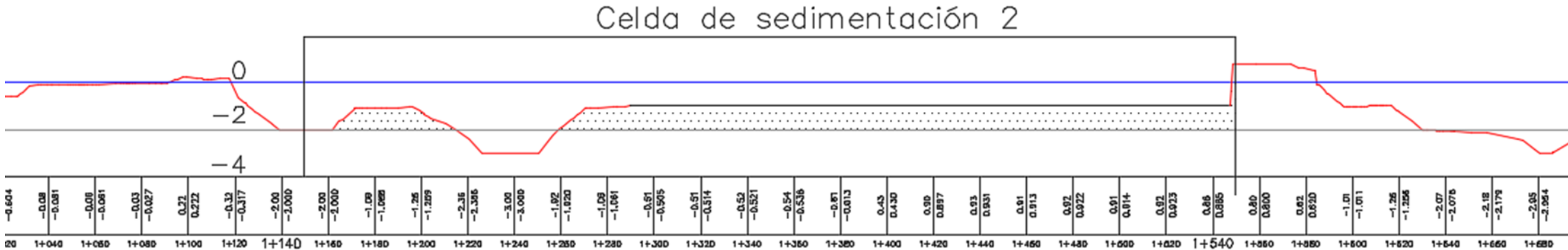
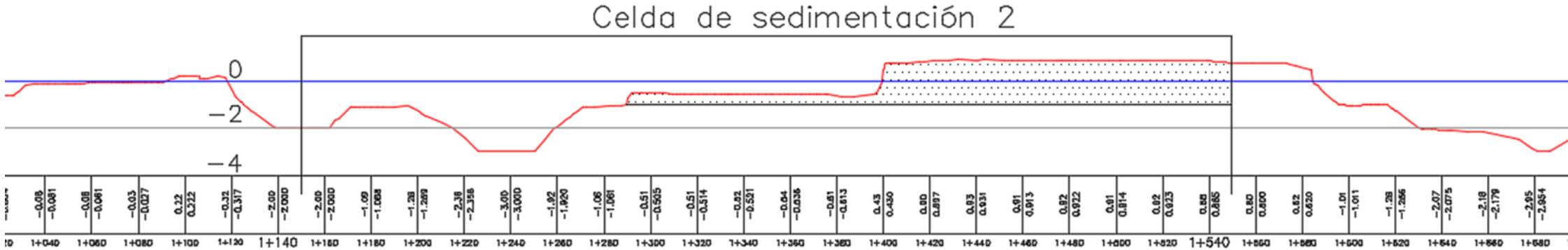
Modelación del perfil del río mes a mes. Se anexa en formato digital

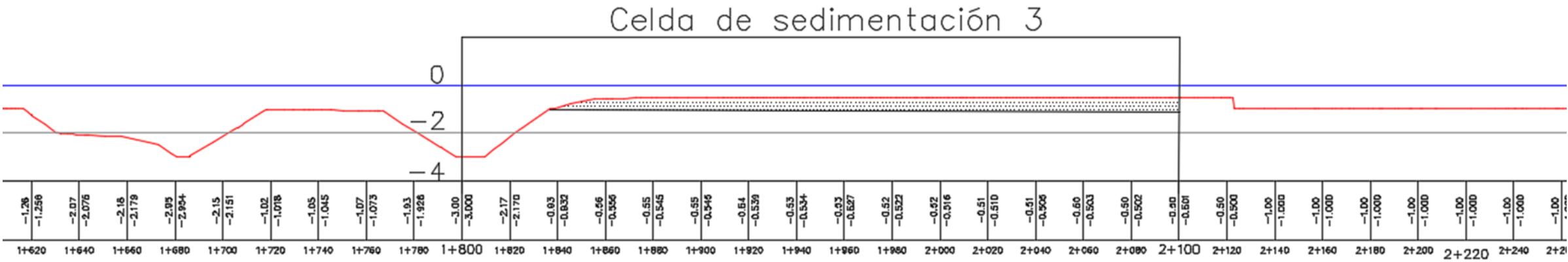


MODELACIONES

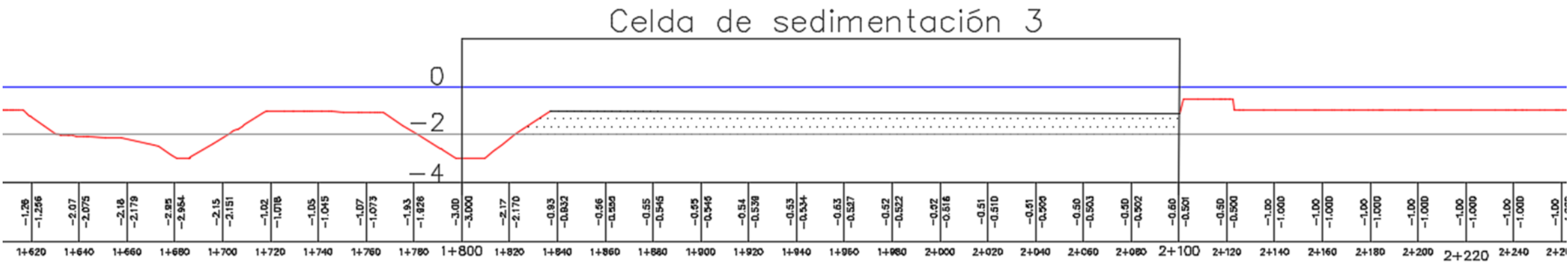
Cronograma de Extracción Celdas de Sedimentación					
Mes	Celda				
	1	2	3	4	5
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Septiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					
Draga line 1					
Trinchera	1	2	3	4	5
N° Rotación	3	3	2	2	2

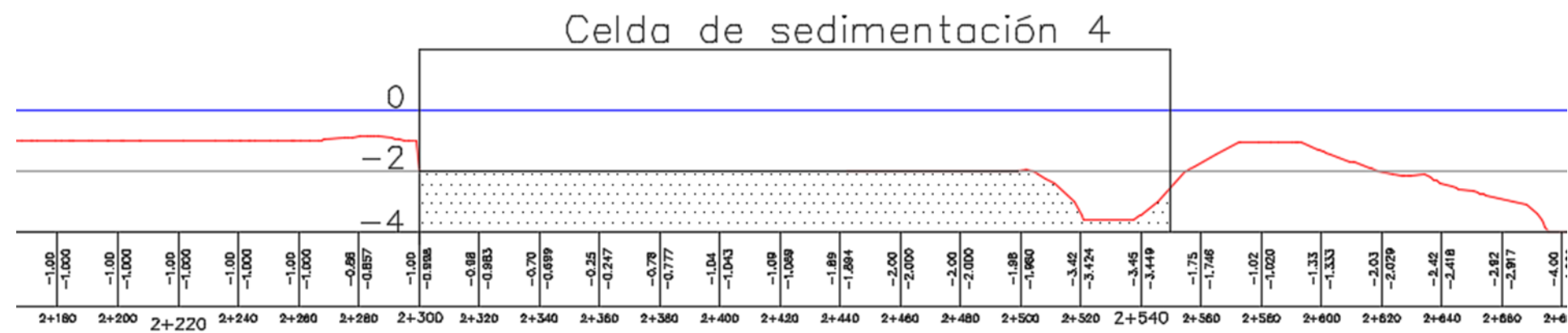
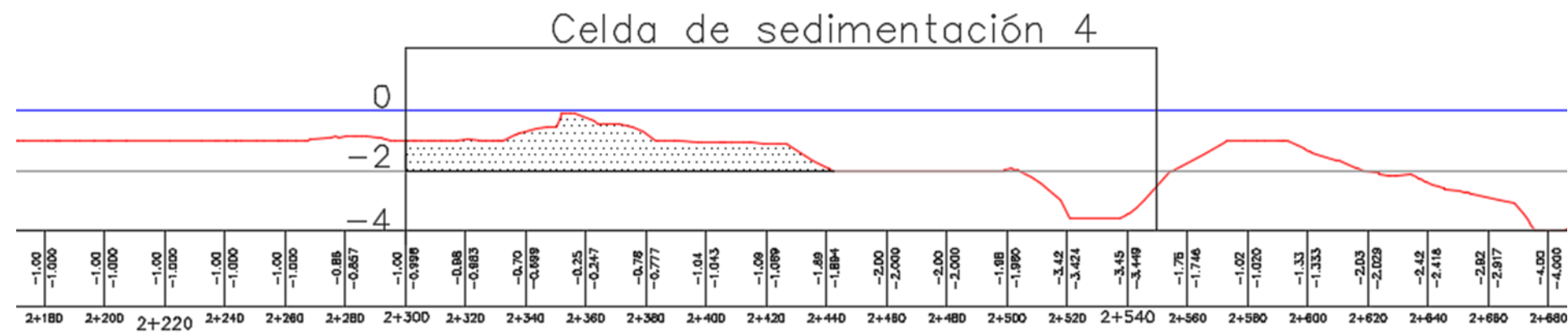


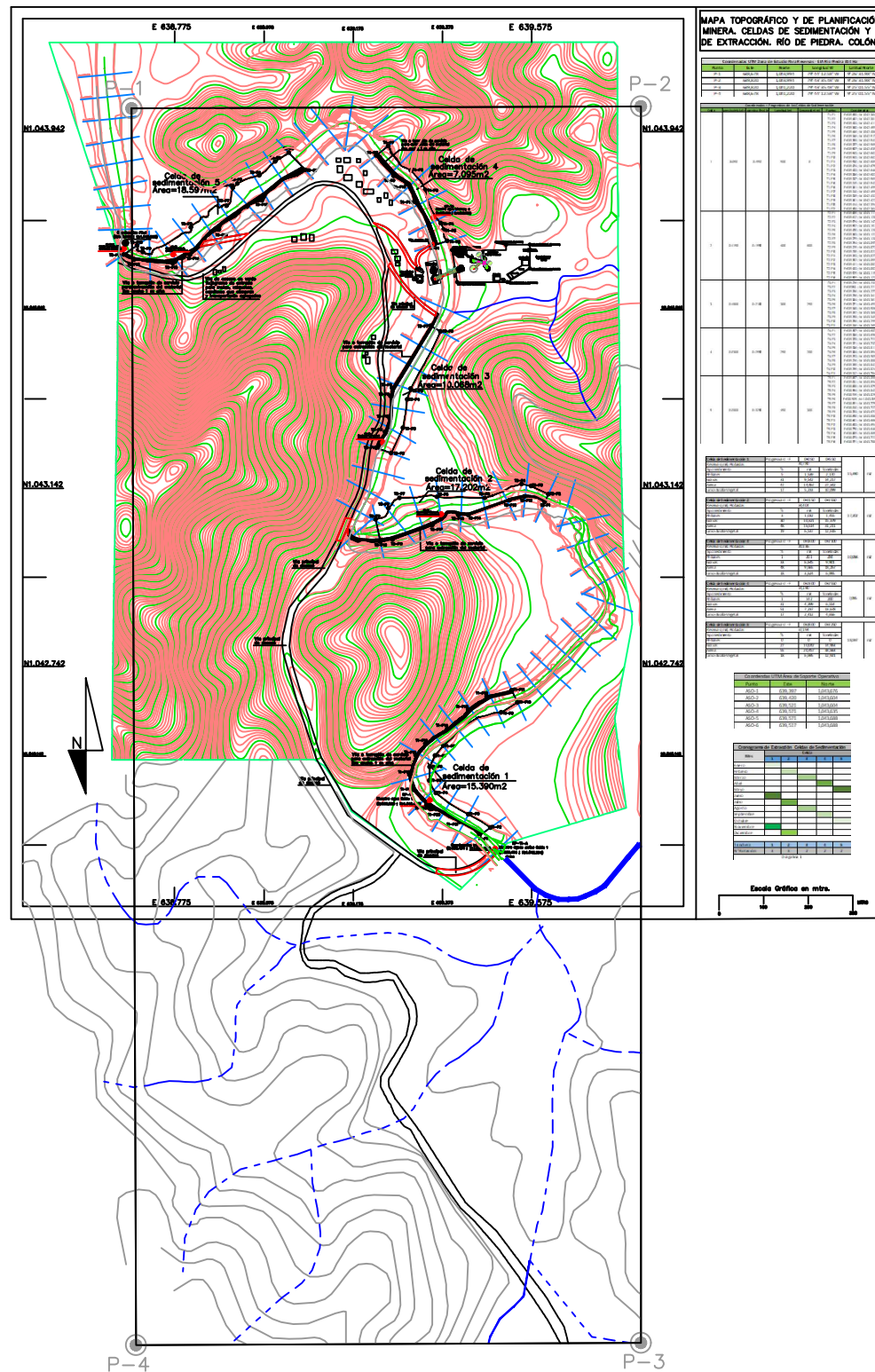




EJE_CENTRAL RIO PROFILE







**República de Panamá
Ciudad de Panamá**

**Cuenca 115 – Río Chagres
Evaluación Hidráulica e Hidrogeológica del Río Piedras.**



**Corregimiento María Chiquita. Distrito Portobelo
Provincia de Colón**

Junio 2023

Índice

1. Introducción	3
2. Ubicación y extensión	3
3. Metodología	5
4. Geografía Física	6
4.1. Relieve	6
4.2. Clima	7
4.3. Temperatura	7
4.4. Vegetación	8
4.5. Suelos	8
5. Hidrogeología	9
5.1. Geología Regional	9
5.2. Geología Local	10
5.3. Sedimentología del canal	13
5.4. Análisis granulométrico	15
5.5. Desviación estándar de los sedimentos	15
5.6. Estimación del recurso geológico	15
5.6.1. Antecedentes	15
6. Hidrología	16
6.1. Cuenca Río Piedra	16
6.2. Pluviosidad	17
6.3. Calidad del agua	18
6.4. Estaciones meteorológicas	25
6.5. Hidráulica Fluvial	27
6.6. Caudales cuenca Río Piedras	27
6.7. Caudal de sólidos	31
7. Conclusión y recomendaciones	38
8. Bibliografía	40
9. Anexos	41

1.-Introducción

El presente reporte desea mostrar los resultados de la evaluación hidráulica e hidrogeológica que se le ha realizado al río Piedras. Toda la data ha sido colectada entre los meses de Agosto del 2021 y Marzo del 2022. Se presenta una visión global de la cuenca con el fin de entender el comportamiento del drenaje y cómo controla la sedimentación y arrastre hacia la parte baja de la hoya hidrográfica.

Por último se estima el volumen teórico de arrastre sedimentario que aporta a la parte baja de la cuenca, el cual puede mover el río Piedras por medio de su caudal durante la época evaluada, a los fines de validar la capacidad de reposición de materiales granulares y su régimen hidrosedimentológico.

Además se desean calcular las reservas disponibles actualmente de gravas, arenas, limos y arcillas en la cuenca baja; debido a la demanda de materia prima, agregados finos y gruesos que existe actualmente en el mercado de la construcción en la Provincia de Colón, la zona norte de Panamá, y la zona Centro Capital. Y con base en lo anterior se dan los lineamientos para plantear la viabilidad del proyecto minero no metálico de extracción y procesamiento del recurso natural.

2.- Ubicación y extensión

La cuenca de interés para este estudio lo define el drenaje principal que se denomina en la toponimia como Río Piedras y se localiza en la Provincia de Colón, en su margen noreste, el cual drena sus aguas al Caribe y su desembocadura se localiza, 8 km al NE de la Población de María Chiquita, corregimiento del mismo nombre y distrito de Portobelo.

La cuenca del río Piedras posee una extensión de al menos 107 km², y su nacimiento se encuentra a 18,6 km en línea recta al E de su desembocadura en la zona montañosa, en el Cerro Bruja a una altura de 922 m.s.n.m; tomado del mapa 1:50.000 y 1:25.000 emitido por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. La longitud del río es de al menos 31,62 km medido desde la nacimiento hasta la desembocadura, sobre las mismas cartas que se mencionan arriba. Ver figura 1.

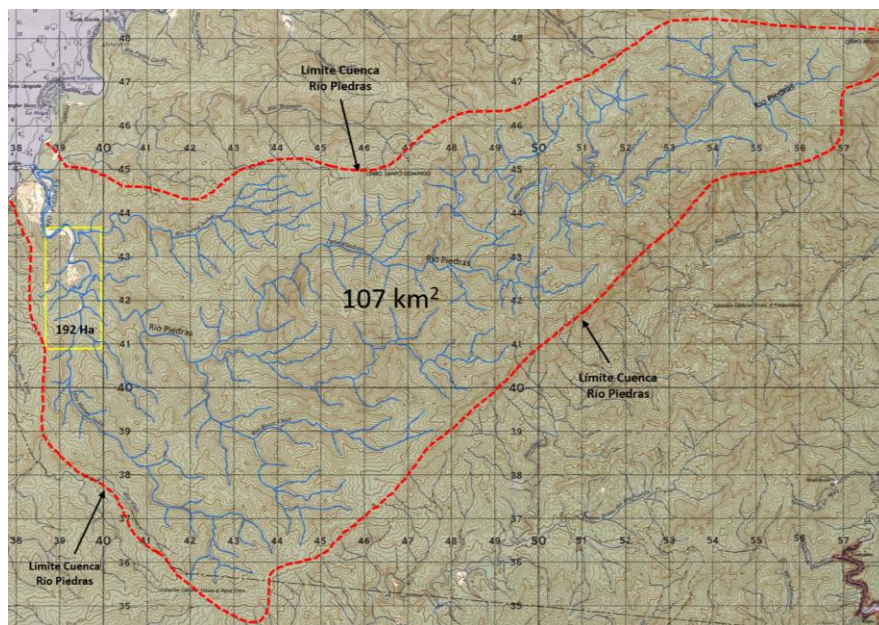


Figura 1. La zona de estudio de detalle en el recuadro amarillo. En rojo la cuenca total del río Piedras. Tomado y modificado de la carta 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia, año 1993.

Con la evaluación hidráulica de este drenaje se desea saber el comportamiento de la sedimentación del río en la parte baja de la cuenca, con fines de aprovechamiento del material granular para suplir el requerimiento de los proyectos en la Provincia de Colón. El área abarca una superficie de 315 hectáreas. Específicamente la sección acotada entre la confluencia del río Manga Indio con el Río Piedra, que será de ahora en adelante la progresiva 0+25.100 y más al norte por la progresiva 0+28.350. El polígono está definido por las coordenadas que se presentan en la tabla 1 y que se muestran en la figura 2.

Tabla 1. Coordenadas que limita la zona de estudio para estimar las reservas probadas de la cuenca baja.

Coordenadas UTM Zona de Estudio Para Reservas - Río Piedra 315 Ha		
Punto	Este	Norte
P-1	638,678	1,043,994
P-2	639,820	1,043,994
P-3	639,820	1,041,220
P-4	638,678	1,041,220

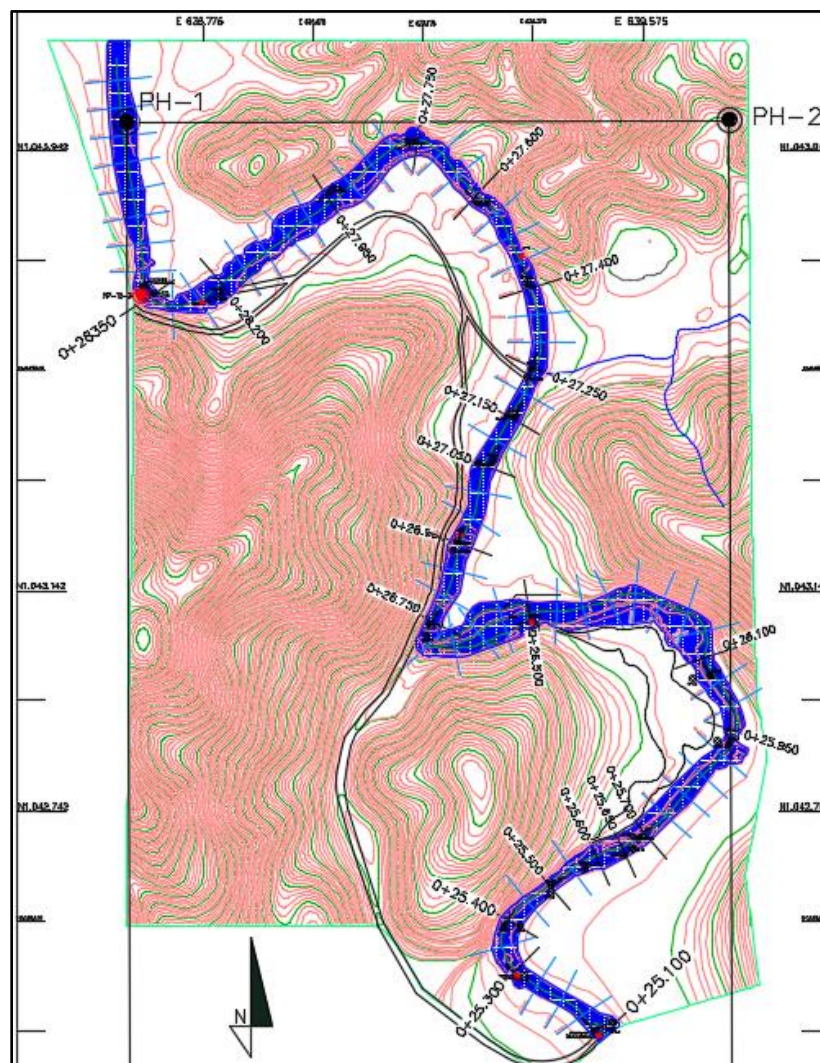


Figura 2. Mapa topográfico de la zona de estudio. En negro el polígono y las progresivas iniciales y finales.

3.- Metodología

La base cartográfica utilizada para las estimaciones de caudales por medio del método de secciones verticales, poseen 2 fuentes; la primera para la cuenca alta y media del río Piedras se han utilizado las cartas a escala 1:25.000 emitidas por el Instituto geográfico Nacional Tommy Guardia que se mencionan abajo; y las cuales han sido digitalizadas y escaladas para generar los perfiles en los puntos donde se midieron los tiempos y estimaron las velocidades del río, en su parte alta y media, respectivamente.

- 4244 II NW Marco Antonio.
- 4244 II NE Cerro Bruja.
- 4244 II SE Salamanca.
- 4244 II SW Río Gatún.

Por otro lado para la zona de interés de 315 hectáreas en la parte baja de la hoya hidrográfica, se ha adquirido la topografía de detalle emitida en el 2015 bajo el proyecto de actualización topográfica de Panamá con curvas de nivel a cada metro; y a su vez sobre esta base cartográfica se ha realizado un levantamiento batimétrico de detalle. En las zonas donde el canal es navegable se ha utilizado un sonar Garmin ECHOMAP PLUS 44CV ver figuras 3, mientras que las zonas poco profundas se han levantado con topografía convencional con una estación total HI-TARGET MODELO 420 amarrada a la Red Geodésica Nacional en el punto BM María Chiquita muestra abajo en la figura 4.



Figuras 3. Levantamiento batimétrico del canal del río Piedras en la parte baja de la cuenca.

[illegible]

Figura 4. Vértice geodésico localidad de María Chiquita. Provincia de Colón.

Para la estimación del caudal líquido se ha utilizado el método clásico en 2D por medio del levantamiento de secciones transversales perpendicular al cauce, obteniendo el área y midiendo al menos 4 tiempos en cada estación y promediando. Mientras que para el cálculo del caudal de sólidos se ha utilizado la ecuación de MEUNIER (1989), para cuencas de pequeña escala y pendientes bajas. Para comparar el resultado de la ecuación de caudal de sólidos de MEUNIER, se determina el aporte sedimentario con base en el modelo RUSLE.

Así mismo se colectan y analizan granulométricamente 19 muestras de sedimentos tomadas a lo largo del canal del río Piedras y de manera aleatoria, para luego clasificarlos según la Norma AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials). No se toman en cuenta los caudales de las cuencas secundarias conexas a la hoya principal, a saber la del río Manga Indio y quebrada Santa Isabel y Brazo Chico.

4.- Geografía Física

4.1.- Relieve

La cuenca del río Piedra en la parte alta, está caracterizado por un relieve montañoso. La naciente se localiza en el cerro Bruja, allí existe una divisoria de aguas que se orienta de forma general con rumbo SSW - NNE y sus cotas varían de 951 a los 625 m.s.n.m. la fila principal marca de forma general el límite sur de la hoya hidrográfica, dicha fila es alargada y asimétrica, con laderas de pendiente fuertes al SSE y laderas de pendientes más suaves en el flanco NNW, como se puede apreciar en la figura 1-2 y 5.



Figura 5. Relieve parte baja cuenca del río Piedras; valles amplios, colinas alargadas de tope redondeado.

El drenaje principal en su parte alta y media de la cuenca se encuentra entallado y por ende adaptado con respecto a la topografía, generando un valle con forma de “V”, con laderas de pendientes fuertes. Ya en la parte baja se observan colinas alargadas, a partir de las cotas menores a los 200 m.s.n.m, en la zona de interés para aprovechamiento el valle es más amplio y con forma de “U”, pero el río continúa adaptado con respecto a la topografía.

4.2.-Clima.

La cuenca de río Piedras por su localización geográfica presenta unas condiciones climáticas que varían con la altitud: en los niveles inferiores el clima es tropical costero, a medida que nos movemos en dirección E-NE a través del río, el clima cambia a bosque tropófilo y herbazales (Gw), en los niveles intermedios está el clima bosque tropical lluvioso nublado (Gm), y en la parte alta de la cuenca se dan condiciones climáticas propias del tropical monzónico (Ami), de bosques muy húmedos.

4.3.-Temperatura.

Temperatura promedio por hora en María Chiquita

[Vínculo](#) [Descargar](#) [Comparar](#) [Datos históricos: 2021 2020 2019 2018 2017 2016 2015 2014 2013](#)

12 a. m. 10 p. m. 8 p. m. 6 p. m. 4 p. m. 2 p. m. 12 p. m. 10 a. m. 8 a. m. 6 a. m. 4 a. m. 2 a. m. 12 a. m.

ene. feb. mar. abr. may. jun. jul. ago. sep. oct. nov. dic.

muy caliente caliente muy caliente

húmeda helado muy frío frío fresca templado caliente muy caliente tibia

The chart displays the average hourly temperature in María Chiquita from 2013 to 2021. The vertical axis represents the time of day from 12 a.m. to 12 a.m. (midnight to midnight), and the horizontal axis represents the months from January (ene.) to December (dic.). The temperature is visualized using a color gradient where darker red indicates higher temperatures. Three specific regions are labeled: 'muy caliente' (very hot) in the upper left, 'caliente' (hot) in the center, and 'muy caliente' (very hot) in the upper right. A legend at the bottom provides a qualitative scale from 'húmeda' (humid) to 'tibia' (warm).

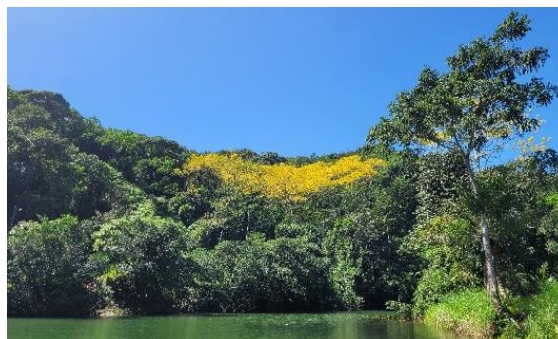


4.4.- Vegetación.

Las especies vegetales que se logran identificar dentro de la zona de estudio de presentan en forma de resumen en la tabla 2 abajo y están condicionadas a los tipos de suelos generados a partir de las rocas circundantes, y que constan básicamente de rocas meta ígneas volcánicas de piso oceánico. Debido al régimen pluviométrico y humedad de la zona, ha generado espesos suelos residuales que varían de 2 a 5 m de espesor, tanto en la parte alta de la cuenca como en la parte baja. Un aspecto de la vegetación se muestra en las figuras 8 abajo.

Tabla 2.- Resumen de las especies vegetales observadas.

Especies Vegetales Cuenca Baja Río Piedras		
Género	Especie	Nombre
Eritrina	glaucal	Bucare
Ricinis	comunis	Tártago
Panicum	maximun	Gamelote
Sida	glutinosa	Escoba de monte
Gynerium	sagittatum	Caña amarga
Mimosa	sentiva	Dormidera
Acacia	macracantha	Cují
Heliconia	marginata	Platanillo
Theobroma	caco	Cacao
Musa	paradisiaca	Plátano
Vissadulo	spicata	Cadillo
Guaduca	angustifolia	Bambú
Cocos	nucifera	Cocotero



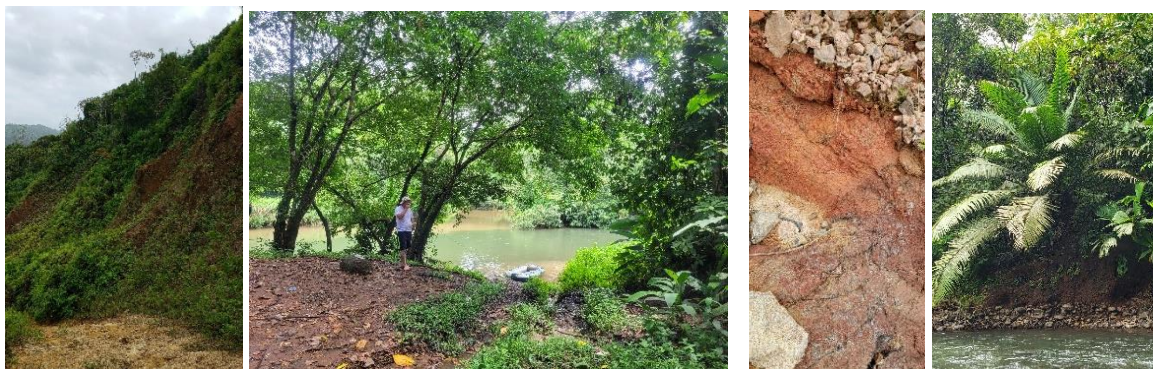
Figuras 8. Aspecto de la vegetación en la parte alta de la cuenca y en la parte baja de la zona de estudio.

Las figuras 8 arriba muestran algunas de las especies endémicas y no endémicas fotografiadas dentro de la zona de estudio. La parte alta de la hoya muestra árboles de talla baja a alta con arbustos, mientras que en la parte baja ya se ha perdido el bosque primario y predominan zonas agrícolas. VILLAREAL *et. al.* 2013 indica que los suelos en la zona de estudio y en general para la costa arriba de Colón son ácidos a muy ácidos.

4.5.- Suelos

La literatura edáfica de Panamá indica que los suelos predominantes en la zona de estudio son ácidos a muy ácidos; y VILLAREAL *et. al.* 2013 en su estudio corrobora las observaciones de campo de este reporte. Por otro lado tenemos que dentro de la cuenca del río Piedras los suelos son básicamente de dos tipos; a saber latosoles: de color rojizo y composición arcillo limosa, los cuales son producto de la meteorización de las rocas ígneas intrusivas ricas en FeO_2 , éstos suelos predominan en la parte alta de la cuenca. Por otro lado se observan suelos aluviales, los cuales se

encuentran en mayor proporción en la parte baja de la hoya, en forma de terrazas, como se puede apreciar en las figuras 9.



Figuras 9. Aspecto de los tipos de suelos residuales Latosol rojizo y Aluviales generando terrazas con gravas en la base.

5.- Hidrogeología

5.1.- Geología Regional.

El límite NE del istmo de Panamá está débilmente definido costa afuera por la subducción de la Placa Caribe. A pesar de la baja actividad sísmica del margen norte existe una zona de Wadati-Benioff la cual proporciona evidencia de dicho margen convergente, donde la Placa Caribe pasa debajo del istmo de Panamá, como lo demostró CAMACHO 2010. La débil expresión de esta subducción en dirección sur podría ser el resultado de un prisma de acreción activo desde el Mioceno Medio, que se conoce como el Cinturón Deformado del Norte de Panamá (SILVER *et.al.* 1995).

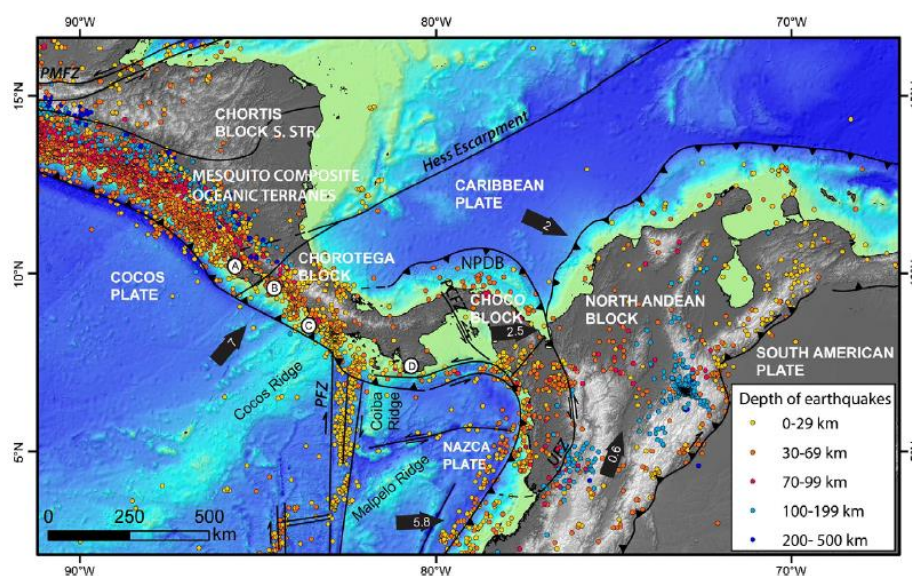


Figura 10. Mapa tectónico y de sismicidad de Panamá. Tomado y modificado de Flore Barat *et. al.* 2014

El límite oriental del istmo de Panamá está definido por el Sistema de Fallas de Uramita la cual representa la zona de sutura entre el istmo y América del Sur, específicamente con el Bloque Andino Norte Figura 10 (DUQUE CARO, 1990B; MANN AND CORRIGAN 1990; MANN AND KOLARSKY 1995).

Centro América ha sido dividida en tres (3) unidades tectónicas (DENG 1995) y que de N a S se han denominado Bloque Chortis, Chorotega y Chocó; este último aloja a la zona de interés minero no metálico. El Bloque Chocó incluye a la parte oriental del istmo de Panamá y una parte del NW de Colombia (DENG 1985; DUQUE CARO 1990B). Las rocas del basamento son del Cretácico Tardío estudios previos lo atribuyen a un plateau oceánico (CASE 1974; MONTES *et. al.* 2012b, WEGNER *et. al.* 2011). Otros autores indican que es corteza continental adelgazada (CASE 1974).

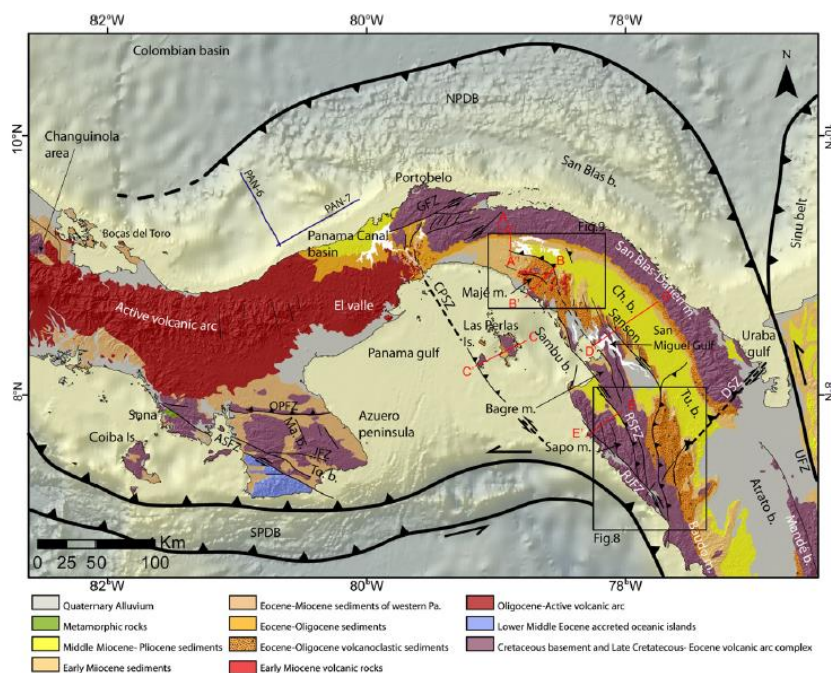


Figura 11. Mapa geológico estructural de Panamá. Tomado y modificado de Flore Barat *et. al.* 2014.

El Cinturón de deformación Norte o Complejo San Blas está compuesto por rocas volcánicas vulcano clásticas y sedimentarias, parte de plateau oceánico, y rocas de proto arco a arco volcánico maduro. En la península de Portobelo figura 11, específicamente en la zona de estudio en el río de Piedras los afloramientos muestran una secuencia de tobas silíceas las cuales han sido intrusionadas por amplios diques basálticos de tipo diorita, dacita y andesita horbléndica.

5.2.- Geología Local.

De acuerdo a la literatura geológica de Panamá en la cuenca del río de Piedras aflora la Formación Ocú en color marrón se presenta en la figura 14, la cual es intrusionada por espesos diques basálticos de variable composición.

Las rocas de la Formación Ocú son la roca fuente, que ha sido meteorizada y arrastrada a lo largo del cauce, para luego ser depositada en la parte baja de la hoya y colmatando el canal, generando el cono de deyección. Los sedimentos son de grano grueso a fino, donde sus clastos son básicamente de composición volcánica tipo basalto diorítico, dacítico y andesítico horbléndico como lo muestran las figuras 12.



Figuras 12. Aspecto de los sedimentos que arrastra el río de Piedras, obsérvese la granulometría y composición

Los afloramientos observados por medio de los cortes en talud realizados para alojar el camino que lleva desde la vía principal hasta la confluencia del Río Manga de Indio con el Río de Piedras, son rocas ígneas volcánicas de piso oceánico tipo dacita, la cual es de color verde claro y oscuro que meteoriza a marrón amarillento, las cuales se encuentran en contacto de falla con basaltos andesíticos horbléndicos de color gris oscuro, negro (figuras 13) y por otro lado existen lavas que son de color verde. La foliación se orienta con rumbos SSW – NNE.



Figuras 13.- Contacto de falla entre basalto andesítico izquierda y dacítico derecha. Basalto dacítico en cara libre de la cantera María Chiquita.

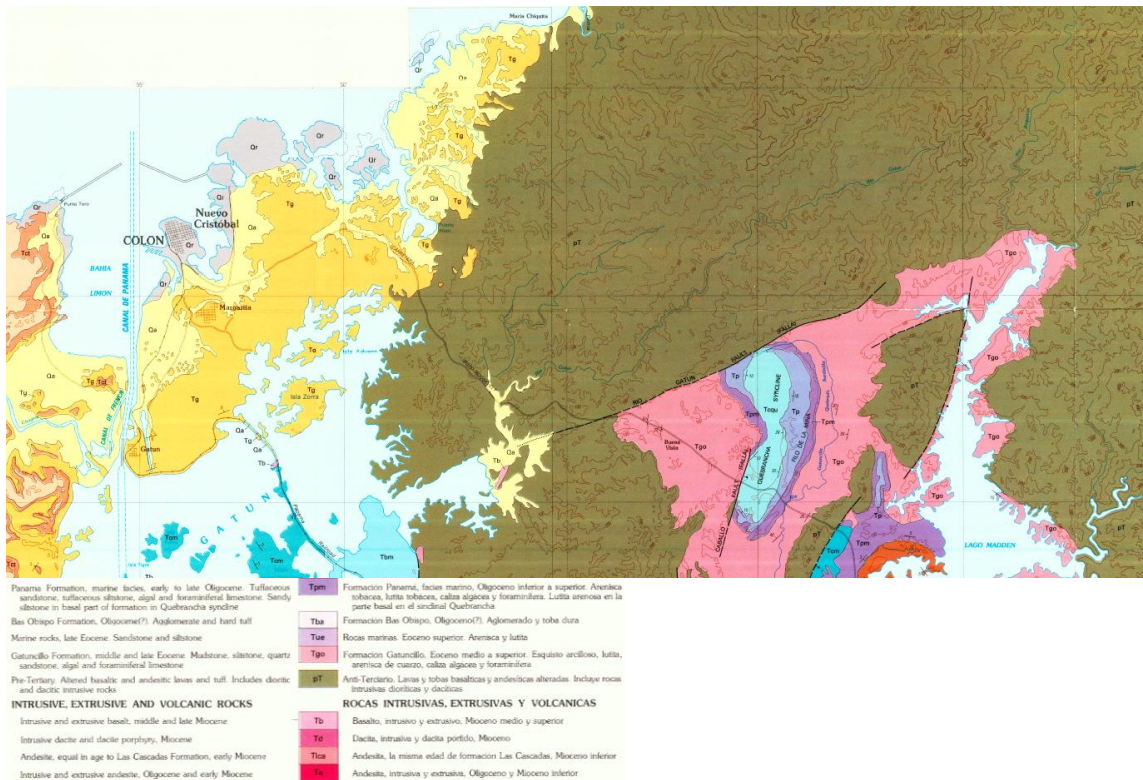


Figura 14. Mapa geológico de Panamá. Tomado y modificado Steward & Woodring 1980 USGS.

La hidrogeología está controlada básicamente por las estructuras geológicas y por la litología de la zona de estudio, a saber existen rocas típicas de arco volcánico y de piso oceánico, en menor proporción afloran rocas sedimentarias, las primeras, por lo general no son permeables, y con dificultad generan espesas coberturas de suelo, pero debido al clima panameño, por su larga estación lluviosa, los suelos tienden a ser potentes, lo que ayuda a la infiltración y además colabora con el transporte superficial de partículas hacia la hoya.

Ya en la inter fase suelo roca, se tiene que la geología estructural (fallamiento, diaclasas, fracturas) ejerce parte del control en el movimiento de las aguas subterráneas y está definida por el sistema de fallas que afectan a las rocas del cinturón de deformación norte de Panamá y que forma parte de la cuenca del río Piedras. Entonces los acuíferos que se recargan por encima del talveg y que aportan a las zonas bajas de la hoya como aguas subterráneas, se infiltran básicamente gracias al fracturamiento y no por porosidad, como ocurre con las rocas sedimentarias.



Figuras 15.- Conglomerado de peñones y guijarros de composición ígnea volcánica, basaltos de variada composición, andesítica, dacítica y hornbléndica.

