



**PLANIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DURANTE
EMERGENCIAS (PADE)
CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHANGUINOLA I**



**ELABORADO POR:
CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
ACTUALIZACIÓN 2021**

CONSULTORIA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.

Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá

Panamá, Rep. De Panamá

INFORME No: CEDSA-235-AES-B- ACT. PADE -2019

CLIENTE: AES PANAMÁ, S.R.L.

OBJETIVO: Presentar LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN DURANTE EMERGENCIA (PADE), DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHANGUINOLA I. Cumpliendo con las disposiciones definidas por la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP), en la RESOLUCION AN N°3932 – ELEC DE OCTUBRE 2010 y los comentarios dictaminados mediante la NOTA DSAN 2491-18.

Cumplir a cabalidad los acuerdos establecidos en la Orden de Compra 4500446890 celebrado entre la empresa AES Panamá, S.R.L. y Consultoría, Estudios y Diseños, S.A. (CEDSA)

FECHA: 23 de agosto del 2021.

RESPONSABLE POR CEDSA:

(Nombre, Firma y Fecha)

RECIBIDO POR:

(Nombre, Firma y Fecha)

Control de Revisiones

| Tipo de Documento | Rev. | Fecha | Proyecto No. |
|------------------------------|--|-------------------------|---------------------------------|
| Informe | 0 | 13 de Diciembre de 2019 | CEDSA-235-AES-B-ACT. PADE -2019 |
| Nombre | PLANIFICACIÓN DE LAS ACCIONES DURANTE EMERGENCIAS (PADE) DE LA CENTRAL HIDROELECTRICA CHANGUINOLA I - ACTUALIZACIÓN | | |
| Cliente | AES PANAMÁ, S.R.L. | | |
| Control de Revisiones | Elaborado por: | Revisado por: | Fecha |
| 0 | Erick Vallester | Erick Vallester | 13 de Diciembre de 2019. |
| 1 | Erick Vallester | Erick Vallester | 3 de Marzo de 2020. |
| 2 | Erick Vallester | José Ocampo | 29 de junio del 2021. |
| 3 | Erick Vallester | José Ocampo | 11 de agosto del 2021. |

SIGLAS DENTRO DEL INFORME

AES Panamá: Empresa de Generación Hidroeléctrica encargada de la presa Changuinola I.

ASEP: Autoridad de los Servicios Públicos.

CMP: Crecida Máxima Probable

CND: Centro Nacional de Despacho.

COE: Centro de Operaciones de Emergencia.

DESEP/UTESEP: Departamento de Seguridad de Presas /Unidad Técnica de Seguridad de Presas de la ASEP.

ETESA: Empresa de Transmisión Eléctrica S.A.

MOP: Ministerio de Obras Públicas.

Msnm: metros sobre el nivel del mar.

NMCE: Nivel Máximo del embalse para la Condición de Emergencia.

NmiON: Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria del embalse.

NMOE: Nivel Máximo de Operación Extraordinaria del embalse.

NMON: Nivel Máximo de Operación Normal del embalse.

PADE: Plan de Acción Durante Emergencia.

SINAPROC: Sistema Nacional de Protección Civil.

Tabla de Contenido

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introducción | 9 |
| 2 | Objetivos | 9 |
| 2.1 | Objetivo General..... | 9 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 9 |
| 3 | Alcances del Plan de Acción Durante Emergencia | 10 |
| 4 | Descripción de la Central Hidroeléctrica Changuinola I..... | 11 |
| 4.1 | Características del Embalse | 15 |
| 4.1.1 | Características Operacionales del Embalse | 16 |
| 5 | Identificación de las Emergencias | 17 |
| 5.1 | Detección de la Anomalía | 18 |
| 5.2 | Tipos de Alerta..... | 22 |
| 6 | Implementación de un Sistema de Alerta Temprana Hidrológico | 24 |
| 7 | Estudio de Situaciones de Emergencia..... | 24 |
| 7.1 | Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias | 26 |
| 7.2 | Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal..... | 28 |
| 7.3 | Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias..... | 29 |
| 8 | Simulación Hidráulica – Metodología y datos básicos del análisis | 30 |
| 8.1 | Utilización del Modelo HEC-RAS..... | 30 |
| 8.2 | Crecidas Máximas de Caudales..... | 33 |
| 8.3 | Cálculo de Hidrogramas de Crecidas Máximas..... | 33 |
| 8.4 | Estudio de la Falla de una Presa | 35 |
| 8.4.1 | Mecanismos de falla de una presa | 35 |
| 8.4.2 | Análisis de la rotura de una presa | 35 |
| 8.5 | Parámetros de la brecha por el método de Froehlich..... | 36 |

| | | |
|--------|--|----|
| 8.6 | Resultados de las Simulaciones Hidráulicas | 38 |
| 9 | Estudio de Afectación de Ribera de Embalse y Valle | 62 |
| 10 | Vinculación con el Sistema de Protección Civil. Planes de Evacuación | 68 |
| 11 | Diseño de notificaciones y diagramas de Aviso | 69 |
| 11.1.1 | Alerta Blanca | 70 |
| 11.1.2 | Alerta Verde | 72 |
| 11.1.3 | Alerta Amarilla | 74 |
| 11.1.4 | Alerta Roja | 76 |
| 12 | Procedimiento para Declarar la Emergencia..... | 79 |
| 13 | Procedimiento para el Manejo de la Emergencia | 79 |
| 14 | Simulacros de Emergencia | 82 |
| 14.1.1 | Criterios para la realización del simulacro | 82 |
| 14.1.2 | Resultados de simulacros | 86 |
| 15 | Actualización del PADE..... | 87 |
| 16 | Bibliografía | 89 |

Índice de Tablas

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1. Datos significativos de la Presa Changuinola I | 13 |
| Tabla 2. Franjas de Operación del embalse de la Central Hidroeléctrica Changuinola I. | 16 |
| Tabla 3. Descripción de instrumentos y/o equipos usados para el Monitoreo de Anomalías | 19 |
| Tabla 4. Frecuencia de lectura de los instrumentos..... | 21 |
| Tabla 5. Frecuencia mínima de toma de lecturas según la ASEP | 21 |
| Tabla 6 Características de las diferentes alertas según la Resolución AN 3932-ELEC del 2010..... | 22 |
| Tabla 7. Definición de Alertas para cada Situación de Emergencia..... | 25 |
| Tabla 8. Caudales máximos instantáneos según el Reporte Hidrológico, 2010..... | 33 |
| Tabla 9. Caudales máximos de descarga de la Presa Chan I | 33 |
| Tabla 10. Cálculo de Parámetros de Brecha de Acuerdo al Método de Froehlich (2008)..... | 36 |
| Tabla 11. Caudales para los diferentes períodos de retornos según situación de emergencia. | 39 |
| Tabla 12. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.A. | 40 |
| Tabla 13. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.B..... | 42 |
| Tabla 14. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.C..... | 44 |
| Tabla 15. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.D. | 46 |
| Tabla 16. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.E..... | 48 |
| Tabla 17. Resultados, Para el caudal del Escenario No.2..... | 51 |
| Tabla 18. Resultados, Para el caudal del Escenario No.3..... | 54 |
| Tabla 19. Resultados, Para el caudal de la Alerta Blanca | 56 |
| Tabla 20. Resultados, Para el caudal de la Alerta Verde | 58 |
| Tabla 21. Resultados, Para el caudal de la Alerta Amarilla | 60 |
| Tabla 22. Resumen de las posibles Afectaciones de riberas de embalse y valles..... | 62 |
| Tabla 23. Lugares afectados Según las diferentes condiciones | 63 |
| Tabla 24 Datos de la población aguas abajo de la presa Changuinola I..... | 64 |

| | |
|--|----|
| Tabla 25 Comunidades Afectadas para la Presa Changuinola | 65 |
| Tabla 26 Uso de Suelos Afectados para la Presa Changuinola..... | 66 |
| Tabla 27. Lista de Ubicaciones de los Diagramas de Avisos Impresos | 68 |

Índice de Figuras

| | |
|--|-----------|
| Figura 1. Vista de la Presa Changuinola I | 11 |
| Figura 2. Vista general del Proyecto Changuinola I | 14 |
| Figura 3. Relación Volumen - Elevación del embalse | 15 |
| Figura 4. Relación Área - Elevación del embalse | 15 |
| Figura 5. Sección transversal de la Presa Chan I..... | 16 |
| Figura 6. Alertas para implementar en la presa Changuinola I..... | 23 |
| Figura 7. Perfil longitudinal de la sección en estudio | 32 |
| Figura 8. Perfil longitudinal de la sección en estudio | 34 |
| Figura 9. Niveles del embalse para un período de retorno de 10 000 años | 34 |
| Figura 10. Hidrograma de salida del escenario No.2..... | 50 |
| Figura 11. Hidrograma de salida del escenario No.3..... | 53 |

1 Introducción

Mantener el Plan de Acción Durante Emergencias (PADE) actualizado, es muy importante para la eficiencia y eficacia de esta herramienta. El mismo deberá incluir los cambios, las mejoras y las correcciones que se han podido recabar o detectar en el transcurso de la operación de la Central Hidroeléctrica con el PADE anterior.