Para la estimación del recurso sedimentario y poder entender e interpretar la mecánica de fluidos general del drenaje en cuestión, tanto la fase líquida como la sólida, se han colectado 19 muestras de sedimento a lo largo del cauce del río, con el fin de realizarle los ensayos granulométricos correspondientes y estimar los porcentajes de sedimentos de diferente granulometría, a saber arcillas, limos, arenas y gravas, así como conglomerados de guijarros y peñones como los que se observan en las figuras 15 arriba, que han sido depositados a lo largo del cauce, así mismo se solicitó la gravedad específica y la densidad del material crudo o todo en uno.

5.3.-Sedimentología del Canal.

En cuanto a los tipos de sedimentos que son arrastrados, su composición, granulometría, y demás características físicas se describen a continuación. Las figuras 12-15-16 muestran el aspecto de los clastos depositados en el canal del río, son básicamente conglomerados de peñones, guijarros en una matriz areno limosa.

Los clastos son redondeados, de origen ígneo volcánico, tipo basalto, dacita, andesita y algunas lavas, lo que indica el tipo de rocas fuentes que se encuentran en la parte alta de la cuenca. Las arenas son básicamente de composición silíceas. Las tablas 3 - 4 - 5 muestra los resultados del laboratorio en cuanto a granulometrías se refiere. Las figuras 16 muestran algunos de los puntos de observación y muestreo desde la parte alta a la baja.



Figuras 16. Puntos de observación para toma de muestras de sedimentos, obsérvese el % de gravas y la matriz arenosa.

Tabla 3. Granulometrías realizadas a las 19 muestras colectadas en el canal. Peso retenido acumulado.

Tabla Resumen Granulometrías																					
Tipo Sediment	Tamiz	Tamaño	Peso Retenido Acumulado																		
	Ø	mm	RP-M1	RP-M2	RP-M3	RP-M4	RP-M5	RP-M6	RP-M7	RP-M8	RP-M9	RP-M10	RP-M11	RP-M12	RP-M13	RP-M14	RP-M15	RP-M16	RP-M17	RP-M18	RP-M-19
Grava	4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	75	1883	2848	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2-1/2	63	2500	3166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	50	4881.7	6112	477	685	571	0	957	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	467	0
	1-1/2	37.5	5127	7998	631	1426	1305	1690	1537	0	0	1589	0	0	0	0	0	0	0	1125	0
	1	25	5440.9	9611	892	2401	2391	3183	2527	0	0	2682	0	0	0	0	0	0	0	1928	0
	3/4	19	5971	10313	2631	3116	3124	3723	2870	155	0	3049	0	0	155.9	0	94	857.1	0	2760	0
	1/2	12.7	6425	10773	3100	3352	3958	4397	3556	202.1	0	3676	0	0	194.3	0	107	1101	0	3553	0
	3/8	9.5	6659	11086	3902	4109	4243	4716	4123	305.7	15	3974	16.4	2.5	231.9	11.8	89	1709	22.6	4022	23
	4	4.7	7092	11245	4893	4422	4615	5306	4957	575	66	4530	100	25.5	299.1	45.5	265	2225	266	4922	500
Arena	8	2.3	7465	11534	5893	4853	4848	6694	4931	881.5	566	4987	593	123.1	537.2	294.9	434	2599	688	5655	784
	10	2	7582	11798	6783	5238	5143		5233	1012	906		1002	321	755	523.1		2655	1127	0	988
	16	1.180	7908	11955	6900	5987	5321	6124	5892	1078	1895	5364	1768	812	983	762	652	2698	1677	6277	1023
	30	0.6	8260	12315	7092	6920	6973	6784	6852	1163	2188	5525	2234	919.1	1097	989	531	2757	2234	6635	1244
	40	0.425	8300	12412	7154	7009	7006	7140	6988	1172	2233	5607	2301	1036.7	1167	1000.6	711	2794	2397	6752	1365
	50	0.3	8485	12507	7263	7095	7115	7486	7009	1186	2455	5699	2398	1110.70	1176.3	1137.3	109	2803	2412	6837	1985
	100	0.150	8566	12587	7324	7143	7161	7771	7123	1194	2466	5809	2466	1181.2	1194	1180.2	76	2855	2432	6911	2096
Limo - Arci	200	0.075	8690	12592	7488	7171	7163.4	7831	7181	1197	2492	5839	2498	1197.1	1199.5	1191.5	13	2887	2494	6923	2134

Tabla 4. Granulometrías realizadas a las 19 muestras colectadas en el canal. Porcentaje (%) en peso que pasa.

Tabla Resumen Granulometrías																					
Tipo Sediment	Tamiz	Tamaño	Porcentaje en Peso Que Pasa																		
Grava	Ø	mm	RP-M1	RP-M2	RP-M3	RP-M4	RP-M5	RP-M6	RP-M7	RP-M8	RP-M9	RP-M10	RP-M11	RP-M12	RP-M13	RP-M14	RP-M15	RP-M16	RP-M17	RP-M18	RP-M-19
	4	100	100	100																	
	3	75	78.2	77.4																	
	2-1/2	63	71	74.9	100	100	100	100	100												
	2	50	43.2	51.5	93.7	90.5	92	100	86.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	1-1/2	37.5	40.6	36.5	91.6	80.2	81.8	78.47	78.6	100	100	72.97	100	100	100	100	100	100	100	83.8	100
	1	25	37	23.7	88.2	66.6	66.6	59.45	64.9	100	100	54.37	100	100	100	100	100	100	100	72.23	100
	3/4	19	30.8	18.2	65.1	56.7	56.4	52.57	60.1	87.1	100	48.13	100	100	87.1	100	100	70.5	100	60.25	100
	1/2	12.7	25.6	14.5	58.9	53.4	44.8	43.98	50.5	83.2	100	37.42	100	100	83.9	100	93.52	62.1	100	48.84	100
	3/8	9.5	22.8	12	48.3	42.9	40.8	39.92	42.7	74.5	99.4	32.4	99.3	99.8	80.8	99	90.65	41.2	99.1	42.08	98.9
	4	4.7	17.8	10.8	35.1	38.5	35.6	32.4	36.6	52.1	97.4	22.94	96.3	97.9	75.2	96.2	99.82	23.4	89.4	29.12	76.8
	8	2.3	13.5	8.5	21.9	32.5	32.3	27.46	31.4	26.5	77.4	15.17	76.3	89.8	55.4	75.4	68.11	10.5	72.5	18.57	63.6
10	2	12.1	6.4	10.1	27.1	28.2		27.2	15.7	63.8		59.9	73.4	37.3	56.4		8.6	54.9		54.2	
Arena	16	1.180	8.4	5.1	8.5	16.7	25.7	21.48	18.1	10.1	24.2	8.75	29.3	32.6	18.4	36.5	47.09	7.1	32.9	9.61	52.5
	30	0.6	4.3	2.3	6	3.8	2.7	13.57	4.7	3.1	12.5	6.02	10.6	23.7	8.9	17.6	29.98	5.1	10.6	4.46	42.3
	40	0.425	3.8	1.5	5.2	2.5	2.2	9.04	2.8	2.3	10.7	4.62	8	14	3.2	16.6	7.05	3.8	4.1	2.77	36.7
	50	0.3	1.7	0.8	3.7	1.3	0.7	4.63	2.5	1.2	1.8	3.05	4.1	7.8	2.4	5.2	3.54	3.5	3.5	1.55	7.9
	100	0.150	0.7	0.1	2.9	0.7	0.1	1.6	0.9	0.5	1.4	1.19	1.4	2	0.9	1.6	1.09	1.7	2.7	0.48	2.7
Limo - Arci	200	0.075	0.5	0.1	0.7	0.3	0	0.24	0.1	0.3	0.3	0.68	0.1	0.7	0.5	0.7	0.67	0.6	0.2	0.31	1

Tabla 5. Granulometrías realizadas a las 19 muestras colectadas en el canal. Porcentaje (%) retenido acumulado.

Tabla Resumen Granulometrías																					
Tipo Sediment	Tamiz	Tamafo	Porcentaje Retenido Acumulado																		
	Ø	mm	RP-M1	RP-M2	RP-M3	RP-M4	RP-M5	RP-M6	RP-M7	RP-M8	RP-M9	RP-M10	RP-M11	RP-M12	RP-M13	RP-M14	RP-M15	RP-M16	RP-M17	RP-M18	RP-M-19
Grava	4	100	0	0		0			0												
	3	75	22	23		0			0												
	2-1/2	63	29	25		0			0												
	2	50	57	48	6	10	8		13										0	0	
	1-1/2	37.5	59	63	8	20	18	21.52	21	0	0	27.02	0	0	0	0	0	0	0	16.19	0
	1	25	63	76	12	33	33	40.54	35	0	0	45.62	0	0	0	0	0	0	0	27.76	0
	3/4	19	69	82	35	43	44	47.42	40	13	0	51.86	0	0	13	0	0	30	0	39.7	0
	1/2	12.7	74	85	41	47	55	56.01	49	17	0	62.52	0	0	16	0	6.47	38	0	51.15	0
	3/8	9.5	77	88	52	57	59	60.07	57	25	1	67.59	1	0	19	1	9.34	59	1	57.92	1
	4	4.7	82	89	65	62	64	67.59	63	48	3	77.05	4	2	25	4	6.18	77	11	70.87	23
	8	2.3	87	92	78	67	68	72.53	69	73	23	84.82	24	10	45	25	31.88	89	28	81.42	36
	10	2	88	94	90	73	72		73	84	36	36	40	27	63	44		91	45	90.38	46
Arena	16	1.180	92	95	91	83	74	78.01	82	90	76	91.24	71	67	82	64	52.9	93	67	95.53	47
	30	0.6	96	98	94	96	97	86.42	95	97	88	93.97	89	76	91	82	70.01	95	89	97.22	58
	40	0.425	96	98	95	97	98	90.95	97	98	89	95.37	92	86	97	83	92.94	96	96	98.44	63
	50	0.3	98	99	96	99	99	95.36	97	99	98	96.93	96	92	98	95	96.45	97	96	99.51	92
	100	0.150	99	100	97	99	100	98.99	99	99	99	98.8	99	98	99	98	98.9	98	97	99.68	97
Limo - Arci	200	0.075	100	100	99	100	100	99.75	100	100	100	99.31	100	99	100	99	99.32	99	100	99	99

5.4.- Análisis granulométrico.

De manera sencilla se desea describir cómo se clasifican las 19 muestras colectadas a lo largo del canal del río Piedras definiendo el grupo al que pertenece dentro de los sistemas de clasificación de suelos ASHTO y USCS. Posteriormente se caracterizan los testigos de sedimento con base en los 2 sistemas antes mencionados, ver la tabla 6 y 7.

Tabla 6. Tabla resumen de los resultados de laboratorio aplicados a los testigos de sedimentos.

Resultados de Laboratorio Muestras Río Piedras					
PO	Distribución del Tamaño de Partículas			Clasificación Material	
	Grava %	Arena %	Finos %	AASHTO	USC
PO-1 / RP-M-1	87.50	7.62	4.88	A-1-a	GW
PO-2 / RP-M-2	93.69	5.10	1.21	A-1-a	GP
PO-3 / RP-M-3	90.58	5.66	3.76	A-1-a	GP
PO-4 / RP-M-4	73.04	16.51	10.45	A-1-a	GC
PO-5 / RP-M-5	71.80	16.14	12.06	A-1-a	GC
PO-6 / RP-M-6	78.20	14.52	7.28	A-1-a	GC
PO-7 / RP-M-7	72.87	17.95	9.18	A-1-a	GC
PO-8 / RP-M-8	84.58	9.90	5.52	A-1-a	GP
PO-9 / RP-M-9	36.36	23.96	39.69	A-4	CL
PO-10 / RP-M-10	91.87	7.62	0.51	A-1-a	GW
PO-11 / RP-M-11	40.11	29.22	30.66	A-1-a	GM
PO-12 / RP-M-12	26.81	30.84	42.34	A-4	CL
PO-13 / RP-M-13	62.94	17.59	19.47	A-1-a	GP
PO-14 / RP-M-14	43.90	35.08	21.02	A-1-a	GM
PO-15 / RP-M-15	47.74	41.58	10.67	A-3	SP
PO-16 / RP-M-16	91.96	5.44	2.60	A-1-a	GW
PO-17 / RP-M-17	45.19	30.27	24.54	A-3	SP
PO-18 / RP-M-18	81.68	9.16	9.16	A-1-a	GP
PO-19 / RP-M-19	46.30	52.06	1.64	A-3	SP
Promedios	66.69	19.80	13.51		

5.5.- Desviación estándar de los sedimentos.

Para este cálculo se utilizó la relación logarítmica entre el porcentaje (%) que pasa y la abertura de los tamices en milímetros (mm), con el objetivo de obtener el valor de D₈₄ y D₁₆, datos que se requieren para conocer la uniformidad en la distribución de los diámetros de la tabla 7.

Tabla 7. Promedio % que pasa de acuerdo a la abertura tamiz.

Promedio del % Pasante vs Abertura Tamiz		
N° Tamiz	Abertura (mm)	(%Pasa) Promedio
2	50.8	87.24
1-1/2	38.1	86.55
1	25.4	80.69
3/4	19.1	73.31
1/2	12.7	63.50
3/8	9.52	55.97
4	4.76	42.99
10	2	28.17
40	0.42	7.41
200	0.074	0.42

$$\sigma_g = D_{84}/D_{50} = D_{50}/D_{16}$$

D₈₄ = Diámetro tal que el 84% de la muestra en peso tiene partículas menores que él, lo mismo para D₁₆

Cálculo D₈₄

$$D_{84} = (87.95 - 79.48) / (\log(25.4) - \log(19.01)) = (87.95 - 84) / \log(25.4) - \log(x)$$

$$D_{84} = \log(x) = \log(25.4) - (87.95 - 84) / (87.95 - 79.48) * 4.47(25.4) - \log(19.1)$$

$$D_{84} = 52.4 \text{ mm}$$

Cálculo D₁₆

$$D_{16} = (7.41 - 0.42) / \log(0.42) - \log(0.074) = 7.41 - 16 / \log(0.42) - \log(X)$$

$$D_{16} = \log(x) = \log(0.42) - (7.41 - 16) / (7.41 - 0.42) * (\log(0.42) - \log(0.074))$$

$$D_{16} = \log(x) - \log(0.42) = 0.88$$

$$D_{16} = 3.19 \text{ mm}$$

Cálculo de la desviación típica granulométrica promedio σ_g

Al observar el resultado se tiene que existe una gran variación de diámetros de las partículas y de los clastos del material sedimentario, que ha sido transportado y depositado a lo largo del canal del río:

$$\sigma_g = (52.4 / 3.19)^{(1/2)} = 4.05$$

El canal del río Piedras en la parte baja de la cuenca se encuentra actualmente colmatado de sedimentos, a saber gravas, arenas, limos y arcillas y al menos 2% de materia orgánica. Es de destacar el alto porcentaje de conglomerados que arrojan las granulometrías realizadas a las muestras, lo cual puede indicar un régimen de alta energía que puede transportar sedimentos con este tamaño de grano.

La batimetría de la cuenca baja muestra que las profundidades no exceden los 5 m en algunos puntos el promedio es 1.43 metros gracias al gran volumen de sedimentos que se encuentran depositados o en tránsito hacia el mar en la sección de interés. Además se cartografían barras de dimensiones hectométricas, las cuales obstruyen el libre flujo del drenaje. Ver figuras 17 a continuación.

5.6.- Estimación del volumen del recurso geológico.

5.6.1.- Antecedentes.

Cerca de la desembocadura del río Piedras, 200 metros aguas arriba del puente, en el año 2012 se extrajo material por un período de 14 meses, la grava y la arena fue dispuesta para las obras civiles viales entre las localidades de Colón y Portobelo; así como para la mejora de los caminos de acceso en María Chiquita y sus alrededores. Se visita la zona de extracción y se observa, que se ha recargado de sedimentos la zona aprovechada. Por otro lado, se observa que está colmatada la desembocadura, generando una gran barra de sedimentos, que obstruye el libre flujo al mar y represando la zona.

A lo largo de la parte baja de la cuenca, en diferentes puntos existen evidencias de aprovechamiento del material granular, a saber gravas, arenas, limos y arcillas, de manera artesanal por los habitantes de las zonas aledañas, tomando el recurso natural para la construcción o mejora de sus viviendas por medio del uso del agregado grueso, colocar pisos y accesos, los sedimentos finos muy usados para repellar y arena para el premezclado.

La estimación de volumen de sedimentos depositados en el canal de río Piedras en la parte baja de la cuenca, y que es de interés minero no metálico, se encuentra limitada al sur por la confluencia con el río Manga Indio, en la progresiva 0+25.100 y al norte con la progresiva 0+28.350. El tramo consta de 3.250 metros lineales, con ancho promedio de 29.7 metros y una rasante de excavación de 3 metros de profundidad. Abajo se muestran las secciones verticales y la tabla resumen del volumen estimado, que se denominarán reservas geológicas y alcanzan los 233.717 m³ de material todo en uno, por el clásico método 2D de secciones o cortes verticales promedio.

Se tomará el promedio que arrojan las granulometrías para cada tipo de material y con ello se presenta el cálculo de volumen de sedimentos depositados y disponibles para desarrollo extractivo, a lo largo del cauce en la sección de interés, con base en la topografía y batimetría de detalle que se muestra en la figura 17-18 (mapa-cortes). La tabla 8 presenta la hoja de cálculo de las reservas geológicas probadas.

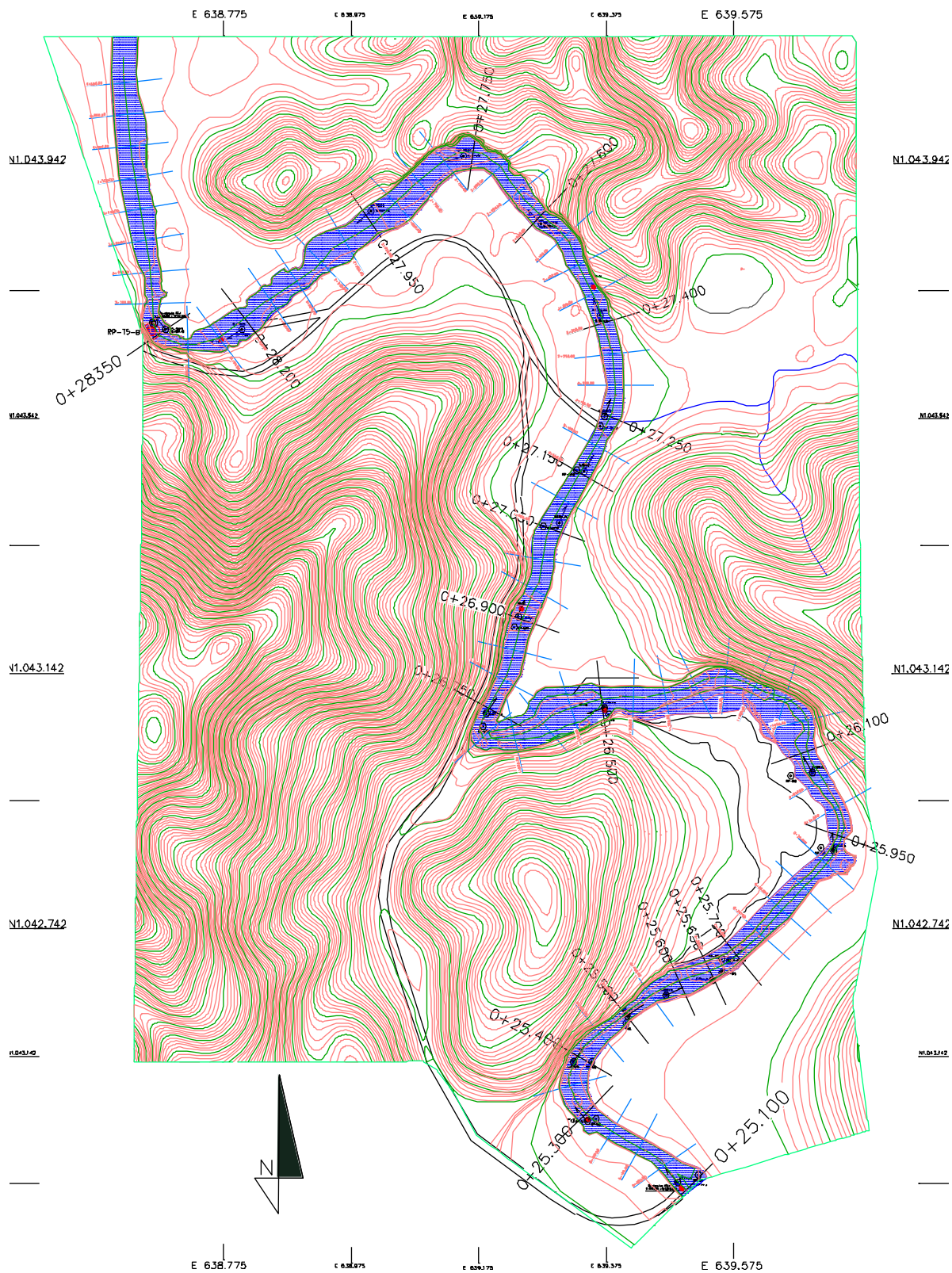
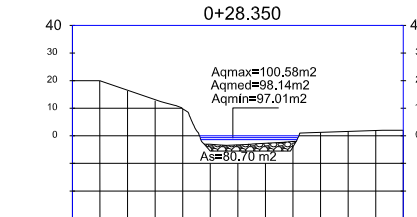
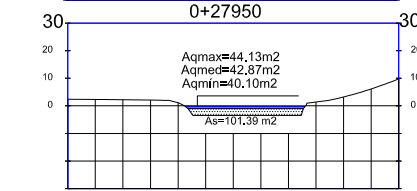
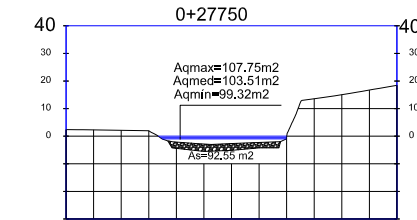
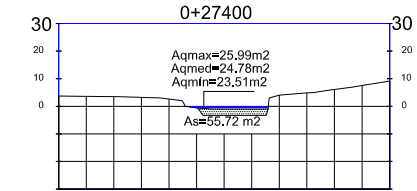
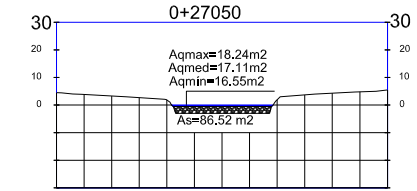
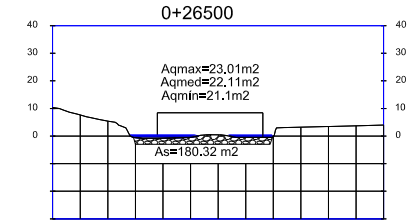
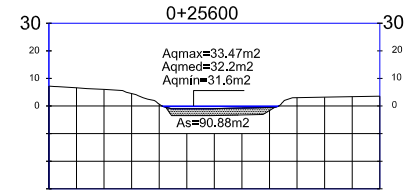
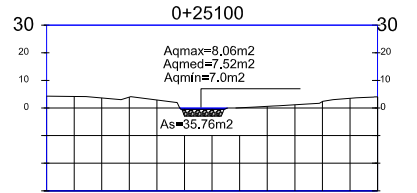


Figura 17. Plano con las progresivas pequeñas en color azul claro, con las cuales se estimaron las reservas del recurso.

Tabla 8. Hoja de cálculo de las reservas probadas con secciones verticales cada 50 metros.

Figura 18. Aspecto de los cortes utilizados para el cálculo del recurso disponible.

Volumen sedimentos del canal			
Rasante 2.5 m			
Distancia entre Progresivas (m)	Área Sección Transversal (m ²)	Volumen (m ³)	Volumen Acumulado (m ³)
50	35.76	2.382	2.382
50	59.50	2.594	4.976
50	44.26	2.173	7.148
50	42.64	2.772	9.920
50	68.22	3.256	13.175
50	62.01	2.669	15.844
50	44.74	1.929	17.773
50	32.41	2.006	19.779
50	47.84	3.468	23.247
50	90.88	3.739	26.986
50	58.69	2.657	29.643
50	47.59	2.371	32.014
50	47.25	2.505	34.519
50	52.95	2.157	36.676
50	33.32	2.283	38.959
50	57.98	2.049	41.007
50	23.97	1.204	42.211
50	24.18	1.097	43.308
50	43.88	2.185	45.493
50	43.51	2.023	47.516
50	37.41	1.428	48.944
50	19.71	1.174	50.118
50	27.24	1.981	52.098
50	51.98	2.366	54.464
50	42.65	2.727	57.191
50	66.44	3.760	60.951
50	83.94	6.607	67.557
50	180.32	10.586	78.143
50	243.10	11.599	89.742
50	220.87	9.341	99.083
50	152.76	4.597	103.680
50	140.37	4.813	108.492
50	52.14	2.527	111.020
50	48.95	3.159	114.178
50	77.39	3.735	117.913
50	72.01	3.720	121.633
50	76.79	2.045	123.678
50	81.80	4.208	127.886
50	86.52	4.150	132.036
50	79.47	3.823	135.859
50	73.46	3.333	139.192
50	59.87	3.378	142.570
50	75.23	3.362	145.932
50	59.26	3.339	149.271
50	74.28	3.250	152.521
50	55.72	2.521	155.042
50	45.13	2.695	157.736
50	62.65	3.253	160.990
50	67.48	3.294	164.284
50	64.28	3.116	167.399
50	60.34	3.103	170.502
50	63.79	3.981	174.483
50	95.43	4.442	178.924
50	82.23	4.513	183.437
50	98.27	5.850	189.287
50	135.73	5.928	195.215
50	101.39	5.065	200.280
50	101.21	5.196	205.476
50	106.62	4.328	209.804
50	66.5	3.905	213.709
50	89.71	5.072	218.781
50	113.16	6.047	224.828
50	128.71	4.094	228.922
50	35.06	2.894	231.816
50	80.7	2.959	234.775
50	37.64	3.634	238.409
50	55.66		233.717





Figuras 19. Aspecto de las barras compuesta de gravas y arenas que afloran en la parte baja de la cuenca.

En la parte baja de la cuenca es frecuente observar barras de dimensiones hectométricas (figuras 19) a lo largo del cauce compuestas por gravas sustentadas por una matriz areno limo arcillosa, éstas acumulaciones de material sobresalen a la superficie en forma de bancos de 0.6 a 1,2 metros de altura, los cuales colmatan los tramos del drenaje.

Se sugieren remover para el libre flujo de los caudales líquido y sólido por medio de la conformación de un canal amplio, que posea 3 metros de profundidad, el desarrollo debe prever un constante mantenimiento del canal.

6.-Hidrología

6.1.- Cuenca Río Piedra.

La hoya hidrográfica del río Piedras posee una superficie de 107 km² y es de forma dendrítica, la cual se orienta con rumbo general E-W, con 2 tramos N-S, la primera en la parte media y el segundo en la parte baja de la cuenca donde cambia a rumbo N-S dentro de la zona de interés a evaluar con detalle en este estudio.

El drenaje natural tiene su nacimiento en el cerro Bruja a una altura de 922 m.s.n.m y fluye entallado con rumbo y dirección de E a W; posee a lo largo del recorrido en la parte alta de cuenca forma irregular y sinuosa, adaptado con respecto a la topografía generando un valle con forma de "V". Los drenajes secundarios o quebradas que alimentan su caudal confluyen en ángulos rectos y oblicuos y por lo general son de forma irregular con tramos rectilíneos.



Figura 20. Valle en forma de V parte media de la cuenca.

En la parte media de la cuenca entre las cotas 620 y 350 m.s.n.m el río Piedras continúa entallado y adaptado con respecto a la topografía, en la figura 16 arriba se observa entallado en el valle con forma de “V” donde presenta forma irregular con alta sinuosidad, sus afluentes también poseen carácter dendrítico y confluyen de forma perpendicular. La descripción de la zona de interés se presentará a continuación en el siguiente apartado.

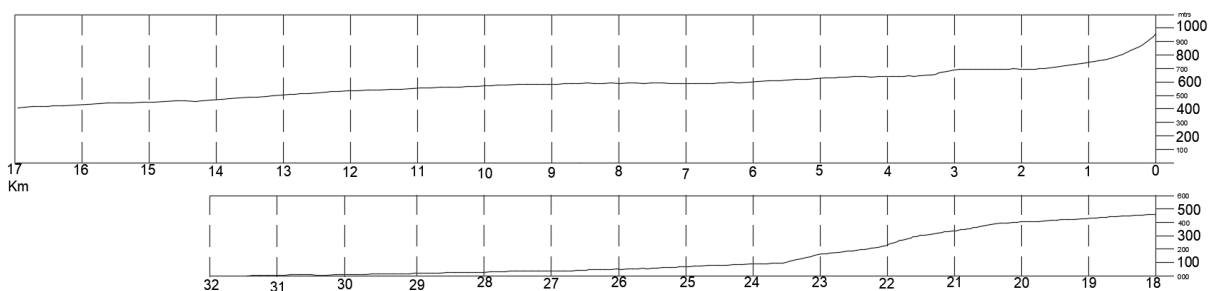


Figura 19. Perfil del eje del río Piedras Escala vertical aumentada a 2:1 para poder apreciar los cambio de pendiente.

6.2.- Pluviosidad.

Para la zona de María Chiquita en la parte baja de la cuenca del río de Piedra la temporada de mayor pluviosidad dura 7.5 meses, de 27 de abril a 9 de diciembre, con una probabilidad de más del 44 % de seguridad. El mes con más días de lluvia en la cuenca de río Piedras en María Chiquita es septiembre, con un promedio de 18.9 días con por lo menos 5 milímetros de precipitación. La temporada más seca dura 4 meses, del 9 de diciembre al 27 de abril. El mes con menos días de pluviosidad en la zona de estudio es febrero, con un promedio de 1.6 días. Figura 21.

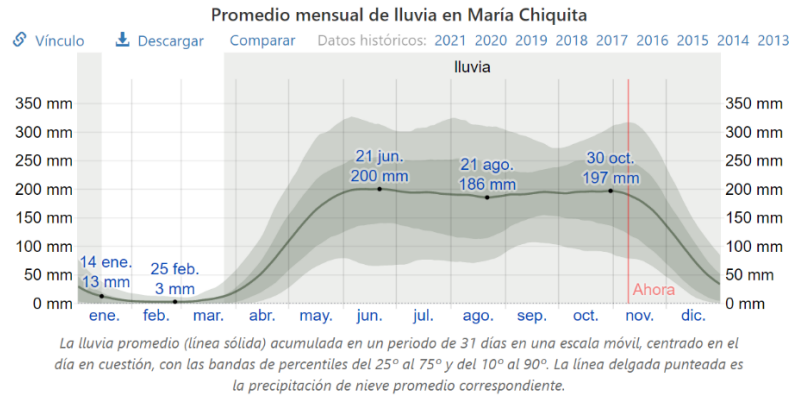


Figura 21. Gráfico de la pluviosidad en María Chiquita. Tomado de <https://es.weatherspark.com>.

6.3.- Calidad del Agua

Con el objetivo de tener una línea base de las características físico químicas del agua en el río Piedras se han colectado siete (7) muestras de agua en la parte baja de la cuenca, específicamente en la sección limitada al sur con la confluencia del río Manga Indio y al norte con la muestra colectada en un punto localizado a 1,25 km antes de la desembocadura del río al mar Caribe. La distribución de las muestras se muestra en la figura 22 abajo.

Las muestras han sido colectadas por el personal de la empresa EnviroLab bajo la supervisión del equipo de soporte interno de la promotora, de acuerdo al interés último de este reporte. Los resultados se presentan a continuación tomado y modificado directo del informe final consignado.

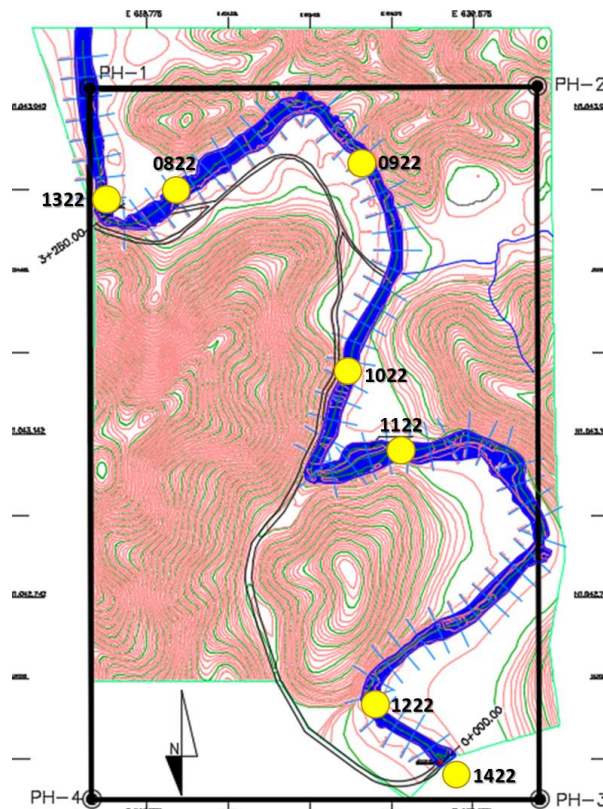


Figura 22 Localización de las muestras de agua colectadas para análisis físico químico.

Sección 2: Método de medición			
Norma aplicable	Decreto Ejecutivo No.75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo.		
Método:	Ver sección 3 de resultados en la columna referente a los métodos utilizados.		
Equipos de muestreos utilizados para reportar resultados	Medidor multiparámetro, marca HACH, modelo Sensor Termistor número de Serie 210921110026, certificado de calibración en anexo 1.		
Procedimiento técnico	PT-35 Procedimiento de Muestreo de Aguas.		
Condiciones Ambientales durante el muestreo	Día Soleado.		
Parámetros analizados	Análisis de dos (2) muestras de agua superficial para determinar los siguientes parámetros: Alcalinidad, Cloruros, Coliformes Fecales, coliformes Totales, conductividad Eléctrica, dureza, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Sólidos Disueltos, Sólidos Suspendedos y Turbiedad.		
Identificación de las Muestras	# de muestra	Identificación del cliente	Coordenadas
	013-22	Río Piedra Aguas Abajo	17P 638657 UTM 1043653
	014-22	Río Piedra Aguas Arriba	17P 639494 UTM 1042313

Identificación de la Muestra	013-22
Nombre de la Muestra	Río Piedra Aguas Abajo

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MAXIMO
Alcalinidad	ALC	mg/L	SM 2320 B	132,50	±13,8	8,5	N.A.
Cloruros	Cl-	mg/L	SM 4500 Cl- B	17,50	±0,53	3,5	N.A.
Coliformes Fecales	C.F.	UFC / 100 mL	SM 9222 D	>600,00	±10,1	1,0	<250
Coliformes Totales	C.T.	NMP/100mL	SM 9223 B	8164,00	±138,0	1,0	N.A.
Conductividad Eléctrica	C.E.	µS/cm	SM 2510 B	177,50	±10,65	0,9	N.A.
Dureza	Dur.	mg/L	SM 2340 C	64,10	±5,38	0,5	N.A.
Oxígeno Disuelto**	OD	mg/L	SM 4500 O G	6,54	(*)	2,0	>7,0
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H+ B	7,18	±0,02	0,10	6,5 – 8,5
Sólidos Disueltos	S.D.	mg/L	SM 2540 C	84,00	±5,4	10,0	<500
Sólidos Suspendedos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<7,00	(*)	7,0	<50
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B	0,98	±0,03	0,07	<50

Notas:

- Los parámetros que están dentro del alcance de la acreditación para los análisis los puede ubicar en nuestra resolución de aprobación por parte del Consejo Nacional de Acreditación, en la siguiente dirección: <https://envirolabonline.com/nuestra-empresa/>
- La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
- L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
- N.A.: No Aplica.
- N.M.: No medido.
- ** Parámetros que no están dentro del alcance de acreditación
- La(s) muestra(s) se mantendrá(n) en custodia por diez (10) días calendario luego de la recepción de este reporte por parte del cliente, concluido este periodo se desechará(n). Se considera dentro de los diez días calendario, los tiempos de preservación de cada parámetro (de acuerdo al método de análisis aplicado).
- Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s).

Identificación de la Muestra	014-22
Nombre de la Muestra	Rio Piedra Aguas Arriba

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
Alcalinidad	ALC	mg/L	SM 2320 B	158,40	±16,5	8,5	N.A.
Cloruros	Cl ⁻	mg/L	SM 4500 Cl ⁻ B	9,10	±0,53	3,5	N.A.
Coliformes Fecales	C.F.	UFC / 100 mL	SM 9222 D	5800,00	±98,0	1,0	<250
Coliformes Totales	C.T.	NMP/100mL	SM 9223 B	6488,00	±109,6	1,0	N.A.
Conductividad Eléctrica	C.E.	µS/cm	SM 2510 B	165,95	±9,95	0,9	N.A.
Dureza	Dur.	mg/L	SM 2340 C	56,30	±4,73	0,5	N.A.
Oxígeno Disuelto**	OD	mg/L	SM 4500 O G	7,18	(*)	2,0	>7,0
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H ⁺ B	7,70	±0,02	0,10	6,5 – 8,5
Sólidos Disueltos	S.D.	mg/L	SM 2540 C	96,00	±5,4	10,0	<500
Sólidos Suspendedos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<7,00	(*)	7,0	<50
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B	1,22	±0,03	0,07	<50

Notas:

- Los parámetros que están dentro del alcance de la acreditación para los análisis los puede ubicar en nuestra resolución de aprobación por parte del Consejo Nacional de Acreditación, en la siguiente dirección: <https://envirolabonline.com/nuestra-empresa/>
- La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
- L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
- N.A.: No Aplica.
- N.M.: No medido.
- ** Parámetros que no están dentro del alcance de acreditación
- La(s) muestra(s) se mantendrá(n) en custodia por diez (10) días calendario luego de la recepción de este reporte por parte del cliente, concluido este periodo se desechará(n). Se considera dentro de los diez días calendario, los tiempos de preservación de cada parámetro (de acuerdo al método de análisis aplicado).
- Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s).

Sección 4: Conclusiones

1. Se realizaron los análisis de una (1) muestra de agua superficial.
2. Para la muestra (013-22), dos (2) parámetros están fuera del límite permitido en el Decreto Ejecutivo No.75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo.
3. Para la muestra (014-22), un (1) parámetro está fuera del límite permitido en el Decreto Ejecutivo No.75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo.

NOMBRE DEL CLIENTE: MINEQUIO CORD PROYECTO: Monitoreo Simple Asup (Rio Chica) DIRECCIÓN: MADIA CHIRQUIN PROVINCIA: ALBA GERENTE DE PROYECTO: ING. GUSTAVO NIETO		Sección A Tipo de Muestreo 1. Simple 2. Compuesto 3. No Aplica	Sección B Tipo de Muestra 1. Agua Residual 2. Agua Superficial 3. Agua de Mar 4. Agua Potable 5. Agua Subterránea 6. Sedimento 7. Suelo 8. Lodos 9. Otro	Sección C Área Receptora 1. Natural 2. Alcantarillado 3. Suelo 4. Otro
--	--	--	--	---

#	Identificación de la muestra	Fecha del muestreo	Hora de muestreo	No. de envases	Datos de Campo										Tipo de Muestreo (Elegir de la sección A)	Tipo de Muestra (Elegir de la sección B)	Área Receptora (Elegir de la sección C)	Coordenadas	Análisis a realizar
					pH	T (°C)	TN (°C)	Cloro residual (mg/L)	Conductividad (µm/cm o µm/cm)	Q (m³/día)	O.D. (mg/L)								
1	Rio Piedra - Agua Asup (RPT 5)	4/01/2022	9:50 am	3	7.18	24.3	-	-	-	-	6.54	1	2	17A	17P 638657 UTM 1043653				
2	Abank Arriba	4/01/2022	1:40 PM	3	7.70	25.1	-	-	-	-	7.18	1	2	17A	17P 639494 UTM 1043113				

*TN = Temperatura del cuerpo receptor

☒ A y G ☒ HCT ☒ SAAM ☒ Cl ☒ Cr+ ☒ Color ☒ DBO ☒ DDO ☒ P-Total ☒ NO₃ ☒ N-NH₄ ☒ N-Total
☒ Metales ☒ SO₄²⁻ ☒ ST ☒ SDT ☒ SST ☒ Turbiedad ☒ Sulfuros ☒ Fenol ☒ Dureza ☒ Alcalinidad ☒ CF ☒ E. Coli

Observaciones: Día soleado

Entregado por: May Norio Fecha: 4/01/2022 Hora: 4:05 PM

Recibido por: May Norio Fecha: 4/01/2022 Hora: 4:40 PM

Firma del Cliente: GUSTAVO NIETO

Firma: May Norio

Temperatura de preservación de la muestra
☒ Menor de 5 °C
☐ Temperatura ambiente

Norma aplicable	Decreto Ejecutivo No.75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo.		
Método:	Ver sección 3 de resultados en la columna referente a los métodos utilizados.		
Equipos de muestreos utilizados para reportar resultados	Medidor multiparámetro, marca HACH, modelo Sensor Termistor número de Serie 210921110026, certificado de calibración en anexo 1.		
Procedimiento técnico	PT-35 Procedimiento de Muestreo de Aguas.		
Condiciones Ambientales durante el muestreo	Día soleado.		
Parámetros analizados	Análisis de una muestra de agua para determinar los siguientes parámetros: pH, Oxígeno disuelto, Turbiedad, Sólidos suspendidos, Coliformes totales y Coliformes fecales.		
Identificación de las Muestras	# de muestra	Identificación del cliente	Coordenadas
	008-22	Río Piedra RPT 5	17P 638799 UTM 1043665
	009-22	Río Piedra RPT 4	17P 639366 UTM 1043725
	010-22	Río Piedra RPT 3	17P 639205 UTM 1043204
	011-22	Río Piedra RPT 2	17P 639380 UTM 1043077
	012-22	Río Piedra RPT 1	17P 639338 UTM 1042433

ANEXO 2: Fotografía del muestreo



RPT 5



RPT 4



RPT 3



RPT 2



RPT 1

Sección 3: Resultado de Análisis de la Muestra	
Identificación de la Muestra	008-22
Nombre de la Muestra	Río Piedra RPT 5

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Coliformes Fecales	C.F.	UFC / 100 mL	SM 9222 D	>600,00	±10,1	1,0	<250,0
Coliformes Totales	C.T.	NMP/100mL	SM 9223 B	17329,00	±292,9	1,0	N.A.
Oxígeno Disuelto**	O.D.	mg/L	SM 4500 O G	6,78	(*)	2,0	>7,0
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H+ B	7,59	±0,02	0,10	6,5-8,5
Sólidos Suspendidos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<7,00	±3,0	7,0	<50,0
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B	0,68	±0,03	0,07	<50,0

Identificación de la Muestra	009-22
Nombre de la Muestra	Río Piedra RPT 4

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Coliformes Fecales	C.F.	UFC / 100 mL	SM 9222 D	>600,00	±10,1	1,0	<250,0
Coliformes Totales	C.T.	NMP/100mL	SM 9223 B	12997,00	±219,6	1,0	N.A.
Oxígeno Disuelto**	O.D.	mg/L	SM 4500 O G	6,45	(*)	2,0	>7,0
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H+ B	7,29	±0,02	0,10	6,5-8,5
Sólidos Suspendidos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<7,00	±3,0	7,0	<50,0
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B	0,51	±0,03	0,07	<50,0

Identificación de la Muestra	010-22
Nombre de la Muestra	Río Piedra RPT 3

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Coliformes Fecales	C.F.	UFC / 100 mL	SM 9222 D	>600,00	±10,1	1,0	<250,0
Coliformes Totales	C.T.	NMP/100mL	SM 9223 B	5794,00	±97,9	1,0	N.A.
Oxígeno Disuelto**	O.D.	mg/L	SM 4500 O G	6,60	(*)	2,0	>7,0
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H+ B	7,31	±0,02	0,10	6,5-8,5
Sólidos Suspendidos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<7,00	±3,0	7,0	<50,0
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B	0,94	±0,03	0,07	<50,0

Identificación de la Muestra	011-22
Nombre de la Muestra	Río Piedra RPT 2

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Coliformes Fecales	C.F.	UFC / 100 mL	SM 9222 D	>600,00	±10,1	1,0	<250,0
Coliformes Totales	C.T.	NMP/100mL	SM 9223 B	4884,00	±82,5	1,0	N.A.
Oxígeno Disuelto**	O.D.	mg/L	SM 4500 O G	7,26	(*)	2,0	>7,0
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H+ B	7,42	±0,02	0,10	6,5-8,5
Sólidos Suspendidos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<7,00	±3,0	7,0	<50,0
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B	0,91	±0,03	0,07	<50,0

Identificación de la Muestra	012-22
Nombre de la Muestra	Río Piedra RPT 1

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO (**)
Coliformes Fecales	C.F.	UFC / 100 mL	SM 9222 D	>600,00	±10,1	1,0	<250,0
Coliformes Totales	C.T.	NMP/100mL	SM 9223 B	4884,00	±82,5	1,0	N.A.
Oxígeno Disuelto**	O.D.	mg/L	SM 4500 O G	7,28	(*)	2,0	>7,0
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H+ B	7,67	±0,02	0,10	6,5-8,5
Sólidos Suspendidos	S.S.	mg/L	SM 2540 D	<7,00	±3,0	7,0	<50,0
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B	0,67	±0,03	0,07	<50,0

Notas:

- Los parámetros que están dentro del alcance de la acreditación para los análisis los puede ubicar en nuestra resolución de aprobación por parte del Consejo Nacional de Acreditación, en la siguiente dirección: <https://envirolabonline.com/nuestra-empresa/>
- La incertidumbre reportada corresponde a un nivel de confianza del 95% (K=2).
- L.M.C.: Límite mínimo de cuantificación.
- N.A.: No Aplica.
- N.M.: No medido.
- ** Parámetros que no están dentro del alcance de acreditación.
- La(s) muestra(s) se mantendrá(n) en custodia por diez (10) días calendario luego de la recepción de este reporte por parte del cliente, concluido este periodo se desechará(n). Se considera dentro de los diez días calendario, los tiempos de preservación de cada parámetro (de acuerdo al método de análisis aplicado).
- Los resultados presentados en este documento solo corresponden a la(s) muestra(s) analizada(s).



Laboratorio Ambiental y de Higiene Ocupacional



Sección 4: Conclusión

1. Se realizó el análisis de cinco (5) muestras de agua.
2. Para las muestras (008-22, 009-22, 010-22), dos (2) parámetros normados se encuentran fuera de los límites establecidos en el Decreto Ejecutivo No.75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo.
3. Para las muestras (011-22 y 012-22), un (1) parámetro normado se encuentra fuera de los límites establecidos en el Decreto Ejecutivo No.75 del 4 de junio de 2008, por el cual se dicta la norma primaria para uso recreativo con y sin contacto directo.

NOMBRE DEL CLIENTE: <u>MINERQUIA CORP.</u> PROYECTO: <u>MANEJO SIMPLY ASVO (RIO PIEDRA)</u> DIRECCIÓN: <u>MARIA CHIQUITA</u> PROVINCIA: <u>COLOM</u> GERENTE DE PROYECTO: <u>ING. GUSTAVO NIETO</u>		Sección A Tipo de Muestra: 1. Simple 2. Compuesto 3. No Aplica	Sección B Tipo de Muestra: 1. Agua Residual 2. Agua Superficial 3. Agua de Mar 4. Agua Potable 5. Agua Subterránea 6. Sedimento 7. Suelo 8. Lodos 9. Otro:	Sección C Área Receptora: 1. Natural 2. Alcantarillado 3. Suelo 4. Otro:
---	--	--	--	---

#	Identificación de la muestra	Fecha del muestreo	Hora de muestreo	No. de envases	Datos de Campo										Tipo de Muestra (según la sección A)	Tipo de Muestra (según la sección B)	Área Receptora (según la sección C)	Coordenadas	Análisis a realizar
					pH	TPC	TN [C]	Cloro residual [mg/L]	Conductividad [µm/cm o µscm]	Q [l/s]	O.D. [mg/L]								
1	RIO Piedras Grindles #5	4/10/2022	9:45 AM	3	7.59	25.2	-	-	-	-	6.78	1	2	U/B	12° 03' 77.9"	74° 13' 46.5"			
2	" RPT 4	4/10/2022	10:05 AM	3	7.29	24.5	-	-	-	-	6.45	1	2	U/B	11° 03' 36.6"	74° 13' 28.5"			
3	" RPT 3	4/10/2022	12:55 PM	3	7.31	25.1	-	-	-	-	6.60	1	2	U/B	11° 03' 20.9"	74° 13' 20.4"			
4	" RPT 2	4/10/2022	1:15 PM	3	7.42	25.2	-	-	-	-	7.28	1	2	U/B	11° 03' 38.0"	74° 13' 07.7"			
5	" RPT 1	4/10/2022	2:05 PM	3	7.67	25.1	-	-	-	-	7.28	1	2	U/B	11° 03' 33.8"	74° 12' 43.5"			

☒ A y G ☒ HCT ☐ SAAM ☐ CI ☐ CP ☐ Color ☒ DBO ☐ DQO ☐ P-Total ☐ NO₃ ☐ NH₄ ☐ N-Total
☒ Metales ☐ SO₄ ☐ ST ☐ SST ☐ Turbiedad ☐ Sulfuros ☐ Fenol ☐ Dureza ☐ Alcalinidad ☒ Cl ☒ F ☒ E. Coli

Observaciones: Dir. Sobrio
 Entregado por: Maya Nieto Fecha: 4/10/2022 Hora: 2:40 PM
 Recibido por: Maya Nieto Fecha: 4/10/2022 Hora: 4:40 PM
 Firma del Cliente: GUSTAVO NIETO Fecha: 4/10/2022 Hora: 2:40 PM Muestreador: Maya Nieto Firma: GUSTAVO NIETO

Temperatura de preservación de la muestra:
☐ Menor de 6°C
☒ Temperatura ambiente

6.4.- Estaciones Hidrometeorológicas

La hoya hidrográfica del río, motivo de esta evaluación, no posee estaciones meteorológicas activas que monitoreen o capturen datos, por lo que se usarán los valores que arrojan las estaciones de las cuencas vecinas y extrapolaremos los datos a la cuenca del río Piedras. Las figuras 23-24 muestran la localización de las estaciones cotejadas.

En este caso se deduce una correlación entre una estación con información larga y confiable, llamada estación base, y la estación cuyos datos se desean extender. Para la correlación se pueden utilizar datos de caudales promedios anuales, promedios mensuales, promedios diarios y caudales máximos instantáneos. Para tomar en cuenta estos datos se valida que las características de la cuenca de la estación base y de la cuenca de la estación a extender sean similares, y que correspondan a años hidrológicos, para ello se han relacionado las siguientes características: área, forma, ubicación, orografía, altura sobre el nivel de mar, orientación y la geología.

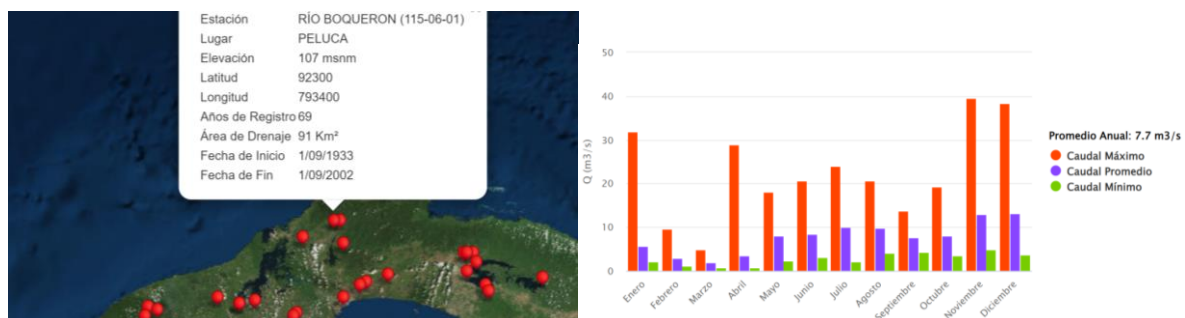


Figura 22. Localización de la estación del Río Boquerón y la gráfica de su caudal. Tomado de <https://www.hidromet.com.pa/es/hidrológicos-históricos>

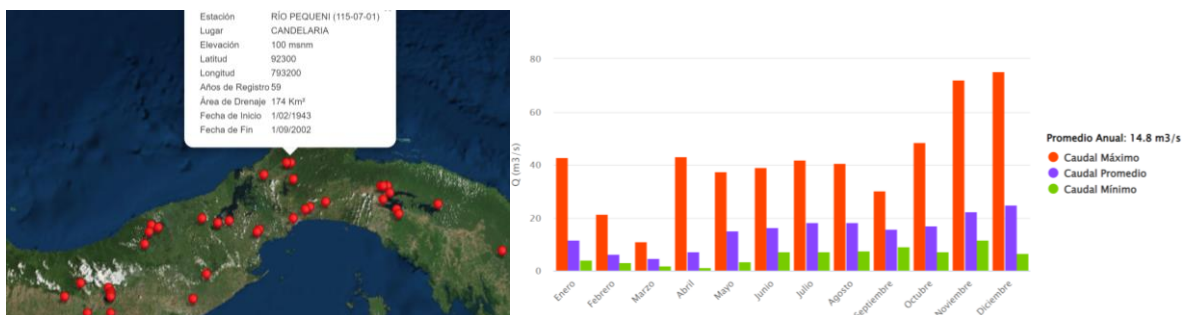


Figura 23. Localización de la estación del Pequeni y la gráfica de su caudal. Tomado de <https://www.hidromet.com.pa/es/hidrológicos-históricos>

Se toman en consideración las estaciones hidro meteorológicas de los ríos Boquerón y Pequeni, que pertenecen a la cuenca alta del Chagres. Esto con base en el control estructural que existe en la zona, donde el eje de la cuenca se orienta con rumbo SSW-NNE, por otro lado se toma en cuenta la cercanía con respecto a la hoya de estudio, las dimensiones de las cuencas, la superficie que drenan, así como la forma dendrítica y por supuesto la geología regional.

Balance Hídrico del año 2019 en la CHCP							
Subcuencas	Área (Km²)	Lluvia Promedio anual (P, mm)	Datos Medidos				
			Q (m³/s)	Escorrentía (Q, mm)	ETR (mm)	q (l/s/Km²)	Q/P
1. Río Chagres	407	2890	21.7	1681	1209	53.3	0.58
2. Río Pequeni	145	3411	9.30	2023	1388	64.1	0.59
3. Río Boquerón	90.6	3304	5.58	1942	1362	61.6	0.59
4. Río Indio Este	80.4	2391	3.30	1294	1097	41.0	0.54
5. Madden Local (Sin Embalse)	262	2225	7.62	917	1308	29.1	0.41
6. Río Gatún	119	2623	4.58	1214	1409	38.5	0.46
7. Gatún Norte	654	2138	17.5	844	1294	26.8	0.39
8. Gatún Sur (+ río Caño Quebrado)	749	1762	17.2	724	1038	23.0	0.41
9. Río Ciri Grande	192	2183	7.13	1171	1012	37.1	0.54
10. Río Trinidad	171	2226	4.83	891	1335	28.2	0.40

Caudales de ríos y aportes directos de las subcuencas de la CHCP para el Año 2019.

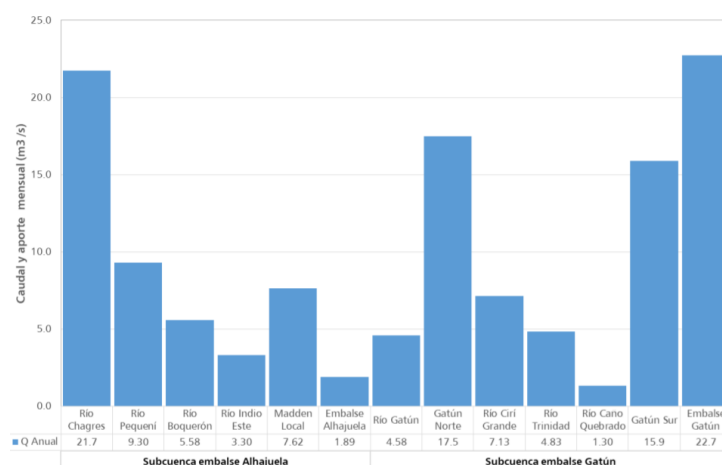


Figura 24. Balance hídrico 2019 de las cuencas adyacentes al río Piedras para comparación de datos disponibles.

6.5.- Hidráulica fluvial.

Entonces al realizar la comparación entre las cuencas adyacentes con base en la dimensión, forma, área de drenaje, además de la geología regional, se tiene que las características del río Pequení, Boquerón se asemejan a la del río Piedras, por lo que el caudal de líquidos y sólidos seguramente pueden tener valores que estén entre 5 y 21 m³/seg. Abajo se muestran algunos datos duros en las gráficas de la figura 23 el resumen en la tabla 8.

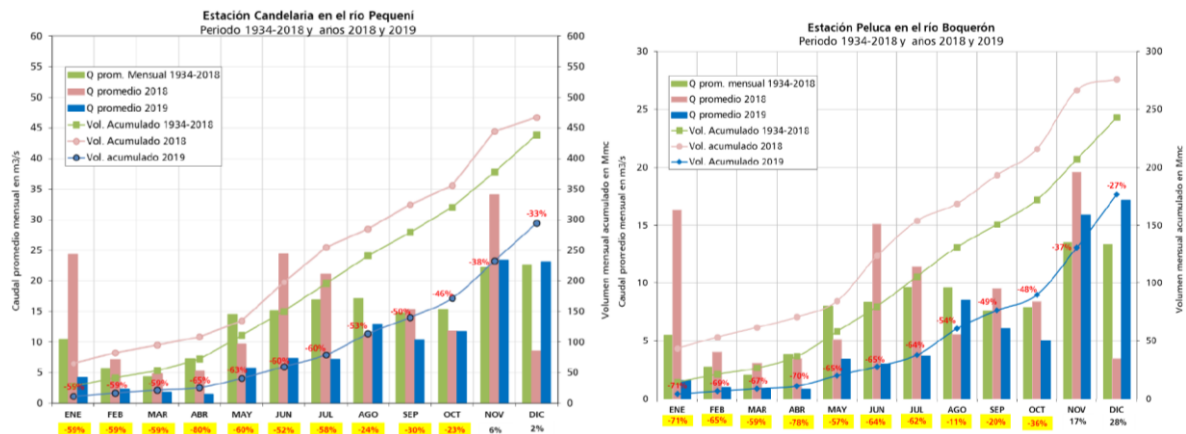


Figura 25. Históricos del río Pequení y Boquerón para usar en cálculos de río Piedras.

Tabla 9. Resumen de los históricos para río Pequení y Boquerón, vecinos de río Piedras

MESES	Chico en el río Chagres			Candelaria en el río Pequení			Peluca en el río Boquerón			Area Medida			Area total		
	A = 407 km ²			A = 145 km ²			A = 90.6 km ²			A = 642.6.6 km ²			A = 1026 km ²		
	1934-2018	2019	% Dif	1934-2018	2019	% Dif	1934-2018	2019	% Dif	1934-2018	2019	% Dif	1934-2018	2019	% Dif
Ene	26.4	12.2	-54	10.4	4.25	-59	5.48	1.60	-71	42.3	18.1	-57	58.6	23.3	-60
Feb	15.3	7.84	-49	5.69	2.31	-59	2.74	.968	-65	23.7	11.1	-53	34.8	14.2	-59
Mar	11.8	6.43	-46	4.37	1.81	-59	2.04	.835	-59	18.2	9.07	-50	24.5	11.3	-54
Apr	16.1	5.55	-65	7.28	1.46	-80	3.86	.842	-78	27.2	7.84	-71	36.1	9.98	-72
May	28.1	20.1	-29	14.5	5.75	-60	8.01	3.41	-57	50.6	29.2	-42	65.6	39.2	-40
Jun	29.2	18.4	-37	15.1	7.29	-52	8.36	3.00	-64	52.6	28.7	-46	77.4	39.6	-49
Jul	32.1	21.0	-35	16.9	7.19	-50	9.62	3.69	-62	58.7	31.9	-46	86.1	46.1	-46
Aug	36.0	42.4	18	17.1	12.9	-24	9.57	8.50	-11	62.6	63.8	2	95.0	84.1	-11
Sep	33.7	29.5	-12	14.7	10.3	-30	7.61	6.06	-20	56.0	45.9	-18	85.3	64.5	-24
Oct	39.0	24.5	-37	15.3	11.7	-23	7.88	5.01	-36	62.2	41.2	-34	94.8	61.0	-36
Nov	54.0	37.3	-31	22.2	23.4	6	13.5	15.9	17	89.8	76.7	-15	125	103	-18
Dec	51.3	35.6	-31	22.6	23.1	2	13.4	17.2	28	87.3	75.9	-13	115	96.7	-16
Caudal Promedio (m3/s)	31.1	21.7	-30	13.8	9.30	-33	7.67	5.58	-27	52.6	36.6	-30	74.9	49.4	-34

6.6.- Caudal cuenca Río Piedras.

Para la estimación del caudal de la cuenca motivo de este reporte se usó la ecuación convencional: $Q = A * V$. Para levantar las secciones verticales de la cuenca alta y media se han usado las cartas a escala 1:25.000 emitidas por el Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia con los números y nombres que se muestran abajo, para la estimación de la cuenca baja y área de interés a detalle se usó el levantamiento topográfico del mapa en la figura 25.

- 4244 II NW Marco Antonio.
- 4244 II NE Cerro Bruja.
- 4244 II SE Salamanca.
- 4244 II SW Río Gatún.
-

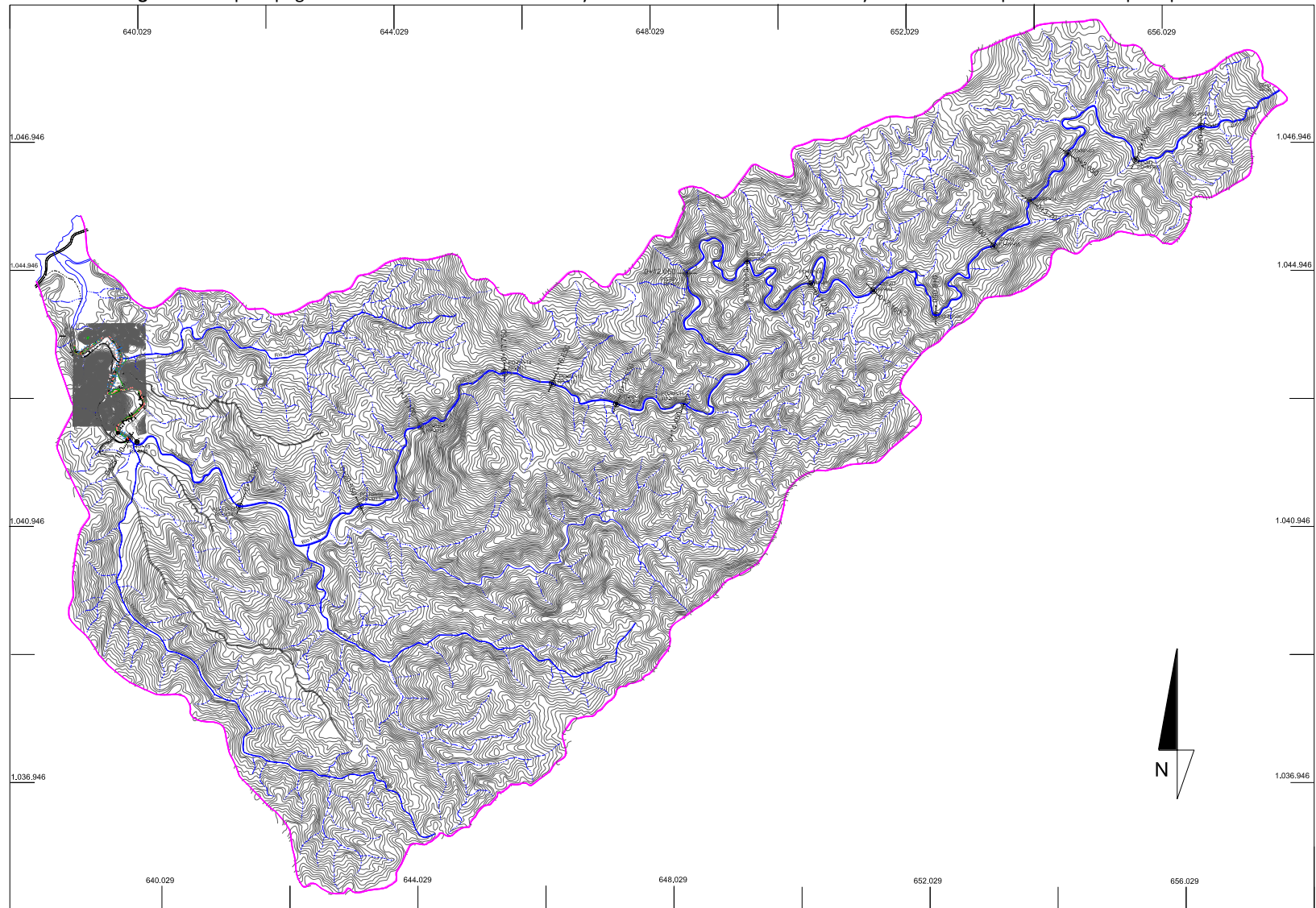
En muchas aplicaciones de la ingeniería hidráulica los modelos en 2D se quedan cortos para lograr una simulación más real, es de destacar que para nuestro caso, la captura de datos se realizó en los meses de máxima pluviosidad, por lo que el caudal va a ser el valor máximo, a esto se le aplicará un factor de seguridad de 20% con el objetivo de obtener valores conservadores.

La complejidad para determinar, cuantificar, describir y establecer la capacidad de un río para transportar sedimentos, ha sido un obstáculo para tener la última palabra con una formula única capaz de solucionar todos los problemas o situaciones dada la particularidad y variedad de cada sistema fluvial. Abajo se muestran la tabla 3 con resumen de los datos duros colectados desde la parte alta de la cuenca hasta la parte baja durante el período agosto 2021 a marzo 2022.

Para efectos de este reporte la estimación del caudal de sólidos que puede mover el drenaje en cuestión, usaremos la ecuación de Meunier $Q_s/Q = 6,3 S^{2.02}$ la cual es sencilla y se ajusta para cuencas de pocas dimensiones como la de río Piedras, que posee 107 km² y para las cuales tienen pendiente con valores que varían entre 0.020 - 0.075.

Entonces la pendiente de río Piedra viene dado por la fórmula que se muestra abajo. A saber el arrastre efectivo de sedimentos a lo largo de la cuenca comienza, aguas abajo de la zona donde nace el drenaje, es por ello que el cálculo de la pendiente para retroalimentar la ecuación de Meunier será desde los 722 m s.n.m.

Figura 23. Mapa topográfico con las secciones levantadas y donde se han realizado los aforos y medido los tiempos en el cauce principal.



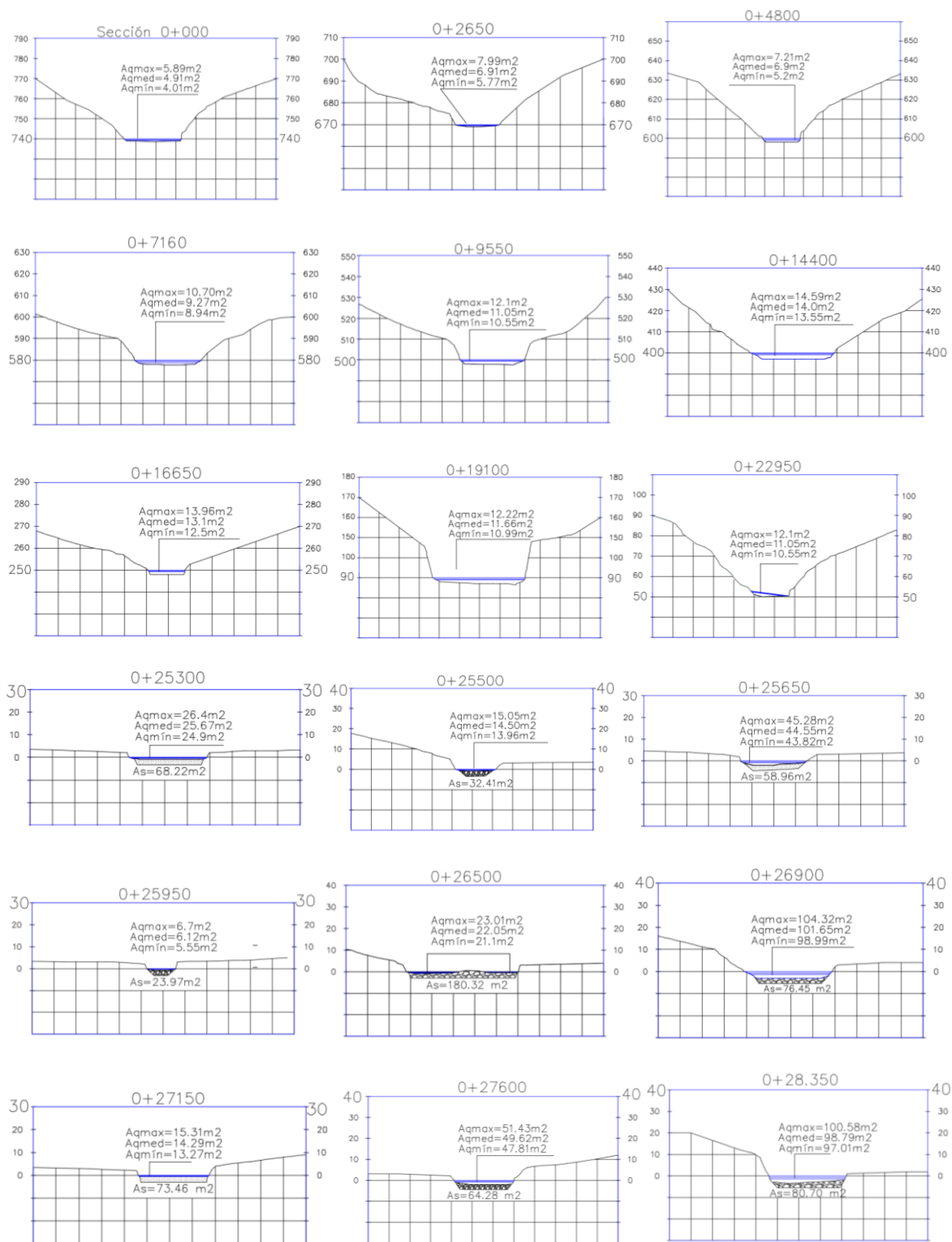


Figura 24. Algunas de los cortes con las áreas de los caudales máximo, mínimo y medio de la cuenca del río Piedras

Tabla 9. Resumen de los datos de campo colectados en la cuenca del río Piedras.

Resumen Para Cálculo de Caudal Máximo							Resumen Para Cálculo de Caudal Mínimo							Resumen Para Cálculo de Caudal Medio							
PO	Sección Progresiva	Tiempo (seg)	T Promedio (seg)	Velocidad (m/seg)	Área Sección (m2)	Q (m3/seg)	PO	Sección Progresiva	Tiempo (seg)	T Promedio (seg)	Velocidad (m/seg)	Área Sección (m2)	Q (m3/seg)	PO	Sección Progresiva	Tiempo (seg)	T Promedio (seg)	Velocidad (m/seg)	Área Sección (m2)	Q (m3/seg)	
1	0+000	0.17 0.19 0.2	0.187	5.357	5.89	31.55	1	0+000	0.19 0.23 0.25	0.203	4.918	4.01	19.72	1	0+000	0.17 0.19 0.2	0.178	2.780	0.360	4.95	1.78
2	0+1000	0.21 0.22 0.23	0.217	4.615	6.58	30.37	2	0+1000	0.23 0.24 0.25	0.240	4.167	4.33	18.04	2	0+1000	0.21 0.22 0.23	0.217	2.428	0.412	5.455	2.25
3	0+2650	0.11 0.15 0.19	0.150	6.667	7.99	53.27	3	0+2650	0.15 0.17 0.23	0.183	5.455	5.77	31.47	3	0+2650	0.11 0.15 0.19	0.135	3.425	0.292	6.88	2.01
4	0+3700	0.31 0.33 0.35	0.330	3.030	6.61	20.03	4	0+3700	0.35 0.36 0.38	0.363	2.752	5.1	14.04	4	0+3700	0.31 0.33 0.35	0.33	1.697	0.589	5.855	3.45
5	0+4800	0.1 0.11 0.19	0.133	7.500	7.21	54.08	5	0+4800	0.12 0.15 0.21	0.160	6.250	5.2	32.50	5	0+4800	0.1 0.11 0.19	0.11	3.830	0.261	6.205	1.62
6	0+6050	1.21 1.31 1.32	1.313	0.761	10.3	7.84	6	0+6050	1.26 1.39 1.42	1.850	0.541	8.87	4.79	6	0+6050	1.21 1.31 1.32	1.306	0.766	9.585	7.34	
7	0+7160	1.55 1.23 1.29	1.333	0.750	10.7	8.03	7	0+7160	1.27 1.45 1.4	1.535	0.651	8.94	5.82	7	0+7160	1.55 1.23 1.29	1.143	0.875	9.82	8.59	
8	0+8200	1.16 1.27 1.91	1.470	0.680	11.32	7.70	8	0+8200	1.26 1.82 2.8	2.233	0.448	10.1	4.52	8	0+8200	1.21 1.27 1.91	1.456	0.687	10.71	7.35	
9	0+9550	2 1.9 2.4	2.300	0.435	12.1	5.26	9	0+9550	2.5 2.9 2.9	2.825	0.354	10.55	3.73	9	0+9550	2 1.9 2.4	1.630	0.614	11.325	6.95	
10	0+12050	0.19 0.17 0.15	0.168	5.970	13.12	78.33	10	0+12050	0.21 0.2 0.18	0.195	5.128	11.99	61.49	10	0+12050	0.19 0.17 0.15	0.3083	0.324	12.555	4.07	
11	0+14400	1.47 1.62 1.66	1.610	0.621	14.59	9.06	11	0+14400	1.89 2 1.92	1.940	0.515	13.55	6.98	11	0+14400	1.47 1.62 1.66	1.281	0.781	14.07	10.99	
12	0+15500	1.69 0.99 0.85	0.870	1.149	12.6	14.48	12	0+15500	1.95 1.4 1.24	0.802	11.1	8.90	12	0+15500	1.69 0.99 0.85	1.188	0.835	11.85	9.89		
13	0+16650	0.77 2.9 2.8	2.600	0.385	13.93	5.36	13	0+16650	1.1 3.2 2.5	2.933	0.341	12.5	4.26	13	0+16650	0.77 2.9 2.8	1.659	0.603	13.215	7.97	
14	0+17750	3.99 3.11 2.22	3.330	0.300	14.8	4.44	14	0+17750	3.1 3.9 2.9	4.075	0.245	12.9	3.17	14	0+17750	3.99 3.11 2.22	2.188	0.457	13.85	6.33	
15	0+19100	3.00 1.97 1.99	1.980	0.505	12.22	6.17	15	0+19100	4 2 2.1	2.098	0.477	10.99	5.24	15	0+19100	3.00 1.97 1.99	1.301	0.768	11.605	8.92	
16	0+20550	1.99 2.1 2.33	2.110	0.474	15.2	7.20	16	0+20550	1.99 3.1 3.3	3.433	0.291	14.01	4.08	16	0+20550	1.99 2.1 2.33	1.954	0.512	14.605	7.48	
17	0+22950	1.85 1.99 2.1	2.068	0.484	17.29	8.36	17	0+22950	3.9 2.3 1.8	2.003	0.499	10.55	5.27	17	0+22950	1.85 1.99 2.1	1.243	0.804	13.92	11.20	
18	0+25100	0.51 0.2 0.62	0.44	2.27	8.069	18.34	18	0+25100	2 0.51 0.62	0.44	2.27	7.000	15.91	18	0+25100	0.51 0.2 0.62	1.356	0.74	7.5345	5.55	
19	0+25300	0.83 0.69 0.88	0.80	1.24	26.44	32.91	19	0+25300	0.99 0.98 0.97	0.98	1.02	24.90	25.41	19	0+25300	0.83 0.69 0.88	1.112	0.90	25.67	23.08	
20	0+25400	0.9 0.69 0.95	0.85	1.18	47.35	55.93	20	0+25400	1.11 1.32 1.53	1.45	0.69	44.81	30.83	20	0+25400	0.9 0.69 0.95	1.317	0.76	46.08	34.98	
21	0+25500	1.00 0.9 0.95	0.85	1.18	15.05	17.78	21	0+25500	1.00 1.11 1.19	1.10	0.91	13.96	12.69	21	0+25500	1.00 0.9 0.95	1.141	0.88	14.505	12.72	
22	0+25600	0.94 0.93 1.08	0.98	1.02	33.47	34.04	22	0+25600	1.12 1.33 1.55	1.33	0.75	31.60	23.70	22	0+25600	0.94 0.93 1.08	1.175	0.85	32.535	27.69	
23	0+25650	0.55 0.59 0.49	0.54	1.84	45.28	83.34	23	0+25650	0.93 0.95 0.99	0.95	1.05	43.82	46.13	23	0+25650	0.55 0.59 0.49	1.395	0.72	44.55	31.93	
24	0+25700	0.93 1.39 1.43	1.29	0.77	20.45	15.82	24	0+25700	0.9 1.3 1.4	1.29	0.77	18.88	14.61	24	0+25700	0.93 1.39 1.43	1.033	0.97	19.665	19.03	
25	0+25950	1.42 2.6 3.69	3.17	0.32	6.70	2.12	25	0+25950	1.4 2.1 3.1	2.80	0.36	5.55	1.98	25	0+25950	1.42 2.6 3.69	1.558	0.64	6.1265	3.93	
26	0+26100	0.16 0.27 0.91	0.47	2.13	12.57	26.75	26	0+26100	4 0.21 0.91	0.76	1.32	11.50	15.18	26	0+26100	0.16 0.27 0.91	1.443	0.69	12.836	8.34	
27	0+26500	0.54 1 1.17	1.31	0.77	23.02	17.64	27	0+26500	1 1.17 1.38	1.31	0.77	21.10	16.17	27	0+26500	0.54 1 1.17	1.036	0.97	22.059	21.30	
28	0+26750	1.38 1.67 0.7	0.91	1.10	58.94	64.95	28	0+26750	1.67 0.93 0.89	0.93	1.08	55.01	59.31	28	0+26750	1.38 1.67 0.7	1.015	0.99	56.975	56.15	
29	0+26900	1.23 1.15 4.1					29	0+26900	1.23 9 4.9					29	0+26900	1.23 1.15 4.1					
30	0+27050	4.39 4.71 4.51	4.43	0.23	104.32	23.56	30	0+27050	5.12 5.23 5.44	5.17	0.19	98.99	19.14	30	0+27050	4.39 4.71 4.51	2.699	0.37	101.655	37.66	
31	0+27150	3.9 4.01 4.2	4.03	0.25	18.24	4.53	31	0+27150	3.7 4.00 4.00	3.68	0.27	16.55	4.50	31	0+27150	3.9 4.01 4.2	1.962	0.51	17.395	8.87	
32	0+27250	7.01 7.56 4.37	6.0875	0.16	15.31	2.51	32	0+27250	7.01 7.56 4.37	6.0875	0.16	13.27	2.18	32	0+27250	7.01 7.56 4.37	3.126	0.32	14.29	4.57	
33	0+27400	2.37 1.72 1.97	2.02	0.50	31.48	15.62	33	0+27400	2.37 1.72 1.97	2.11	0.48	29.13	13.84	33	0+27400	2.37 1.72 1.97	1.301	0.77	30.305	23.30	
34	0+27600	2 1.2 2.01	1.775	0.56	25.99	14.64	34	0+27600	2 1.56 2.87	2.24	0.45	23.51	10.48	34	0+27600	2 1.2 2.01	1.403	0.71	24.75	17.64	
35	0+27750	1.89 1.55 1.9	1.69	0.59	51.43	30.43	35	0+27750	1.89 1.55 1.9	1.705	0.59	47.81	28.04	35	0+27750	1.89 1.55 1.9	1.148	0.87	49.62	43.21	
36	0+27950	1.61 1.55 1.9	1.275	0.78	107.75	84.51	36	0+27950	1.61 1.55 1.9	2.28	0.44	99.32	43.56	36	0+27950	1.61 1.55 1.9	1.532	0.65	103.535	67.57	
37	0+28200	1.77 1.53 1.22	1.225	0.82	44.13	36.02	37	0+28200	1.77 1.53 1.22	1.2625	0.79	40.10	31.76	37	0+28200	1.77 1.53 1.22	1.039	0.96	42.115	40.52	
38	0+28350	1.05 6.09 6	5.915	0.17	46.31	7.83	38	0+28350	1.05 6.09 6	5.9275	0.17	42.98	7.25	38	0+28350	1.05 6.09 6	3.048	0.33	44.645	14.65	
		5.41 7.01 7.56	6.7925	0.15	100.58	14.81			5.41 8.9 7.22	6.235	0.16	97.01	15.56			5.41 7.01 7.56	3.191	0.31	98.795	30.96	
		5.41																			
						Qmax							10.61							Qmed	13.51

6.7.- Caudal de sólidos.

La pendiente de la cuenca de estudio se estima con la expresión que se muestra a continuación, esto con el objetivo de aplicar la ecuación de caudal de sólidos propuesta por MUENIER (1989). Donde la pendiente se toma es a partir de los 722 m s.n.m y no desde la naciente ya que, en esa zona alta es despreciable el arrastre y la depositación de manera efectiva.

$$S_m = H_{\max} - H_{\min} / L_c = (722-4)/31.622 = \mathbf{0.022}$$

Entonces el caudal de sólidos que arrastra el río Piedras viene dado por la ecuación $Q_s / Q = 6.3 * S^{2.02}$. Con base en el caudal promedio estimado se despeja Q_s que es el caudal de sólidos y se tiene que el arrastre de sedimentos con granulometrías que varían entre grava, arena, limos y arcilla de este drenaje natural tomando en cuenta el caudal mínimo ($Q=10.61 \text{ m}^3/\text{seg}$) para ser conservadores es de:

$$\text{MEUNIER} \quad Q_s = 10.61 \text{ m}^3/\text{seg} * 6.3 * (0.022)^2 = \mathbf{0.00323 \text{ m}^3/\text{seg}}.$$

Cálculo arrastre sedimentos USLE - RUSLE

Se desea en este apartado calcular la erosión y la producción de sedimentos que llegan al cauce principal del río Piedras para observar cómo afecta al balance hidráulico y la colmatación del canal, la estimación será mediante la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE-RUSLE)

$$A = R * K * LS * C * P$$

$$A = 7990.92 * 0.035 * 174.30 * 0.03 * 0.4$$

$$A = \mathbf{450.73 \text{ Ton / Ha / año}}.$$

Dónde

A: Pérdida del suelo en Ton/ha/año

R: Factor de erosividad de la lluvia en [(Mj.mm)/(ha.h.año)].

K: Factor de erosionabilidad del suelo en [(Mg.ha.h)/(ha.Mj.mm)].

L: Factor longitud del terreno (adimensional).

S: Factor pendiente del terreno (adimensional).

C: Factor cobertura y manejo de la vegetación (adimensional).

P: Factor prácticas de conservación (adimensional).

Para calcular el factor **R** se usará la ecuación deducida a través de correlaciones del factor **R**, en función de la elevación y precipitación calibradas para Centroamérica aplicadas en otros estudios en la región con similares tipos de suelos y rocas fuente (ígneas – volcánicas – basálticas – lavas y sus suelos productos) BELTRÁN (2017), MANCO (2020) y así como en el modelamiento hidrológico de las hoyas Mesoamericanas. La Universidad de Texas validó estadísticamente el factor **R** resultante para la región Mesoamericana y encontraron que esta ecuación es un método estadístico válido para estimar la erosividad de RUSLE en la Región centroamericana, por lo que dicha validación es aplicable a las regiones intermedias. La ecuación para el cálculo del Factor **R** es la siguiente:

La erosividad de la lluvia o factor **R** puede ser calculada usando la expresión:

$$R = 3786.6 + 1.5679P - 1.9809E$$

Dónde:

R = Índice medio de erosividad anual.

P = precipitación anual promedio entre río Pequeni (3411mm), Boquerón (3304 mm) entonces Río Piedras = +3.341 mm/mes.

E = Elevación en metros para Río Piedras 522 msnm.

$$R = 7990.92$$

Erodabilidad del suelo Factor K

En Panamá no se cuenta con datos a detalle de la características edáficas de los suelos para la costa arriba de Colón, por lo que el Factor de Erodabilidad K se calculó a partir de un promedio de valores de los datos de estudios realizados por la UCA y la clase textural establecida para la metodología de transformación lluvia-escorrentía del Servicio Nacional de Conservación Natural de los Estados Unidos (NRCS).

Con la clasificación textural general de los suelos se establecieron los valores de Factor de Erodabilidad del Suelo de acuerdo a los valores establecidos por la USDA, tomando el valor medio para un contenido de materia orgánica del 2%.