El Plan de Acción Durante Emergencias (PADE), es la herramienta que establece la organización de los recursos humanos y materiales que facilitará la puesta en marcha de los servicios y recursos que hayan de intervenir para salvaguardar el medio ambiente, la vida y bienes de la población que se encuentren aguas abajo del embalse y así instruir sobre estas acciones, para mitigar los efectos ocasionados en caso de vertimiento, rotura o falla grave de la presa; a la vez de posibilitar que la población potencialmente afectada pueda ser debidamente auxiliada por los organismos competentes.

Este Plan de Acción Durante Emergencia (PADE) comprende un área de estudio delimitado, desde la localización del embalse de la presa Changuinola I, hasta la desembocadura del río Changuinola al mar. Además, define las responsabilidades y procedimientos para identificar, evaluar, clasificar y notificar a los organismos responsables sobre las emergencias que pueden ocurrir en la presa de la Central Hidroeléctrica Changuinola I de acuerdo con las Normas de Seguridad de Presa establecidas según el ANEXO A de la Resolución AN No. 3932-Elec del 22 de octubre de 2010 por la Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP).

2 Objetivos

2.1 Objetivo General

Disponer del Plan de Acción Durante Emergencia (PADE) actualizado para la Central Hidroeléctrica Changuinola I, como la herramienta que regule los requisitos y establezca la manera de proceder y las condiciones técnicas que se deberán cumplir ante una emergencia, con el fin de proteger la vida de las personas, el ambiente y minimizar los daños a la propiedad de terceros, cumpliendo con las disposiciones definidas por la Autoridad de los Servicios Públicos de la República de Panamá (ASEP).

2.2 Objetivos específicos

- Ayudar al personal de AES Changuinola, en la Central Hidroeléctrica Changuinola I, manteniendo el PADE actualizado, con el fin que se pueda dar la oportuna y confiable detección, evaluación y clasificación de una situación de emergencia, que pudiese suscitarse durante la operación de la Central Hidroeléctrica.
- Actualizar las condiciones o medidas para la detección y evaluación de una emergencia mediante los análisis de los escenarios y modelaciones hidráulicas.

- Clasificar e identificar cambios en las seis (6) situaciones relacionadas con el vertimiento, falla y/o rotura de la presa de acuerdo con las alertas determinadas.
- Verificar los impactos de las emergencias, implementando las tres fases de acciones; antes, durante y después de la emergencia.
- Actualizar los diagramas de aviso con las entidades correspondientes, incluyendo las modificaciones establecidas en la resolución AN 11761-Elec del 9 de noviembre de 2017.
- Incluir las fallas detectadas en los simulacros de emergencias realizados y las modificaciones propuestas para el mejoramiento.
- Incluir los cambios solicitados y recomendados por la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP), mediante la nota DSAN 2491-18.

3 Alcances del Plan de Acción Durante Emergencia

- Identificar las emergencias, proveer los planes para actuar en tales circunstancias y diseñar los diagramas de avisos.
- Buscar aspectos comunes de las posibles situaciones de emergencia y realizar el correspondiente análisis de seguridad.
- Delimitar claramente las responsabilidades de intervención para el control de situaciones que puedan implicar riesgos durante el vertimiento, rotura o falla grave de la presa y establecer la organización adecuada para su desarrollo.
- Desarrollar la organización y medios adecuados para poder difundir una estrategia de acción entre los posibles protagonistas de la emergencia, para comunicar la información sobre incidentes, la comunicación de alertas y la puesta en funcionamiento, en caso necesario, de los sistemas de alarma que se establezcan.
- Identificar grupos afectados, determinar la zona inundable en caso de que se presente una emergencia por vertimiento, falla o rotura de la presa, indicando los tiempos de propagación de la onda de crecida y alturas del agua y efectuar el correspondiente análisis de riesgos.

Los diagramas de aviso y los mapas de inundación que se desarrollaran en este PADE permiten a las dependencias gubernamentales y de servicios (municipalidades, policía, bomberos, salud pública, organismos provinciales, compañías telefónicas y de transporte, etc.) planificar frente al caso potencial de una emergencia y coordinar esfuerzos entre los niveles nacional, provincial y municipal de gobierno.

4 Descripción de la Central Hidroeléctrica Changuinola I

La central de generación hidroeléctrica denominada Changuinola I (Figura 1), se ubica al Noroeste de la República de Panamá, específicamente el Distrito de Almirante, Provincia de Bocas Del Toro, esta aprovecha las aguas del río Changuinola y río Culubre para disponer de una capacidad de generación instalada de hasta 223.00 MW.

La Central Hidroeléctrica Changuinola I está distribuida de la siguiente manera:

Presa, estructura en forma de arco que funciona a gravedad construida en concreto compactado con rodillo (RCC), tiene una dimensión de noventa y nueve metros (99.00 m) de alto aproximadamente, por quinientos noventa y dos metros (592.00 m) de longitud total, medidos sobre la coronación de esta, ubicada a una elevación de +172.60 msnm. En su interior la presa Changuinola I cuenta con dos galerías ubicadas en las elevaciones +91.00 msnm y +130.00 msnm, respectivamente, que permiten el recorrido a lo largo de su eje y también el monitoreo de la instrumentación que se ubica en el interior de estas. Estas galerías poseen dimensiones de 2.5 m de ancho por 3.0 m de alto cada una y cuentan con entradas por ambos costados de la presa.



Figura 1. Vista de la Presa Changuinola I

La Presa Changuinola I está constituida por un vertedero libre y por tratarse de una presa en forma de arco el vertedero se va estrechando, su cresta superior es de tipo “Ogee” con una longitud de ciento sesenta metros (160.00 m) ubicada a una elevación de +165.00 msnm y su parte inferior tiene una longitud de ciento cuarenta y tres metros (143.00 m), la cual termina en una curvatura que tiene un radio de 13.5 m que funciona como un dissipador de energía “flip bucket”. Además, a través del vertedero existe una ranura de aireación que tiene como objetivo introducir aire a la corriente de

flujo para evitar los daños por cavitación. El vertedero de la Central Hidroeléctrica de Changuinola I fue diseñado para una capacidad de descarga de 7,673.00 m³/s.

Toma de agua, de la Central Hidroeléctrica Changuinola I, es una estructura de concreto reforzado con una altura de 37.60 m y un ancho de 19.00 m. Se encuentra dividida en dos conductos de agua principales cada uno con 6.50 m de ancho y 10 m de altura, separados por una pared central con un grosor de 2.00 m. La toma de agua fue diseñada para captar un flujo de 223 m³/s a una velocidad de entrada de 1.7 m/s. Esta se ubica en el costado izquierdo de la presa específicamente en las coordenadas UTM 1021302.85 N y 335583.90 E (NAD 27).

Mini-Hidro, esta se ubica en el margen izquierdo de la presa Changuinola I en las coordenadas UTM 1021300 N y 335800 E (NAD 27), es una estructura de concreto reforzado, de tres niveles distribuidos de la siguiente manera: el piso de entrada, piso de entreplanta y piso de sala de máquinas donde se ubica la unidad turbogeneradora tipo Francis, de eje horizontal de 9.66 MW de capacidad y dispone de una carga neta de 80.2 m para el caudal de 13.4 m³/s. También cuenta con un generador eléctrico, de eje horizontal con una capacidad nominal de 10.8 MVA; con un factor de potencia de 0.9, voltaje nominal de generación de 6.9 kV, una frecuencia de 60 Hz, de tres fases y esta opera a 600 rpm.

Casa de máquina, esta es una estructura de concreto reforzado que aloja dos unidades turbogeneradoras, compuestas por turbinas de tipo Francis, de eje vertical de 106.4 MW de capacidad por cada unidad, donde cada una dispone de una carga neta de 103.7 m para un caudal de 221 m³/s. Cuenta con dos generadores eléctricos, de eje vertical que poseen una capacidad nominal de 116.5 MVA, con un factor de potencia de 0.9; voltaje nominal de generación de 13.8 kV, frecuencia de 60 Hz, de tres fases y que operan a 240 rpm. La misma se ubica en las coordenadas UTM 1024903.02 N y 333521.56 E (NAD 27).

Canal de descarga, las aguas turbinadas dentro de la casa de máquinas son descargadas al río Changuinola, por medio de un canal de 250.00 m de longitud, que incluye la parte dragada del río. El nivel normal de descarga, con el caudal máximo turbinado de 221 m³/s, se ubica en una elevación de +55.00 msnm en un nivel estacionario.