Tabla 10. Factor erodabilidad tomado de UCA 2010

Tipo de Suelo Factor K - UCA 2010	
Aluviales	0.055 - 0.036
Latosoles	0.02
Andosoles	0.06
Grumosoles	0.02 - 0.07
Regocisoles	0.043 - 0.023

Tabla 11. Permeabilidad de suelos basado en Clase textural del Suelo y asignación de grupo hidrológico correspondiente.

National Soil Handbook (USDA 1983) / National Engineering Handbook (USDA1972)		
Permeabilidad - Clase Textural del Suelo - Grupo Hidrológico		
Textura	Código Permeabilidad	Grupo Hidrológico
Arcilla franco arcillosos	6	D
Arena arcillosa franco arcillo limoso	5	C-D
Franco arcillo arenoso, franco arcilloso	4	C-D
Franco, Franco limoso	3	B
Franco arenoso, Arena franca	2	A
Arena arcillosa franco arcillo limoso	1	A+

Tabla 12. Factor erodabilidad de acuerdo a la textura del suelo. Stewart *et. al.* 1975.

Erodabilidad del Suelo Factor K.			
Clase de Textura	Contenido de Materia Orgánica		
	0.50%	2%	4%
Arena	0	0.03	0.02
Arena fina	5	0.14	0.1
Arena muy fina	0.16	0.36	0.28
Arena franca	0.42	0.1	0.08
Arena fina franca	0.12	0.2	0.16
Areana muy fina franca	0.24	0.38	0.3
Franco arenoso	0.44	0.24	0.19
Franco arenoso fino	0.27	0.3	0.24
Franco arenoso muy fino	0.35	0.41	0.33
Franco	0.47	0.34	0.29
Franco limoso	0.38	0.42	0.33
Limo	0.48	0.52	0.42
Franco arcillo arenoso	0.6	0.25	0.21
Franco arcilloso	0.27	0.25	0.21
Franco arcillo limoso	0.28	0.32	0.21
Arcilla arenosa	0.37	0.13	0.26
Arcilla limosa	0.14	0.23	0.12
Arcilla	0.25	0.13-0.29	0.19

De la tabla 10 a la 12 se presentan los valores de referencia utilizados para la erodabilidad. Las figura 8 muestran los tipos de suelo en la cuenca del río Piedra. En la parte alta de la zona de estudio predominan los latosoles arcillo limosos en 71%, y se le asigna un valor de $K = 0.030$, seguidos con 29 % de ocurrencia los suelos Aluviales, en la parte baja de la cuenca y son de carácter arenoso, a este suelo residual se le asigna un valor de $K = 0.041$. Para ambos casos se observa la presencia de materia orgánica con al menos 2%. Entonces el valor de $K = 0.035$.

Práctica Conservacionista Factor P.

Esta variable desea reflejar la acción de conservación de suelos que tienden a modificar la topografía, tales como: terrazas, cultivos en franjas y curvas de nivel. Las prácticas de cultivo en la cuenca alta son pocas, mientras que en la parte baja es extensiva, es por ello, que se considera solamente la variable pendiente del terreno como principal considerándola como la condición más desfavorable para la asignación del factor, ya que no existe agricultura extensiva en la parte alta de la cuenca. La tabla 13 presenta los valores de P, nuestro caso con base en la pendiente $P = 0.4$.

Tabla 13. Factor P de acuerdo a la pendiente del terreno.

Valores Práctica Conservacionista	
Pendiente (%)	Valor de P
1-3	0.4
3-8	0.4
8-12	0.6
12-16	0.7
16-20	0.8
>20	0.9

Factor Topográfico LS

LS es el producto de la longitud de la ladera (L) por la pendiente (S). La longitud de ladera como la pendiente son importantes en el proceso de erosión. El factor de longitud (L) es la distancia horizontal desde el origen del flujo de escorrentía hasta el punto donde la inclinación de la ladera disminuye lo suficiente para que se inicie la sedimentación de las partículas erosionadas, o hasta que la escorrentía se concentre definiendo un curso de agua. L en nuestro caso será 10.540 metros

S = 2.99% entonces de BELTRÁN (2017) se toma la expresión:

$$L_s = 0.0098 * L^{0.63} * S * 1.18$$

$$L_s = 0.0098 * (10540^{0.63}) * 2.2 * 1.18$$

$$L_s = 174.30$$

La pendiente en el río Piedras es de $S = ((740-4)/31622)*100 = 2.2\%$

Cobertura y Manejo de la Vegetación C.

El factor de cultivo C es un índice del grado de cobertura y protección que presenta la vegetación. C es importante porque está sujeta a cambios y ésta representa por la relación entre la pérdida de suelo de una superficie cubierta por vegetación o la pérdida de una superficie desnuda.

Es claro que una superficie desnuda es más fácil de remover por la acción del clima imperante en la zona. Abajo se presenta en forma de resumen la tabla 14 con los valores calibrados, en la cuenca del río Lempa, usando Universal Soil Loss Equation & Geographic Information Systems de BELTRÁN (2017). C entonces para nuestro caso será bosque escaso C = 0.03

Tabla 14. Factor C. Tomado de USLE.

Uso del Suelo	C
Agricultura	0.63
Agricultura Abierta	0.63
Agricultura con Vegetación	0.63
Agricultura con fondo expuesto	0.63
Roca desnuda	0
Terreno desnudo	0.09
Terreno desnudo barra de arena	0.09
Fondo expuesto - agua	0.09
Orilla de campo	0.09
Bosque escaso	0.09
Bosque	0.09
Bosque carretera	0.003
Lava	0
Lava - Agua	0
Carretera Abierta	0.09
Carretera Bosque	0.03
Laderas Orientadas N-S	0.03
Salineras	0

7.- Conclusión y recomendaciones.

La cuenca hidrográfica del río Piedras posee una superficie de 107 km², este drenaje natural se orienta de forma general E-W, drenando sus aguas con esta misma dirección y sentido, desde su nacimiento en el Cerro Bruja a una altura de 951 m s.n.m. en el E, hasta desembocar en el Mar Caribe en el sector de María Chiquita, Provincia de Colón.

Los antecedentes del aprovechamiento del recurso natural pétreo, como materia prima para la construcción se remonta a 1años atrás, donde se aprovechó el material granular del río para las distintas obras viales, civiles y de interés social que se ejecutaron para la época en la zona centro norte de Panamá. De dicha actividad extractiva se evidencia que zona excavada del canal ya se recargó, así mismo se reporta la frecuencia del represado en la desembocadura, debido al volumen de sedimentos que llega al cono de deyección, por el canal. Así mismo se reporta que es frecuente el aprovechamiento de manera artesanal de la fuente de agregados del río Piedras, por los pobladores locales, para realizar ampliaciones o mejoras a sus viviendas, pisos, vías de acceso, etc.

El río Piedras es de carácter dendrítico y al menos de orden 4; este drenaje en todo su recorrido se encuentra adaptado con respecto a la topografía, ya que está controlado por las estructuras geológicas, es decir, por el sistema de fallas que cortan al Cinturón de Deformación del Norte de Panamá. La forma es sinuosa con tramos rectilíneos los cuales se localizan uno, en la parte media y el otro tramo orientado N-S está en la parte baja, ya en los últimos 3 km antes de la desembocadura. Por otro lado se tienen dos afluentes importantes, a saber el río Manga Indio y la quebrada Santa Isabel, los cuales presentan las mismas características de forma y control topográfico.

En la literatura geológica de Panamá reporta en sus mapas que la zona de estudio aflora la unidad litológica denominada Formación Ocu. Pero la geología local observada durante la fase de campo indica que estamos sobre un cinturón de deformación ígneo metamórfico con menor grado de rocas sedimentarias. Básicamente la cuenca del río Piedras corta a rocas de tipo basaltos de varían de composición, dacítica, riolítica y andesítica horbléndica, con algunas lavas almohadilladas. La foliación se orienta con rumbos preferenciales NNE – SSW y buzamientos tanto al N como al S de ángulo alto.

Con base en el análisis granulométrico aplicado a las 19 muestras colectadas, se tiene que la sedimentología reciente de la cuenca del río piedras, ha transportado y depositado a lo largo del cauce del canal tamaños de granos con alta variabilidad, a saber peñones, gravas, arenas y finos, los cuales se encuentran distribuidos de acuerdo a los porcentajes que arrojaron las granulometrías; 66,69% son gravas y conglomerados, el 19,80% es arena y 13,51% limos y arcillas. Las reservas de material granular “todo en uno” depositado a lo largo del canal en la parte baja de la cuenca, alcanza los 233.717 m³.

Se toman al menos 4 tiempos en cada uno de los 19 puntos de observación a lo largo del cauce del río Piedras, para obtener las diferentes velocidades y poder calcular el caudal por el método convencional 2D, con secciones verticales en cada estación levantada. Se destaca que la colección de datos se realiza entre los meses de agosto 2021 y marzo 2022, en plena época lluviosa, lo que impacta directamente en el valor obtenido, el cual es de 15,92m³/seg. El cual se tomará como Q_{max}. La campaña de captura de datos de febrero 2022 en plena época seca se tomará como caudal mínimo el cual es de 10.61 m³/seg. Mientras que el caudal medio resulta del promedio de los

anteriores para la fecha y se estima en $13.28 \text{ m}^3/\text{seg}$. Al compararlo con las cuencas vecinas del río Pequeni y Boquerón, las cuales presentan características similares, como por ejemplo, orientación, distancia, superficie o área y la geología entre otros, el valor podría tomarse como ajustado a la realidad.

Para la estimación del caudal de sólidos que puede arrastrar el drenaje evaluado, se han utilizado dos tipos de cálculo, el primero por medio del uso de la ecuación de caudal de sólidos Qs de MEUNIER (1989); la cual indica que el río Piedras tiene una capacidad de arrastre de $0.0048 \text{ m}^3/\text{seg}$, lo que se traduce a que el río puede arrastrar $414.7 \text{ m}^3 / \text{día}$. Entonces teniendo 8 meses de lluvia intensa con pulsos de alta energía, se puede inferir que el río Piedras repone ($414.7 * 240 \text{ días}$ (8 meses)) = 99.528 m^3 al año. Si tomar en cuenta el aporte de los drenajes secundarios o micro cuencas conexas.

Luego se ha aplicado el método de RUSLE - USLE donde se estima que la pérdida de suelo en toneladas por hectáreas por año es $A = 450.73 \text{ ton} / \text{ha} / \text{año}$, por otro lado la cuenca del río Piedras posee 107 km^2 al convertirlo a hectáreas equivale 10.700 ha . Entonces la pérdida de suelo producida por la escorrentía superficial alcanza un volumen de sólidos arrastrados hacia o desde la cuenca completa es de $4.822.811$ toneladas.

Con base en las granulometrías se tiene que el río piedras ha depositado altos porcentajes de sedimentos tamaño conglomerados de gravas, guijarros y peñones, lo que indica que es un drenaje capaz de generar la energía necesaria para mover, transportar y depositar granos o clastos gruesos y por supuesto arena. La alta energía indicaría además que tiene la capacidad de reposición a corto plazo de los sedimentos que se remuevan del canal, con el fin de conformarlo por medio de limpieza y desazolve, con un diseño amplio, en el cual se puedan acomodar los sedimentos recientes.

La sección del río comprendida entre las progresivas 0+25.100 y la progresiva 28.350 existen 3 barras de dimensiones hectométricas, las cuales están compuestas por gravas, arenas, limos, arcillas y al menos 3% de materia orgánica, las cuales obstruyen el libre flujo de agua sedimentos hacia el mar, por lo que se sugieren sean removidas con el fin de re-conformar el canal del río en cada uno de estos tramos que se encuentran colmatados de material, así se ayuda al drenaje generando el espacio de acomodo necesario para la sedimentación en cada sección del canal. Por otro lado, canalizar el eje del río o parte central colabora de gran manera a estabilizar los taludes en las márgenes W y E, aguas abajo, las cuales se encuentran inestables en varios puntos.

Con respecto a la rasante de excavación se sugiere no sobrepasar los 3 metros de profundidad, esto con el fin de no alcanzar el sócalo o basamento que sustenta a la cobertura sedimentaria del canal, ya que, esto afectaría la depositación de los sedimentos no dejando que decanten.

La estimación de caudal líquido y el caudal de sólidos solamente es evaluado en el canal o cauce del río de Piedras *senso stricto*. No se toman en cuenta los aportes de los afluentes secundarios importantes que transportan agua y sedimentos a la cuenca principal, como lo son el río Manga Indio, Brazo Chico y Santa Isabel, los cuales pueden dar a Río Piedras al menos 36% más de caudal líquido y al menos 28% de caudal de sólidos a la parte baja de la cuenca, es decir que pueden aportar 27.867 m^3 al mes. Entonces el caudal de sólidos que transporta el sistema hidráulico del río Piedras a su cuenca baja anualmente se encuentra cercano a los $127,395 \text{ m}^3$.

Por otro lado se tiene que los resultados de laboratorio de línea base para el EIA aplicados a las muestras 008-22, 00922 y 01022 de aguas colectadas en la parte baja de la cuenca indican que dos (2) parámetros están fuera de los límites establecidos en el Decreto Ejecutivo N°75 del 4 de Junio del 2008 por el cual dicta la norma para uso recreativo con y sin contacto directo con el agua. Por otro lado las muestras 011-22 y 012-22 un (1) parámetro se encuentra fuera de los límites establecidos en el Decreto arriba mencionado. Por lo que se sugiere no bañarse, ni usarlo de manera recreativa, y se prohíbe tomar el agua del río.

8.- Bibliografía

Autoridad del Canal de Panamá ACP (2019). “Anuario Hidrológico de Panamá 2019”. Balance Hídrico. República de Panamá.

BELTRÁN MAYORGA, HAYDÉE. (2017). “Erosión y transporte de sedimentos suspendidos del río Grande de San Miguel: Cálculo del índice de aportación de sedimentos”. Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales. El Salvador.

Camacho, E., Hutton, W., and Pacheco, J. (2010). A new look at evidence for a Wadatti Benioff Zone and active convergence at the North Panama deformed belt, Bulletin of the Seismological Society of America. 100(1): 343-348.

Barat, BERNARD MERCIER DE LÉPINAY A , MARC SOSSON A , CARLA MÜLLER B , PETER O. BAUMGARTNER C, CLAUDIA BAUMGARTNER-MORA C (2014) “Transition from the Farallon Plate subduction to the collision between South and Central America: Geological evolution of the Panama Isthmus”. Tectonophysics 622: 145-167

ETESA, Empresa de Transmisión Eléctrica (2008). “Análisis de Crecidas Máximas de Panamá. Resumen Técnico”.

ETESA, Empresa de Transmisión Eléctrica (2009). Régimen hidrológico de Panamá. [En línea]. Disponible en: http://www.hidromet.com.pa/regimen_hidrologico.php. Fecha de consulta: 6 de marzo de 2014

MANCO J. C.; RUDAS, A.; ROJAS, E. (2020). “Estudio Sedimentológico de la Cuenca del Río San Alberto del Espíritu Santo, Municipio de San Alberto, Departamento del César. Colombia. *Prospectiva*. Volumen 18 – Numero 1. Págs. 46 – 52.

Mann, P. and Kolarsky, R. (1995). East Panama deformed belt: Structure, age, and neotectonic significance. En P. Mann (Ed.), Geological and tectonic development of the caribbean plate boundary in Southern Central America (pp. 111-130). Colorado, USA: The Geological Society of America, Inc

López R. (2003). “Determinación de la Relación entre Calado y Caudal en Flujos Hiperconcentrados”. *Foresta*. Vol. 23. Pag. 54 – 60.

Meunier, M. (1989). “Essai de synthese des connaissances en érosion et hydraulique torrentielle”. *La Houille Blanche*. 5, pp. 361 -375.

Sánchez Y., Martínez A., Yenes M. (2018) “Cálculo del Volúmen de Sedimentos Erosionados en la Cuenca Vertiente del Jerte”. Sociedad Geológica de España. *GEOGACETA*. Vol. 64. Pag 171-173.

VILLARREAL, J.E ; NAME, B; GARCÍA, R. (2013). “Zonificación de suelos de Panamá en base a los Niveles de sus Nutrientes”. Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. *Revista Científica IDIAP* - N° 21. Págs 78 – 89.

9.- Anexos.



Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: **Agregados y Minerales Río Piedras S.A**
 Proyecto: **Evaluación hidráulica del río Piedras.**

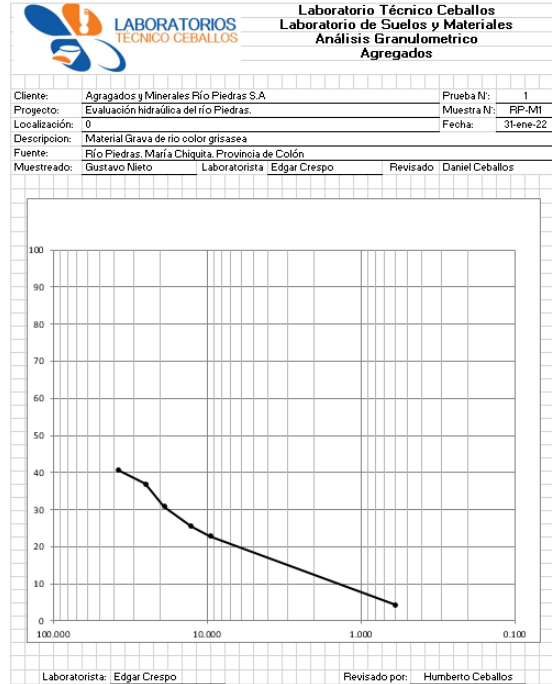
Prueba N: **1**
 Muestra N: **RP-M1**
 Fecha: **31-ene-22**

Descripción: **Material Grava de río color grisasea**
 Fuente: **Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón**
 Muestreado: **Gustavo Nieto** Laboratorista: **Edgar Crespo** Revisado: **Daniel Ceballos**

Peso Total de La Muestra Si		Peso Total de la Muestra Lavada		
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado
4"	100.000	0.0	0	100.0
3"	75.000	1883.0	22	78.2
2½"	63.000	2500.0	29	71.0
2"	50.000	4891.7	57	43.4
1½"	37.500	5127.0	59	40.6
1"	25.000	5440.9	63	37.0
¾"	19.000	5971.0	69	30.8
½"	12.700	6425.0	74	25.6
3/8"	9.500	6659.0	77	22.8
N 4	4.750	7092.0	82	17.8
N 8	2.360	7465.0	87	13.5
N 10	2.000	7582.0	88	12.1
N 16	1.180	7908.0	92	8.4
N 30	0.600	8260.0	96	4.3
N 40	0.425	8300.0	96	3.8
N 50	0.300	8485.0	98	1.7
N 100	0.150	8568.0	99	0.7
N 200	0.075	8590.0	100	0.5
Fondo				

Observaciones:

Laboratorista: **Edgar Crespo**
 Revisado por: **Humberto Ceballos**





Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: **Agregados y Minerales Río Piedras S.A**
 Proyecto: **Evaluación hidráulica del río Piedras.**

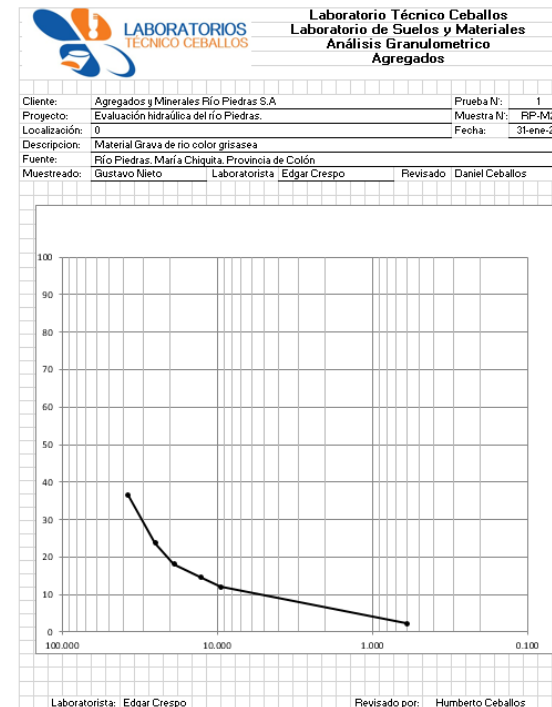
Prueba N: **1**
 Muestra N: **RP-M2**
 Fecha: **31-ene-22**

Descripción: **Material Grava de río color grisasea**
 Fuente: **Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón**
 Muestreado: **Gustavo Nieto** Laboratorista: **Edgar Crespo** Revisado: **Daniel Ceballos**

Peso Total de La Muestra Si		Peso Total de la Muestra Lavada		
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado
4"	100.000	0.0	0	100.0
3"	75.000	2848.0	23	77.4
2½"	63.000	3166.0	25	74.9
2"	50.000	6112.0	48	51.5
1½"	37.500	7998.0	63	36.5
1"	25.000	9611.0	76	23.7
¾"	19.000	10310.0	82	16.2
½"	12.700	10773.0	85	14.5
3/8"	9.500	11086.0	88	12.0
N 4	4.750	11245.0	89	10.8
N 8	2.360	11534.0	92	8.5
N 10	2.000	11798.0	94	6.4
N 16	1.180	11955.0	95	5.1
N 30	0.600	12316.0	98	2.3
N 40	0.425	12412.0	98	1.5
N 50	0.300	12607.0	99	0.8
N 100	0.150	12587.0	100	0.1
N 200	0.075	12592.0	100	0.1
Fondo				

Observaciones:

Laboratorista: **Edgar Crespo**
 Revisado por: **Humberto Ceballos**



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

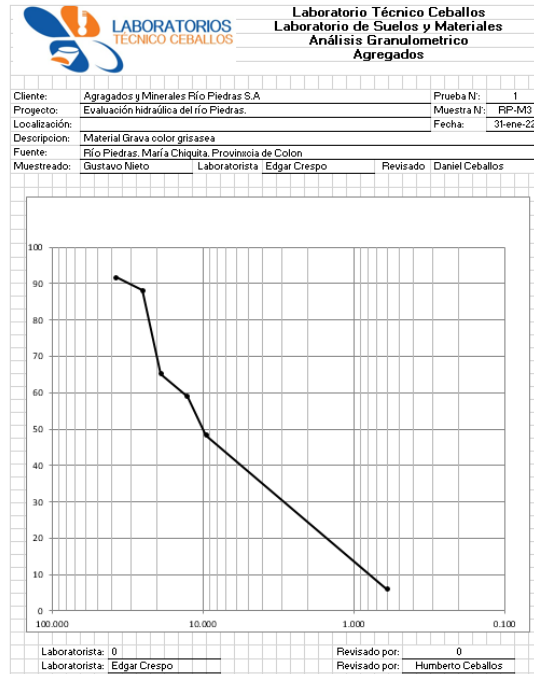
Cliente: Agragados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
 Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M3
 Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material Grava color grisasea
 Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón
 Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

Peso Total de la Muestra Si		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones
4"	100.000				
3"	75.000				
2½"	63.000				
2"	50.000	477.0	6	93.7	
1½"	37.500	631.0	9	91.6	
1"	25.000	882.0	12	88.2	
¾"	18.000	2631.0	35	65.1	
½"	12.700	3100.0	41	58.9	
3/8"	9.500	3902.0	52	48.3	
N 4	4.750	4893.0	65	35.1	
N 8	2.360	5893.0	78	21.9	
N 10	2.000	6783.0	90	10.1	
N 16	1.180	6900.0	91	8.5	
N 30	0.600	7092.0	94	6.0	
N 40	0.425	7154.0	95	5.2	
N 50	0.300	7263.0	96	3.7	
N 100	0.150	7324.0	97	2.9	
N 200	0.075	7488.0	99	0.7	
Fondo					

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

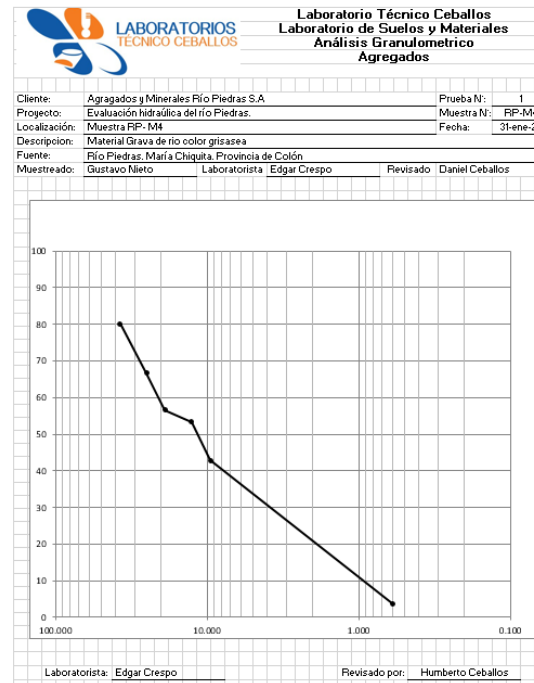
Cliente: Agragados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
 Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M4
 Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material Grava de río color grisasea
 Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón
 Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

Peso Total de la Muestra Si		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones
4"	100.000				
3"	75.000	0.0	0	100.0	
2½"	63.000	0.0	0	100.0	
2"	50.000	685.0	10	90.5	
1½"	37.500	1426.0	20	80.2	
1"	25.000	2401.0	33	66.6	
¾"	18.000	3116.0	43	56.7	
½"	12.700	3352.0	47	53.4	
3/8"	9.500	4109.0	57	42.9	
N 4	4.750	4422.0	62	38.5	
N 8	2.360	4853.0	67	32.5	
N 10	2.000	6238.0	73	27.1	
N 16	1.180	5987.0	83	16.7	
N 30	0.600	6920.0	96	3.8	
N 40	0.425	7009.0	97	2.5	
N 50	0.300	7095.0	98	1.3	
N 100	0.150	7143.0	99	0.7	
N 200	0.075	7171.0	100	0.3	
Fondo					

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS

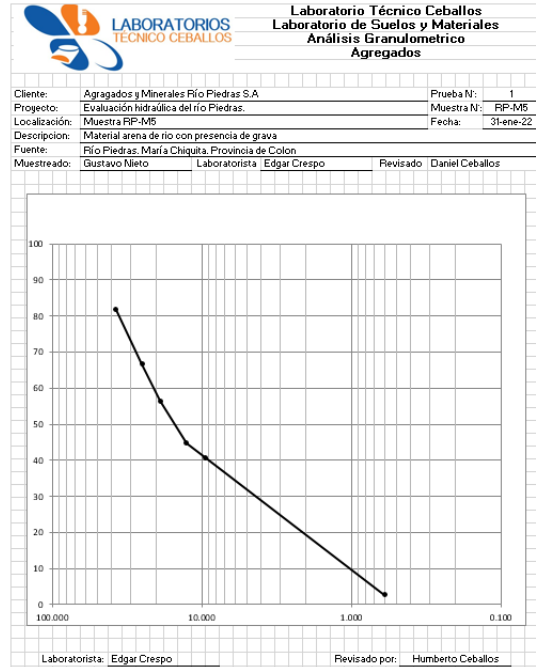
Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agragados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
 Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M5
 Muestra: RP-M5 Fecha: 31-ene-22
 Descripción: Material arena de río con presencia de grava
 Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón
 Muestreado: Gustavo Nieto Laboralista Edgar Crespo Revisado Daniel Ceballos

So Total de la Muestra Si		7165.8 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000		571.0	8	32.0		
1 1/2"	37.500		1305.0	18	81.8		
1"	25.000		2391.0	33	66.6		
3/4"	19.000		3024.0	44	56.4		
1/2"	12.700		3968.0	55	44.8		
3/8"	9.500		4243.0	59	40.8		
N 4	4.750		4615.0	64	35.6		
N 8	2.360		4848.0	68	32.3		
N 10	2.000		5143.0	72	28.2		
N 16	1.180		5321.0	74	25.7		
N 30	0.600		6973.0	97	2.7		
N 40	0.425		7006.0	98	2.2		
N 50	0.300		7115.0	99	0.7		
N 100	0.150		7161.0	100	0.1		
N 200	0.075		7163.4	100	0.0		
Fondo							

Observaciones:

Laboralista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS

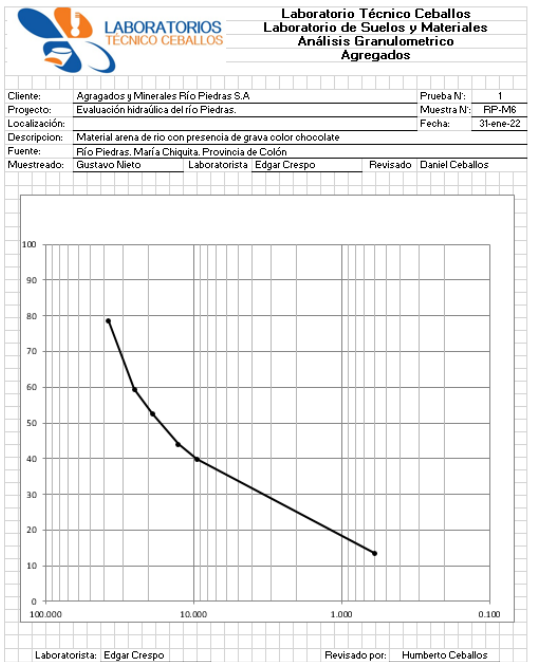
Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agragados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
 Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M6
 Muestra: RP-M6 Fecha: 31-ene-22
 Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate
 Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón
 Muestreado: Gustavo Nieto Laboralista Edgar Crespo Revisado Daniel Ceballos

So Total de la Muestra Si		7850 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500		1690.0	22	78.5		
1"	25.000		3183.0	41	59.5		
3/4"	19.000		3723.0	47	52.6		
1/2"	12.700		4397.0	56	44.0		
3/8"	9.500		4716.0	60	39.9		
N 4	4.750		5306.0	68	32.4		
N 8	2.360		5964.0	127	-26.9		
N 10	2.000		6124.0	78	22.0		
N 16	1.180		6784.0	86	13.6		
N 30	0.600		7140.0	91	9.0		
N 40	0.425		7486.0	95	4.6		
N 50	0.300		7771.0	99	1.0		
N 100	0.150		7831.0	100	0.2		
N 200	0.075						
Fondo							

Observaciones:

Laboralista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

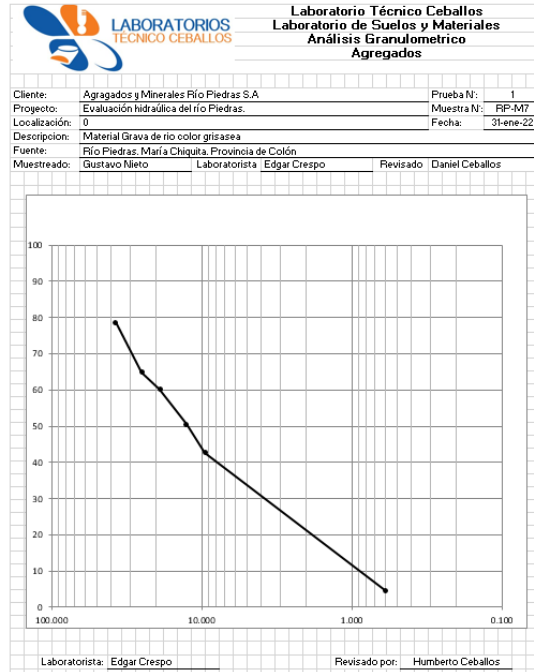
Cliente: Agrados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
 Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M7
 Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material Grava de río color grisasea
 Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón
 Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

So Total de La Muestra Si		7191 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000		0.0	0	100.0		
3"	75.000		0.0	0	100.0		
2½"	63.000		0.0	0	100.0		
2"	50.000		357.0	13	96.7		
1½"	37.500		1537.0	21	78.6		
1"	25.000		2627.0	35	64.9		
¾"	19.000		2870.0	40	60.1		
½"	12.700		3556.0	49	50.5		
3/8"	9.500		4123.0	57	42.7		
Nº 4	4.750		4556.7	63	36.6		
Nº 8	2.360		4931.4	69	31.4		
Nº 10	2.000		5233.0	73	27.2		
Nº 16	1.180		5892.0	82	18.1		
Nº 30	0.600		6852.0	95	4.7		
Nº 40	0.425		6988.0	97	2.8		
Nº 60	0.300		7009.0	97	2.5		
Nº 100	0.150		7123.0	99	0.9		
Nº 200	0.075		7181.0	100	0.1		
Fondo							

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

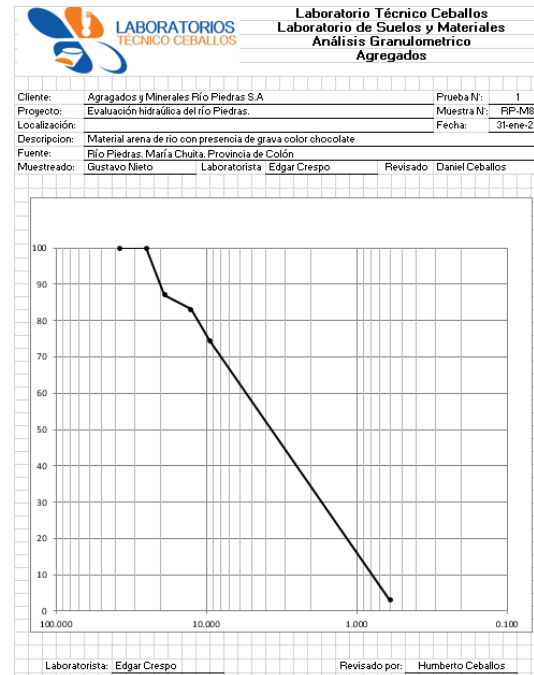
Cliente: Agrados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
 Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M8
 Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate
 Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón
 Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

So Total de La Muestra Si		1200 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2½"	63.000						
2"	50.000						
1½"	37.500		0.0	0	100.0		
1"	25.000		0.0	0	100.0		
¾"	19.000		95.0	13	87.1		
½"	12.700		202.1	17	83.2		
3/8"	9.500		305.7	25	74.5		
Nº 4	4.750		575.0	48	52.1		
Nº 8	2.360		891.5	73	26.5		
Nº 10	2.000		1012.0	84	15.7		
Nº 16	1.180		1078.5	90	10.1		
Nº 30	0.600		1163.0	97	3.1		
Nº 40	0.425		1172.1	98	2.3		
Nº 60	0.300		1186.0	99	1.2		
Nº 100	0.150		1193.6	99	0.5		
Nº 200	0.075		1198.5	100	0.3		
Fondo							

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos





**LABORATORIOS
TÉCNICO CEBALLOS**

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agregados y Mierales Río Piedras S.A

Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras.

Prueba N: 1

Muestra N: RP-M9

Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate

Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Colón

Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

Peso Total de la Muestra Si		2500 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500		0.0	0	100.0		
1"	25.000		0.0	0	100.0		
3/4"	19.000		0.0	0	100.0		
1/2"	12.700		0.0	0	100.0		
3/8"	9.500		15.0	1	99.4		
Nº 4	4.750		66.0	3	97.4		
Nº 8	2.360		566.0	23	77.4		
Nº 10	2.000		906.0	36	63.8		
Nº 16	1.180		895.0	75	24.2		
Nº 30	0.600		288.0	88	12.5		
Nº 40	0.425		223.0	89	10.7		
Nº 50	0.300		245.0	98	1.8		
Nº 100	0.150		246.0	99	1.4		
Nº 200	0.075		249.0	100	0.3		
Fondo							

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo

Revisado por: Humberto Ceballos



**LABORATORIOS
TÉCNICO CEBALLOS**

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agregados y Mierales Río Piedras S.A

Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras.

Prueba N: 1

Muestra N: RP-M9

Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate

Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Colón

Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos



Laboratorista:

Laboratorista: Edgar Crespo

Revisado por: Humberto Ceballos



**LABORATORIOS
TÉCNICO CEBALLOS**

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agregados y Mierales Río Piedras S.A

Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras.

Prueba N: 1

Muestra N: RP-M10

Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate

Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Colón

Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

Peso Total de la Muestra Si		7850 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500		1583.0	20	79.8		
1"	25.000		2630.0	34	65.8		
3/4"	19.000		3043.0	39	61.2		
1/2"	12.700		3676.0	47	53.2		
3/8"	9.500		3974.0	51	49.4		
Nº 4	4.750		4530.0	58	42.3		
Nº 8	2.360		4987.0	64	36.5		
Nº 10	2.000		5000.0	64	36.5		
Nº 16	1.180		5364.0	68	31.7		
Nº 30	0.600		5525.0	70	29.6		
Nº 40	0.425		5607.0	71	28.6		
Nº 50	0.300		5699.0	73	27.4		
Nº 100	0.150		5809.0	74	26.0		
Nº 200	0.075		5839.0	74	25.6		
Fondo							

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo

Revisado por: Humberto Ceballos



**LABORATORIOS
TÉCNICO CEBALLOS**

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agregados y Mierales Río Piedras S.A

Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras.

Prueba N: 1

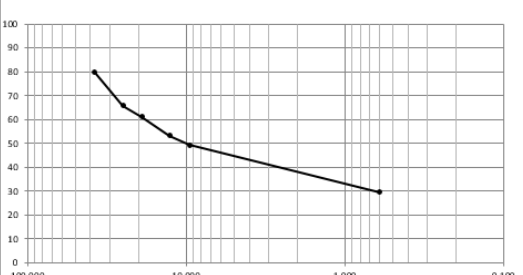
Muestra N: RP-M10

Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate

Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Colón

Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos



Laboratorista:

Laboratorista: Edgar Crespo

Revisado por: Humberto Ceballos



**LABORATORIOS
TÉCNICO CEBALLOS**

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agrados y Mnerales Río Piedras S.A

Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras.

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate

Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Colón

Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

Prueba N: 1

Muestra N: RP-M11

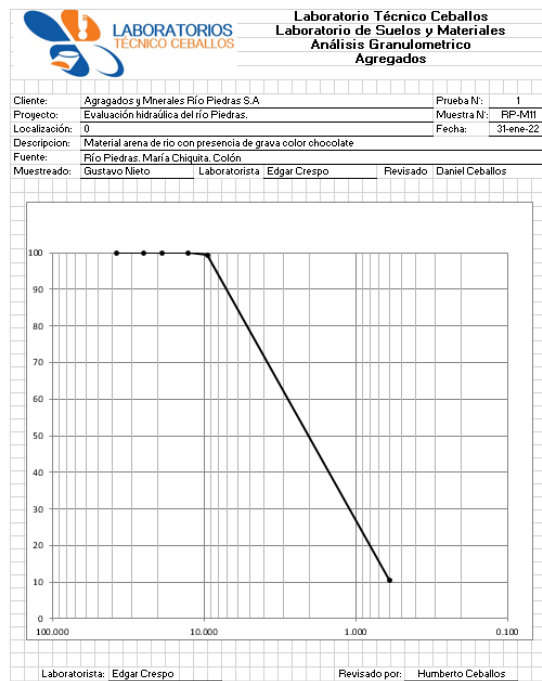
Fecha: 31-ene-22

Peso Total de la Muestra Si		2500 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2½"	63.000						
2"	50.000						
1½"	37.500	0.0	0	0	100.0		
1"	25.000	0.0	0	0	100.0		
¾"	18.000	0.0	0	0	100.0		
½"	12.700	0.0	0	0	100.0		
3/8"	9.500	16.4	1	39.3			
Nº 4	4.750	100.0	4	96.0			
Nº 8	2.360	533.0	24	76.3			
Nº 10	2.000	1002.0	40	59.9			
Nº 16	1.180	1768.0	71	29.3			
Nº 30	0.600	2234.0	89	10.6			
Nº 40	0.425	2301.0	92	8.0			
Nº 50	0.300	2398.0	96	4.1			
Nº 100	0.150	2466.0	99	1.4			
Nº 200	0.075	2498.0	100	0.1			
Fondo							

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo

Revisado por: Humberto Ceballos





**LABORATORIOS
TÉCNICO CEBALLOS**

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agrados y Mnerales Río Piedras S.A

Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras.

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate

Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón

Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

Prueba N: 1

Muestra N: RP-M12

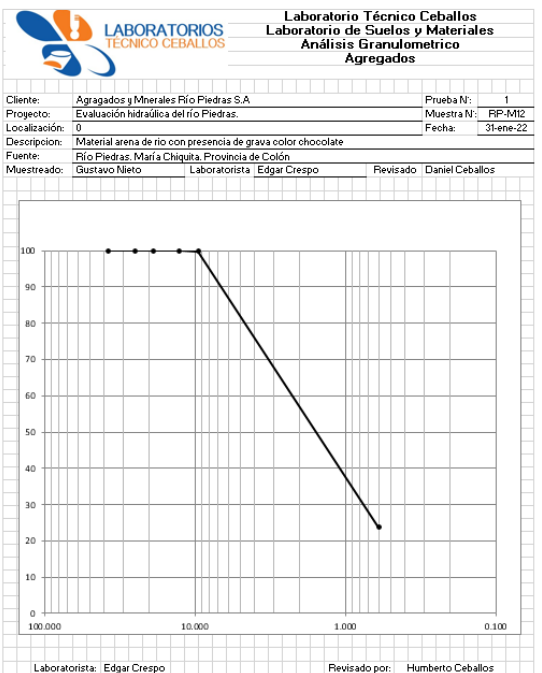
Fecha: 31-ene-22

Peso Total de la Muestra Si		1205.3 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2½"	63.000						
2"	50.000						
1½"	37.500	0.0	0	0	100.0		
1"	25.000	0.0	0	0	100.0		
¾"	18.000	0.0	0	0	100.0		
½"	12.700	0.0	0	0	100.0		
3/8"	9.500	2.5	0	99.8			
Nº 4	4.750	25.5	2	97.9			
Nº 8	2.360	123.1	10	89.8			
Nº 10	2.000	221.0	27	73.4			
Nº 16	1.180	812.0	67	32.6			
Nº 30	0.600	919.1	76	23.7			
Nº 40	0.425	1036.7	86	14.0			
Nº 50	0.300	1101.7	92	7.8			
Nº 100	0.150	1161.2	96	2.0			
Nº 200	0.075	1197.1	99	0.7			
Fondo							

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo

Revisado por: Humberto Ceballos





**LABORATORIOS
TÉCNICO CEBALLOS**

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agregados y Minerales Río Piedras S.A.