En la **Mini-Hidro**, las aguas turbinadas son descargadas al río Changuinola, por medio de un canal de 140.00 m de longitud. El nivel de descarga se encuentra aproximadamente a +78.50 msnm en un nivel estacionario, con un caudal de descarga de 13.4 m³/s.

En la Tabla No. 1 se presenta un resumen de los datos significativos de la presa y en la Figura 2 una vista general del Proyecto Changuinola I.

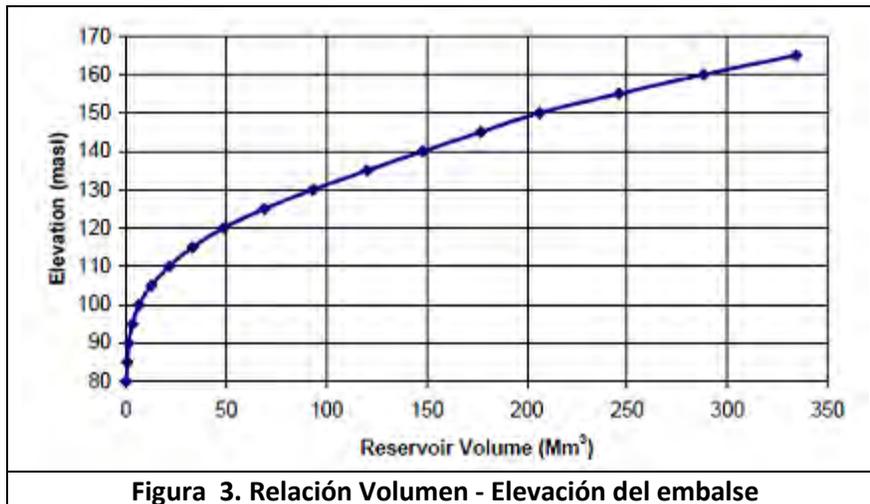
Tabla 1. Datos significativos de la Presa Changuinola I

| | |
|---|---|
| Características básicas de la presa | Tipo de presa: arco/gravedad Estructura: Concreto Compactado con Rodillo (RCC) |
| Altura de la presa | 99.1 m |
| Longitud total de la presa | 592.00 m sobre la coronación |
| Número de vertederos | Un (1) vertedero libre |
| Ancho del vertedero libre | Cresta 160.00 m y 143.00 en la base |
| Elevación del vertedero libre | 165.00 msnm |
| Tipo del vertedero libre | Ogee |
| Caudal de diseño del vertedero libre | 7,673.00 m ³ /s |
| Coordenadas del Sitio de Presa | UTM 1021126 N y 335738 E. (NAD 27) |

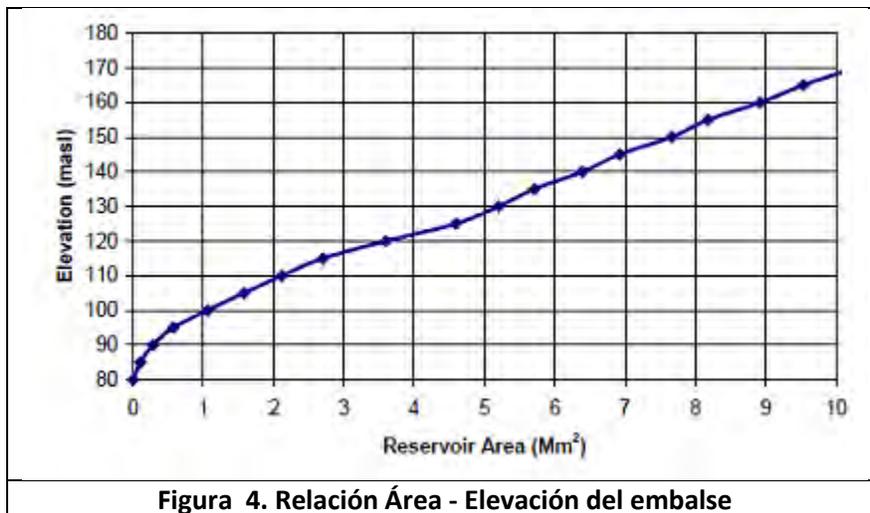
Fuente: Elaborado por CEDSA, S.A. en base a información obtenida del Changuinola I HPP Operation & Maintenance Manuals Civil Works. Version 4/11-08-29. Document No. TEC-COM-001.

4.1 Características del Embalse

Las relaciones entre las elevaciones, áreas y capacidad de almacenamiento del embalse entre las elevaciones +150.00 msnm y +165.00 msnm, definen el volumen de almacenamiento del embalse de la presa Changuinola I; sin embargo, entre las elevaciones de 80.00 msnm y 150.00 msnm se considera como un volumen de almacenamiento muerto del embalse.



Fuente: Consorcio Gavilán Hydrology Report and Estimated Floods at the Dam and Powerhouse Sites. Enero 2010.



Fuente: Consorcio Gavilán Hydrology Report and Estimated Floods at the Dam and Powerhouse Sites. Enero 2010.

4.1.1 Características Operacionales del Embalse

El embalse de la presa de Changuinola I, posee distintos niveles para su operación. En la Tabla No. 2 se presentan las franjas de operación del embalse de la presa Changuinola I.

Tabla 2. Franjas de Operación del embalse de la Central Hidroeléctrica Changuinola I.

| NIVEL DE AGUA | ELEVACIÓN (msnm) |
|--|------------------|
| Nivel Máximo de Operación Normal (NMON) | 165.00 |
| Nivel Mínimo de Operación Normal (NmiON) | 150.00 |
| Máximo para la Condición de Emergencia (NMCE) | 172.60 |
| Máximo de Operación Extraordinaria (NMOE) | 172.60 |
| Nivel Mínimo de Operación Extraordinaria (NmiOE) | 150.00 |

Fuente: Elaborado por CEDSA, S.A. en base a información obtenida de Changuinola I HPP Operation & Maintenance Manuals Civil Works. Version 4/11-08-29. Document No. TEC-COM-001.

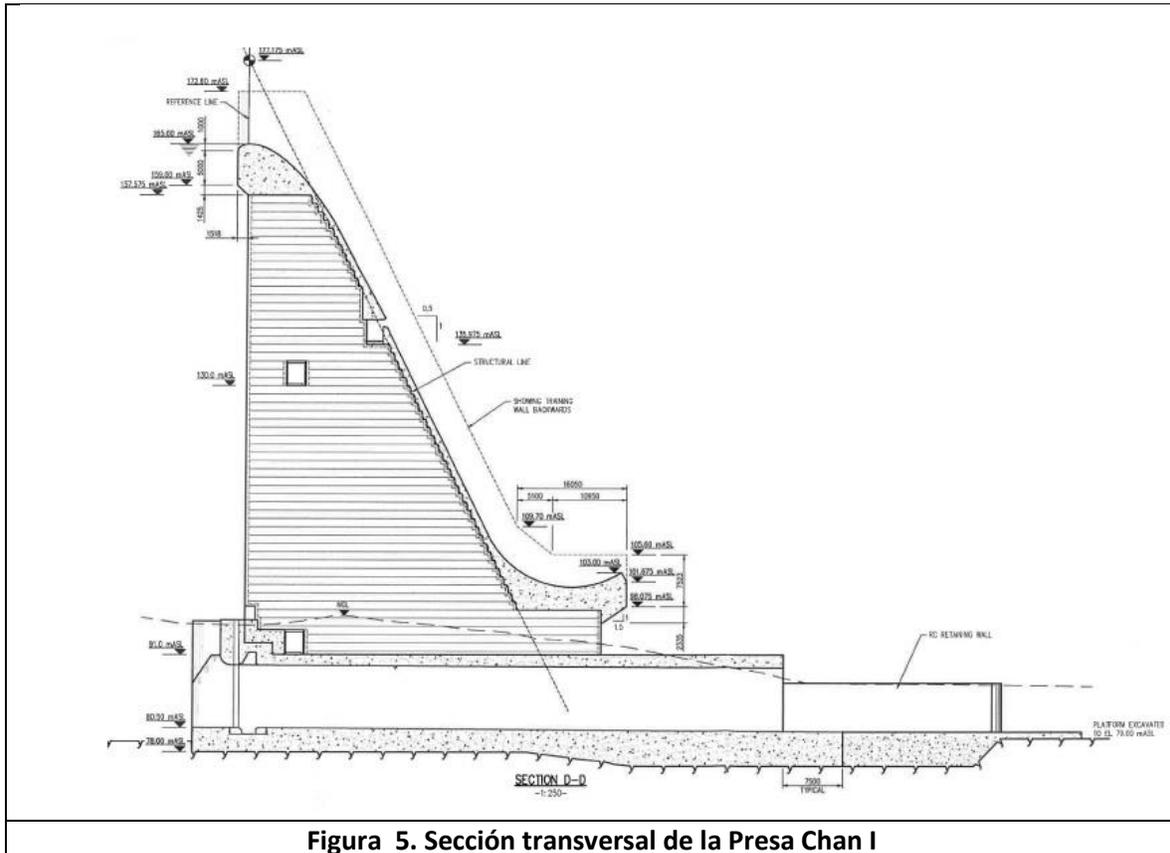


Figura 5. Sección transversal de la Presa Chan I

5 Identificación de las Emergencias

Las situaciones que podrían llevar a la rotura y/o fallas en la presa de Changuinola I, se ven influenciadas por desastres naturales y situaciones relacionadas con actividades humanas. Estas actividades humanas pueden aumentar los impactos potenciales, aguas abajo, por falla de las presas. Cuando las personas desarrollan actividades productivas y establecen sus hogares dentro de los límites de una zona inundable, el riesgo y el peligro potencial aumentan.