Proyecto: Evaluación Hidráulica Río Piedras

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate

Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón

Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

Prueba N: 1

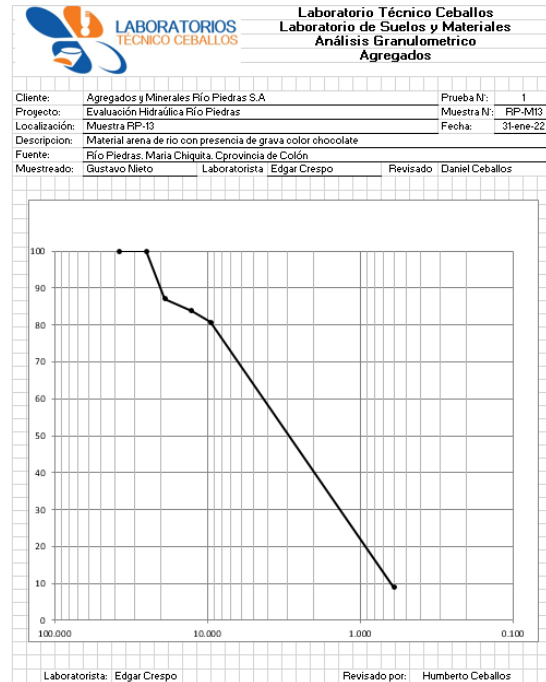
Muestra N: RP-M13

Fecha: 31-ene-22

Peso Total de La Muestra Si		1285 Kg	Peso Total de la Muestra Lavada		Kg
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa
4"	100.000				
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500	0.0	0	100.0	
1"	25.000	0.0	0	100.0	
3/4"	19.000	185.9	13	87.1	
1/2"	12.700	194.3	16	83.9	
3/8"	9.500	231.9	19	80.8	
N 4	4.750	239.1	25	75.2	
N 8	2.360	537.2	45	55.4	
N 10	2.000	755.0	63	37.3	
N 16	1.180	983.0	82	18.4	
N 30	0.600	1097.6	91	8.9	
N 40	0.425	1167.0	97	3.2	
N 50	0.300	1176.3	98	2.4	
N 100	0.150	1194.0	99	0.9	
N 200	0.075	1199.5	100	0.5	
Fondo					

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos





**LABORATORIOS
TÉCNICO CEBALLOS**

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

Cliente: Agregados y Minerales Río Piedras S.A.

Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras.

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate

Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón

Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

Prueba N: 1

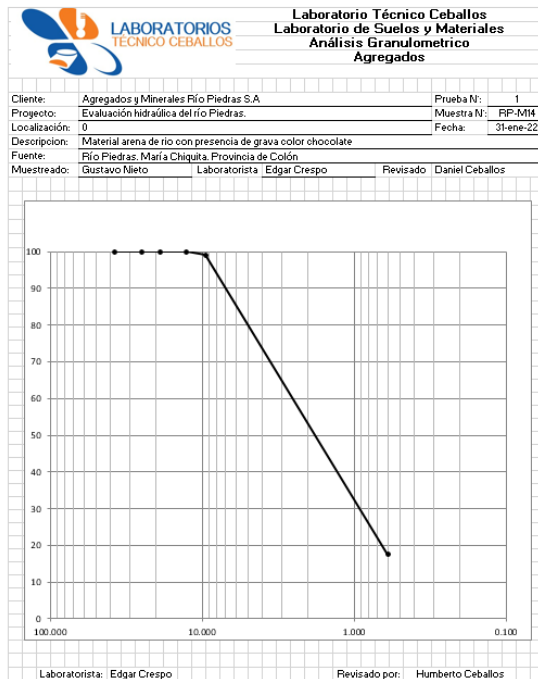
Muestra N: RP-M14

Fecha: 31-ene-22

Peso Total de La Muestra Si		1200 Kg	Peso Total de la Muestra Lavada		Kg
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa
4"	100.000				
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500	0.0	0	100.0	
1"	25.000	0.0	0	100.0	
3/4"	19.000	0.0	0	100.0	
1/2"	12.700	0.0	0	100.0	
3/8"	9.500	11.6	1	99.0	
N 4	4.750	45.5	4	96.2	
N 8	2.360	294.9	25	75.4	
N 10	2.000	523.1	44	56.4	
N 16	1.180	762.0	64	36.5	
N 30	0.600	989.0	82	17.6	
N 40	0.425	1000.6	83	16.6	
N 50	0.300	1137.3	95	5.2	
N 100	0.150	1180.2	98	1.6	
N 200	0.075	1191.5	99	0.7	
Fondo					

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

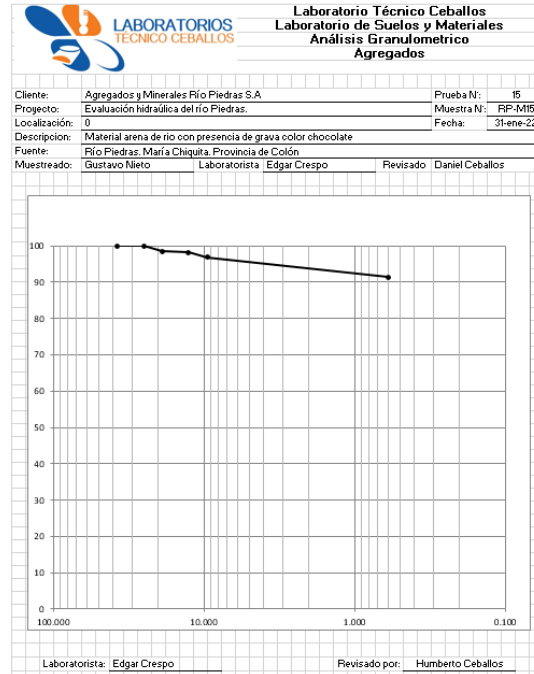
Cliente: Agregados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 15
 Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M15
 Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate
 Fuente: Río Piedras, María Chiguita, Provincia de Colón
 Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

So Total de La Muestra Si		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa
4"	100.000				
3"	75.000				
2½"	63.000				
2"	50.000				
1½"	37.500	0.0			100.0
1"	25.000	0.0			100.0
¾"	19.000	94.0		2	98.5
½"	12.700	107.0		2	98.3
3/8"	9.500	196.0		3	96.8
Nº 4	4.750	255.0		4	95.7
Nº 8	2.360	434.0		7	92.9
Nº 10	2.000	523.1		9	91.5
Nº 16	1.180	652.0		11	89.4
Nº 30	0.600	531.0		9	91.3
Nº 40	0.425	711.0		12	88.4
Nº 50	0.300	820.0		13	86.6
Nº 100	0.150	896.0		15	85.4
Nº 200	0.075	909.0		15	85.2
Fondo					

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS

Laboratorio Técnico Ceballos
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

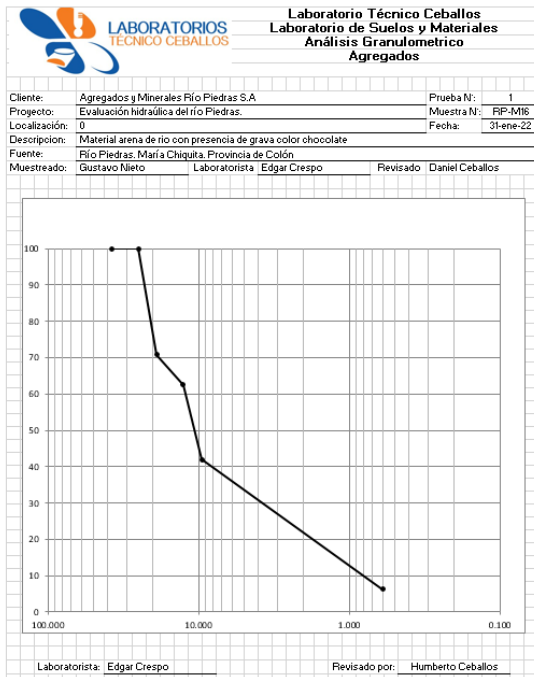
Cliente: Agregados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
 Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M16
 Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate
 Fuente: Río Piedras, María Chiguita, Provincia de Colón
 Muestreado: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

So Total de La Muestra Si		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa
4"	100.000				
3"	75.000				
2½"	63.000				
2"	50.000				
1½"	37.500	0.0	0		100.0
1"	25.000	0.0	0		100.0
¾"	19.000	857.1	29		70.8
½"	12.700	1010	37		62.6
3/8"	9.500	1709.0	55		41.9
Nº 4	4.750	2225.0	76		24.3
Nº 8	2.360	2599.0	88		11.6
Nº 10	2.000	2655.0	90		9.7
Nº 16	1.180	2696.0	92		8.2
Nº 30	0.600	2757.0	94		6.2
Nº 40	0.425	2794.0	95		5.0
Nº 50	0.300	2803.0	95		4.7
Nº 100	0.150	2855.0	97		2.9
Nº 200	0.075	2887.0	98		1.8
Fondo					

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

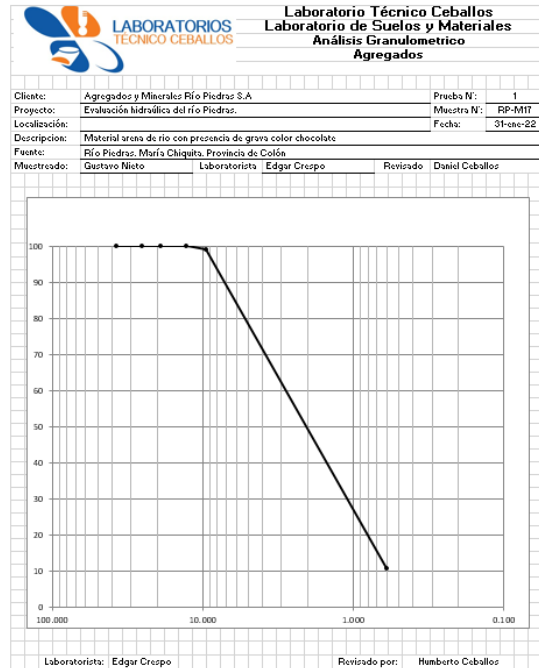
Cliente: Agregados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M17
Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate
Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón
Muestreador: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

So Total de La Muestra Se		2500 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0	100.0		
1"	25.000	0.0	0.0	0	100.0		
3/4"	19.000	0.0	0.0	0	100.0		
1/2"	12.700	0.0	0.0	0	100.0		
3/8"	9.500	22.6	22.6	1	99.1		
N 4	4.750	266.0	266.0	11	89.4		
N 8	2.360	655.0	655.0	26	72.5		
N 10	2.000	1127.0	1127.0	45	54.9		
N 16	1.180	1677.0	1677.0	67	32.9		
N 30	0.600	2234.0	2234.0	89	10.6		
N 40	0.425	2397.0	2397.0	96	4.1		
N 50	0.300	2412.0	2412.0	96	3.5		
N 100	0.150	2432.0	2432.0	97	2.7		
N 200	0.075	2434.0	2434.0	100	0.2		
Fondo							

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos



LABORATORIOS TÉCNICO CEBALLOS
Laboratorio de Suelos y Materiales
Análisis Granulométrico
Agregados

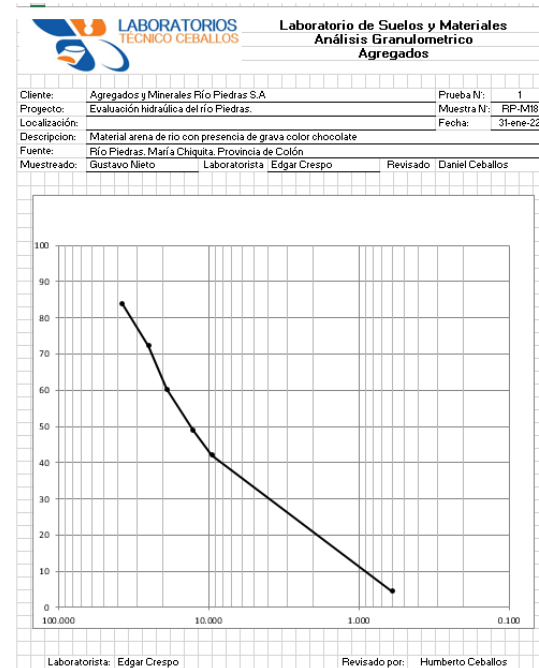
Cliente: Agregados y Minerales Río Piedras S.A. Prueba N: 1
Proyecto: Evaluación hidráulica del río Piedras. Muestra N: RP-M18
Fecha: 31-ene-22

Descripción: Material arena de río con presencia de grava color chocolate
Fuente: Río Piedras, María Chiquita, Provincia de Colón
Muestreador: Gustavo Nieto Laboratorista: Edgar Crespo Revisado: Daniel Ceballos

So Total de La Muestra Si		6945 Kg		Peso Total de la Muestra Lavada		Kg	
Tamiz	Tamaño (mm)	Peso Retenido	Peso Retenido Acumulado	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	
4"	100.000						
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500	1125.0	1125.0	16	83.8		
1"	25.000	1928.0	1928.0	28	72.2		
3/4"	19.000	2760.0	2760.0	40	60.3		
1/2"	12.700	3653.0	3653.0	53	46.8		
3/8"	9.500	4022.0	4022.0	58	42.1		
N 4	4.750	4922.0	4922.0	71	29.1		
N 8	2.360	5655.0	5655.0	81	18.6		
N 10	2.000	6277.0	6277.0	90	9.6		
N 16	1.180	6635.0	6635.0	96	4.5		
N 30	0.600	6752.0	6752.0	97	2.8		
N 40	0.425	6837.0	6837.0	98	1.6		
N 50	0.300	6910.0	6910.0	100	0.5		
N 100	0.150	6923.0	6923.0	100	0.3		
N 200	0.075						
Fondo							

Observaciones:

Laboratorista: Edgar Crespo Revisado por: Humberto Ceballos





07H30
6450

REPUBLICA de PANAMA
★ TIMBRE NACIONAL ★

025703
31.03.21



00050.00

NP0090

El Consejo Técnico de las Ciencias Biológicas de Panamá

Por cuanto

Franklín Guerra Rodríguez

Cédula No. 8-703-1414

Ciudadano de nacionalidad panameño posee Diploma de
Licenciado en Biología con Orientación en Biología Ambiental
Expedido por la Universidad de Panamá.

Le otorga el presente

Certificado de Idoneidad

Registro de Idoneidad No. 1347

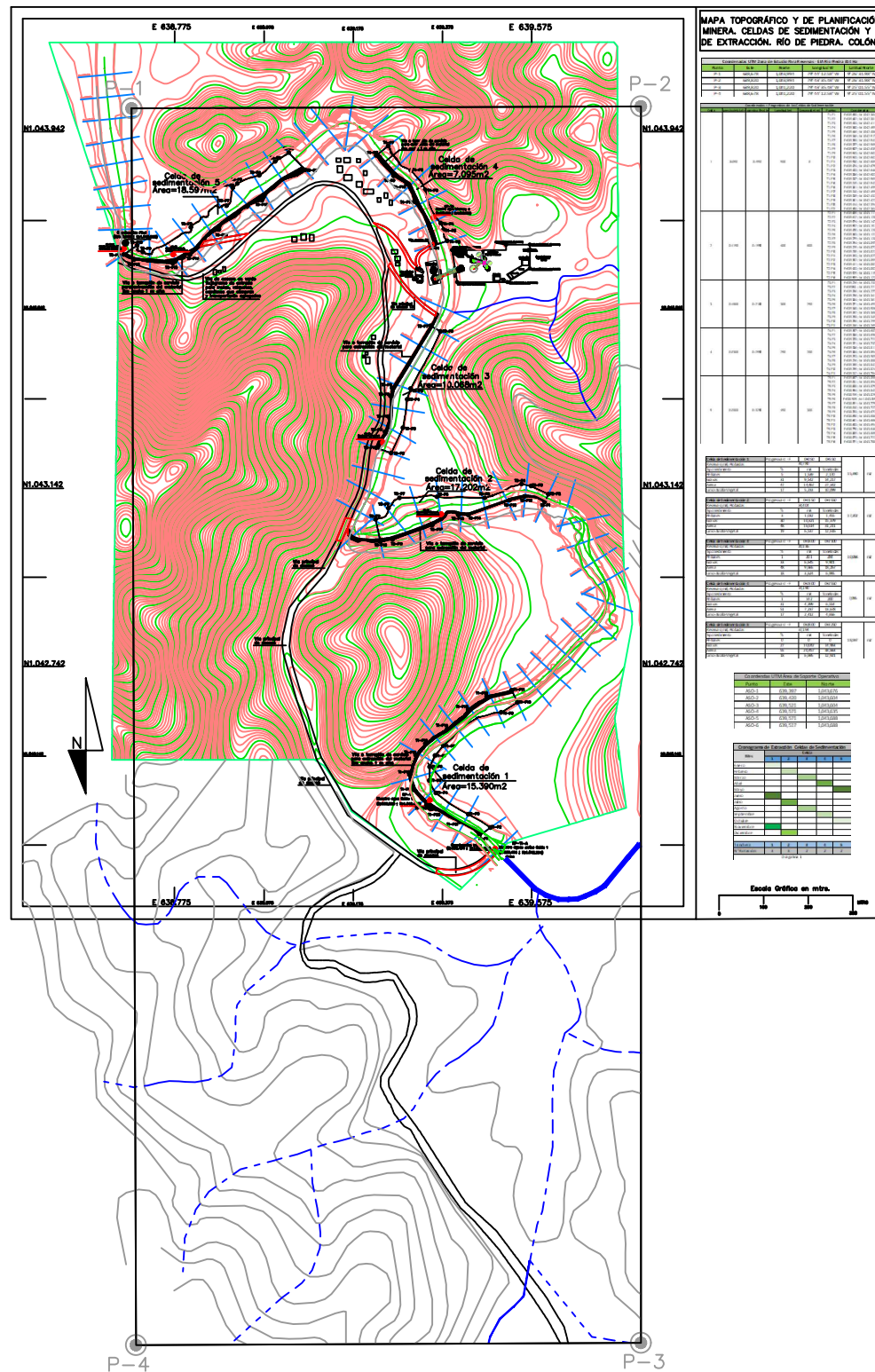
Para ejercer la profesión de las Ciencias
Biológicas en la República de Panamá, de acuerdo
con lo establecido en los artículos 3 y 4 de la Ley
No. 17 de 2009.

Firmado y sellado en Panamá, a los 31 días del mes de marzo de 2021.

Desiree A. Vergara
Magister Desiree Vergara
Presidente



Lidia González
Magister Lidia González
Secretaria Administrativa



**Dirección Nacional de Titulación y Regularización
Provincia de Colón**

EL SUSCRITO DIRECTOR REGIONAL DE COLÓN DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE ADMINISTRACIÓN DE TIERRAS, EN ATENCIÓN A SOLICITUD DE PARTE INTERESADA, EN USO DE LAS FACULTADES QUE LE OTORGA LA LEY,

CERTIFICA

Que el señor **SAAD EL DIN OMAIS OMAIS**, con cédula de identidad de **No. 8-745-1598** mantiene solicitud de adjudicación a título oneroso ante la Autoridad Nacional de Administración de Tierras; sobre globo de terreno de **2 Has + 1,620.36 M²** ubicado en la localidad de **Río Piedra** Corregimiento de **Portobelo** Distrito de **Portobelo**, Provincia de **Colón**, solicitud contenida en el expediente identificado con el número de solicitud **3-625-2021** del 25 de octubre de 2021.

Que la solicitud antes descrita ésta comprendida dentro de los siguientes linderos generales:

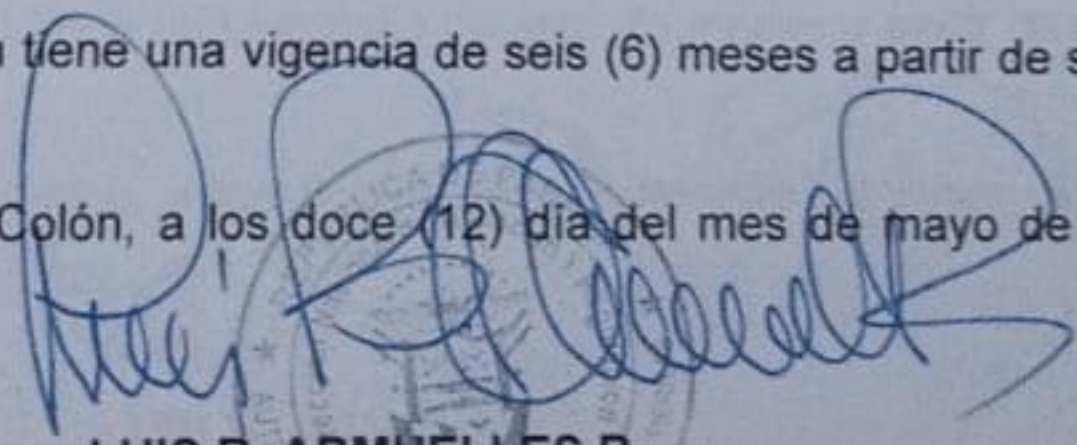
NORTE:	Finca 30209991, Cod. De Ubic. 3301 propiedad de Walid Saaddedine Omais Hijazi.
SUR:	Servidumbre Fluvial de 10.00 M – Quebrada Santa Isabel.
ESTE:	Servidumbre fluvial de 10.00 M – Quebrada Santa Isabel, Finca 30251698, Cod. De Ubic. 3301 propiedades de Saad El Din Omais Omais.
OESTE:	Servidumbre fluvial de 15.00 M – Río Piedra.

ESTE EXPEDIENTE SE ENCUENTRA EN ETAPA DE REVISIÓN DE PLANO

EL PRESENTE DOCUMENTO SÓLO CERTIFICA LA EXISTENCIA DE LA SOLICITUD Y NO CONSTITUYE GARANTÍA ALGUNA DEL RESULTADO FINAL DE LA MISMA.

La presente certificación tiene una vigencia de seis (6) meses a partir de su fecha de emisión.

Dado en la Ciudad de Colón, a los doce (12) día del mes de mayo de dos mil veintitrés (2023).

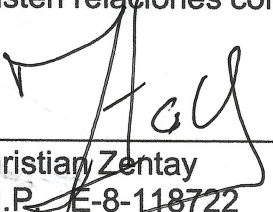

LUIS B. ARMUELLES B.
Director Regional de Colón de la
Autoridad Nacional de Administración de Tierras
(ANATI).
kb-lbab.

Panamá, 7 de Junio de 2023

MINISTERIO DE AMBIENTE

Ciudad

Yo, **CHRITIAN ZENTAY**, varón, mayor de edad, portador de la cédula de identidad personal número E-8-118722, en mi condición de Representante Legal de la Sociedad **MINEQUIP CORP.**, sociedad anónima inscrita en Registro Público en MERCANTIL con Folio N° 668168, por este medio **AUTORIZO** a **AGREGADOS Y MINERALES RIO PIEDRA, S.A.** al uso de información a nuestro nombre en documentos técnicos del Estudio de Impacto Ambiental categoría II **EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO, GRAVA DE RIO**, ya que entre ambas empresas existen relaciones comerciales.


Christian Zentay
C.I.P. E-8-118722
Representante Legal
MINEQUIP.CORP

Yo, **LICDO. NATIVIDAD QUIRÓS AGUILAR**, Notario Público Décimo Tercero del Circuito de Panamá, con cédula N° 2-106-1790

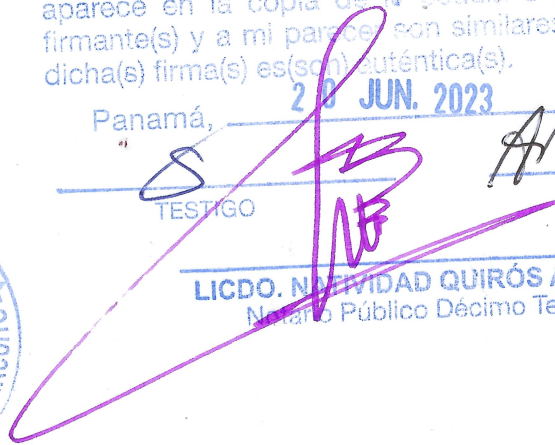
CERTIFICO

Que se ha cotejado la(s) firma(s) anterior(es) con la que aparece en la copia de la cédula o pasaporte del(los) firmante(s) y a mi parecer son similares por consiguiente dicha(s) firma(s) es(son) auténtica(s).

Panamá, **28 JUN. 2023**


TESTIGO


TESTIGO


LICDO. NATIVIDAD QUIRÓS AGUILAR
Notario Público Décimo Tercero



REPÚBLICA DE PANAMÁ
CARNÉ DE RESIDENTE PERMANENTE

**Christian Agustín
Zentay Kübar**

E

E-8-118721

NOMBRE USUAL:
FECHA DE NACIMIENTO: 01-DIC-1972
LUGAR DE NACIMIENTO: VENEZUELA
NACIONALIDAD: ESTONIANA
SEXO: M
EXPEDIDA: 01-OCT-2014
TIPO DE SANGRE:
EXPIRA: 01-OCT-2024

Handwritten signature: J. L.



TE TRIBUNAL ELECTORAL

Handwritten signature: L. M.

E-8-118721

R041RGY01VQ4W

Yo, **LICDO. NATIVIDAD QUIRÓS AGUILAR**, Notario Público
Décimo Tercero del Circuito de Panamá, con cédula
N° 2-106-1790

CERTIFICO:

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

20 JUN. 2023

Panamá.



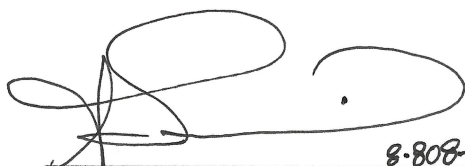
LICDO. NATIVIDAD QUIRÓS AGUILAR
Notario Público Décimo Tercero

Panamá, 10 de Abril de 2023

Referencia: AUTORIZACION a AGREGADOS Y MINERALES RIO PIEDRA S.A, PARA USO DE PROPIEDAD DE ALTOS DEL MAR S.A. PARA EL PROYECTO EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO, GRAVA DE RIO.

**Ingeniero
Domiluis Domínguez
Director de Evaluación de Impacto Ambiental
MINISTERIO DE AMBIENTE
Ciudad**

Yo, **ANGELICA KATHERINA LAM KENT**, , mujer panameña, mayor de edad, con domicilio en la provincia de Colon corregimiento de Portobelo , Urbanización Rio Piedras con número de teléfono 6311-8585, portadora de la cédula de identidad personal número **8-808-2134**, en mi condición de Representante Legal de la Sociedad **ALTOS DEL MAR S.A.**, propietaria del inmueble inscrito en Registro Público con Código de Ubicación 3305, Folio Real 12478 (F) ubicada en el Corregimiento de María Chiquita, Distrito de Portobelo, Provincia de Colon, cuya área, medidas, descripciones, linderos y demás detalles constan inscritos en certificación de Registro Público de Panamá presentados a MIAMBIENTE, por este medio certifico que **NO he autorizado** en el pasado ni en el presente el uso de terrenos de mi propiedad para instalación de balnearios, estacionamientos de transporte colectivo, selectivo o particular. **No** he solicitado ante el Municipio de Portobelo, tampoco ante la Autoridad de Turismo, permiso alguno para ejercer actividad relacionada a balneario. En su defecto de existir en mis terrenos anuncio, letrero o realización de la actividad en referencia, es ilegal **ya que no cuenta con mi consentimiento.**



ANGELICA KATHERINA LAM KENT
ced: 8-808-2134

Yo, **LICDO. NATIVIDAD QUIRÓS AGUILAR**, Notario Público Décimo Tercero del Circuito de Panamá, con cédula N° 2-106-1790

CERTIFICO

Que se ha cotejado la(s) firma(s) anterior(es) con la que aparece en la copia de la cédula o pasaporte del(los) firmante(s) y a mi parecer son similares por consiguiente dicha(s) firma(s) es(son) auténtica(s).

Panamá, **20 JUN 2023**

TESTIGO

TESTIGO



LICDO. NATIVIDAD QUIRÓS AGUILAR
Notario Público Décimo Tercero

Planificación Minera Río Piedra. Corregimiento María Chiquita. Distrito Portobelo. Provincia de Colón. República de Panamá.



Junio 2023

INDICE DE CONTENIDO

	PAG
1.- INTRODUCCION	1
2- OBJETIVOS	2
3- UBICACIÓN Y EXTENSION	2
4- CONDICIONES FISICO-NATURALES DEL EMPLAZAMIENTO	4
5 RESERVAS	8
6 PLANIFICACION MINERA	14
7 PLAN DE GESTION AMBIENTAL 2021-2024	20
ANEXOS	28

1. Introducción

Agregados y Minerales Río Piedra S.A bajo la coordinación de la gerencia de Planificación Minera y Ambiente, en concordancia con los lineamientos estratégicos establecidos por la Dirección de la compañía, presenta el siguiente plan minero como base técnica para llevar adelante la extracción y aprovechamiento de minerales no metálicos del río Piedra en María Chiquita, Distrito Portobelo, Provincia de Colón. A los fines de suplir la demanda de agregados, que requieren los proyectos viales y de construcción que se desarrollan en la Provincia.

El mismo ha sido concebido tomando en cuenta las especificaciones técnicas que impone la normativa minera y ambiental vigente en el país, con el objetivo de hacer uso racional y ambientalmente responsable del yacimiento, asegurar la continuidad operativa y suplir los recursos técnicos, financieros y materiales que permitirán cumplir con los fines superiores del Estado Panameño en materia de producción de agregados, indispensable para la construcción de obras de infraestructura y vivienda nacional de interés social.

En este orden de ideas, el plan fue formulado considerando los requisitos establecidos por el Ministerio del Ambiente, MICI, MINSA entre otros con el fin de solicitar y obtener la concesión y permiso de afectación de recursos naturales, para comenzar con la actividad de extracción y aprovechamiento de sedimentos finos y gruesos (minerales no metálicos) a lo largo de un tramo del Río Piedras acotado en el plano anexo, entre las progresivas 0+000 punto representado por la confluencia de la quebrada Manga de Indio y Río Piedras (progresiva 0+000) y finaliza en la progresiva 0+3250; todo dentro de la poligonal cerrada de 314 ha solicitada, en la jurisdicción del Corregimiento María Chiquita, Distrito de Portobelo, Provincia de Colón.

De acuerdo con las estimaciones de reservas que han sido calculadas a partir de la evaluación hidráulica fluvial, integrada con la hidrogeología realizada por el equipo técnico (hidrogeólogo, geodesta y minero) en el período Agosto – Diciembre del 2021, se tiene que actualmente en el lecho del río existen unas reservas probadas de 233.717 m³ de material todo en uno, donde los rendimientos según ensayos granulométricos son los siguientes; gravas= 66,69%, arena =19,80%, limo arcilla y materia orgánica =13,51%.

La extracción en el río se desea realizar bajo el método minero convencional a cielo abierto por medio de 5 celdas de sedimentación, definidas por polígonos irregulares con una separación variable entre 200 y 500 metros, que han sido definidas con base a la hidrogeología de cada sección del río, a lo largo del tramo solicitado, las cuales serán desarrolladas con 1 dragalina, y el material extraído se cargará con un cargador frontal en camiones de acarreo con capacidad de 23 m³ para su transporte hasta la planta de beneficio.

Finalmente la Gerencia de Agregados y Minerales Río Piedra S.A ratifica su intención de implantar de forma racional y segura; las acciones, planes y proyectos necesarios para cumplir de manera oportuna y sostenida, con las obligaciones establecidas en las respectivas autorizaciones que regulan la actividad incluyendo los protocolos de bioseguridad bajo el estándar internacional y nacional.

2. Objetivos.

Presentar los lineamientos y estrategias del Plan Minero Río Piedra correspondiente al periodo 2024-2027, mediante el cual se proyecta desarrollar la actividad de extracción de sedimentos tipo arenas, gravas y peñones existentes a lo largo del cauce del río Piedra, en la sección solicitada para el laboreo minero que se encuentra acotada entre las progresivas 0+000 a 0+3.250, que arranca de la confluencia entre el río Manga de Indio y río Piedra en la progresiva 0+000 y finaliza en la progresiva 0+3.250, antes del embarcadero de Río Piedras Farm. Todo el trazado se encuentra dentro de la retícula con 314 ha, limitadas por las coordenadas UTM que se muestran en la tabla 1. Jurisdicción del Corregimiento María Chiquita, Distrito de Portobelo, Provincia de Colón.

Tabla 1. Coordenadas de la zona de interés cuenca baja Río Piedras.

Coordenadas UTM Zona de Estudio Para Reservas - EIA Río Piedra 314 Ha				
Punto	Este	Norte	Longitud W	Latitud Norte
P-1	638,678	1,043,994	79° 44' 12.58" W	9° 26' 31.98" N
P-2	639,820	1,043,994	79° 43' 35.48" W	9° 26' 31.98" N
P-3	639,820	1,041,220	79° 43' 35.48" W	9° 25' 01.55" N
P-4	638,678	1,041,220	79° 44' 12.58" W	9° 25' 01.55" N

3. Ubicación y extensión.

El área de operaciones mineras no metálica se encuentra dentro del área de influencia y llanura de inundación del drenaje natural denominado Río Piedras, justo al sur de la población de María Chiquita, en la jurisdicción del Corregimiento María Chiquita, Distrito de Portobelo, Provincia de Colón.

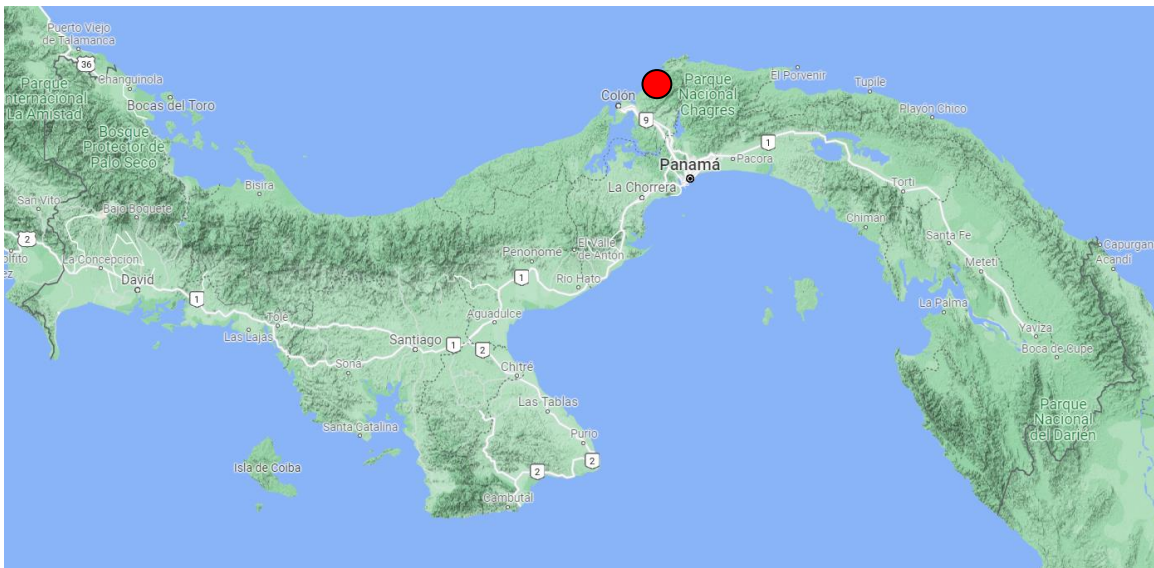


Figura 1. El punto rojo muestra la ubicación regional de la zona de operaciones al norte de Panamá.

La superficie a ocupar para la zona de soporte operativo (planta de proceso, oficinas, patios de acopio, oficinas baños portátiles, despacho y estacionamientos) es de 1.19 hectáreas, mientras que los terraplenes de extracción tienen proyectada una superficie total de 1,35 hectáreas. La distribución de lo antes descrito se puede apreciar en el croquis de la figura 2.

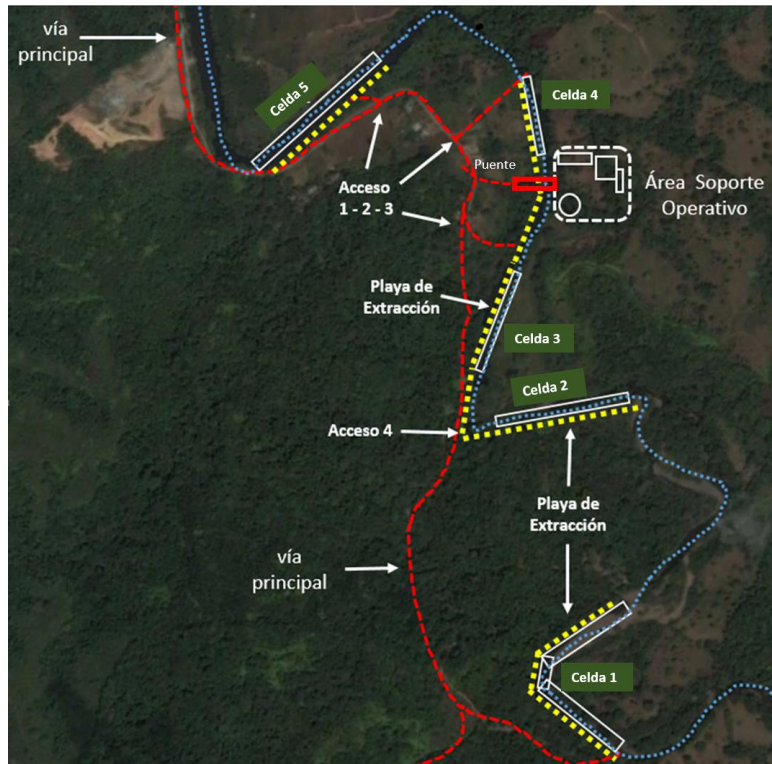


Figura 2. Distribución de áreas operativas de acuerdo al plan minero.
Tomado y modificado de Google Earth 2021.

3.1. Accesos.

El acceso a las áreas de operaciones se puede realizar a través de la Carretera Nacional Colón Portobelo, la cual de forma general está en buen estado y asfaltada, sólo existe un tramo del camino de 1,9 kilómetros en granzón desde la vía principal hasta la zona de soporte, la cual va paralela al río Piedras, y la cual tiene un proyecto de ampliación y extensión.

4. Condiciones Físico Naturales del Emplazamiento

4.1. Relieve.

La Ubicación geográfica y geomorfológica de la Operación Río Piedras es estratégica debido a la apertura del valle entallado, que conduce las aguas del drenaje natural, a través de las estribaciones del flanco norte del frente de Montañas al NE de Colón. Para nuestro caso nos encontramos laborando en la parte media y baja de la cuenca, entonces en el punto donde se encuentra la confluencia entre la quebrada Manga de Indio y río Piedras, es la parte media de la cuenca,

mientras que aguas abajo a partir de la confluencia de la quebrada San Isabel con Río Piedras ya comienza dicha sección a formar parte de la cuenca baja.

En la parte alta se tiene un relieve montañoso por donde discurre el río Piedras adaptado a la topografía con rumbo y dirección SSE-NNW, el valle angosto con forma de “V” donde se ha entallado a medida que se eleva el istmo. Ya en la parte baja el valle es en forma de “U” donde las laderas son de pendientes moderadas a suaves tanto al N como al S las cuales se atenúan a medida que se abre el valle en la zona de desembocadura.

4.2. Drenaje.

La cuenca del río Piedra es dendrítica y su trazado principal se comporta adaptado con respecto a la topografía, a lo largo de toda la sección o tramo de interés minero, al discurrir a lo largo de toda la zona montañosa, este río muestra forma irregular, con tramos rectilíneos que pueden tener hasta 500 metros de longitud, para luego tomar forma curvilínea y sinuosa. Éstos cambios de rumbo están controlados por las estructuras geológicas locales y regionales que afectan al cinturón montañoso deformado.

En cuanto a los drenajes secundarios se tiene que existen una serie de quebradas que descienden desde las laderas del flanco N y S, con dirección variable, los cuales poseen forma irregular y se observan adaptados con respecto a la topografía, dentro de la zona de estudio los más importantes son la quebrada Santa Isabel y Manga de Indio los cuales confluyen con el río Piedras de forma recta y oblicua.

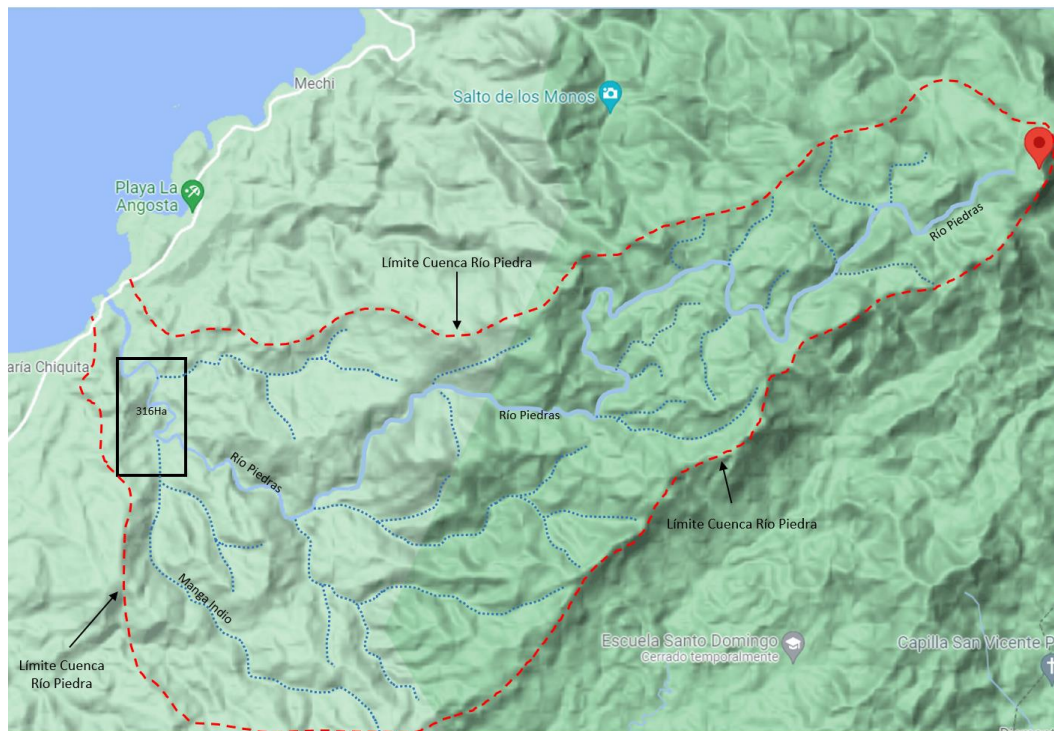


Figura 3. Obsérvese el relieve montañoso, el río Piedras discurre a través del valle angosto con dirección y rumbo SSE al NNW. Tomado y modificado de Google Maps 2021.

4.3. Clima.

En la figura La zona de interés minero de acuerdo a su localización presenta unas condiciones climáticas varían con la altitud: en los niveles inferiores el clima es tropical costero, a medida que nos movemos en dirección SSE a través del río, el clima cambia a bosque tropófilo y herbazales (Gw), en los niveles intermedios está el clima bosque tropical lluvioso nublado (Gm), y en la parte alta de la cuenca se dan condiciones climáticas propias del tropical monzónico (Ami), de bosques muy húmedos.