Desastres Naturales

Los peligros naturales más importantes que podrían impactar las presas son: crecidas extraordinarias, así como los movimientos telúricos. Las altas precipitaciones como tal, no representan un riesgo específico a la presa; no obstante, pueden aumentar el nivel del embalse llevando a una situación de vertimiento y/o generar deslizamientos de los taludes en el embalse y saturación de sedimentos en el cuerpo de la presa, los cuales pueden causar diferentes situaciones de emergencia.

La actividad sísmica no es anticipable en el tiempo por lo cual, en el plan se plantea la detección del suceso y los resultados de una inspección posterior.

Actividades Humanas

Entre los posibles eventos relacionados a las actividades humanas podemos destacar las relacionadas con deterioro de material, mala construcción, vandalismo, fuegos, sabotajes y/o actos bélicos. Las afectaciones relacionadas a fallas de las estructuras por deterioro de material o mala construcción; también se pueden incluir errores de operación del personal responsable. Este tipo de actividades no son consideradas dado que escapan de la capacidad de predecir, y se incluyen en la elaboración de informes de seguridad de las presas.

Sin embargo, es posible que las estructuras que conforman la central hidroeléctrica sean objeto de vandalismo, sabotaje y/o actos bélicos, el cual puede resultar en daños estructurales. Debido a estos actos y la preocupación por la seguridad pública, el acceso a las estructuras de las presas está normalmente restringido, también se considera la baja probabilidad de que ocurran estos eventos.

La ocurrencia de eventos como **fuegos y vandalismo** en general deberá ser motivo de la declaración de **Alerta Verde, Amarilla o Roja** dependiendo de la gravedad de la situación, lo que motivará la realización inmediata de una inspección, cuyo resultado es el que puede dar lugar a la declaración de una situación de emergencia. Únicamente cuando el fuego o el resultado de los actos de vandalismo puedan dar lugar a la degradación rápida de la estructura, en función del elemento

afectado, debería establecerse directamente una **Alerta Amarilla** de aplicación de medidas correctoras o superior. La falta de control de accesos, abandono de las instalaciones, la falta de operatividad de válvulas y compuertas, fallo en el funcionamiento de mecanismos son indicadores de actos de vandalismo. Una posible medida correctora es una inspección inmediata, y el descenso del nivel de embalse.

En cuanto a acciones bélicas o de sabotaje, deberá establecerse la **Alerta Verde, Amarilla o Roja**, que conduce a la intensificación de las labores de inspección. Los resultados de estas inspecciones serán los que motiven, en su caso, la declaración de una situación de emergencia. Una posible medida correctora es una inspección inmediata, y el descenso del nivel de embalse.

La importancia de analizar todos los aspectos de una posible emergencia con algún equipo o procedimiento lleva a adoptar medidas preventivas correctas y preparar a las personas para tomar las acciones más adecuadas que minimicen los efectos nocivos de dichas emergencias. Las Hidroeléctricas deben contar con un personal operativo y de mantenimiento, los cuales se les debe capacitar regularmente para operar los equipos de manera apropiada y así minimizar o eliminar los riesgos de operación inapropiada de los equipos. Las instalaciones deben ser monitoreadas mediante un Sistema de Vigilancia instalado en las oficinas. El sistema de vigilancia y control debe contar con cámaras de vídeo entre ellas móviles y fijas, comandadas desde la Sala de Operaciones de la Casa Control de la Central Hidroeléctrica, con registro de imágenes. Las imágenes registradas serán archivadas en un servidor de video. Además, es necesario realizar recorridos e inspecciones periódicas por el Personal de Operaciones en las áreas, minimizando así la ocurrencia de sabotaje y vandalismo.

5.1 Detección de la Anomalía

El personal de AES Changuinola en la Central Hidroeléctrica Changuinola I, está preparado para la oportuna y confiable detección, evaluación, y clasificación de las situaciones de emergencia existentes o potenciales, que se detallan en la sección 7 (Estudio de Situaciones de Emergencias), en la Presa de Changuinola I.

Es más conveniente emitir una alerta mientras se confirma la magnitud de la emergencia, que esperar a que esa situación se produzca. El personal de Mantenimiento Civil de la Central Hidroeléctrica Changuinola I está entrenado para buscar condiciones que podrían afectar la

integridad de la presa o sus estructuras asociadas. Durante la inspección quincenal, el personal de Mantenimiento buscará condiciones tales como grietas, hundimientos, filtraciones, corrosión interna, intemperismo, asentamiento y deterioro.

En cuanto a la detección de anomalías en el caso de fallas estructurales, la empresa AES Changuinola cuenta con un sistema de vigilancia que se basa en el monitoreo de la instrumentación instalada en las diferentes partes de la presa. Este sistema de vigilancia lo conforman los piezómetros que se encuentran en las salas de control ubicadas en los niveles + 91 msnm y + 130 msnm en las entradas de las dos galerías de la presa. Además, cuenta con péndulos y sismógrafos, que permiten registrar los movimientos que se generan en la presa, termopares que registran la variación de temperatura, inclinómetros que permite medir la estabilidad, tensiómetros que miden las rigidez y sensor de nivel para medir los niveles del embalse. Por otro lado, la vigilancia visual de grietas, medición de los puntos de control en la corona de las presas, le indicarán a la empresa si existe alguna falla estructural por agotamiento de la estructura.

Los instrumentos de la presa en la Central Hidroeléctrica Changuinola I son monitoreados en línea a través de un sistema automatizado. En la Tabla 3 se presenta una descripción de estos instrumentos y/o equipos que son usados para el monitoreo y detección de anomalías y en la Tabla 4 la frecuencia de lectura de los instrumentos y/o equipos según la etapa en la que este (construcción, llenado u operación).

Además de las frecuencias descritas en la Tabla 5, AES Changuinola intensifica estas frecuencias cada vez que observen lecturas anómalas ya sea repitiendo la lectura o reduciendo el intervalo de lectura hasta la solución del problema o terminación de evento, como lo son los registros de valores mayores a los de atención u ocurrencias de sismos, niveles superiores a los de operación normal o algún evento con carga y descarga anormal de las estructuras.

El monitoreo de los instrumentos después de un evento inusual se realizará cada seis (6) horas con excepción de los sismógrafos que se realizará de manera permanente.

La ASEP establece Frecuencias mínimas de toma de lecturas para los sistemas instrumentales. En el cuadro N°2, del apéndice F (Características y frecuencias de los controles de las obras), que depende de la categoría de la presa, para el caso de la presa Changuinola I que es categoría A (Alto) se presenta en la tabla 22.