4.3.1 Temperatura

Las temperaturas para la zona de estudio a lo largo del año vienen condicionadas por la época, a saber el período de lluvias y el período seco. Para la estación lluviosa se tienen variaciones de 25° C a 33° C entre la mañana y la tarde, mientras que en la estación seca se logran medir temperaturas que varían de 27° C a 35° C.

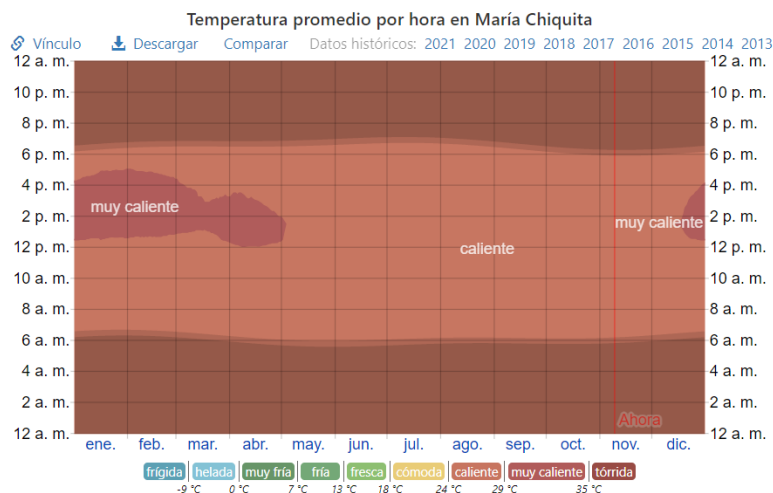


Figura 4. Gráfico de la temperatura en María Chiquita.
Tomado de <https://es.weatherspark.com>.

4.3.2 Pluviosidad.

La temporada de mayor pluviosidad dura 7.5 meses, de 27 de abril a 9 de diciembre, con una probabilidad de más del 33 % de seguridad. El mes con más días de lluvia en María Chiquita es septiembre, con un promedio de 18.9 días con por lo menos 1 milímetro de precipitación. La temporada más seca dura 4 meses, del 9 de diciembre al 27 de abril. El mes con menos días de pluviosidad en María Chiquita es febrero, con un promedio de 1.6 días.

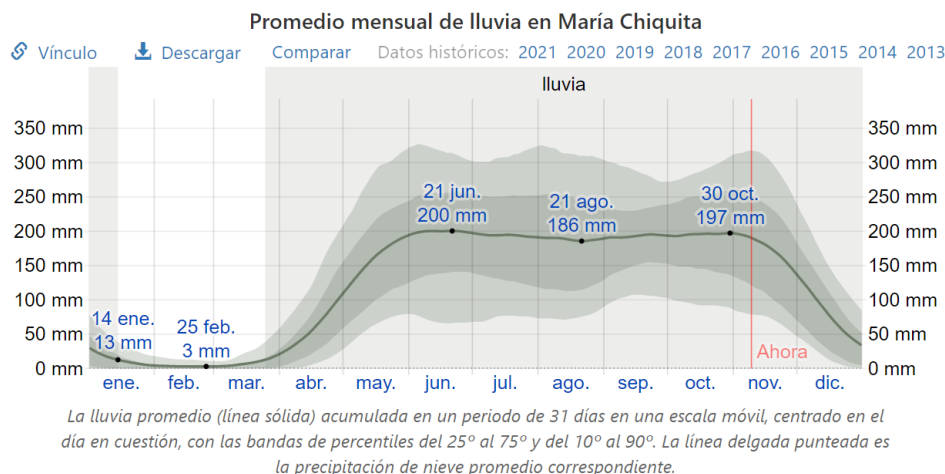


Figura 5. Gráfico de la pluviometría en María Chiquita. Tomado de <https://es.weatherspark.com>.

4.4. Vegetación

Las especies vegetales que se logran identificar en dentro de la zona de estudio de presentan en forma de resumen en la tabla 2 abajo y están condicionadas a los tipos de suelos generados a partir de las rocas circundantes.

Tabla 2.- Resumen de las especies vegetales.

Especies Vegetales Cuenca Baja Río Piedras		
Género	Especie	Nombre
Eritrina	glaucal	Bucare
Ricinis	comunis	Tártago
Panicum	maximun	Gamelote
Sida	glutinosa	Escoba de monte
Gynerium	sagittatum	Caña amarga
Mimosa	sentiva	Dormidera
Acacia	macracantha	Cují
Heliconia	marginata	Platanillo
Theobroma	caco	Cacao
Musa	paradisiaca	Plátano
Vissadulo	spicata	Cadillo
Guaduca	amgustifola	Bambú
Cocos	nucífera	Cocotero

4.5. Geología Regional

El límite NE del istmo de Panamá está débilmente definido costa afuera por la subducción de la Placa Caribe. A pesar de la baja actividad sísmica del margen norte existe una zona de Wadati-Benioff la cual proporciona evidencia de dicho margen convergente, donde la Placa Caribe pasa debajo del istmo de Panamá, como lo demostró (CAMACHO 2010). La débil expresión de esta subducción en dirección sur podría ser el resultado de un prisma de acreción activo desde el Mioceno Medio, que se conoce como el Cinturón Deformado del Norte de Panamá (SILVER *et.al.* 1995).

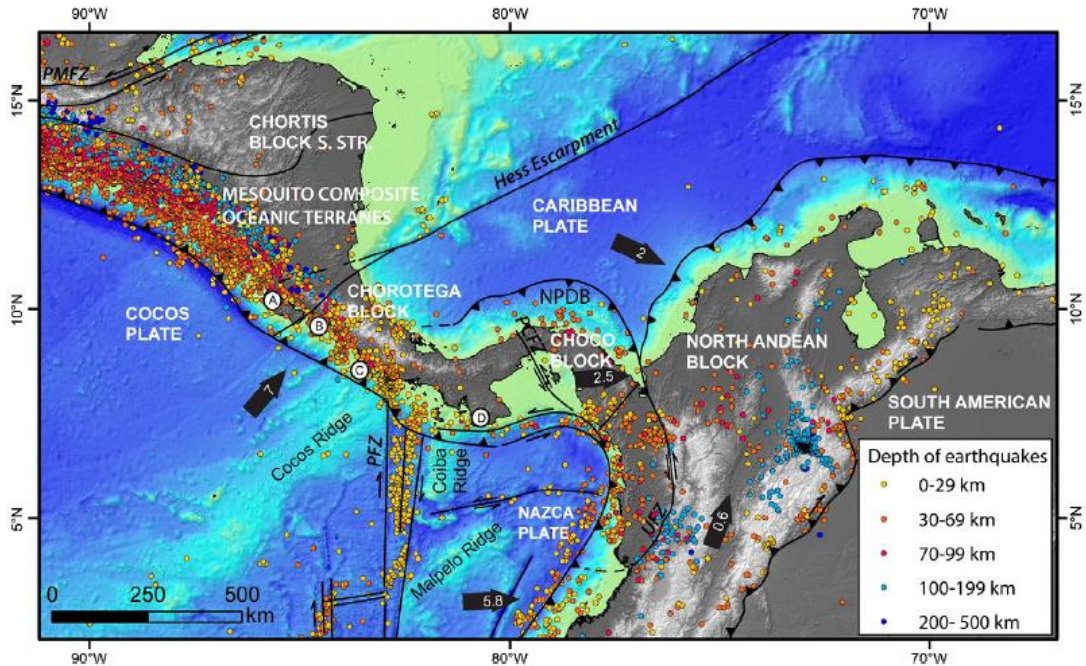


Figura 6. Mapa tectónico y de sismicidad de Panamá. Tomado y modificado de Flore Barat *et. al.* 2014.

El límite oriental del istmo de Panamá está definido por el Sistema de Fallas de Uramita la cual representa la zona de sutura entre el istmo y América del Sur, específicamente con el Bloque Andino Norte Figura 7 (DUQUE CARO, 1990B; MANN AND CORRIGAN 1990; MANN AND KOLARSKY 1995). Centro América ha sido dividida en tres (3) unidades tectónicas (DENGU 1995) y que de N a S se han denominado Bloque Chortis, Chorotega y Chocó; esta última aloja a la zona de interés minero no metálico en María Chiquita – Colón.

El Bloque Chocó incluye a la parte oriental del istmo de Panamá y una parte del NW de Colombia (DENGU 1985; DUQUE CARO 1990B). Las rocas del basamento son del Cretácico Tardío estudios previos lo atribuyen a un plateau oceánico (CASE 1974; MONTES *et. al.* 2012b, WEGNER *et. al.* 2011). Otros autores indican que es corteza continental adelgazada (CASE 1974).

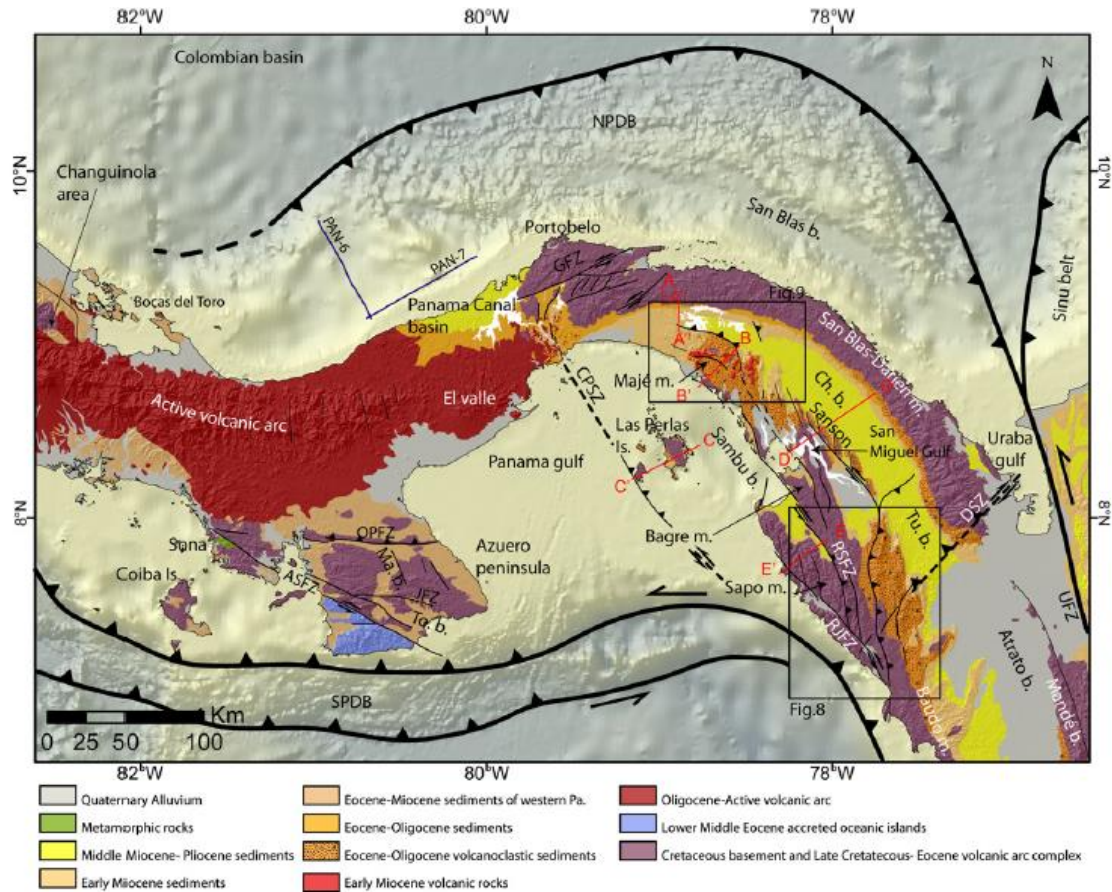


Figura 7. Mapa geológico regional, el círculo rojo muestra la ubicación de la Operación Minera. Tomado y modificado de Barat *et al.* 2014.

El Cinturón de deformación Norte o Complejo San Blas está compuesto por rocas sedimentarias, volcánicas y vulcano clásticas, parte de plateau oceánico, y rocas de proto arco a arco volcánico maduro. En la península de Portobelo, específicamente en la zona de estudio en el río de Piedras los afloramientos muestran un cinturón altamente deformado compuesto de tobas silíceas en contacto de falla con cuerpos basálticos de tipo dacita, diorita andesita y andesita horbléndica.

Entonces el Río de Piedras en la zona de interés minero corta a la Formación Ocù y ha arrastrado largo de su cauce y depositado en el cono de deyección, sedimentos de grano fino con arenas silíceas y los sedimentos de grano grueso son básicamente de composición volcánica tipo basalto diorítico y andesítico horbléndico. Ver geología local en el apartado siguiente.

4.6. Geología Local.

Los afloramientos observados por medio de los cortes en talud realizados para alojar el camino que lleva desde la vía principal hasta la confluencia del Río Manga de Indio con el Río de Piedras, son

rocas ígneas volcánicas de piso oceánico tipo dacita, la cual es de color verde claro y oscuro que meteoriza a marrón amarillento, las cuales se encuentran en contacto de falla con basaltos andesíticos horbléndicos de color gris oscuro a negro (figuras 8 A-B) y por otro lado existen lavas que son de color verde.



Figuras 8 A-B.- Contacto de falla entre basalto andesítico izquierda y dacítico derecha. Basalto dacítico en corte de carretera, color meteorizado amarillo y marrón claro.

La figura 9 ABC muestra el aspecto de los clastos depositados en el cauce del lecho del río en cuestión y son básicamente conglomerados de peñones, guijarros y gravas en una matriz arenosa. Los clastos son redondeados y son de origen ígneo volcánico, tipo basalto, dacita, andesita y lavas.



Figuras 9 A-B-C.- Conglomerado de peñones y guijarros de composición ígnea volcánica, basaltos de variada composición, andesítica, dacítica y horbléndica.



Entonces si se tiene que los sedimentos de variable granulometría que han sido depositados a lo largo de la cuenca de río de Piedras y en el lecho propiamente dicho, son de carácter ígneo volcánico, típico de piso oceánico, el litotipo o fuente de aporte no podrán ser rocas sedimentarias.

5. Reservas

Las reservas mineras del río de Piedras en la sección de interés se han estimado por medio de los estudios y evaluaciones hidráulicas que se ha realizado entre los meses de agosto a diciembre del año 2021 por el equipo multidisciplinario del promotor. La evaluación de reservas se ejecuta entre las progresivas 000+000 y 000+3.250 con base en la cartografía disponible, que consta de un plano topográfico actualizado a la fecha del estudio 2021, emitido por el Instituto Geográfico Nacional.

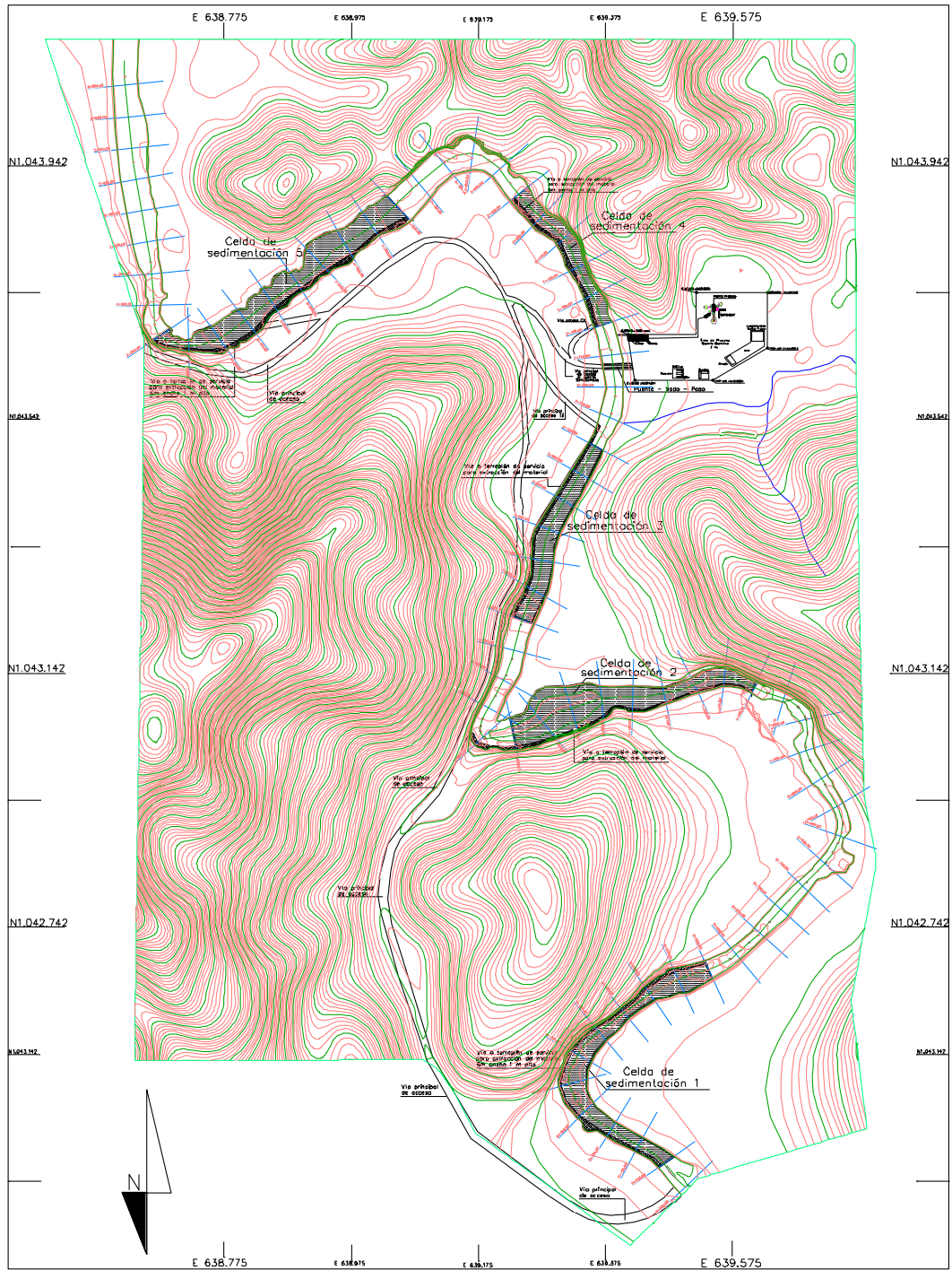
Entonces gracias a la batimetría del río y por medio de secciones verticales, aforos, cálculos de caudal líquido y caudal sólido, a lo largo de la sección de interés se estiman las reservas probadas. Entonces se proyecta el método minero idóneo y aplicado a nivel mundial para minería a cielo

abiertos en cauce de drenajes naturales, donde se definen cinco (5) celdas de sedimentación acotadas por progresivas, así como su superficie actual y distribución espacial con coordenadas se presentan en la tabla 3 y en la figura 11 respectivamente.

Tabla 3.- Progresivas y coordenadas de las celdas.

Coordenadas + Progresivas de las Celdas de Sedimentación				
Celda	Progresiva Inicial (m)	Progresiva Final (m)	Puntos	Coordenadas
1	0+050	0+550	T1-P1	E:639.458 ; N:1.042.364
			T1-P2	E:639.482 ; N:1.042.381
			T1-P3	E:639.433 ; N:1.042.411
			T1-P4	E:639.360 ; N:1.042.459
			T1-P5	E:639.446 ; N:1.042.486
			T1-P6	E:639.346 ; N:1.042.517
			T1-P7	E:639.358 ; N:1.042.543
			T1-P8	E:639.377 ; N:1.042.565
			T1-P9	E:639.507 ; N:1.042.639
			T1-P9	E:639.543 ; N:1.042.662
			T1-P10	E:639.543 ; N:1.042.662
			T1-P11	E:639.530 ; N:1.042.689
			T1-P12	E:639.474 ; N:1.042.675
			T1-P13	E:639.433 ; N:1.042.646
			T1-P14	E:639.386 ; N:1.042.602
			T1-P15	E:639.337 ; N:1.042.569
			T1-P16	E:639.315 ; N:1.042.543
			T1-P16	E:639.301 ; N:1.042.499
			T1-P17	E:639.310 ; N:1.042.455
			T1-P18	E:639.339 ; N:1.042.432
			T1-P19	E:639.361 ; N:1.042.422
			T1-P20	E:639.414 ; N:1.042.394
			T1-P21	E:639.458 ; N:1.042.364
2	0+1150	0+1550	T2-P1	E:639.605 ; N:1.043.111
			T2-P2	E:639.612 ; N:1.043.128
			T2-P3	E:639.574 ; N:1.043.147
			T2-P4	E:639.552 ; N:1.043.151
			T2-P5	E:639.470 ; N:1.043.120
			T2-P6	E:639.363 ; N:1.043.122
			T2-P7	E:639.279 ; N:1.043.120
			T2-P8	E:639.254 ; N:1.043.097
			T2-P9	E:639.225 ; N:1.043.072
			T2-P10	E:639.235 ; N:1.043.022
			T2-P11	E:639.263 ; N:1.043.027
			T2-P12	E:639.352 ; N:1.043.059
			T2-P13	E:639.411 ; N:1.043.082
			T2-P14	E:639.433 ; N:1.043.082
			T2-P15	E:639.525 ; N:1.043.115
			T2-P16	E:639.559 ; N:1.043.123
3	0+1800	0+2100	T3-P1	E:639.226 ; N:1.043.233
			T3-P2	E:639.260 ; N:1.043.221
			T3-P3	E:639.286 ; N:1.043.277
			T3-P4	E:639.296 ; N:1.043.341
			T3-P5	E:639.304 ; N:1.043.361
			T3-P6	E:639.371 ; N:1.043.493
			T3-P7	E:639.348 ; N:1.043.506
			T3-P8	E:639.262 ; N:1.043.366
			T3-P9	E:639.258 ; N:1.043.349
			T3-P10	E:639.256 ; N:1.043.299
			T3-P11	E:639.246 ; N:1.043.269
4	0+2300	0+2550	T4-P1	E:639.357 ; N:1.043.687
			T4-P2	E:639.386 ; N:1.043.696
			T4-P3	E:639.378 ; N:1.043.722
			T4-P4	E:639.371 ; N:1.043.737
			T4-P5	E:639.336 ; N:1.043.811
			T4-P6	E:639.304 ; N:1.043.854
			T4-P7	E:639.253 ; N:1.043.909
			T4-P8	E:639.226 ; N:1.043.888
			T4-P9	E:639.265 ; N:1.043.842
			T4-P10	E:639.295 ; N:1.043.824
			T4-P11	E:639.312 ; N:1.043.784
5	0+2800	0+3250	T5-P1	E:639.067 ; N:1.043.856
			T5-P2	E:639.031 ; N:1.043.894
			T5-P3	E:638.000 ; N:1.043.875
			T5-P4	E:638.964 ; N:1.043.843
			T5-P5	E:638.915 ; N:1.043.825
			T5-P6	E:638.905 ; N:1.043.815
			T5-P7	E:638.891 ; N:1.043.775
			T5-P8	E:638.810 ; N:1.043.727
			T5-P9	E:638.703 ; N:1.043.672
			T5-P10	E:638.690 ; N:1.043.686
			T5-P11	E:638.661 ; N:1.043.666
			T5-P12	E:638.683 ; N:1.043.654
			T5-P13	E:638.770 ; N:1.043.646
			T5-P14	E:638.809 ; N:1.043.665
			T5-P15	E:638.873 ; N:1.043.722
			T5-P16	E:638.971 ; N:1.043.788

Figura 11. Distribución de las cinco (5) celdas de sedimentación en la cuenca baja del río Piedra.



Durante el segundo semestre del año 2019 el comportamiento hidrológico e hidráulico del río Piedra ha sido controlado por una prolongada época de sequía, de acuerdo al fenómeno climático global “El Niño” que comenzó su nuevo ciclo a principio del año 2019. Por ende el arrastre de sedimentos se vio mermado, solamente depositando finos, a saber arenas y conglomerados de gravas, en las zonas donde se ha extraído material con anterioridad de manera artesanal (Canopi y la desembocadura de la quebrada Santa Isabel), lo cual se evidencia con las granulometrías efectuadas a las muestras tomadas en cada punto del río.

Pero para Diciembre 2020 ha llovido más gracias a la entrada de “La Niña” lo que ha propiciado una mayor y prolongada pluviometría, lo que se ha traducido en que hayan crecidas o cabezas de agua frecuentes, con fuertes pulsos de arrastre de sedimentos de granulometría variable entre 4’ y sedimentos tamaño arena, es decir conglomerados de peñones, gravas y arenas.

5.1. Reservas – Modelo Hidrogeológico.

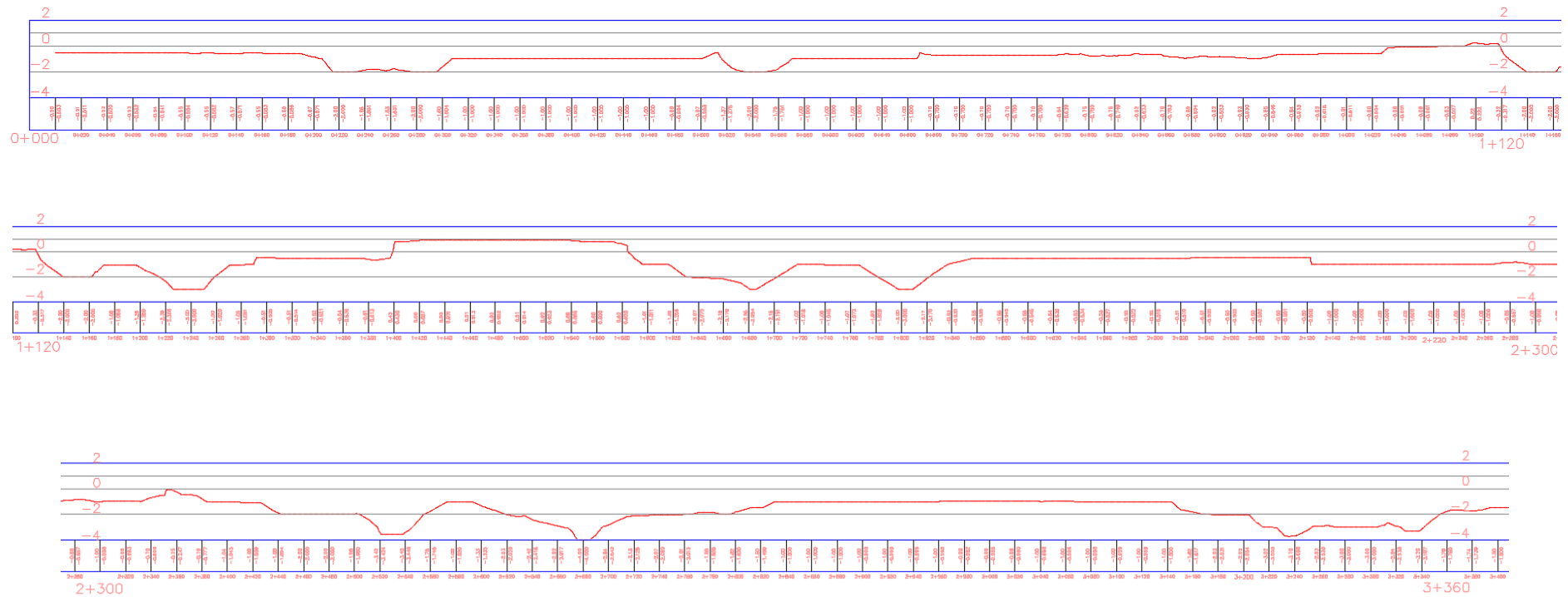
Las reservas probables se presentan en la tabla 3 y se calculan por medio de cortes transversales en toda la sección a permisar para extracción y dentro de la topografía disponible y actualizada a la fecha de la evaluación, así como en cada una de las trincheras de sedimentación proyectadas sobre el río Piedra, con base en la medición de las batimetrías correspondientes con el objetivo de establecer el fondo fluvial o lecho del río y sus márgenes.

El río Piedras para el momento de comenzar su aprovechamiento buscará conservar su equilibrio hidráulico a lo largo del tramo laborado, de acuerdo a estación seca o lluviosa las reservas explotables se han acomodado o depositado como se puede observar en el perfil longitudinal de la figura 12.

Tabla 3.- Tabla resumen de las reservas probadas Río Piedra.

Reservas (m3) Probadas Modelo Hidrogeológico			
Distancia sección permisada (m)	3250		
Ancho Promedio (m)	29.7		
Espesor cobertura sedimentos (m)	2.5		
Reservas (m3) Probables	233,717		
Tipo Sedimento	%	m3	Toneladas
Peñones	2.11	4,931	6,953
Gravas	64.58	150,937	224,897
Arena	19.80	46,276	87,462
Limo-Arcilla	13.51	31,568	60,927
Materia orgánica	2.48	5,796	5,738

Figura 12.- Perfil longitudinal de la sección de interés del río Piedra levantado en Agosto – Diciembre 2021.



Como se puede apreciar en la figura 12 el perfil del lecho del río no es constante o uniforme, y existen desniveles en las secciones donde se ha extraído en años anteriores material, pero de manera artesanal, en los puntos denominados Canopi y en la confluencia con la quebrada Santa Isabel, y que no afecta el comportamiento hidráulico actual, ya que han sido rellenados o recargados. Entonces para el período en cuestión se **tienen unas reservas probadas de 233.717 m³ de sedimentos tamaño arena, grava y peñones** más los limos y las arcillas, las cuales se separarán en el proceso productivo.

5.2. Reservas probadas

La tabla 4 muestra las reservas aprovechables para cada una de las trincheras de sedimentación y de acuerdo a las evaluaciones de detalle realizadas entre los meses de agosto a diciembre del año 2021, así como por medio de ensayos granulométricos para cada celda, además del ajuste por el método batimétrico a lo largo de la sección permitada para extracción.

Tabla 4. Resumen de las reservas probadas por celda de sedimentación.

Anexo 4: Resumen de las reservas probadas por celda de sedimentación					
Celda de Sedimentación 1	Progresivas I - F	0+050	0+550	15,390	m2
Reservas (m3) Probadas	30,780				
Tipo Sedimento	%	m3	Toneladas		
Peñones	5	1,539	2,170		
Gravas	31	9,542	14,217		
Arena	47	14,467	27,342		
Limo-Arcilla-Vegetal	17	5,233	10,099		
Celda de Sedimentación 2	Progresivas I - F	0+1150	0+1550	17,202	m2
Reservas (m3) Probadas	34,404				
Tipo Sedimento	%	m3	Toneladas		
Peñones	3	1,032	1,455		
Gravas	30	10,321	15,379		
Arena	48	16,514	31,211		
Limo-Arcilla-Vegetal	19	6,537	12,616		
Celda de Sedimentación 3	Progresivas I - F	0+1800	0+2100	10,068	m2
Reservas (m3) Probadas	20,136				
Tipo Sedimento	%	m3	Toneladas		
Peñones	1	201	284		
Gravas	33	6,645	9,901		
Arena	48	9,665	18,267		
Limo-Arcilla-Vegetal	18	3,624	6,995		
Celda de Sedimentación 4	Progresivas I - F	0+2300	0+2550	7,095	m2
Reservas (m3) Probadas	14,190				
Tipo Sedimento	%	m3	Toneladas		
Peñones	1	142	200		
Gravas	31	4,399	6,554		
Arena	51	7,237	13,678		
Limo-Arcilla-Vegetal	17	2,412	4,656		
Celda de Sedimentación 5	Progresivas I - F	0+2800	0+3250	18,597	m2
Reservas (m3) Probadas	37,194				
Tipo Sedimento	%	m3	Toneladas		
Peñones	0	0	0		
Gravas	27	10,042	14,963		
Arena	55	20,457	38,663		
Limo-Arcilla-Vegetal	18	6,695	12,921		

6. Planificación Minera

A continuación se presentan los lineamientos a seguir con el fin de lograr los volúmenes de extracción del yacimiento para suplir la demanda actual de agregado fino y grueso del mercado y de los proyectos viales, así como de infraestructura en la Provincia de Colón y Panamá.

6.1. Método Minero

El método de explotación minero es el convencional a “Cielo Abierto”, directamente sobre la sección del río definida para extracción de material granular (arena, gravas, limos y arcillas) con arranque mecánico gracias a la operación de una draga – grúa o dragalina y excavadoras hidráulicas. Figura 13 abajo.

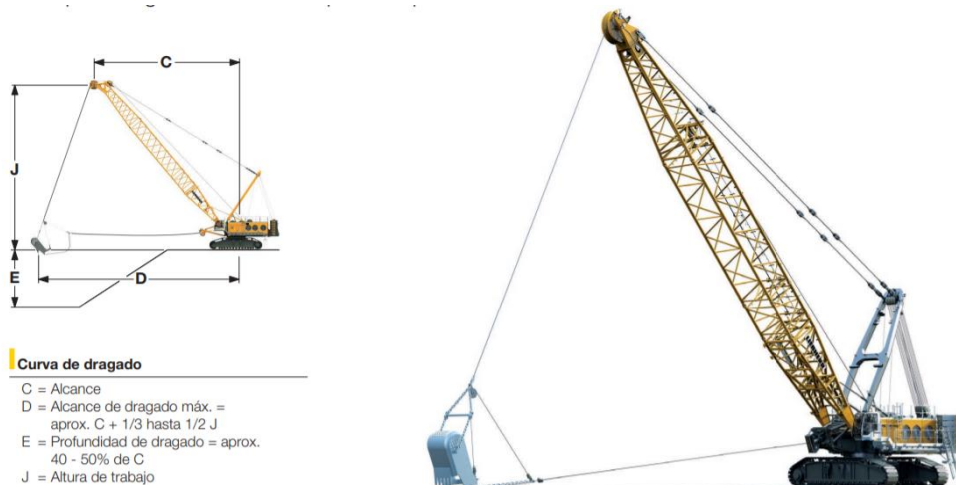


Figura 13.- Dragalina para extracción de material granular de río.

El aprovechamiento de ejecutará a partir de la conformación de cinco (5) celdas de sedimentación definidas en el tramo del Río Piedra (figura 11) comprendidas entre las progresivas 0+000 y 0+3250 ya descritas en los apartados anteriores, donde se tiene estimado extraer al menos 15.750 metros cúbicos de material todo-uno por mes, con una relación estimada de 19,8% de arena, 66,6% gravas y 13,5% de limos y arcillas.

6.2. Conformación de vías de servicio y acceso.

Se mantendrán todas las vías de acceso al río en buen estado y tratando de que las pendientes no superen el 12% de inclinación para que los camiones de acarreo puedan remontar cargados hacia la zona de soporte operativo donde se encuentra la planta de proceso.

6.3. Conformación y mantenimiento de playa o terraplén de extracción.

La playa se debe conformar y mantener en las secciones del río que se encuentren justo en la zona donde se han proyectado las celdas o trincheras de sedimentación, las dimensiones serán de al menos al menos 250 metros, aguas arriba y aguas abajo a partir del acceso al río y con un ancho de vía de hasta 6 metros.

El terraplén de laboreo se conformará acumulando los materiales granulares gruesos tipo grava de 1 a 4 pulgadas con arena de grano grueso y en menor grado limo y arcillas, las cuales ayudarán a la cohesión de la playa de trabajo. Desde la orilla W o base del talud al cual se adose en dirección del canal del drenaje, la rasante debe tener una pendiente de 1% con el objetivo que sea auto drenante post crecida, como se muestra en la figura 14.

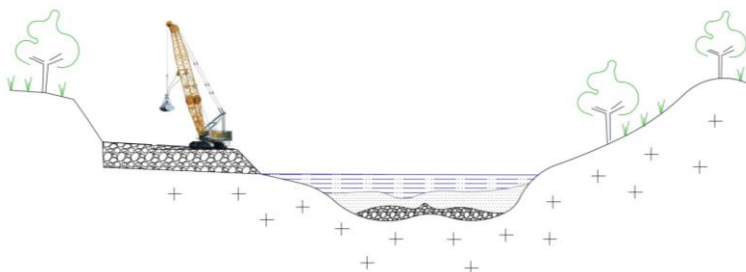


Figura 14 .Muestra la configuración y pendiente que debe tener la playa.

6.4. Rotación de las celdas de sedimentación.

A los fines de asegurar un aprovechamiento ajustado a la geomorfología del cauce del río de Piedra, así como, con base en las características y el comportamiento hidráulico, y la mecánica de los fluidos que controla la sedimentación de las distintas granulometrías (gravas, arenas, limos y arcillas) y tomando en cuenta la batimetría que posee el perfil del drenaje en cuestión a la fecha de su evaluación, Agosto - Diciembre 2021, se plantea una rotación de aprovechamiento a lo largo del año para las cinco (5) celdas permitidas, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Cronograma de extracción y rotación de celdas.

Cronograma de Extracción Celdas de Sedimentación					
Mes	Celda				
	1	2	3	4	5
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio					
Agosto					
Septiembre					
Octubre					
Noviembre					
Diciembre					
Trinchera	1	2	3	4	5
N° Rotación	3	3	2	2	2
Dragalina 1					

6.5. Esquema Operativo.

A continuación se presentan en forma detallada los equipos a utilizar y las labores mineras a ejecutar con el objetivo de cumplir con las metas de producción establecidas para el período 2022-2025.

Tabla 6. Resumen del esquema operativo de trabajo para la Operación Río Piedra.

Esquema Operativo Río Piedra				Disponibilidad Mecánica	Demoras Operativas	Eficiencia Operativa	Hrs/Turno Efectivas
Días/Mes	Turnos/Día	Hrs/Turno	Hrs/Mes	90%	85%	95%	7
20	2	8	320				

6.5.1. Extracción – Carga y Acarreo.

La extracción se realiza por medio de 1 dragalina las cuales deben cortar el lecho de río directamente con un máximo de profundidad de 3 m de acuerdo a la evaluación hidrogeológica realizada. La tabla 7 muestra en forma de resumen el esquema operativo para la draga así como de las capacidades de los equipos móviles encargados de realizar la carga y el acarreo.

Tabla 7. Resumen de las capacidades y producción de los equipos de extracción – carga y acarreo.

Equipos de Extracción - Carga y Acarreo Río Piedra						
Equipo	Cap (m3)	Hrs Planific.	Hrs Efectivas	Prod / Hrs	Turnos	Producción/Día
Dragalina 1	5	8	6	45	2	540
Excavadora	1.5	8	6	9	2	288
Camiones 2	23	8	6	138	2	1729
Cargador Frontal	2.3	8	6	55	2	960

El proceso de pre tolva de carga del material todo en uno en la playa de explotación, se llevará a cabo por medio de un cargador frontal, mientras que el acarreo desde el río a la tolva de alimentación de la planta es con camiones articulados de 23 m³ de capacidad, los cuales circularán a menos de 25 km/h por las vías de servicios y áreas de operaciones mineras.

6.5.2. Proceso productivo.

La planta de beneficio para producir agregados presenta una fase de trituración y dos clasificación, todo interconectado y trasportando el material con distintas granulometrías por un sistema sencillo de bandas transportadoras. La tabla 8 muestra en forma de resumen los equipos principales de la planta.

Tabla 8. Resumen de los equipos principales de la planta de beneficio de Río Piedra.

Equipos de Extracción - Carga y Acarreo Río Piedra						
Equipo	Cap (m3)	Hrs Planific.	Hrs Efectivas	Prod / Hrs	Turnos	Producción/Día
Dragalina 1	5	8	6	45	2	987
Excavadora	1.5	8	6	9	2	566
Camiones 2	23	8	6	138	2	1729
Cargador Frontal	2.3	8	6	55	2	960

Equipo	Marca	Modelo	Capacidad	Admite	Produce
Tolva de alimentación	-	-	120 ton/hrs	4'	Todo en uno
Triturador primario de cono	Telsmith	48FC	120 ton/hrs	4'	3/4"
Criba 1	Telsmith	Simplicity	80 ton/hrs	6'x20' DDD	D1: 4" / D2: 1-3/8" / D3: 3/8"
Criba 2	Telsmith	Simplicity	40 ton/hrs	6' x 16'	D1: 1-3/8" / D2: 3/8"
Tornillo lavador piedra	Eagle Iron	WS Coarse	40 ton/hrs	36'x32"	1'
Tornillo lavador arena	Eagle Iron	WS Fine	80 ton/hrs	44'x32"	3/8"
Sistemas de bandas transportadoras	Varias	-	35 ton/hrs	5' - 1'	-

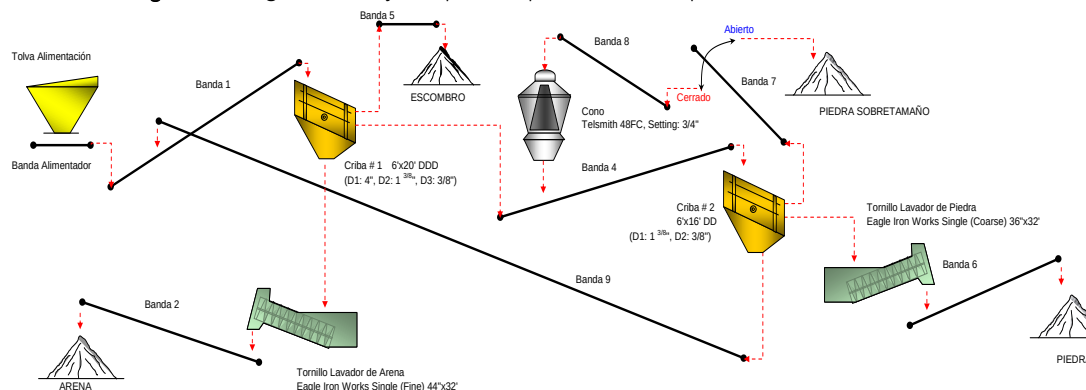
6.5.3. Capacidad instalada

El proceso productivo de la planta de beneficio posee una capacidad en su tolva de alimentación de 210 ton/hrs, mientras que la fase de trituración el cono puede reducir de tamaño hasta 120 ton/hrs y por último se tiene el proceso de clasificación por 2 cribas que logra procesar 90 ton/hrs.

6.5.4. Diagrama de flujo.

A continuación se presenta en forma esquemática el diagrama de flujos del proceso productivo de la planta de beneficio con sus equipos principales y secundarios, así como los tipos de materiales y granulometrías producidas en la figura 15 abajo.

Figura 15. Diagrama de flujo del proceso productivo de la planta Río Piedra.



6.6. Calidad.

Los productos a ser utilizados en la industria de la construcción, están bajo especificación técnicas de tamaños máximos y mínimos aceptables sino que, además, se dan las proporciones tolerables para una serie de tamaños, dentro del intervalo establecido por las normas ASSHTO.

6.7. Calidad de los agregados.

A continuación se presentan en las figuras 16 a la 18 las gráficas que corresponden a los ensayos granulométricos para cada uno de los tipos de agregados que se desean producir en la Planta de Río Piedra según norma vigente para agregados finos y gruesos.

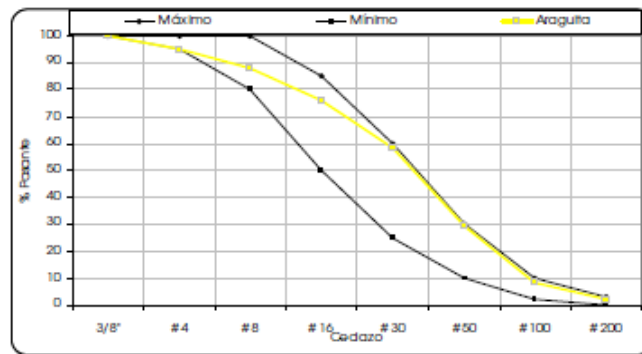


Figura 16 . Características físico químicas de la arena.

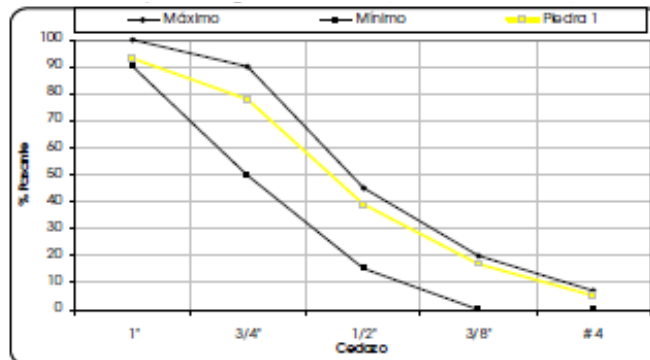


Figura 17. Características físicas de la piedra de 1 pulgada.

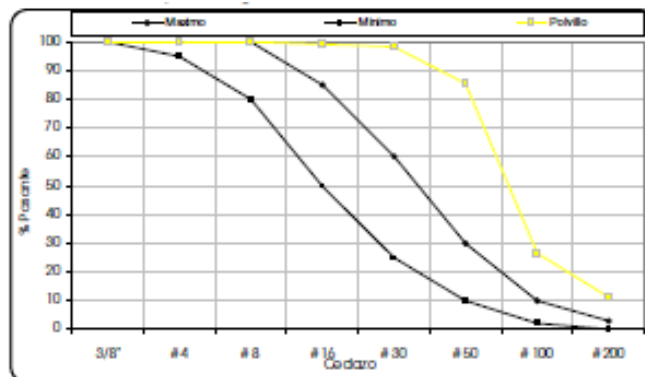


Figura 18 . Características físico del polvillo (limos y arcillas).

6.8. Mercado.

Básicamente la operación minera de agregados finos y gruesos de Río Piedra atiende con su producción a las plantas de concreto que suplen de dicho producto a la parte centro norte de Panamá, la cual se divide en dos (2) mercados principales, la zona Centro, Costa Arriba, Costa Abajo y parte de la zona Capital como se aprecia en la figura 19.



Figura 19. Mercados y zonas de influencia de los agregados finos y gruesos producidos.

7. Plan de Gestión Ambiental 2022 - 2025.

La Operación Río Piedra bajo la coordinación del departamento de Planificación Minera, desarrolla una gestión ambiental apegada a los principios y lineamientos de los entes del estado Panameño que rigen en la materia y que plantea el impulso de un nuevo modelo de desarrollo del país, así como también a los postulados asumidos en la Política Ambiental de la empresa, a través de los cuales se continuará implantando un conjunto de acciones, actividades y proyectos que permitirán controlar, mitigar, corregir y prevenir las potenciales desviaciones ambientales asociadas a la extracción y aprovechamiento de minerales no metálicos durante el periodo 2024-2027.

7.1. Programa de Recuperación y Mitigación Ambiental 2024-2027:

7.1.1 Manejo adecuado de los materiales y desechos peligrosos (aceites y grasas usadas) generados en la operación.

TOPICO: Materiales y desechos peligrosos generados en la operación.						
OBJETIVO	Manejar en forma racional y ambientalmente segura en las actividades de almacenamiento, transporte y destino final; los aceites, grasas y baterías usadas generadas en la operación.					
CARACTERIZACION DE LA MEDIDA						
Duración :	☒	Permanente		Temporal		
Propósito:	☒	Preventivo		Mitigante		Correctivo
Tipo:		Estudio	☒	Procedimiento		Obra
Localización:		Área de Mina	☒	Planta		Otra
DESCRIPCIÓN						
En cumplimiento a lo establecido en la Ley: Ley sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos: Normas para el Control de la Recuperación de Materiales Peligrosos y el Manejo de los Desechos Peligrosos, se continuará con el manejo ambientalmente seguro de aceites nuevos, baterías usadas, aceites y grasas usadas en la actividad de almacenamiento temporal, en las áreas destinadas para tal fin dentro de los predios de la operación Se incorporaran prácticas para mantener en resguardo los materiales en forma ambientalmente segura, a fin de evitar fugas y derrames de productos. En este sentido los aceites, grasas y lubricantes usados, así como los sólidos contaminados y filtros, se mantendrán segregados en tambores metálicos en buen estado, en condiciones de hermeticidad sin posibilidad de fugas, almacenando los mismos temporalmente en los depósitos definidos para tal fin, hasta alcanzar la cuota máxima para retiro y disposición final (70 tambores). El manejo de los aceites y grasas usados en la actividad de transporte se realizará con la empresa que posee la experiencia de dicho servicio, autorizada por el MI Ambiente, para su posterior traslado y destino final en Planta de Cemex donde serán tratados mediante co-procesamiento térmico.						

7.1.2 Mitigación de emisiones de polvo mediante la aplicación de riego programado en vías internas y externas adyacentes a la explotación.

TOPICO: Emisiones Atmosféricas						
OBJETIVO	Minimizar y controlar las emisiones de polvo durante el acarreo del material en las vías internas y áreas adyacentes a la instalación					
CARACTERIZACION DE LA MEDIDA						
Duración :	☒	Permanente		Temporal		
Propósito:		Preventivo	☒	Mitigante		Correctivo
Tipo:		Estudio	☒	Procedimiento		Obra
Localización:	☒	Área de Mina	☒	Planta	☒	Otra

DESCRIPCIÓN
Es una medida de carácter permanente que se aplicara en áreas de planta las vías de la operación que así lo amerite. La implantación de esta práctica se propone en cumplimiento a la Ley mediante el cual se dictan las Normas sobre calidad del aire y control de la contaminación atmosférica, a la observancia de los señalamientos establecidos en la Ley y por otro lado como parte de la responsabilidad social en el entorno de la instalación. Esta actividad se realizara de lunes a viernes (días de trabajo) mediante ciclos de riego que cubren la jornada laboral y en especial durante la salida y entrada de góndolas de la planta. Sin embargo la intensidad de la misma podrá sufrir variaciones debido al comportamiento estacional de las precipitaciones, en la cual su ocurrencia minimiza la resuspensión de polvo. La programación Incluye el riego diario programado sobre las vías de acceso a la planta, frentes de extracción, rutas de acarreo, áreas administrativas y vialidad externa a la planta. La implantación de esta medida mantendrá a disposición un camión cisterna con capacidad de 14.000 L y con equipo de aspersión de agua tipo flauta, dedicado exclusivamente a esta actividad. El agua utilizada proviene de pozos de agua subterránea disponibles en la municipalidad. Finalmente y dando cumplimiento a los requerimientos de Inpsasel para promover condiciones de medio ambiente de trabajo en bienestar de la salud de los trabajadores, se mantiene la dotación regular del equipo de protección respiratoria a todo el personal (permanente, ocasional y visitante), como una medida de prevención para controlar la exposición ocupacional a las emisiones de polvo en las áreas operacionales.

7.1.3 Programa de mantenimiento de la Laguna de Sedimentación.

TOPICO: Efluentes Líquidos: Mantenimiento Laguna de Sedimentación						
OBJETIVO	Realizar el mantenimiento programado a la laguna de sedimentación a fin de garantizar su disponibilidad y operatividad sin generar desviaciones ambientales					
CARACTERIZACION DE LA MEDIDA						
Duración :	X	Permanente		Temporal		
Propósito:	X	Preventivo		Mitigante		Correctivo
Tipo:		Estudio	X	Procedimiento	X	Obra
Localización:		Área de Mina	X	Planta		Otra
DESCRIPCIÓN						
Se realizará y ejecutará el programa de mantenimiento de la laguna de sedimentación, con la finalidad de mantener disponible y operativo el sistema de retención por celdas de sedimentos del efluente de lavado, a fin de cumplir con los estándares de calidad para vertidos líquidos en cuerpos de aguas al final de la descarga, con base a lo establecido en la ley que rige en materia. Adicionalmente se realizaran labores programadas de mantenimiento de las bermas de seguridad o diques desarrollados en la periferia de cada celda de retención, con el objeto de eliminar riesgos de desbordamiento, y optimizar el espacio disponible en cada una de ellas.						

--

7.1.4 Programa de monitoreo trimestral del efluente de la laguna de sedimentación que descarga al río Piedra.

TOPICO: Efluentes Líquidos: Monitoreo descarga efluente de Laguna de Sedimentación					
OBJETIVO	Realizar el monitoreo sistemático de la calidad del efluente liquido proveniente de la descarga de la laguna de sedimentación.				
CARACTERIZACION DE LA MEDIDA					
Duración :		Permanente	X	Temporal	
Propósito:	X	Preventivo		Mitigante	Correctivo
Tipo:	X	Estudio		Procedimiento	Obra
Localización:		Área de Mina		Planta	X Otra
DESCRIPCIÓN					
En cumplimiento a lo establecido en los decretos referente a las normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos, se dará continuidad al programa de muestreo y caracterización trimestral del fluente proveniente de la laguna de sedimentación que descarga directamente al río piedra. Lo cual permitirá evaluar la eficiencia del sistema de retención de sólidos y tomar las medidas correctivas pertinentes de detectarse alguna desviación ambiental.					

7.1.5 Programa de arborización de áreas

TOPICO: Compensación ambiental por reforestación					
OBJETIVO	Programar y ejecutar programa de arborización para estabilización de taludes o compensación ambiental en áreas externas a la planta.				
CARACTERIZACION DE LA MEDIDA					
Duración :		Permanente	X	Temporal	
Propósito:	X	Preventivo		Mitigante	Correctivo
Tipo:	X	Estudio		Procedimiento	X Obra
Localización:		Área de Mina		Planta	X Otra
DESCRIPCIÓN					
Aun y cuando la actividad de extracción se continuará realizando sobre el mismo tramo del río, sin intervención de terrazas aluviales que ameriten actividades de deforestación, se ha previsto como parte del programa de recuperación y/o compensación de áreas intervenidas, formular y ejecutar acciones vinculadas a programas de arborización con especies autóctonas de la zona, en áreas internas de la propiedad y cercanas a la comunidad. Así mismo, según se desarrolle la morfodinamica de las terrazas aluviales (margen derecha) por el efecto de las crecidas del río en época de lluvias, se formularan planes de estabilización por medios vegetativos sobre el talud de terraza en la margen izquierda del río y en las bermas de seguridad de la laguna de sedimentación.					

7.1.6 Manejo de Desechos Industriales de naturaleza No Peligrosa

TOPICO: Desechos Sólidos no Peligrosos					
OBJETIVO	Manejar en forma racional y ambientalmente segura los desechos industriales de naturaleza no peligrosa				
CARACTERIZACION DE LA MEDIDA					
Duración :	X	Permanente		Temporal	
Propósito:	X	Preventivo		Mitigante	X Correctivo
Tipo:		Estudio	X	Procedimiento	X Obra
Localización:		Área de Mina		Planta	X Otra
DESCRIPCIÓN					
Los desechos sólidos industriales de naturaleza no peligrosa generados en planta, serán manejados internamente en sus fases de segregación, clasificación y resguardo para su posterior retiro y disposición final por parte del aseo domiciliario del municipio, conforme a lo establecido en los decretos mediante el cual se dictan las normas para el manejo de desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos, se contara en distintas áreas de planta con envases-bolsas de alta densidad identificados para tal fin, los cuales serán acopiados en un sector de planta acondicionado para ello.					

7.1.7 Evaluación fluvial y monitoreo de obras de control hidráulico.

TOPICO: Comportamiento hidráulico del río tuy y obras de control					
OBJETIVO	Programar y ejecutar las evaluaciones fluviales semestrales en la sección del río Piedra donde se realiza la extracción, a fin de evaluar el las reservas y obras de control hidráulico asociadas.				
CARACTERIZACION DE LA MEDIDA					
Duración :		Permanente	X	Temporal	
Propósito:	X	Preventivo		Mitigante	X Correctivo
Tipo:	X	Estudio		Procedimiento	X Obra
Localización:		Área de Mina		Planta	X Otra
DESCRIPCIÓN					
Se continuara con el programa semestral de evaluación fluvial de reservas probadas en el tramo del Río Piedra, donde se realiza la extracción de minerales no metálicos, a fin de generar información sobre las condiciones de las secciones y del perfil longitudinal, evaluar el progreso de la actividad de extracción, la recuperación de lecho del río y estimar los potenciales efectos sobre el cauce. Por otro lado se mantendrá un seguimiento a las condiciones de la vía de acceso principal.					

7.2. Plan de Supervisión Ambiental

El Plan de Supervisión Ambiental que se desarrollará durante las diferentes etapas que conforman el Plan Minero 2022-2025 del Río Piedras, permitirá realizar un seguimiento periódico y oportuno al cumplimiento de la normativa minera y ambiental vigente, que regulan las actividades de extracción de minerales no metálicos y demás actividades conexas relacionadas con el proceso, así como a la implantación de las medidas y/o acciones de prevención, control y mitigación contempladas en el programa de recuperación ambiental.

Adicionalmente, el plan contemplará el seguimiento sistemático al cumplimiento de las condicionantes que establezca el Ministerio de Ambiente en el respectivo permiso de autorización de afectación de recursos.

Los objetivos previstos con el Plan de Supervisión Ambiental son los siguientes:

- ◆ Revisar el estatus de cumplimiento de la normativa ambiental vigente, aplicable a los procesos propios y conexos de explotación y aprovechamiento de minerales no metálicos en Río Piedra.
- ◆ Verificar la implantación progresiva de las acciones de prevención, mitigación y control ambiental contempladas en el Programa de Recuperación Ambiental para el periodo 2024-2027
- ◆ Verificar el avance de los condicionamientos técnicos previstos en la Autorización para la Afectación de Recursos Naturales que otorgue el MICI y Ministerio de Ambiente, para la extracción y aprovechamiento de material granular no metálico en la zona sujeta al plan de explotación.

La implantación del plan se realizara con base al seguimiento y/o monitoreo de las acciones mitigación y recuperación ambiental consideradas:

- A. Manejo adecuado de los materiales y desechos peligrosos (aceites y grasas usadas) generados en la operación.
- B. Manejo de desechos domésticos y chatarra
- C. Aplicación de riego programado en vías internas y externas adyacentes a la explotación.
- D. Mantenimiento programado a las lagunas de captación de agua
- E. Plan de Reforestación
- F. Plan de Explotación
- G. Plan de Gestión Social

A los efectos del seguimiento a la normativa ambiental vigente se diseñaran listas de verificación y cumplimiento, que permitan levantar sistemáticamente las consideraciones vinculadas a la actividad en relación a los siguientes Decretos:

- A. Decreto mediante el cual se dictan las normas para el control de la recuperación de materiales peligrosos y el manejo de los desechos peligrosos.
- B. Decreto mediante el cual se dictan las normas par el manejo de desechos sólidos de origen doméstico, comercial, industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos.
- C. Decreto mediante el cual se dictan las Normas sobre calidad del aire y control de la contaminación atmosférica.
- D. Decreto mediante el cual se dictan las normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos.
- E. Decreto mediante el cual se dictan las normas para regular las actividades capaces de provocar cambios de flujo, obstrucción de cauces y problemas de sedimentación.
- F. Decreto mediante el cual se dictan las normas ambientales sobre movimientos de tierras y conservación ambiental.
- G. Decreto. mediante el cual se dictan las normas ambientales para la apertura de picas y vías de acceso.
- H. Decreto. mediante el cual se dictan las normas sobre el control de la contaminación generada por ruido.

8. Anexos

Anexo 1. Plano Área de Extracción Minerales no Metálicos.

REGISTRO FOTOGRAFICO

Captura de especies n el tramo del posible desarrollo del proyecto.







Respuesta- Cap 11 del EsIA

En atención a las observaciones realizadas por la Dirección de Política Ambiental, al proyecto EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO, GRAVA DE RIO, que consiste en extracción y aprovechamiento de minerales no metálicos del río Piedra en María Chiquita, Distrito Portobelo, Provincia de Colón, tenemos a bien indicar que se ha procedido a realizar los ajustes correspondientes, es decir, se han considerado todos los impactos sociales y ambientales que fueron jerarquizados en la Matriz de Identificación y Valoración de Impactos Potenciales Generados por el proyecto (Cuadro 6.2.3); en donde se realizó valoración económica a todos aquellos impactos positivos y negativos con calificación de importancia ambiental igual o mayor que 28 ($IM \geq 28$).

Al realizar un Estudio de Impacto ambiental se debe considerar claramente las implicaciones que tiene el proyecto sobre algunos de los factores ambientales, por causa de los cambios generados por una determinada acción del proyecto.

En el caso de este proyecto se consideraron algunos impactos que responden a las siguientes características:

- Que producen modificación en el ambiente
- Que esta modificación debe ser observable y medible.
- Que solo se consideran impactos aquellos derivados de la acción humana que modifican la evolución espontánea del medio afectado.
- Para que la alteración pueda ser considerada y valorada como tal, debe alcanzar una dimensión y una significación mínima que justifique su estudio y su medida.

En este sentido para seleccionar los impactos ambientales del proyecto que estarán sujetos a la valoración monetaria o económica, hemos considerado los siguientes criterios:

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

Los impactos ambientales del proyecto identificados en el capítulo 9 del Estudio de se clasifican según su importancia en bajos, moderados, altos y muy altos. De acuerdo con los parámetros establecidos por el Ministerio de Ambiente se determina el número aproximado de impactos ambientales a ser valorados, aplicando la siguiente fórmula:

$$N = 0.3*IB + 0.6*IM + 0.9*IA$$

Dónde:

N = Número de impactos a valorar

IB = Número de impactos de importancia muy baja y baja

IM = Número de impactos de importancia moderada o media

IA = Número de impactos de Importancia alta y muy alta

Para comprender la aplicación de la fórmula descrita, se utiliza la escala establecida en el capítulo 9, en lo que respecta a la jerarquización de los impactos:

Tabla No. 11-1 Valoraciones de la Matriz de Importancia

Valor Mínimo	Valor Máximo	Importancia del impacto (IM)	Número de Impactos
> 75		Muy Alto	
50	75	Alto	11
25	50	Moderado	20
0	< 25	Bajo	3

Aplicando la fórmula antes descrita, se obtienen la cantidad de impactos a los cuales se le realizará la valoración económica correspondiente:

$$N = 3(0.3) + 20(0.6) + 11(0.9)$$

$$N = 0.9 + 12 + 9.9$$

$$N = 22.8 \approx 23$$

Para el desarrollo del presente capítulo se consideraron 23 impactos ambientales y sociales de los 34 identificados en el Capítulo 9. De estos son 10 negativos y 3 positivos, de los cuales 6 están clasificados como impactos moderados; 4 como alto; y 3 con impacto alto o positivo, que reflejamos en el cuadro siguiente:

Tabla 11-2 Número de Impactos ambientales y sociales que serán Valorados económicamente

Descripción de impacto negativo	No. de Impactos Seleccionados	Descripción de impacto positivo	No. de Impactos Seleccionados
Muy Alta			
Alto	5	Alto	5
Medio	12	Medio	
Bajo	1	Bajo	
Total	18		5

Para el presente análisis fueron considerados 6 impactos ambientales y sociales identificados tanto para la fase de construcción (todas las etapas) y operación, de los cuales 5 impactos son negativos y 1 positivo y casi todos clasificados como impactos de menor importancia y uno de importancia positiva; que reflejamos en el cuadro siguiente:

Tabla 11-3 Resumen de los Impactos Sociales y Ambientales a Valorar Económicamente

Factores	Impactos	Fases		IM	Metodología de Valoración Económica
		C	O		
Suelo	Compactación del suelo	-29	-35	Moderado	Transferencia de Bienes
	Generación de residuos	-30		Moderado	Transferencia de Bienes
	Posible afectación del suelo por derrames puntuales de maquinarias	-19	-28	Moderado	Transferencia de Bienes
	Exposición de procesos erosivos	-29		Moderado	Transferencia de Bienes
	Inestabilidad en taludes en aproximación hacia río	22		Bajo	Transferencia de Bienes
Aire	Generación de ruido y vibraciones	-26	-34	Moderado	Transferencia de Bienes
	Generación de gases producto de la combustión de los motores	-19	-31	Moderado	
	Levantamiento de partículas por el paso o movilización de los equipos y maquinaria	-19		Bajo	
	Afectación a la comunidad por partículas de polvo		-33	Moderado	Transferencia de Bienes
Hídrico	Alteración de la calidad del agua del río por sedimentos	-53	-52	Alto	Transferencia de Bienes
	Alteración de la dinámica hidráulica de río por disminución de espacio de cauce	-55	-52	Alto	Transferencia de Bienes
	Alteración en la cantidad de material de fondo de río		-39	Moderado	Transferencia de Bienes
	Riesgo de cambios en la batimetría natural del río (morfología subacuática)	-55		Alto	Transferencia de Bienes
	Generación de aguas residuales (lavado de material)		-33	Moderado	
	Mejoramiento de la hidráulica de la sección del río		+32	Moderado	
	Reposición de material dragado en área impactada		+44	Moderado	
	Retorno de las condiciones de cauce de río		+32	Moderado	
Vegetación	Pérdida de vegetación	-32		Moderado	Transferencia de Bienes
	Generación de residuos vegetales	-28		Moderado	

Factores	Impactos	Fases		IM	Metodología de Valoración Económica
		C	O		
	Afectación a la vegetación por partículas de polvo		-41	Moderado	
	Propiciar vegetación espontánea de los entornos	+51		Alto	Transferencia de Bienes
Fauna	Afectación a la fauna subacuática		-52	Alto	Transferencia de Bienes
	Desplazamiento de Fauna	-39		Moderado	Transferencia de Bienes
Paisaje	Modificación de paisaje (Intervención de territorio con valor paisajístico)	-55	-30	Alto	Transferencia de Bienes
	Mejoramiento en la calidad estética y ambiental del área del proyecto	51		Alto	
	Mejoramiento de la calidad estética y paisajística	51		Alto	
Socioeconómico	Probable ocurrencia de accidentes laborales	-27		Moderado	Transferencia de Bienes
	Generaciones de nuevas condiciones a la comunidad (imposibilidad del uso recreativo del río)		-30	Moderado	
	Beneficio a la comunidad por la habilitación y acondicionamiento y por conexión del puente	61		Alto	Efecto Multiplicador
	Generación de empleos temporales	51		Alto	Precio de Mercado
	Dinamización de la economía local	63		Alto	Efecto Multiplicador
	Demanda de servicios de las instalaciones locales de salud.	-26		Moderado	
	Alteración de los procesos migratorio	21		Bajo	

A continuación, presentamos la valoración económica de estos impactos:

11.1. Beneficios Económicos Ambientales

A continuación, presentamos la valoración económica de estos impactos:

➤ Propiciar vegetación espontánea de los entornos

Para el proyecto se espera una revegetación de 2.78 hectáreas para recuperar parte de la cobertura vegetal retirada; esto supone un impacto positivo para el ambiente, ya que mantendrá la calidad del aire en el área de influencia; así como también mejorará el paisaje ya que se utilizarán especies ornamentales causando un efecto visual agradable y positivo para las nuevas instalaciones hospitalarias.

Para valorar el impacto ambiental de éste punto utilizamos el método de cambio de productividad, por efecto de la transferencia de carbono a la atmosfera como factor de valoración; en donde cada hectárea contiene 175 toneladas de carbono y una tonelada de carbono transferida a la atmósfera, lo que equivale a 3.67 toneladas de dióxido de carbono (CO₂), la cual es obtenida de acuerdo a estudios realizados por el Center for International Forestry Research (CIFOR), de acuerdo a información establecida en otros estudios de impacto ambiental como lo son: Categoría II: Extracción de Grava y Arena de río para Obras Públicas (Río San Félix), Construcción de la Vía de Acceso al área de expansión de la Zona Libre de Colón Fase-II, Diseño y Construcción de Vías Colectoras Norte y Sur para el Intercambiador Howard: Carretera Panamericana-Tramo Puente de las Américas-Arraiján; Categoría III Puente sobre el Canal de Panamá, en donde, TONdeCO₂TRANFERIDOporPROYECTO para:

Revegetación	= 2.78 * 175 * 3.67	= 1,785,46 toneladas (CO ₂)
--------------	---------------------	---

Como señalamos anteriormente, el proyecto generará un cambio en la estructura del suelo por el movimiento de tierra, conformación de la superficie entre otros; este cambio provocará una transformación del área en cuanto al desarrollo de una arborización cónsona con el nuevo uso de suelo, por lo que se espera una revegetación espontánea en el área, por lo cual procedimos a calcular el servicio ambiental que brinda la cobertura vegetal a la economía panameña, cuyo resultado es el siguiente:

$SA_{ch} = 1,785,46 * 99.89 = 178,349.60$

Para el cálculo de los beneficios o servicios ambientales obtenidos por la restauración del Bosque (PCV) hemos utilizado datos actuales de los mercados internacionales en donde el precio, durante el mes de abril de 2023 es de 90.34€/ton, que es el precio promedio establecido para 30 días, según la Bolsa de SENDECO₂ que es un Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono. Dicho valor está dado en euro por lo cual se aplicó la conversión a dólares americanos para poder realizar los cálculos correspondientes a la fecha antes indicada (abril 2023), obteniendo como resultado B/.99.89 US\$/tonelada.

11.2. Costos Económicos Ambientales

➤ Compactación del suelo

En la etapa de construcción, los impactos al suelo están relacionados con las pérdidas de suelo por erosión hídrica durante la estación lluviosa, la erosión eólica durante la época seca,

disminución de la capacidad de infiltración del suelo y la compactación de los suelos; todos ellos asociados a la remoción de cobertura vegetal, movimiento de tierras, entre otros.

Con este impacto las partículas del suelo sufren un “reordenamiento”, aumentando el contacto entre ellas, disminuyendo el espacio poroso e incrementando la densidad aparente” (Soil Science Society of América, 1996), siendo uno de los efectos más conocidos la reducción del espacio poroso, principalmente de los macro poros, acompañado por un aumento en la resistencia del suelo a la penetración.

Estos fenómenos tienen implicancias directas e indirectas sobre el desarrollo de los cultivos al afectar principalmente el abastecimiento de agua y nutrientes a la planta, ya que alteran la capacidad de infiltración de agua y su redistribución en el perfil del suelo, la aireación, la resistencia mecánica del suelo a la penetración de las raíces, la transferencia de calor y el movimiento de nutrientes. La reducción de la tasa de infiltración aumenta las pérdidas por escurrimiento y disminuye la reserva disponible para los cultivos, comprometiendo la productividad de estos.

Para la valoración económica de este impacto, consideramos el método de transferencia de bienes y asumimos el concepto de costo de oportunidad utilizado EsIA Cat. II Estaciones Complementarias a la Línea 3 (Arraiján Mall, Cáceres y San Bernardino)¹ y valoraremos la pérdida de productividad agrícola de un producto típico de siembra del área, como consecuencia de dicha disminución de la capacidad de infiltración. En este caso hemos escogido el arroz.

Tabla 11-4 Valoración Económica por disminución de la capacidad de infiltración

Indicador	Unidad de medida	Valor
Área afectada por compactación	hectárea	4
Rendimiento (arroz)	QQ x ha	98
Producción potencial del área afectada	QQ	392
Pérdida de producción por compactación	%	20%
Pérdida de producción por compactación	QQ	78.4
Valor comercial arroz	QQ	24.5
Monto de la pérdida por compactación		B/. 1,920.80

¹ URS Holdings, Inc. Octubre, 2018

➤ **Generación de residuos**

La implementación de un manejo adecuado de los desechos sólidos y líquidos resultantes de las operaciones del proyecto, para evitar riesgos sobre la salud pública y la contaminación del suelo, aire, agua y contaminación visual por una incorrecta disposición de estos, se establecieron en el Plan de Manejo Ambiental.

La disposición inadecuada de escombros, también es una problemática ambiental urbana que se relaciona no sólo con la invasión de espacio público y destrucción de ecosistemas, sino que también por inconvenientes presentados en los sistemas de acueductos y alcantarillados por las obstrucciones que pueda ocasionar. Es importante que los generadores de escombros o residuos de construcción o demolición, revalúen la estrategia de contratar un servicio para deshacerse de estos desechos, puesto que generalmente son vertidos o arrojados en forma inescrupulosa a las zonas verdes, vías públicas y áreas recreativas. Es por ello que para valorar económicamente éste impacto hemos considerado el método de transferencia de bienes del Estudio realizado sobre “Valoración Económica del manejo integral de los residuos sólidos de la Ciudad de Lambaré, Departamento Central, Paraguay, realizado en 2010, donde se obtuvo la disponibilidad a pagar, cuyo resultado fue de GS.18,829, que convertido a dólares estadounidenses representa un valor de B/.2.72 del monto actual de pago, que multiplicado por el total de las viviendas de los corregimientos de María Chiquita y Portobelo, Distrito Portobelo, Provincia de Colón se obtiene un valor económico para éste tipo de residuos sólidos.

$$VE = 1,798 * 2.72 = 4,890.56$$

➤ **Posible afectación del suelo por derrames puntuales de maquinarias**

Gestionar un manejo adecuado de las afectaciones generadas por el proyecto en la calidad del suelo, debido a la probabilidad de derrames por la presencia de maquinaria, equipos y obras provisionales durante la fase de construcción, fue considerado a través de las medidas preventivas y de mitigación, consignadas en el Capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental. Dentro de las medidas consideradas en el Plan de Manejo Ambiental, podemos mencionar:

- Mantenimiento adecuado a los vehículos y maquinaria de obra.
- Disponer de un kit anti-derrame
- Las sustancias consideradas como residuos y/o desechos peligrosos (aceites usados, residuos de combustibles, paños y trapos contaminados con hidrocarburos, envases vacíos y residuos de productos químicos), deberán entregarse únicamente a gestores

autorizados, para que se dé la disposición final. El manejo debe ser acorde a lo dispuesto en la norma nacional.

- Instruir a los trabajadores sobre el adecuado manejo de productos contaminantes.
- No lavar ningún equipo utilizado en la obra dentro de los cursos de agua.
- Las operaciones de mantenimiento se realizarán en zonas y talleres habilitados para dicho fin, de manera que los desechos de estas actividades no contaminen el suelo.

En lo que respecta a la valoración económica de este impacto, es importante señalar que se podrán generar durante la construcción del proyecto, en los talleres de mantenimiento de maquinaria, taller de herrería y soldadura, residuos de aceite hidráulico, almacén de productos químicos derrames o contacto directo con el suelo que pueden permitir su ingreso y dilución en el agua freática alterando su composición química, por lo que se ha considerado la contaminación por uso de combustible.

La quema de un litro de gasolina produce 2,32 Kg de dióxido de carbono en la atmósfera; pero un litro de diésel, debido a su mayor densidad y mayor contenido de carbono, produce 2,63 Kg de CO₂. Para el proyecto se ha identificado 142,224 galones de combustible mensual se calculó a razón de B/.4.44 el galón de acuerdo con la plataforma de GlobalPetrolPrices que establece dichos precios a partir del 24 de abril de 2023. Para los primeros 5 años hemos considerado el 25% del valor total de las operaciones; y a partir del año 6to. al 8vo año se ha calculado el valor en un 50%; y a partir del noveno año el total de los galones a utilizar que representa unos 631,474.56 miles de balboas por los galones de combustible que se utilizarán en el desarrollo del proyecto.

➤ **Exposición de procesos erosivos e Inestabilidad en taludes en aproximación hacia río**

La remoción de la capa vegetal en el área de influencia directa podrá provocar flujos de escorrentía, sedimentación de partículas y erosión, por lo cual se procedió a realizar la valoración económica de este impacto, tomando en consideración estudios que permiten la medición de la pérdida de productividad y de nutrientes por causa de la erosión a través de la metodología de Transferencia de Bienes que permite utilizar valores de estudios realizados en la región. A continuación, los cálculos desarrollados:

○ **Pérdida de Nutrientes por Erosión**

Para valorar este impacto ambiental utilizamos el método de Costo de Reemplazo² del impacto ambiental, en donde se consideraron las cantidades y el costo de fertilizantes

² ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México Helena Cotler, Carlos Andrés López, Sergio Martínez-Trinidad (2011)

requeridos para reemplazar los nutrientes medidos que se pierde a consecuencia de la erosión de suelos. Los resultados obtenidos en dichos estudios aproximan al costo del servicio ambiental por la presencia de macronutrientes, en donde se consideró el escenario crítico establecido (donde 1 cm de suelo erosionado ocasiona la pérdida de 300 kg) y se establece el costo en B/.22.10 por hectárea, tomando en consideración los costos asociados a la pérdida de nitrógeno, fósforo y potasio alcanzan (B/.6.2 por ha, B/.9.6 por ha y B/.6.3 por ha), respectivamente.

Partiendo de esta premisa, podría decirse que el valor económico del servicio ambiental que brinda el componente forestal sobre conservación de suelos, se multiplica el valor económico por la pérdida de nutrientes (B/. 22.10) por el número de hectáreas totales que se afectarán con la pérdida de la cobertura vegetal que producirían efectos negativos por la pérdida de nutrientes en el suelo.

Para esta estimación utilizamos la siguiente ecuación:

$$VE (Cs) = AD \times Ve$$

Donde:

VE: Valor económico del servicio ambiental conservación de suelos

AD: Pérdida de Cobertura Vegetal

Ve: Valor económico de la pérdida de nutrientes

$$VE = 4 * 22.10 = 88.40$$

○ Pérdida de Productividad por erosión

El valor económico de la pérdida de productividad por hectárea³ en un sitio determinado i se aproxima en el estudio utilizado como referencia con la siguiente ecuación:

$$C_i = P_m * \Delta y_{ij}$$

Donde C_i : Es el costo de la erosión por hectárea

P_m : Es el precio de mercado por tonelada de producto agrícola, y

Δy_{ij} Es la pérdida de producto en toneladas/ha asociada a la pérdida de centímetros de suelo en el sitio i.

³ ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México Helena Cotler, Carlos Andrés López, Sergio Martínez-Trinidad (2011)

El precio de mercado utilizado es de B/.248.00 USD por tonelada, en un escenario crítico que se establece para un rango máximo de (0.3 ton/ha) y el rendimiento promedio de ton/ha para los cultivos agrícolas que se establece en 2.29 ton/ha promedio, Obteniendo un valor total de:

$$VE = 4 * 567.92 = 2,271.68$$

El valor económico total de este impacto se aprecia en el cuadro siguiente:

Tabla 11-5 Valoración económico total del Impacto

Descripción	Valor Económico Anual del Impacto
Pérdida de Nutrientes por Erosión	B/. 88.40
Pérdida de Productividad por erosión	B/. 2,271.68
Valor Total del Impacto	B/. 2,360.08

➤ **Generación de Ruido y Vibraciones**

○ Ruido

En el área del proyecto durante la fase de construcción se esperan niveles de ruido que causan afectación a la calidad del aire generada por contaminación acústica proveniente de herramientas manuales y equipos pesados utilizados en los procesos de construcción; para los cuales se han tomado en cuenta algunas medidas de mitigación tales como barreras naturales (vegetación, topografía, etc.) y uso del equipo de protección personal, para los trabajadores como: tapones y orejeras contra ruido, según la dosis de ruido en el puesto de trabajo, en cumplimiento de la norma DGNTICOPANIT 44-2000.

Para realizar la valoración económica de éste impacto hemos procedido a revisar estudios recientes, presentados por URS Holding Inc. en el EsIA Cat. II Estaciones Complementarias a la Línea 3 (Arraiján Mall, Cáceres y San Bernardino), toda vez en Panamá no contamos con estudios de disposición al pago (DAP) de los hogares por reducción unitaria de dB(A) del ruido, dado que la realización de encuestas son herramientas sumamente costosas, que normalmente no son contempladas para realizar los estudios de impacto ambiental. Dicho esto, aplicaremos para este cálculo los valores estimados de un país latinoamericano tipo con características similares a Panamá, en donde se han aplicado encuestas DAP.

Sin embargo, para calcular el costo de la pérdida de bienestar ocasionada por el exceso de ruido, se utilizó el Método de Transferencia de Bienes que permite interpolar un valor de un estudio relacionado para obtener el dato. En este caso la experiencia chilena estableció un costo de B/.22.32 por decibeles anuales, en un período de 4 años (48 meses) que dure la construcción. Para lo cual se consideró un 20% de los hogares que puedan afectarse, que representa un aproximado de 360 viviendas en el área de influencia directa e indirecta; así como también el tiempo de ejecución de la obra.

Para el cálculo monetario de la pérdida de bienestar ocasionado por exceso de ruido se utilizó la siguiente fórmula:

$$C_{PBtm} = (H_a * C_a) * C_{dba} * dB_{sn}$$

En donde,

C_{PBtm} Costo de la pérdida de bienestar ocasionada por exceso de ruido por tramo o estación

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

dB_{sn} Cantidad de dB(A) que se debe reducir por tramo o estación

Se estimó el costo económico total por pérdida de bienestar utilizando la siguiente ecuación:

$$C_{PBt} = \sum_n C_{PBz1} + C_{PBz2} + C_{PBz3} + \dots + C_{PBzn}$$

donde,

C_{PBt} Costo total de la pérdida de bienestar.

C_{PBzn} Costo de la pérdida de bienestar relacionado a cada condición, lugar, etc.

Tabla 11-6 Costo de la Pérdida de Bienestar debido al incremento de ruido

Hogares afectados	Costo anual por decibeles	Años de exposición	Costo del ruido
360	22.32	2	16,070.40

○ Vibraciones

De acuerdo con estudios recientes, presentados por URS Holding Inc. en el EsIA Cat. II Estaciones Complementarias a la Línea 3 (Arraiján Mall, Cáceres y San Bernardino), en

Panamá no contamos con estudios de disposición al pago (DAP) de los hogares por reducción unitaria de dB(A) del ruido, las actividades de construcción, el movimiento de maquinarias, la demolición de estructuras y las excavaciones, entre otras son factores que podrían generar vibraciones durante la construcción.

En el caso de nuestro estudio, dado que la fuente de vibración corresponde a maquinarias y equipos a los que están directamente vinculados los trabajadores, la valorización monetaria de este impacto se vincula a las afectaciones de salud, de cierto porcentaje de trabajadores expuestos, que pueden sufrir de dolencias e incapacidades en la región mano-brazo o en el cuerpo. La dolencia de mayor ocurrencia es el denominado “síndrome del dedo blanco o de Reynaud”, que puede inhabilitar tendones, músculos, huesos y articulaciones en el área mano-brazo y los dolores de espalda.

Sobre este tema se han realizado estudios sobre la “Determinación de la exposición a vibraciones mano-brazo y cuerpo en trabajadores de la construcción y/o reparación de carreteras y puentes en Costa Rica”⁴, en donde se utilizaron los siguientes datos para el cálculo de los costos unitarios asociados a dichas dolencias: 25 días incapacidad; a razón de B/.10.00 la hora multiplicado por 8 horas de jornada laboral diaria arrojando un costo diario de B/.80.00-. Estos datos nos generan un costo total por incapacidad de B/.2,000.00 y gastos médicos por un monto de B/.300.00-.

En el caso de Panamá, la Ley establece 15 días de incapacidad para Servidores Públicos y hasta 18 días por año para empleados del Sector privado, que pueden ser acumulados hasta 36 días de no utilizarse. En lo que respecta al salario mínimo vigente para la región 2 este está establecido en B/.3.08 por hora esto se multiplica por el número de horas de trabajo semanales estándar y luego por 4.33. Estos datos generan un costo total por incapacidad de B/.1,920.44 más gastos médicos que se mantienen en un monto de B/.300.00

Para el cálculo de la pérdida, por efecto de las vibraciones generadas en el proyecto, que incapacitan a los trabajadores, se consideró el 2% del total de los trabajadores que podrían sufrir en algún momento incapacidades⁵ durante los trabajos de mantenimiento en la fase de operación del proyecto.

⁴ Morales, Gabriela. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2010. Página 7.

⁵ IX Congreso de Salud Laboral. San Sebastián, España

Tabla 11-7 Costos totales de salud debido al incremento de vibraciones

Descripción	Unidad de medida	Valor
No. De Trabajadores	Personas	60
Trabajadores incapacitados	%	2%
Trabajadores incapacitados	Personas	2
Costo Incapacidad + gastos médicos	B/.	B/. 2,220.44
Total, Anual de la Pérdida en concepto de Incapacidad	B/.	B/.4,440.88

El valor económico total de este impacto se aprecia en el cuadro siguiente:

Tabla 11-8 Valoración económico total del Impacto

Descripción	Valor Económico Anual del Impacto
Ruido	B/. 16,070.40
Vibraciones	B/. 4,440.88
Valor Total del Impacto	B/. 20,511.28

➤ **Alteración de la calidad del agua del río por sedimentos y Generación de aguas residuales (lavado de material)**

Las acciones directas asociadas a la fase de construcción en proyectos de este tipo, tales como el movimiento de tierras mediante excavaciones y rellenos, la remoción de estructuras, movilización de equipo pesado pueden producir un cambio significativo en el flujo de las aguas superficiales.

Sin embargo, hemos considerado el valor económico de las afectaciones que podría generarse a la calidad del agua, desde el punto de vista de los efectos a la salud, debido a la contaminación de los recursos naturales especialmente el hídrico y enfermedades humanas de índole bacteriana y viral, que pudieran desarrollarse, tales como:

Tabla 11-9 Enfermedades humanas de índole bacteriana y viral que pueden desarrollarse, debido a la contaminación de los recursos naturales, durante la construcción del proyecto

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL	ALIMENTOS INVOLUCRADOS
Fiebre tifoidea	Salmonella typhi	Frutas y verduras regadas con aguas servidas, alimentos contaminados por un manipulador enfermo.
Fiebre paratifoidea	Salmonella paratyphi	Frutas y verduras regadas con aguas servidas, alimentos contaminados por un manipulador enfermo.
Shigellosis	Shigella dysenteriae, S. flexneri, S. boydii, S. sonnei	Frutas y hortalizas regadas con aguas servidas. Manos del manipulador portador
Gastroenteritis y diarrea	Escherichia Coli patógena	Alimentos o agua contaminada con la bacteria.
Cólera	Vibro cholerae	Pescados o mariscos crudos, alimentos lavados o preparados con agua contaminada.
Virus de la hepatitis A	Hepatitis A	Verduras regadas con aguas servidas.
Enteritis por rotavirus	Rotavirus	Agua y alimentos contaminados con heces fecales.