Tabla 3. Descripción de instrumentos y/o equipos usados para el Monitoreo de Anomalías

| Instrumentos | Características | Fabricante/ Modelo- Tipo |
|--------------|--|-----------------------------|
| Termopares | Los termopares 460 en total, fueron instalados en las galerías de la presa para medir la temperatura del concreto . Tres gabinetes se instalaron en el nivel + 91 msnm y tres en el nivel + 130 msnm. | - |

| | | |
|---|--|--|
| | Cada cabina cuenta con dos o tres interruptores con conectores hembras y un cable de extensión reducida para conectores macho. | |
| Péndulos | Se instalaron tres (3) líneas de péndulos para monitorear el desplazamiento horizontal de la presa . Que comprende unidades colgantes y una invertida, ancladas a una profundidad dentro del macizo rocoso entre 35 m y 40 m. | Geokon BGK- 6850 A |
| Piezómetros | Se instalaron dieciocho (18) piezómetros de cuerda vibrante, perforados a una profundidad aproximada de 25 m dentro del macizo rocoso. Permiten medir la presión que ejerce el agua por debajo de la fundación de la pared de la presa y en la plataforma del vertedero. | Geokon /4500 |
| Dyna – Force Sensores Electro Magnético | Se instalaron cuarenta y ocho (48) sensores para medir la fuerza de tensión en los cables ubicados en el Bloque 22 estribo derecho de la presa, que es una estructura de refuerzo estructural de la presa. | PowerStress / P- 500 Dynaforce Measurements. |
| Inclinómetros | Se instalaron dos (2) inclinómetros, los cuales permiten medir la estabilidad (desplazamientos laterales, giros) de la masa rocosa del estribo derecho de la presa. Se cuenta con un (1) equipo para la medición de la inclinación y otro para la medición de la deformación . | Geokon / 6150 Geokon / RB-500 Geokon/ 4430 |
| Acelerógrafos | Se instalaron dos (2) acelerógrafos, estos miden las aceleraciones en las tres direcciones ortogonales y se ubican aproximadamente en el centro de la presa. | Acelerógrafos modelos ETNA 2 SIGMETRIC |
| Sensor de nivel | Los sensores de nivel, permite medir los niveles de agua en el embalse. Se instalaron dos (2). | Geokon MEMS |
| Aforador | Permite medir las filtraciones que tenga la estructura, ubicados cuatro (4) en el nivel + 91 msnm y cuatro (4) el nivel + 130 msnm. | - |
| Extensómetros diferenciales con termistor | Mide los desplazamientos en las juntas y medición de temperatura en la presa. | Geokon / 3800- 3810 |
| Prismas para nivelación en la coronación | Mide los desplazamientos verticales o horizontales en la corona de la presa. | - |
| Termistores | Se facilitará seis (6) medidores de temperatura para la medición de la temperatura en el aire , en la cara aguas abajo de la pared de la presa. | Geokon / 3800- 3810 |
| Medidor de temperatura del agua | Se facilitará seis (6) medidores de temperatura para la medición de la temperatura del agua , en la cara aguas arriba de la pared de la presa | Geokon/ 4700 |
| Medidor de temperatura digital | Se cuenta con un (1) medidor de temperatura digital | Omega / 450 |

Fuente: Changuinola Civil Works Joint Venture. Instrumentation Specification. Report No. 09/4178/10753.

Tabla 4. Frecuencia de lectura de los instrumentos

| Instrumentos | Frecuencia de lecturas/etapas | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--|-----------------|------------------------------|
| | Durante la Construcción | Durante llenado del Embalse | Operación | Después de un evento inusual |
| Termopares | 2 veces al día | Semanalmente | 2 veces por mes | Cada 6 hora |
| Péndulos | - | Diario | 2 veces por mes | Cada 6 hora |
| Piezómetros | Diario | Diario | 2 veces por mes | Cada 6 hora |
| Tensiómetros | Semanal | Diario | 2 veces por mes | Cada 6 hora |
| Inclinómetros | Diario | Cada incremento de 2 m del nivel de agua | 2 veces por mes | Cada 6 hora |
| Sismómetros/Sismógrafos | Permanente | Permanente | Permanente | Permanente |
| Medidores de temperatura en agua | Diario | Diario | 2 veces por mes | Cada 6 hora |
| Medidores de temperatura en aire | Diario | Diario | 2 veces por mes | Cada 6 hora |

Fuente: Changuinola Civil Works Joint Venture. Instrumentation Monitoring Programme. Report No. 10/4178/10724.

Tabla 5. Frecuencia mínima de toma de lecturas según la ASEP

| Tipo de sistema | Categoría de Riesgos en la presa: Alto | | | | |
|---------------------------------------|--|-----------|---------|-----------|----------------------|
| | Primer llenado | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Posterior rutinarios |
| Medición de instrumental Centralizado | Diaria | Diario | c/2días | 2/8Semana | Semanal |
| Medición de instrumental manual | C / 2 días | 2/Semana | Semanal | Quincenal | Quincenal |
| Mediciones Geodésicas | Semanal | Quincenal | Mensual | Bimestral | Trimestral |
| Impacciones Básicas | Diarias | 2/Semana | Semanal | Quincenal | Mensual |

Fuente: Norma de seguridad de presa ASEP, Página 145.

La información obtenida de los instrumentos instalados será registrada en hojas de campo, al final de cada período de trabajo en campo (realización de lecturas cada 15 días), deben ser grabadas en archivos electrónicos. El almacenamiento de las lecturas deberá ser hecho en hojas electrónicas tipo Excel, con inmediata actualización de las hojas y gráficas lecturas x tiempo. En los datos electrónicos deberán constar la fecha, hora, lectura del instrumento, niveles de agua.

Durante los trabajos diarios, cualquier anomalía observada, relacionada o no con la instrumentación, deberá ser registrada a través de fotos digitales adjuntas al respectivo reporte con la descripción de la anomalía. Una copia de seguridad de los archivos electrónicos actualizados deberá ser creada al final de cada día de trabajo.

Cabe mencionar, que la central hidroeléctrica actualmente cuenta con instrumentos automatizado, para la lectura, almacenamiento, protección y envío de documentación mediante un Loggernet; Loggernet es una herramienta de Campbell Scientific que permite a los usuarios conectarse a las

estaciones por medio de una computadora para programar, comunicarse y adquirir datos del datalogger.

5.2 Tipos de Alerta

Una alerta se define como la situación de vigilancia o atención, que da inicio a las operaciones para enfrentar y manejar una situación de emergencia. Estas alertas pueden clasificarse de acuerdo con los indicadores para cada una de las situaciones de emergencia, de las características de la presa de Changuinola I y de los elementos que la identifican y distinguen. A continuación, en la Tabla 6 se detallan las características para declarar cada tipo de Alerta, según la Resolución AN 3932-ELEC del 2010.

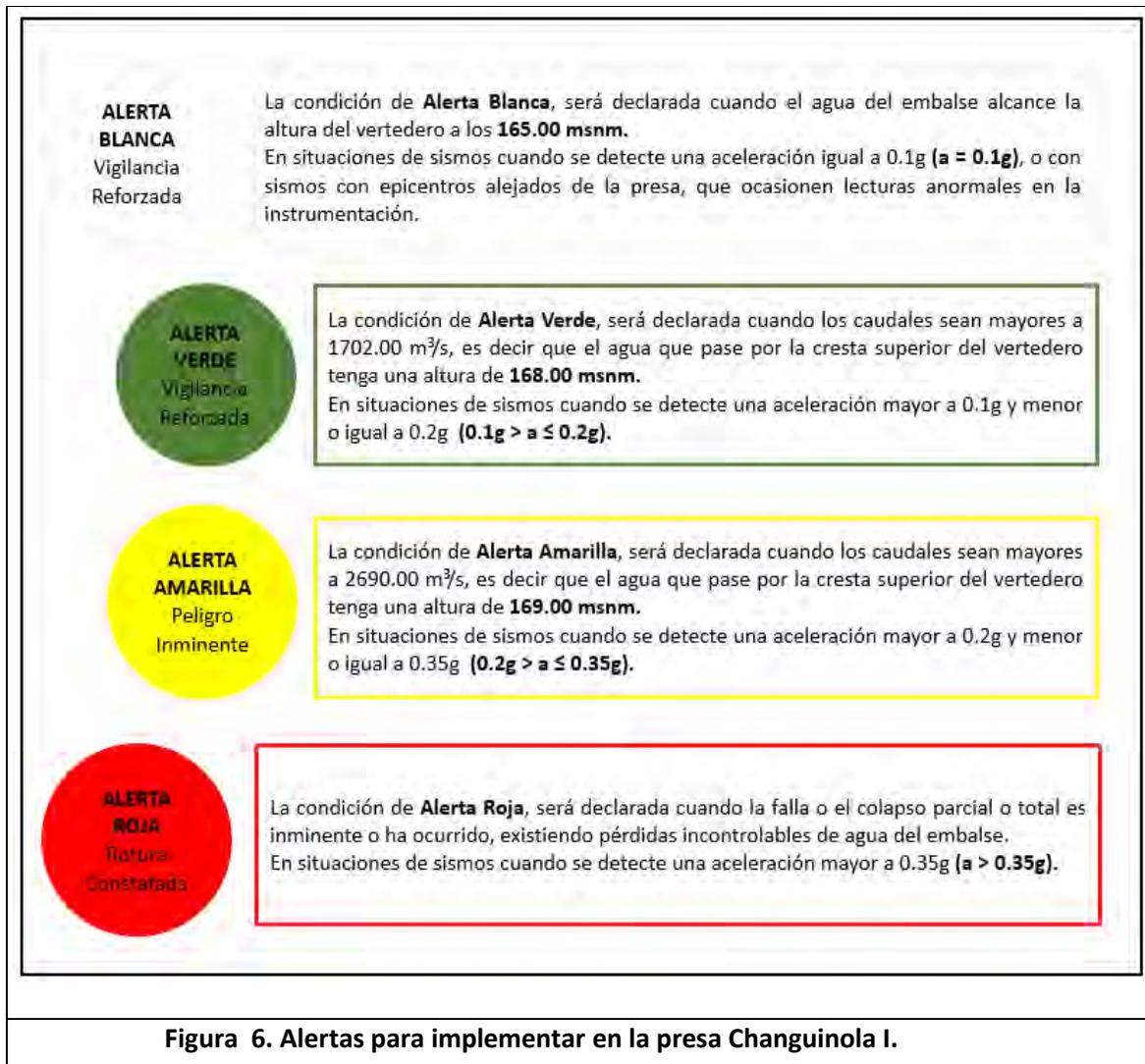
Tabla 6 Características de las diferentes alertas según la Resolución AN 3932-ELEC del 2010.