Para el presente documento se tomó como dato principal las posibles enfermedades causadas por la contaminación hídrica relacionadas por el aumento de los sólidos suspendido y la turbiedad que pueda provocar la actividad, tomando en consideración el número de habitantes del área de influencia directa y los costos incurridos para atender y curar a una persona enferma, utilizando los indicadores de salud que maneja el Banco Mundial para el período 2011-2015 sobre los gastos de salud desembolsados por un paciente (% del gasto privado de salud), que es de B/.83.20 (año 2014), en los cuales se consideran las gratificaciones y los pagos en especie a los médicos y proveedores de fármacos, dispositivos terapéuticos y otros bienes y servicios destinados principalmente a contribuir a la restauración o la mejora del estado de salud de individuos o grupos de población. Las proyecciones se realizaron tomando en cuenta el 50% de la población de los corregimientos de Portobelo y María Chiquita, Distrito Portobelo, Provincia de Colón, considerando los gastos desembolsados por pacientes, toda vez al darse una alteración de la calidad del agua podrían generarse enfermedades virales y bacterianas como las señales anteriormente.

$$\text{Valor Económico} = (6,974 * 50\%) * 83.20 = \text{B/. } 290,118.40$$

➤ **Alteración de la dinámica hidráulica de río por disminución de espacio de cauce; Alteración en la cantidad de material de fondo de río; y Riesgo de cambios en la batimetría natural del río (morfología subacuática)**

En un estudio realizado por Elektra Noreste, S.A. para la construcción de la Hidroeléctrica El Salto, se hace referencia a que los ríos, lagos y embalses también captan CO₂ al igual que la atmósfera, los océanos y los bosques.

Dicho estudio cita que “Un grupo de científicos entre los que se encuentra el investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España, Carlos Duarte publica un informe en la revista “Ecosystems”, en el que apunta a los sedimentos de los ecosistemas acuáticos como sumideros de carbono. Los ríos, embalses y lagos, por tanto, captarían CO₂ y ayudarían a mitigar el cambio climático: un 12% del CO₂ quedaría almacenado en sus sedimentos, un 48% sería transportado (ríos) hasta los océanos y el 40% volvería a emitirse a la atmósfera”.

Partiendo de esta premisa podría decirse que la extracción de arena submarina, en un área de 6.8352 hectáreas producirían efectos negativos por la pérdida de capacidad de captura de carbono en un 12% que se almacena en los sedimentos, toda vez se removerán aproximadamente 136,074 m³/año según los planes de dragado de la empresa.

Sedimentos:	= 0.820224 * 175 * 3.67	=	526.79 toneladas (CO₂)
--------------------	--------------------------------	----------	--

PS = 526,79 * 99.89 = 56,620.94
--

➤ **Pérdida de la cobertura vegetal**

Para valorar este impacto ambiental, se utilizó inicialmente la pérdida de la captura de CO₂, utilizando el método de cambio de productividad, por efecto de la transferencia de carbono a la atmosfera como factor de valoración; en donde cada hectárea contiene 175 toneladas de carbono y una tonelada de carbono transferida a la atmósfera, lo que equivale a 3.67 toneladas de dióxido de carbono (CO₂), la cual es obtenida de acuerdo a estudios realizados por el Center for International Forestry Research (CIFOR), de acuerdo a información establecida en otros estudios de impacto ambiental como lo son: Categoría II: Extracción de Grava y Arena de río para Obras Públicas (Río San Félix), Construcción de la Vía de Acceso al área de expansión de la Zona Libre de Colón Fase-II, Diseño y Construcción de Vías Colectoras Norte y Sur para el Intercambiador Howard: Carretera Panamericana-Tramo

Puente de las Américas-Arraiján; Categoría III Puente sobre el Canal de Panamá, en donde, TONdeCO₂TRANSFERIDOpORPROYECTO.

La fórmula aplicada para este impacto es la siguiente:

$$\text{TONdeCO}_2\text{TRANSFERPROYECTO} = \text{No. has} * \text{CO}_{\text{ton/ha}} * F_{\text{tCO}_2}$$

en donde,

TONdeCO₂TRANSFERIDOpORPROYECTO - Toneladas de dióxido de carbono (CO₂) transferidas para cada tipo de vegetación del proyecto “EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO, GRAVA DE RIO, que consiste en extracción y aprovechamiento de minerales no metálicos del río Piedra en María Chiquita, Distrito Portobelo, Provincia de Colón es:

$$\text{TONdeCO}_2\text{TRANSFERPROYECTO} = 2.78 * 175 * 3.67 = 1,785.46$$

Las 2.78 hectáreas que se van a afectar, producen 1,785.46 toneladas de CO₂ hemos utilizado datos actuales de los mercados internacionales en donde el precio, durante el mes de abril de 2023 es de 90.34€/ton, que es el precio promedio establecido para 30 días, según la Bolsa de SENDECO₂ que es un Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono. Dicho valor está dado en euro por lo cual se aplicó la conversión a dólares americanos para poder realizar los cálculos correspondientes a la fecha antes indicada (abril 2023), obteniendo como resultado B/.99.89 US\$/tonelada.

Con dicho dato procedimos a calcular el costo de la pérdida de cobertura vegetal (PCV) del proyecto, cuyo resultado es el siguiente:

$$\text{PCV} = 1,785.46 * 99.89 = \text{B/. } 178,349.10$$

➤ **Desplazamiento de Fauna**

La principal amenaza y causa de la pérdida del hábitat es la destrucción y fragmentación de los bosques, la pérdida de hábitat de las especies de fauna silvestre asociadas a diferentes tipos de hábitat es la principal causa de la desaparición de especies, especialmente por aquellas que se encuentran en alguna categoría de manejo especial.

De acuerdo con estudios recientes, presentados por URS Holding Inc. en el EsIA Cat. II Estaciones Complementarias a la Línea 3 (Arraiján Mall, Cáceres y San Bernardino), Panamá existe un promedio para cada hectárea de bosque que contribuye a reducir la producción de

sedimentos en 14,32m³ al año, lo cual corresponde a un valor económico por servicios ambientales de B/. 197.40. El proyecto utilizará 4 has de vegetación en el área de influencia directa del proyecto, conformada por bosque secundario joven o rastrojo, ocasionará la modificación del hábitat del área.

Para calcular el valor económico de este impacto se aplica la siguiente fórmula:

$$CSA = VBsa * Sdbha$$

en donde,

CSA= Costo de la pérdida de servicios ambientales por modificación de hábitat

VBsa= Valor de los bienes y servicios ambientales

Sdbha= Superficie deforestada de bosque

$$\text{Costo de Pérdida} = 197.40 * 4 = \text{B/.789.60}$$

➤ **Modificación de paisaje (Intervención de territorio con valor paisajístico) y Generaciones de nuevas condiciones a la comunidad (imposibilidad del uso recreativo del río)**

El incremento en la demanda de bienes y servicios, asociado a las necesidades de abastecimiento durante el proceso constructivo del proyecto, ocasionará un aumento en la dinámica comercial local; siendo más perceptible en las localidades más próximas al área de influencia.

Gestionar un manejo adecuado de las afectaciones generadas por el proyecto en el paisaje, debido a la presencia de maquinaria, equipos y obras provisionales fue considerado a través de las medidas preventivas y de mitigación, consignadas en el Capítulo 10 del Estudio de Impacto Ambiental.

Para valorar monetariamente este impacto aplicamos la disposición a pagar por los nacionales para preservar la calidad del paisaje en la Isla de Coiba, el cual equivale a B/.3.93 Encuesta de disponibilidad a pagar⁶ que señala que cerca del 40% de la población está dispuesta a pagar por preservar la nueva calidad visual del paisaje que contará con una vía en buenas condiciones, con puentes vehiculares y mayor seguridad para los usuarios.

⁶ Consorcio BCEON-TERRAN. Consultoría para la Valoración Económica de los Recursos Forestales, Agua y Áreas Protegidas. ANAM 2006.

Tabla 11-10 Afectación de la Calidad Visual del Paisaje.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Personas residentes en el área del proyecto	Personas	6,974
% de personas dispuestas a pagar por preservar la calidad del paisaje	%	40%
Cantidad de Personas dispuestas a pagar por preservar la calidad del paisaje	Personas	2,790
Disposición a pagar por preservar calidad visual		3.93
Costo total de afectación de la Calidad Visual		B/.10,964.70

➤ **Dinamización de la economía**

Para el cálculo de la **Valoración Monetaria de las Externalidades Sociales**, para el proyecto, se han considerado las externalidades sociales de mayor potencial, por su gran impacto a la región.

Durante el 2021, la producción de bienes y servicios en la economía panameña, medida a través del PIB, presentó un aumento de 15.3%, respecto al año anterior. El PIB valorado a precios constantes de 2007 registró, un monto de B/.40,736.4 millones que correspondió a un incremento de B/.5,416.6 millones.

Este crecimiento es explicado, primeramente, por el levantamiento progresivo de las medidas de cuarentena, producto del COVID-19, desde el 2020 y que continuó afectando el desempeño económico durante los primeros meses de 2021; sin embargo, la evolución y control de la pandemia a través del proceso de vacunación a la población a nivel nacional, permitió a las autoridades sanitarias levantar paulatinamente las restricciones, a fin de impulsar la actividad económica del país.

Dentro de las actividades internas que presentaron un desempeño positivo, en este período, estuvieron: la construcción, actividades comerciales, industrias manufactureras, electricidad, inmobiliarias y empresariales, y otras de servicios personales; mientras que los servicios financieros y la educación registraron disminución. Entre los valores agregados generados por actividades relacionadas con el resto del mundo que presentaron incrementos, resaltaron: la explotación de minas y canteras, al continuar su dinamismo e impulsar la economía con la producción de minerales de cobre y sus concentrados mediante su exportación al mercado internacional; el Canal de Panamá, los servicios portuarios, el transporte aéreo, y la Zona Libre de Colón. Por su parte, la exportación de banana mostró disminución. El PIB, para el

cuarto trimestre, mostró un comportamiento positivo de 16.3%, comparado con el período similar del año previo.

El Valor Agregado Bruto de la construcción presentó un crecimiento de 31.6%, el comportamiento de este sector se sustenta por la ejecución de proyectos privados residenciales y la inversión pública en obras de infraestructura y programas de viviendas unifamiliares de interés social. En el cuarto trimestre, este sector mostró un aumento de 39.7%.

El proyecto EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO, GRAVA DE RIO, que consiste en extracción y aprovechamiento de minerales no metálicos del río Piedra en María Chiquita, Distrito Portobelo, Provincia de Colón, incrementará la economía local, debido al efecto multiplicador de la inversión. El monto total estimado de la inversión es de 1,460,000 millones de balboas, durante los 24 meses que dure la construcción de la obra.

El efecto multiplicador del sector construcción a nivel nacional es de 1.64⁷; el cual nos indica que por cada balboa invertido hay un beneficio mayor, por lo tanto, el impacto sobre la economía es el siguiente:

$$\text{Proyecto} = IE_l * M_i * EM$$

en donde:

IE_l = Impacto en la economía local que se considera = 60% de la inversión
 I_a = Inversión Anual = 730,000 miles de balboas anuales
 EM = Efecto multiplicador Nacional para el sector Construcción = 1.64

Obteniéndose el siguiente resultado:

Proyecto = 730,000 (miles de balboas) * 1.64 * 0.60 = 718,320.00 miles de balboas anuales.

El aporte a la economía local (regional y provincial) será de **1,436,640** millones de balboas durante la construcción y adecuación del proyecto, el cual se espera que se ejecute en 24 meses.

⁷ Consejo Nacional de la Empresa Privada (CONeP), Propuesta del Sector Privado para la Reactivación Económica. Panamá, abril 2021

En cuanto al efecto multiplicador de la inversión generará a la economía de la región por los próximos tres (3) años proyectados durante la fase de operación unos B/.3,591,642 millones de balboas, lo que se traduce en múltiples beneficios para la región, toda vez es una provincia que, con mucho movimiento comercial y turístico por sus áreas de costa, ubicado en el Corregimiento de María Chiquita, en el Distrito de Portobelo, en la Provincia de Colón, que redundará en una mejor calidad de vida.

Mejoramiento en la calidad estética y ambiental del área del proyecto

Para valorar monetariamente este impacto aplicamos la disposición a pagar DAP promedio de 1,193 pesos colombianos (equivalentes a 141.4 pesos mexicanos de 2010) por el mejoramiento de la calidad y cantidad del servicio de agua en una zona rural de Colombia⁸, que convertidos a dólares americanos representan 0.26 centésimos por mes B/.3.12 al año. Para el cálculo de este impacto se utilizó el 50% de la población está dispuesta a pagar por el mejoramiento de la calidad y cantidad del agua del área de influencia directa del proyecto.

Tabla 11-11 Afectación de la Calidad y cantidad del recurso agua.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR
Personas residentes en el área del proyecto	Personas	6,974
% de personas dispuestas a pagar el Mejoramiento de la Calidad y Cantidad del agua en el área	%	50%
Cantidad de Personas dispuestas a pagar por preservar la Calidad y Cantidad del agua	Personas	3,487
Disposición a pagar por preservar calidad y Cantidad del Agua		3.12
Costo total de afectación de la Calidad y Cantidad del Agua		B/.10,879.44

Beneficio a la comunidad por la habilitación y acondicionamiento y por conexión del puente

La mejora de la conectividad por la rehabilitación del puente es un impacto positivo; el cual fue considerado con el efecto multiplicar de la inversión ya que su mayor impacto a la sociedad se dará en la etapa de operación del proyecto.

⁸ Jaramillo-Villanueva, José Luis; Galindo-de-Jesús, Gerardo; Bustamante-González, Ángel; Cervantes Vargas, Juana Valoración Económica del Agua Del Río Tlapaneco En La “Montaña De Guerrero” México

➤ **Generación de Empleos Temporales**

El proyecto tendrá influencia sobre el factor social de forma positiva, en todas sus fases y en cada uno de los componentes es el de empleo, éste se verá impactado positivamente ya que para el desarrollo de la obra se necesitará de mano de obra calificada y no calificada, lo cual permitirá a los pobladores de la zona tener opción de realizar labores en el proyecto, que permitirá mejorar la calidad de vida de la población.

Bien es cierto que el proyecto podría generar unos 500 empleos directos e indirectos, con salarios promedios entre B/.800.00 y B/.1,000.00 durante la fase de construcción. Entre los empleos indirectos podemos señalar a los transportistas, pues su labor es de largo plazo, técnicos que realizarán el mantenimiento y supervisión para garantizar el buen funcionamiento de este. Asimismo, generará remuneraciones en la región a concesionarios que guarden relación con las actividades que desarrolle en el área de influencia del proyecto y de cuan exitoso sea el resultado de este.

El proyecto empleará 20 personas de manera directa durante la etapa de operación; esto a su vez genera que por cada persona contratada durante esta etapa se generan empleos indirectos de aproximadamente 3 personas, que para este proyecto serían aproximadamente 60 personas al año que se beneficiarán durante la operación de este.

Entre los empleos indirectos podemos señalar a los transportistas, pues su labor es de largo plazo, son un factor preponderante en el manejo y movimiento de la producción que llegará al proyecto. Asimismo, generará remuneraciones en la región a concesionarios que guarden relación con las actividades que desarrolle el proyecto y de cuan exitoso.

➤ **Afectación a la comunidad por partículas de polvo y Generación de emisiones producto de la combustión de los motores**

Para valorar económicamente la contaminación por polvo, gases y partículas, hemos considerado la metodología de los efectos a la salud, se ha realizado nuestro análisis utilizando los datos de la Tesis Doctoral “Valoración económica del impacto de la contaminación atmosférica y el ruido en relación con el turismo”. Casos prácticos: Las Palmas de Gran Canaria (España) / Montevideo (Uruguay)⁹, en donde se establece un marco de referencia comparable del estado de la contaminación en ambas ciudades y se obtuvieron nuevas medidas de los principales gases contaminantes (NOx, SO₂ y O₃)

⁹ MARCELO MAUTONE. Noviembre 2015 Las Palmas de Gran Canaria

Para nuestro caso consideramos la disposición a pagar (DAP), que se realizó para un programa ambiental de reducción de los riesgos de salud, realizada en Noruega, mediante método de Valoración Contingente que varía entre 16,62€ para episodios de tos hasta 44,2€ para problemas respiratorios, que en nuestro caso sería de B/.18.40 a precio de abril 2023 por episodio de tos; y B/.48.94 por problemas respiratorios para la población del corregimiento de María Chiquita, distrito de Portobelo, provincia de Colon.

Para realizar los cálculos se utilizó el valor más alto, es decir B/.48.94 establecido por problemas respiratorios, tomando en consideración el 50% de la población del corregimiento de María Chiquita.

$$\text{Aumento de las partículas de polvo} = (6,974 * 50\%) * 48.94 = \text{B/.170,653.78}$$

➤ **Riesgo de ocurrencia de accidentes de trabajo**

Para el cálculo de los accidentes laborales, durante la fase de operación se tomó como dato principal un salario promedio de trabajador calificado en B/.800.00 por el porcentaje establecido de acuerdo con la Ley de la República en materia de Riesgos Profesionales para el sector construcción. Tomando en consideración un 20% de la cantidad de los empleos indirectos que generará el proyecto en el área de influencia del proyecto.

$$\text{Afectación a la Salud} = (60 * 20\%) * (800 * 12) * 35\% = \text{B/.40,320.00}$$

➤ **Costo de la Gestión Ambiental**

Los costos medioambientales son los costos de las medidas emprendidas por una empresa; para prevenir, reducir y/o mitigar el deterioro ambiental como resultado de las actividades que realiza la empresa o para contribuir a la conservación de los recursos renovables y no renovables.

El Costo de la Gestión Ambiental estimado en el Capítulo 10 es el siguiente:

Tabla 11-12 Costos de Gestión Ambiental

No.	Actividad	Costo Estimado
1.	Monitoreo de Aguas	B/.15,000.00
2.	Monitoreo de Ruido	
3.	Monitoreo de Calidad de Aire	

No.	Actividad	Costo Estimado
4.	Plan de Participación Ciudadana	
5.	Plan de Prevención de Riesgo	
6.	Plan de Educación Ambiental	
7.	Plan de Rescate y reubicación de fauna	
8.	Plan de Contingencias	
9.	Plan de Recuperación Ambiental y Abandono	
10.	Seguimiento y Control de Medidas	
11.	Medidas de Mitigación específicas por impacto ambiental	
12.	Permisos, inspecciones y otros	

La incorporación de la valoración monetaria del impacto ambiental en el flujo de fondo neto se realiza con el fin de poder destacar la importancia relativa de todos los aspectos relacionados con el proyecto, a fin de garantizar la ejecución del proyecto, considerando el valor de los recursos y las medidas de mitigación.

Para computar los más importantes de estos indicadores el dato fundamental es la sucesión de valores anuales de ingresos y gastos totales, cuyas diferencias constituyen el ingreso neto anual positivo o negativo del proyecto, ya sea por sus valores tomados de año en año o acumulados, este dato permite computar la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto, el Valor Neto Actualizado (VNA) de sus ingresos y la Relación Beneficio/Costo.

El flujo proyectado a 10 años arroja los siguientes criterios de evaluación con su correspondiente análisis de sensibilidad:

- **Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE):** Mide la rentabilidad económica bruta anual por unidad monetaria comprometida en el proyecto; bruta porque a la misma se le deduce la tasa de social de descuento anual del capital invertido en el proyecto.

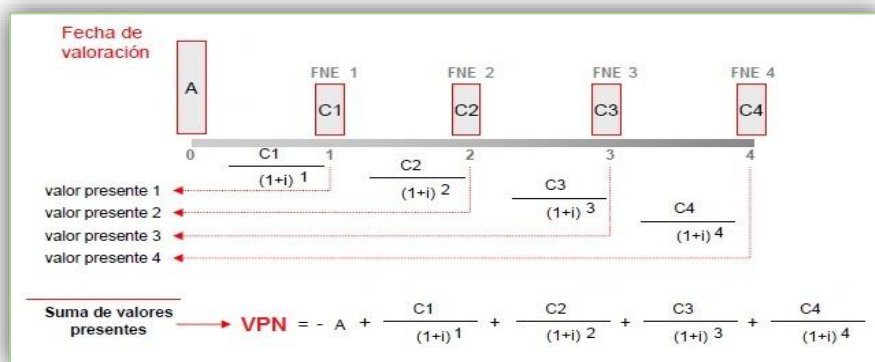
$$VPN = \frac{\sum R_t}{(1+i)^t} = 0$$

El Flujo Proyectado a 10 años, representa una Tasa Interna de Retorno Económico de 132.12%, la cual nos señala la eficiencia en el uso de los recursos y la misma se mide con el costo del capital invertido para determinar si es o no viable ejecutar la inversión, es decir, la

tasa de actualización que hace que los flujos netos obtenidos se cuantifiquen a un valor actual igual a 0.

En el caso del proyecto, la TIRE resultante nos demuestra que el proyecto se puede ejecutar; puede cubrir los compromisos financieros y aportar un adecuado margen de utilidad privado y un aporte significativo al crecimiento económico del país, ya que fortalecerá la capacidad del sistema integrado nacional para brindar un mejor servicio.

- **Valor Actual Neto Económico (VANE):** En cuanto al Valor Actual Neto Económico al contrario de la TIR cuantifica los rendimientos de una inversión al valor presente utilizando como tasa de actualización de corte, es decir determina al día de hoy cual sería la ganancia en determinada inversión a determinada tasa de interés.



En este caso la ganancia sería de B/.6,643,666 millones de balboas con una tasa de descuento del 10%.

En el proyecto bajo análisis, el Valor Neto Actual o Valor Presente Neto Económico indica que la diferencia entre los flujos netos positivos y negativos, representan un saldo positivo 594,112 balboas hoy en día, es decir el proyecto a partir de su primer año (1ero.) año está en capacidad de cubrir la inversión, ya que los ingresos superan los costos, dando como resultado una mayor proporción de flujos netos positivos.

- **Relación Beneficio Costo:** Mide el rendimiento obtenido por cada unidad de moneda invertida y se obtiene dividiendo el valor actual de los beneficios brutos entre el valor actual de los costos brutos, obtenidos durante la vida útil del proyecto.

$$B/C = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{V_i}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+i)^n}}$$

Para el proyecto en análisis se logró una Relación Beneficio/Costo económico de 1.46, es decir, refleja que por cada dólar invertido en la operación del proyecto se obtienen 0.46 balboas de beneficio social, lo que nos indica que el mismo tiene una buena viabilidad económica, toda vez los ingresos superan los costos en cada dólar que se invierte en las actividades y operaciones normales del proyecto y que tienen un impacto económico a la sociedad en su conjunto y como se ha señalado con anterioridad, permitirá el mejoramiento de la capacidad integral del sistema.

Tabla 11-13 Criterios de Evaluación Económica con Externalidades

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	VALORES
Tasa Interna de Retorno (TIR)	132.12%
Valor presente Neto (VAN)	6,643,666
Relación Beneficio-Costo	1.46

La incorporación de la valoración monetaria del impacto ambiental en el flujo de fondo neto se realiza con el fin de poder destacar la importancia relativa de todos los aspectos relacionados con el proyecto, a fin de garantizar la ejecución del proyecto, considerando el valor económico de los recursos y las medidas de mitigación, en donde se consideraron todas las observaciones sugeridas por la Dirección de Política Ambiental, en su nota DIPA-023-2023.

Para una mejor comprensión de los efectos positivos y adversos en materia ambiental y social, a continuación, presentamos, el cuadro de “Flujo de Fondo Neto, impactan de manera más significativa al desarrollo del proyecto “EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO, GRAVA DE RIO”, que consiste en extracción y aprovechamiento de minerales no metálicos del río Piedra en María Chiquita, Distrito Portobelo, Provincia de Colón

Tabla 11-14 **FLUJO DE FONDO NETO PARA LA EVALUACION ECONÓMICA CON EXTERNALIDADES**

Proyecto: “EXTRACCION DE MINERAL NO METALICO, GRAVA DE RIO”, que consiste en extracción y aprovechamiento de minerales no metálicos del río Piedra en María Chiquita, Distrito Portobelo, Provincia de Colón
(en millones de balboas)

CUENTAS	HORIZONTE DEL PROYECTO (AÑOS)											
	INVERS.	AÑOS DE OPERACION										LIQUID.
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FUENTES DE FONDOS												
Ingresos Totales		2,155,192	2,155,192	2,155,192	2,155,192	2,155,192	2,155,192	2,155,192	2,155,192	2,155,192	2,155,193	
Valor de rescate												973,345
Externalidades Sociales		2,023,536	1,784,093	1,544,651	586,879	586,879	586,879	586,879	586,879	586,879	586,879	
Incremento de la Economía local		1,436,657	1,197,214	957,771								
Generación de Empleo		576,000	576,000	576,000	576,000	576,000	576,000	576,000	576,000	576,000	576,000	
Mejoramiento en la calidad estética y ambiental del área del proyecto		10,879	10,879	10,879	10,879	10,879	10,879	10,879	10,879	10,879	10,879	
Externalidades Ambientales		0	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	
Propiciar vegetación espontánea de los entornos		0	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	
TOTAL DE FUENTES	0	4,178,728	4,117,634	3,878,192	2,920,421	2,920,421	2,920,421	2,920,421	2,920,421	2,920,421	2,920,422	973,345

CUENTAS	HORIZONTE DEL PROYECTO (AÑOS)											
	INVERS.	AÑOS DE OPERACION										LIQUID.
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
USOS DE FONDOS												
Inversiones	1,460,017				-	-	-	-	-	-	-	
Costos de operaciones		1,178,211	1,204,430	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,401	-
- Costo de Mantenimiento		1,178,211	1,204,430	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,400	1,044,401	
Externalidades Sociales		55,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	
Costo de la Gestión Ambiental		15,000										
Probable ocurrencia de accidentes laborales		40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	40,320	
Externalidades Ambientales		891,068	891,068	891,068	891,068	891,068	1,048,937	1,048,937	1,048,937	1,364,674	1,364,674	
Compactación del suelo		1,921	1,921	1,921	1,921	1,921	1,921	1,921	1,921	1,921	1,921	
Generación de residuos		4,891	4,891	4,891	4,891	4,891	4,891	4,891	4,891	4,891	4,891	
Posible afectación del suelo por derrames puntuales de maquinarias		157,869	157,869	157,869	157,869	157,869	315,737	315,737	315,737	631,475	631,475	
Exposición de procesos erosivos		22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	
Inestabilidad en taludes en aproximación hacia río		2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	2,360	
Generación de ruido y vibraciones		20,511	20,511	20,511	20,511	20,511	20,511	20,511	20,511	20,511	20,511	
Afectación a la comunidad por partículas de polvo y Generación de emisiones producto de la combustión de los motores		170,654	170,654	170,654	170,654	170,654	170,654	170,654	170,654	170,654	170,654	
Alteración de la calidad del agua del río por sedimentos y Generación de aguas residuales (lavado de material)		290,118	290,118	290,118	290,118	290,118	290,118	290,118	290,118	290,118	290,118	
Alteración de la dinámica hidráulica de río por disminución de espacio de cauce; Alteración en la cantidad de material de fondo de río; y Riesgo de cambios en la batimetría natural del río (morfología subacuática)		52,621	52,621	52,621	52,621	52,621	52,621	52,621	52,621	52,621	52,621	
Pérdida de vegetación		178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	178,349	
Desplazamiento de Fauna		790	790	790	790	790	790	790	790	790	790	
Modificación de paisaje (Intervención de territorio con valor paisajístico) y Generaciones de nuevas condiciones a la comunidad (imposibilidad del uso recreativo del río)		10,963	10,963	10,963	10,963	10,963	10,963	10,963	10,963	10,963	10,963	
TOTAL DE USOS	1,460,017	2,124,599	2,135,818	1,975,788	1,975,788	1,975,788	2,133,657	2,133,657	2,133,657	2,449,394	2,449,395	0
FLUJO DE FONDOS NETOS	-1,460,017	2,054,129	1,981,816	1,902,403	944,632	944,632	786,763	786,763	786,763	471,026	471,026	973,345
FLUJO ACUMULADO	-1,460,017	594,112	2,575,928	4,478,331	5,422,963	6,367,595	7,154,359	7,941,122	8,727,886	9,198,912	9,669,938	10,643,283

Metodologías

Para el análisis económico del presente proyecto es de gran importancia verificar la viabilidad del proyecto en términos económicos, por lo cual la metodología aplicada es a través del Análisis Costo Beneficio (ACB).

Análisis Costo Beneficio (ACB)¹⁰: Se define como una herramienta de evaluación de proyectos, la cual permite estimar el beneficio neto de un proyecto, medido desde el punto de vista de las pérdidas y ganancias generadas sobre el bienestar social. Su implementación se hace necesaria ante la presencia de proyectos que generan impactos o cambios (positivos o negativos) en el ambiente y el bienestar social.

Desde el punto de vista de la evaluación de proyectos y políticas es importante realizar un balance entre los beneficios y costos de las alternativas disponibles con la idea de averiguar qué es lo que más le conviene a la sociedad para maximizar el bienestar económico; brinda bases sólidas para identificar si la implementación del proyecto genera pérdidas o ganancias en el bienestar social del país; y para el privado, criterios de decisión más completos.

En este sentido, el ACB ambiental debe integrarse al EsIA debido a que los resultados de las evaluaciones ambientales y económicas lograrían tener resultados más robustos y precisos sobre los efectos económicos globales de la ejecución de un proyecto. Este análisis considera la tasa de descuento social (algunas veces llamada tasa de descuento económica), como la tasa de descuento de los valores para un cierto período de tiempo. Esta tasa incluye las preferencias de las generaciones para el cálculo del valor presente neto de los beneficios.

El uso más común de la valoración de las afectaciones sobre los flujos de bienes y servicios ambientales impactados (de mayor relevancia), en la toma de decisiones, es la inclusión de los valores cuantificados dentro del análisis costo-beneficio (ACB), el cual compara los beneficios y costos de la ejecución de un megaproyecto y desarrolla indicadores para la toma de decisiones.

El análisis costo-beneficio es sólo una de muchas maneras posibles de tomar decisiones públicas sobre el medio ambiente natural, porque este se centra sólo en los beneficios económicos y costos, determinando la opción económica y socialmente más eficiente. Sin embargo, las decisiones públicas deben tener en cuenta las preferencias del público y el

¹⁰ CEDE, Uniandes

análisis costo-beneficio, sobre la base de valoración de los ecosistemas, es una forma de hacerlo.

Aplicación del Análisis Costo Beneficio

La aplicación del ACB económico ambiental, en la toma de decisiones, debe tener en cuenta los pasos que mencionamos a continuación:

Paso 1 - Consiste en la definición del proyecto; se describen claramente los objetivos perseguidos con el megaproyecto, se identifican los posibles ganadores y perdedores, producto de la ejecución del mismo y se realiza un análisis de la situación económica, ambiental y social “con proyecto” y “sin proyecto”.

Paso 2 - Identificación de los impactos del proyecto: Consiste en identificar los efectos ó impactos del proyecto ó política. Para esto, los EsIA identifican todos los impactos, directos o indirectos, asociados con la implementación del megaproyecto.

Paso 3 – Identificación de los impactos más relevantes: Consiste en la identificación de los impactos ambientales más relevantes. Aquí, se busca identificar cuáles impactos generan mayores pérdidas o ganancias desde el punto de la sociedad. Es decir, teniendo en cuenta que debe maximizarse el bienestar social se identifican los impactos más relevantes.

Técnicamente, no es viable realizar la valoración económica de todos los impactos ambientales identificados. En este caso, se valoran aquellos de mayor impacto (los cuales deben estar bien soportados), bajo el supuesto que los demás impactos pueden controlarse y generan beneficios/costos residuales. Esta fase de identificación de impactos es realizada en el EsIA.

Paso 4 – Cuantificación física de los impactos más relevantes: Hace referencia a la cuantificación física de los impactos más relevantes. En este punto, se busca calcular en unidades físicas los flujos de costos y beneficios asociados con al proyecto, además de su identificación en espacio y tiempo. Es importante mencionar que este tipo de cálculos debe ser realizado teniendo en cuenta diferentes niveles de incertidumbre, ya que algunos eventos no pueden ser perfectamente observados. Por lo tanto, para este tipo de eventos es recomendable utilizar probabilidades para eventos inesperados y calcular el valor

esperado de los mismos. Esta fase de identificación de impactos debe ser realizada en el EsIA.

Paso 5 – Valoración monetaria de los impactos más relevantes: Consiste en la valoración en términos monetarios de los efectos relevantes. Una vez se identifican los impactos más importantes, estos deben ser calculados bajo una misma unidad monetaria de medida (dólares estadounidenses, pesos colombianos, etc.) y sobre una base anual, teniendo en cuenta la vida útil del megaproyecto. Así, en esta etapa se cuantifican, en términos monetarios, todos los flujos de costos y beneficios sociales asociados al megaproyecto. Para su cuantificación monetaria se usan precios de mercado para los impactos que cuentan con un mercado establecido y técnicas de valoración económica y precios sombra para aquellos que no lo tienen.

En el caso que no se puedan valorar impactos con alta incertidumbre, debe dejarse descrito como un impacto potencial no valorado para que en una etapa ex-post sea cuantificado y se le realice seguimiento. Al igual que en los pasos 3 y 4, la valoración económica de los impactos ambientales debe integrarse con el EsIA.

Paso 6 – Descontar el flujo de beneficios y costos: Consiste en descontar el flujo de beneficios y costos en términos de la sociedad. Es decir, los costos/beneficios cuantificados a partir de las técnicas de valoración, deben agregarse dependiendo de la población beneficiada/afectada, y el periodo de vida útil del proyecto. A su vez, la inversión y los costos del proyecto deben ser contabilizados a precios económicos, a través del uso de precios cuenta.

Una vez se tiene el flujo de costos y beneficios consolidado, este debe descontarse utilizando la tasa social de descuento, para obtener el Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN) de los beneficios/costos. Es necesario aclarar que este ACB no es el análisis convencional, sino que hace referencia a los beneficios netos generados a la sociedad por las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados.

Los beneficios y costos se deben agregar de forma anual (según corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto, y el número de afectados (por ejemplo, número de viviendas, número de hogares,

número de hectáreas, etc.). Lo anterior se debe especificar para cada tipo de costo y beneficio valorado. El cálculo del VPN se obtiene de la siguiente manera:

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Donde cada valor representa lo siguiente:

Q_n representa flujos de caja.

I es el valor del desembolso inicial de la inversión.

N es el número de períodos considerado.

El tipo de interés es r

Paso 7 – Obtención de los principales criterios de decisión: Una vez obtenido el VPN (VAN), el siguiente paso es aplicar la prueba del VPN. Aquí se analiza el valor presente del proyecto teniendo en cuenta que el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un megaproyecto, consiste en un VPN mayor a cero, menor a cero, e igual a cero.

Tabla 11-1 – Cálculo del Valor Actual Neto

Valor	Significado	Decisión que tomar
VAN > 0	La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto puede aceptarse
VAN < 0	La inversión produciría pérdidas por debajo de la rentabilidad exigida (r)	El proyecto debería rechazarse
VAN = 0	La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas	Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores.

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

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

Paso 2: Valoración económica de los impactos sin medidas correctoras.

- Paso 3: Determinación de los costos de las medidas correctoras.
- Paso 4: Construcción del flujo de costos y beneficios
- Paso 5: Cálculo de la rentabilidad económica del proyecto, (incluye externalidades sociales y ambientales (VAN y razón beneficio costo ambiental)
- Paso 6: Presentación e interpretación de los resultados del Análisis Costo-Beneficio Económico.

Para desarrollar el paso 2, antes indicado, fueron considerados los impactos y su grado de significancia, tal como se observa en el Cuadro de Jerarquización de los Impactos, elaborado en el Capítulo 9. Para seleccionar los impactos ambientales del proyecto que estarán sujetos a la valoración monetaria o económica, hemos considerado los siguientes criterios:

- ✓ Que sean impactos directos, de baja, mediana, alta o muy alta significancia.
- ✓ Que se tenga la información y datos pertinentes para poder aplicar las técnicas de valoración económicas adecuadas.

Para las externalidades ambientales se utilizaron criterios de algunas metodologías de valoración, entre las cuales podemos señalar:

Metodologías basadas en Precios de Mercado: Estima el valor económico de productos y servicios del ecosistema que son vendidos y comprados en mercados o establecidos por normatividad, pudiendo ser usado tanto para valorar cambios en la cantidad o en la calidad del bien o servicio; es una metodología sencilla y que se aplica en los casos en que el bien ambiental se intercambia en un mercado, sólo hace falta observar los precios del mercado para obtener una estimación del valor marginal de dicho bien.

Es importante señalar que aunque es el método más sencillo, es inusual su aplicación debido a que hay que tener en cuenta que las cosas no son tan fáciles como parecen: aunque el bien se intercambie en un mercado, su precio no tiene por qué corresponder con su valor marginal. Esto sólo ocurriría en un mercado perfecto: en competencia perfecta, sin intervención de los reguladores, y sin fallos de mercado.

Método de Cambios de la Productividad¹¹: Estima el valor económico de productos y servicios, que no teniendo un precio de mercado contribuye a la producción de bienes comercializados en el mercado.

¹¹ IDEM

Aplicación del método de cambios en la productividad

El método de cambios en la productividad debe seguir los siguientes pasos:

Paso 1 – Identificar cambios en la productividad: Consiste en identificar los cambios en la productividad causados por impactos ambientales, generados tanto por la actividad como por factores externos. Es por esto, que la identificación de las razones generadoras de cambios en la productividad es en ocasiones una de las labores más difíciles, debido que requiere información amplia sobre los factores que desencadenan cada uno de los impactos.

Una forma de ver esto, es tratar de entender los vínculos entre la degradación ambiental y el ingreso generados por cierta actividad. Por ejemplo, la pérdida de la capacidad del suelo para mantener los cultivos, es también consecuencia de otros factores como el clima, el precio de otros insumos y la erosión del suelo, la cual a su vez es causada por el uso de la tierra y la parcelación ó el incremento en las lluvias.

Paso 2 – Evaluar monetariamente los efectos en la productividad: Consiste en evaluar los efectos de la productividad en un escenario con y sin proyecto. La opción sin proyecto es necesaria para identificar cambios causados por el proyecto y el grado de impactos causados por el mismo.

Posteriormente, se debe hacer supuestos sobre el horizonte de tiempo sobre el cual los cambios en la producción deben ser medidos y finalmente los valores monetarios deben ser incorporados en el análisis costo beneficio del proyecto.

Método de Funciones de Transferencia de Resultados¹²: La transferencia de beneficios – también conocida como transferencia de resultados no constituye un método separado de valoración sino una técnica a veces utilizada para estimar valores económicos de servicios del ecosistema mediante la transferencia de información disponible de estudios – denominados estudios de fuente – realizados en base a cualquiera de los métodos previamente expuestos, de un contexto o localidad a otra (SEEA, 2003).

En otras palabras, es el traspaso del valor monetario de un bien ambiental (denominado sitio de estudio) a otro bien ambiental (denominado sitio de intervención) (Brouwer 2000). Este método permite evaluar el impacto de políticas ambientales cuando no es posible aplicar técnicas de valorización directas debido a restricciones presupuestarias y a límites de tiempo.

¹² Cristeche Estela, Penna, Julio - Métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales, enero 2008

Las cifras derivadas de la transferencia de beneficios constituyen una primera aproximación valiosa para los tomadores de decisiones, acerca de los beneficios o costos de adoptar una política programa o proyecto a ejecutar.

Una de las principales ventajas de aplicar la transferencia de beneficios consiste en que ahorra tiempo y dinero. Este método se utiliza generalmente cuando es muy caro o hay muy poco tiempo disponible para realizar un estudio original, y, sin embargo, se precisa alguna medida. No obstante, el método de transferencia de beneficios puede ser solamente tan preciso como lo sea el estudio original. Además, es indispensable ser cauteloso con relación a la transitividad de los costos y las preferencias de una situación a la otra. A su vez, es necesario asegurarse de que los atributos de calidad ambiental a evaluarse sean los mismos, así como las características de la población afectada.

Existen distintas alternativas para la aplicación de esta técnica: i) la transferencia del valor unitario medio; ii) la transferencia del valor medio ajustado; iii) la transferencia de la función de valor, y iv) el meta-análisis (Azqueta, 2002).

Cabe señalar que la calidad de las aproximaciones depende en una buena medida de la validez de los estudios base para realizar la transferencia de beneficios y en la metodología utilizada; en nuestro caso utilizamos datos de estudios de impacto ambiental, categoría III realizados en Panamá, como lo son Puente sobre el Canal de Panamá, Hidroeléctrica Cerro Grande; categoría II como lo son La Rosa de los Vientos, Inversiones La Mitra, entre otros. Cuando se cuenta con numerosos estudios fuente para realizar la transferencia de beneficios, puede optarse entre diversas alternativas. Primeramente, se podría elegir aquél estudio que se considere más confiable, lo cual introduce un importante rasgo de subjetividad al análisis. Otra alternativa consiste en establecer un rango de valores ordenados de menor a mayor y optar por algún valor intermedio como aquél más probable. En este caso al igual que en el anterior, se descarta la información contenida en los estudios que no resultan elegidos.

Finalmente, para las externalidades sociales, hemos considerado el efecto multiplicador, el cual es el conjunto de incrementos que se producen en la Renta Nacional de un sistema económico, a consecuencia de un incremento externo en el consumo, la inversión o el gasto público.

La idea básica asociada con el concepto de multiplicador es que un aumento en el gasto originará un aumento mayor de la renta de equilibrio. El multiplicador designa el coeficiente numérico que indica la magnitud del aumento de la renta producido por el aumento de la

inversión en una unidad; es decir que es el número que indica cuántas veces ha aumentado la renta en relación con el aumento de la inversión.

En un modelo keynesiano es la inversa de la PMgS, es decir

$$\frac{1}{PMgS}$$

Y como:

$$PMgS = 1 - PMgC$$

El multiplicador puede expresarse como:

$$\alpha = \frac{1}{1 - PMgC}$$