| Alertas | Emergencia identificada | Características |
|-----------------|-------------------------|--|
| BLANCA | Vigilancia Reforzada | Es cuando se prevén aportes hídricos excepcionales o en caso de movimientos sísmicos con epicentro alejado de la zona de la presa o cuando se detectaron anomalías susceptibles de comprometer la integridad de las obras en un plazo relativamente corto (algunas semanas). |
| VERDE | Preocupaciones serias | Es cuando se registran valores anormales en los instrumentos de auscultación o cuando se detecta operación defectuosa de algún dispositivo de evacuación o mala maniobra del mismo durante una situación de emergencia o la aparición de nuevas grietas o desplazamientos en la presa o cuando se registran deslizamientos de laderas en el embalse o en sus proximidades aguas arriba o cuando existen actos de vandalismo o sabotaje o frente a la ocurrencia de sismos que ocasionen daños de diversa consideración, pero acciones de respuesta pueden impedir o mitigar tales circunstancias. Se asume que se dispondría de algún tiempo antes de la falla con escape de agua de la presa. |
| AMARILLA | Peligro inminente | La falla de una presa es inminente representando una situación incontrolable conduciendo a una falla, o a una falla actual de la presa con pérdidas de agua del embalse. No se presume que haya tiempo de retardo para la falla o tiempo para evaluar y controlar la situación. Son situaciones que pueden conducir a este peligro: una brecha con erogación incontrolada de agua del embalse; el sobrepaso real o la presunción de que la presa va a ser sobrepasada por una crecida; el progresivo ensanchamiento de grietas con filtraciones incontrolables a través de la presa; una inestabilidad o ciertas filtraciones con caudales crecientes a través de los estribos. |
| ROJA | Rotura Constatada | La falla catastrófica de una presa ha ocurrido. El personal operativo de turno puede advertir una disminución abrupta del nivel del embalse en cuestión o bien ser detectado un aumento inexplicable del nivel del embalse en una presa de aguas abajo. |

Para la central Hidroeléctrica Changuinola I se ha establecido en la figura 14, en base a los resultados de las simulaciones y los parámetros descritos por la Autoridad de los Servicios Públicos, los valores a considerar para implementar cada una de las alertas definidas.

En situación de sismo se han asignado valores de Aceleración Pico del Suelo (g), de acuerdo a la cercanía de la presa principalmente a la sección oeste del Cinturón Deformado del Norte de Panamá

o North Panama Deformed Belt (NPDB); y a las fallas geológicas activas cercanas al área; a la geología local (formaciones sedimentarias con afloramientos de rocas tales como lutitas, calizas, areniscas y conglomerados); tipo de suelos (capa superficial de poco espesor y drenaje muy bueno a excesivo); la topografía del área. Además, se tomaron en cuenta las magnitudes históricamente alcanzadas en el sitio de la presa y sus diferentes tipos, principalmente la magnitud por momento (Mw). Las otras magnitudes son: magnitud corta o por duración (Mc); magnitud local (ML); magnitud por ondas internas (mb); y magnitud por ondas superficiales (Ms).



Es importante destacar que, la definición de los pasos a seguir para cada una de las alertas y las asignaciones de los diferentes escenarios se realizará en la **Sección 7 (Estudios de Situaciones de emergencia)**, en función de los resultados de las simulaciones hidrológicas e hidráulicas; y de la experiencia en su comportamiento.

6 Implementación de un Sistema de Alerta Temprana Hidrológico

Un Sistema de Alerta Temprana Hidrológico (SATH), se implementa con el objetivo principal de prever posibles situaciones de riesgo, a causa de un aumento en los caudales de los ríos ubicados aguas arriba de la presa, generado por eventos meteorológicos. Los insumos requeridos para implementar un SATH, se obtendrán por medio de un estudio a realizar en la cuenca que drena hacia la presa (Ver mapa #1).

Este estudio brindará la información necesaria de los equipos a instalar y se complementará con la información que suministra la instrumentación que se encuentra instalada en la presa. La información recolectada será procesada y permitirá realizar pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos.

Los datos meteorológicos y de los niveles del embalse, brindará un panorama que permitirá hacer simulaciones para predecir el nivel al que puede ascender el embalse y la toma de decisiones oportunas, ya sea, la declaración de un sistema de alerta y las acciones que esto conlleve aguas abajo de la presa. Esta información complementada con la obtenida de la instrumentación instalada en la presa Changuinola I, les ofrecerá los insumos a los operadores de la central hidroeléctrica para predecir la velocidad de ascenso del agua en el embalse por arriba de lo normal y realizar el balance hídrico que permita establecer la necesidad de activar el SATH.

El primer camino para evitar o minimizar las consecuencias de las precipitaciones extraordinarias, sin duda, es la previsión. De ahí que se entienda que el mejor modo de afrontar una situación de emergencia de este tipo es adelantarse, a través de los sistemas de predicción meteorológica. En este sentido, es importante analizar y evaluar el estado actual de la Red Hidrometeorológica de ETESA con el objetivo de fortalecerla y mejorarla. Además, será necesario establecer acuerdos para el intercambio y flujo de información entre AES Changuinola, ETESA y/u otros generadores dentro del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Changuinola I optimizando así la inversión en este tema.

Este fortalecimiento permite contar con información confiable y en tiempo real para la toma de decisiones relacionado con la seguridad de la presa, el máximo aprovechamiento de los caudales en la generación de energía, y el control de inundaciones en las zonas ubicadas aguas abajo de la presa de Changuinola I.

7 Estudio de Situaciones de Emergencia

La preparación se inicia precisamente con la elaboración y actualización del presente documento (Planificación de Acción Durante Emergencias).

La detección oportuna y evaluación de la situación o hecho determinante que inicia o requiere una acción de urgencia, son cruciales para las siguientes situaciones de emergencia:

- Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias.
- Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal.
- Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias.
- Por Apertura Súbita de Compuertas.
- Por Falla de Operación de las Estructuras Hidráulicas de Descarga.
- Por Vaciado Controlado o Vaciado Rápido a causa de un problema en la presa.

En la Tabla 7, se establece en resumen las alertas que se aplicarán para cada una de las situaciones de emergencia, según los resultados de las modelaciones descritas en la Sección 8.6 (Resultados de las Simulaciones Hidráulicas). Cabe resaltar que la Alerta Blanca se da cuando el embalse alcance la altura del vertedero a los 165 msnm, la Alerta Verde cuando los niveles están próximos a 168 msnm con caudales de 1 702.00 m³/s y se presenta en períodos de retornos de 1:2 años, la Alerta Amarilla se debe activar a un caudal de 2 690.00 m³/s, que corresponde a un período de retorno de 1:5 años, con nivel correspondiente de 169.00 msnm y la Alerta Roja se debe activar cuando la presa está en rotura inminente o ya ha colapsado (Ver mapas # 3 - #7), huellas de inundación según alertas). En los resultados de las modelaciones se presentan los resultados del modelo Hec- Ras para las alertas blanca, verde, amarilla y roja.

Tabla 7. Definición de Alertas para cada Situación de Emergencia

| Situaciones de emergencias según "Norma para la seguridad de Presa" | Tipo de Alerta |
|---|-------------------------------------|
| Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias | |
| 1:100 (Q ₁₀₀) | Amarilla |
| 1:500 (Q ₅₀₀) | Amarilla |
| 1:1000 (Q ₁₀₀₀) | Amarilla |
| 1:5000 (Q ₅₀₀₀) | Amarilla |
| 1:10000 (Q ₁₀₀₀₀) | Amarilla |
| Por colapso estructural en condición de operación normal | |
| Caudal de Rotura de Presa (Q _p ¹) | Roja |
| Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias | |
| 1:10 + Q _p ¹ | Roja |
| 1:50+Q _p ¹ | Roja |
| 1:100+Q _p ¹ | Roja |
| 1:1000+Q _p ¹ | Roja |
| 1:10000+Q _p ¹ | Roja |
| Por apertura súbita de compuertas | No Aplica, no cuenta con compuertas |
| Por falla en la operación de las estructuras hidráulica de Descarga | No Aplica, no cuenta con compuertas |
| Por vaciado Controlado o Vaciado rápido a causa de un problema en la presa | No Aplica, no cuenta con compuertas |

¹ Pico de la brecha de descarga (m³/s); es decir el caudal generado por el colapso estructural debido al volumen de agua almacenado.

Los valores de caudales establecidos para cada alerta se definen teniendo en cuenta las viviendas en peligro de inundaciones por crecida del río Changuinola, deben revisarse estos valores cada año junto con la actualización de este documento PADE.

Para cada una de estas situaciones de emergencia hay Diagramas de Avisos, de acuerdo con el tipo de alerta declarado (**ver sección 11. Diseño de Notificaciones y Diagramas de Aviso**). Dichos diagramas sintetizan claramente los esquemas de comunicación para cada condición de emergencia. Además, indican el orden o jerarquía prevista, las personas que serán avisadas, los cargos que ocupan y los medios de comunicación principales y alternativos.

A continuación, se detallarán las diferentes situaciones de emergencias, describiendo los pasos a seguir según la alerta declarada. Cabe mencionar que solo se detallaran las situaciones que aplican específicamente para la Central Hidroeléctrica Changuinola I.

7.1 Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias

Esta situación de emergencia se da tras la ocurrencia de descargas a través del vertedero libre de la presa Changuinola I, que cuenta con una capacidad máxima de desalojo de 7,673 m³/s para un periodo de retorno de 1:10000 años. Cabe destacar que apenas se llega el nivel máximo del embalse 165 msnm, ya se debe emitir un mensaje de alerta cual se declarara mediante la **Alerta Blanca**.

Se continúa con los monitoreos pertinentes según el tipo de alerta, y al preverse la continuidad de las crecidas llegando al caso específico bajo la condición de la Crecidas Ordinarias y Extraordinarias con un período de retorno de 1:10,000 años. Según las simulaciones realizadas en la sección 8.6 (**Resultados de las Simulaciones Hidráulicas**), se deben aplicar las siguientes alertas:

- **ALERTA BLANCA**

La Alerta Blanca será declarada cuando el agua del embalse alcance la altura del vertedero a los 165.00 msnm.

- **ALERTA VERDE**

La Alerta Verde se debe activar a un caudal de 1 702.00 m³/s, el cual se presenta en un período de retorno de 1:2 años, con nivel correspondiente de 168.00 msnm.

- **ALERTA AMARILLA**

La Alerta Amarilla se debe activar a un caudal de 2 690.00 m³/s, que corresponde a un período de retorno de 1:5 años, causando inundaciones de moderadas a significativas aguas abajo de la presa Changuinola I, con nivel correspondiente de 169.00 msnm.

Procedimiento bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias

Cuando se detecte o prevé crecidas Ordinarias o extraordinarias, y el operador registre niveles del embalse de +165.00 msnm, deberá informara al Coordinador del PADE dicha situación para que se active la Alerta Blanca y se notifique según los diagramas de aviso. Continuándose con el monitoreo de los equipos, una vez los niveles del embalse sean igual o mayor a 168.00 msnm; inmediatamente informara al Coordinador del PADE dicha situación para declarar la Alerta Verde.

El Coordinador del PADE, declarará la Alerta Verde y seguirá el Diagrama de Aviso con su mensaje respectivo, para notificar a UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública, policía nacional, la autoridad del tránsito, transporte terrestre (ATTT) los representantes y alcaldes de los corregimientos cercanos con posible afectación ante la situación de emergencia declarada para brindar la ayuda necesaria.

El Coordinador de PADE, solicita a Mantenimiento Civil el monitoreo continuo e inmediato de los equipos instalados en la presa y solicita al Operador que monitoree la página web de la gerencia de Hidrometeorología de ETESA www.hidromet.com.pa, los radares meteorológicos y el nivel del embalse.

Los operadores mediante inspección visual de la presa evalúan la presencia de daños estructurales o grietas y filtraciones o cualquier otro síntoma que, aunque no esté en peligro la presa cause anomalías en su funcionamiento. Se informará al Coordinador del PADE el resultado de la inspección en las estructuras.

Mantenimiento Civil: Establece la revisión comparativa de los reportes generados de las inspecciones visuales; con el fin de determinar las siguientes acciones y si existiese algún daño y severidad reflejados en los mismos.

Director del Complejo CA/Administración: Contratar, en caso de ser necesario y factible, a una o varias empresas (s) especializada (s) para la evaluación y mitigación de los daños en las estructuras.

Líder de Mantenimiento: Debe asegurarse de contar con el personal de mantenimiento en planta, para atender cualquier situación de falla o daño en las unidades generadoras. Debe asegurarse que todo el personal que va a trabajar cuente con radios de comunicación o celular.

Si el nivel del embalse supera los 169.00 msnm y se producen filtraciones, se observan nuevas grietas o aumento de las existentes, en fin, si se agrava la(s) causa(s) que iniciaron la Alerta Verde, pero sin llegar a comprometer las estructuras de la presa, se declara la Alerta Amarilla.

El Coordinador del PADE, ahora seguirá el Diagrama de Aviso de la Alerta Amarilla con su mensaje respectivo, según la sección 11 (diseño de notificaciones y diagramas de aviso), para notificar el cambio de alerta a UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública como la ATTT,

los representantes y alcaldes de los corregimientos cercanos con posible afectación ante la situación de emergencia declarada para brindar la ayuda necesaria.

Mantenimiento Civil: realiza continuamente la revisión comparativa de los reportes generados de las inspecciones visuales; con el fin de determinar las siguientes acciones según los daños y severidad reflejados en los mismos. Continúa el monitoreo de los equipos y de la página web de la gerencia de Hidrometeorología de ETESA www.hidromet.com.pa.

Si se controla la situación, se declara el cese de la Alerta Amarilla pasando a la Alerta Verde. Finalmente, el Coordinador del PADE conjunto con el Director del Complejo CA determinan e indican el fin de la emergencia; de darse el caso que no se controle la situación y el nivel del embalse aumenta, agravándose las filtraciones, apareciendo nuevas grietas o aumento de las existentes, en fin, si se agrava la(s) causa(s) que iniciaron la Alerta Amarilla comprometiendo las estructuras de la presa, y/o se prevé un colapso estructural parcial o total de la presa se declara la Alerta Roja.

El Coordinador del PADE se guiará según lo establecido en el Diagrama de Aviso para la ALERTA ROJA con su mensaje respectivo, mediante la sección 12 (diseño de notificaciones y diagramas de aviso), para realizar las acciones necesarias para comunicar a la UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública como: SINAPROC, Policía Nacional, Cruz Roja, Bomberos de Changuinola y el Hospital Regional Dr. Raúl Dávila Mena de Changuinola. Además, se les notificará también al Alcalde de Changuinola; representantes de Cochigró, Changuinola y El Empalme.

Las autoridades gubernamentales coordinarán las evacuaciones de las comunidades ubicadas aguas abajo de manera inmediata y ordenar la evacuación inmediata de todo el personal que se encuentre en el Sitio de Presa, Casa de Máquinas o realizando tareas en las riberas del río Changuinola. Finalmente, el Coordinador del PADE en conjunto con el Director del Complejo CA, determinan e indican el fin de la emergencia.

7.2 Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal

Esta situación de emergencia se conoce como rotura de presa “con buen tiempo” generalmente se modela con el embalse en un nivel normal de operación (MNON) y abarca los posibles escenarios de rotura de presa tales: sismos, falla estructural de los materiales o de la fundación. Cabe resaltar, que para minimizar el riesgo de los colapsos estructurales y en cumplimiento a la Resolución AN-3932-ELEC-del 2010, AES Changuinola contratará a asesores técnicos y especialistas en seguridad de presa, para las inspecciones intermedias, globales, especiales y de emergencia de los aspectos relacionados a la seguridad de presa.

Según las simulaciones realizadas en la sección 8.6 (Resultados de las simulaciones Hidráulicas), por colapso estructural en condición de operación normal, se deben aplicar la Alerta Roja, sin embargo, se espera que antes de darse esta situación se registren una serie de eventos que permita activar el sistema de alerta temprana.

Una vez se detecte una anomalía (por cualquier situación), que pueda poner el riesgo la integridad de parte o de toda la estructura de la presa se deben iniciar las coordinaciones de alerta, manteniendo en lo posible el orden jerárquico de las alertas (Blanca, Verde, Amarilla y Roja).

En caso de preverse o ya tenerse el colapso parcial o total de la presa a cualquier nivel de agua se debe aplicar inmediatamente la Alerta Roja.

- **ALERTA ROJA**

El procedimiento por colapso Estructural en condición de operación Normal:

El **Coordinador del PADE** se guiará según lo establecido en el Diagrama de Aviso para cada una de las alertas con su mensaje respectivo, mediante la sección 11 (diseño de notificaciones y diagramas de aviso), para realizar las acciones necesarias para comunicar a la UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública como: SINAPROC, Policía Nacional, Cruz Roja, Bomberos de Changuinola y el Hospital Regional Dr. Raúl Dávila Mena de Changuinola, entre otros. Además, se les notificará también a la Gobernación de Bocas del Toro, Alcalde de Changuinola y estos a los representantes de Cochigró, Changuinola y El Empalme.

Las autoridades gubernamentales según la alerta definida y a la magnitud de la situación coordinarán las evacuaciones de las comunidades ubicadas aguas abajo de manera inmediata y ordenará la evacuación inmediata de todo el personal que se encuentre en el Sitio de Presa, Casa de Máquinas o realizando tareas en las riberas del río Changuinola.

Finalmente, el Coordinador del PADE determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Director del Complejo CA y los organismos competentes de la seguridad quienes evaluarán e indicarán si las áreas son seguras para la población en general.

7.3 Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias

Esta situación de emergencia se produce durante el colapso con el embalse en niveles extraordinarios (MNOE) y sin que la presa sea sobrepasada, abarca los posibles escenarios de rotura de presa tales: sismos, falla estructural de los materiales o de la fundación. Estos escenarios podrían ocurrir durante un evento meteorológico extraordinario; por lo tanto, se considera que la situación de emergencia “Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias” tendrán los mismos procedimientos de manejo de la situación de emergencia por Colapso Estructural durante Operación Normal.

En caso de preverse o ya tenerse el colapso parcial o total de la presa durante crecidas extraordinarias a cualquier nivel de agua se debe aplicar inmediatamente la Alerta Roja, sin embargo, al estar ante una situación de crecidas extraordinarias, ya se han dado los avisos de las diferentes emergencias según los niveles del embalse y se debe de tener en marcha el sistema de alerta temprana.

- **ALERTA ROJA**

El procedimiento por colapso Estructural durante crecidas Extraordinarias:

El **Coordinador del PADE** se guiará según lo establecido en el Diagrama de Aviso para la ALERTA ROJA con su mensaje respectivo, mediante la sección 11 (Diseño de notificaciones y diagramas de aviso), para realizar las acciones necesarias para comunicar a la UTESEP, a los organismos competentes en la Protección Pública como: SINAPROC, Policía Nacional, Cruz Roja, Bomberos de Changuinola y el Hospital Regional Dr. Raúl Dávila Mena de Changuinola, entre otros. Además, se les notificará también a la Gobernación de Bocas del Toro, Alcalde de Changuinola y estos a los representantes de Cochigró, Changuinola y El Empalme.

Las autoridades gubernamentales según la alerta definida y a la magnitud de la situación coordinarán las evacuaciones de las comunidades ubicadas aguas abajo de manera inmediata y ordenar la evacuación inmediata de todo el personal que se encuentre en el Sitio de Presa, Casa de Máquinas o realizando tareas en las riberas del río Changuinola

Finalmente, el Coordinador del PADE determina e indica el fin de la emergencia, en conjunto con el Director del Complejo CA y los organismos competentes de la seguridad quienes evaluarán e indicarán si las áreas son seguras para la población en general.

8 Simulación Hidráulica – Metodología y datos básicos del análisis

8.1 Utilización del Modelo HEC-RAS

Para establecer el modelo de simulación hidráulica del comportamiento del río Changuinola, se utilizó el paquete informático HEC-RAS versión 5.0.7 de julio de 2019 del programa de modelación hidráulica HEC-RAS, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros Militares de los Estados Unidos (US Army Corps). Se seleccionó el programa HEC-RAS el cual es de dominio público, está ampliamente probado y tiene literatura disponible para consulta.

Para determinar los perfiles de agua y las planicies de inundación a lo largo del río Changuinola, el estudio se dividió en dos tramos; el primer tramo inició en las coordenadas 1021126 Norte y 335738 Este en NAD 27 (Presa Changuinola I), y finalizando en las coordenadas 1043645.58 Norte y 339162.66 Este en WGS-84 (en la desembocadura del Río Changuinola al mar).

El modelo HEC-Ras permite realizar cálculos de perfiles de agua para flujo permanente y no permanente en una dimensión, análisis de transporte de sedimento del lecho y análisis de temperatura del agua.

El modelo tiene disponible entre sus principales características la modelación de los perfiles de agua a lo largo de un cauce o canal, la modelación, el cálculo hidráulico de estructuras hidráulicas tales como puentes, sistemas de alcantarillados, entre otros, y el módulo de rotura de presa.

El modelo se basa en ecuaciones diferenciales determinísticas, que al ser solucionadas en la estructura del modelo de simulación hidráulica HEC-RAS, permiten pronosticar la dinámica de los niveles de agua en los eventos hidrometeorológicos extremos de inundación, definiendo las cotas de inundación a través de perfiles transversales, simulando de manera aproximada el comportamiento de la dinámica del recurso hídrico y del cauce. Posee características de: Secciones mojadas variables con cualquier geometría a lo largo del cauce, diferentes tipos de rugosidad para ciertas partes del perfil mojado, distintas profundidades del agua y con caudal variable a lo largo del cauce en condiciones de régimen de flujo sub-crítico o súper-crítico con efectos hidráulicos debido a obstáculos transversales naturales o artificiales en el cauce.

En este proyecto en particular se generaron curvas de nivel mediante Fotogrametría la cual es la ciencia aplicada que nos permite obtener medidas fidedignas, a partir de fotografías aéreas que reúnen requisitos prefijados, con el objeto de determinar características métricas tales como tamaño, forma y posición, como así también producir una representación precisa del terreno.

La aplicación de uso más frecuente de esta disciplina, la constituye la elaboración cartográfica de la superficie terrestre. Desde este punto de vista, la tarea principal de la Fotogrametría es producir una representación (mapas, curvas de nivel, modelos digitales de elevación) de objetos (superficie terrestre) en proyección ortogonal, a una determinada escala, a partir de fotografías de estas áreas de estudio (proyección central). Por ello podríamos considerar a la Fotogrametría, como una herramienta tecnológica en la que se apoya la Agrimensura. Para el proyecto de Changuinola se trabajó específicamente con tecnología LIDAR (acrónimo del inglés Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) es un sistema que permite obtener una nube de puntos del terreno tomándolos mediante un escáner láser aerotransportado (ALS). Para realizar este escaneado se combinan dos movimientos. Uno longitudinal dado por la trayectoria del avión y otro transversal mediante un espejo móvil que desvía el haz de luz láser emitido por el escáner. Esta técnica es una alternativa a otras fuentes de toma de datos como el Modelo Digital del Terreno (MDT). Se puede usar como una fuente de datos para los procesos de contorno y generación de curvas de nivel para ortofotos digitales. Para este proyecto se generaron curvas de nivel con una precisión de 5 metros.

Se realizaron las secciones transversales sobre el Modelo Digital de Terreno ajustándose las secciones del río y realizando interpolaciones en el modelo HEC-RAS; se hicieron aproximadamente 228 secciones a lo largo del cauce, completando una longitud aproximada de 57.841 km.

Las características del cauce aguas abajo de la presa se obtuvo de la topografía existente y de los reconocimientos topográficos realizados en campo por la Empresa de Consultoría, Estudio y Diseños S.A. Las fotografías y topografías de las áreas que pueden ser afectadas ayudaran a determinar los

coeficientes de rugosidad utilizando el valor de coeficiente de manning (n), los cuales son necesarios para realizar las distintas modelaciones.

Estos coeficientes de rugosidad se obtienen generalmente de forma empírica con base en los datos bibliográficos y con inspección visual de los tramos (Fotografías y topografías), utilizando la expresión desarrollada por Cowan.

Para la selección adecuada de los coeficientes de rugosidad de Manning para el estudio del proyecto hidroeléctrico de Changuinola I, se revisó fotografías de los tramos en estudio y en conocimiento del área a modelar. Los coeficientes fueron revisados y ajustados durante la calibración del modelo, los valores “n” seleccionados para el cauce principal del tramo del estudio, los valores que pueden ser utilizados están entre los 0.047 y 0.070 (Usando $n=0.047$). Para los bancos de inundación se puede usar valores n entre 0.044 y 0.118 (Usando $n=0.056$), ya que existen áreas que tienen árboles de gran altura con arbustos, áreas que tienen arbustos o vegetaciones de poca altura y áreas de uso agrícola.

En la Figura 7 se presenta el perfil longitudinal de la sección de estudio y en los Mapa # 2 se muestran las secciones transversales utilizadas en el modelo de HEC-RAS.

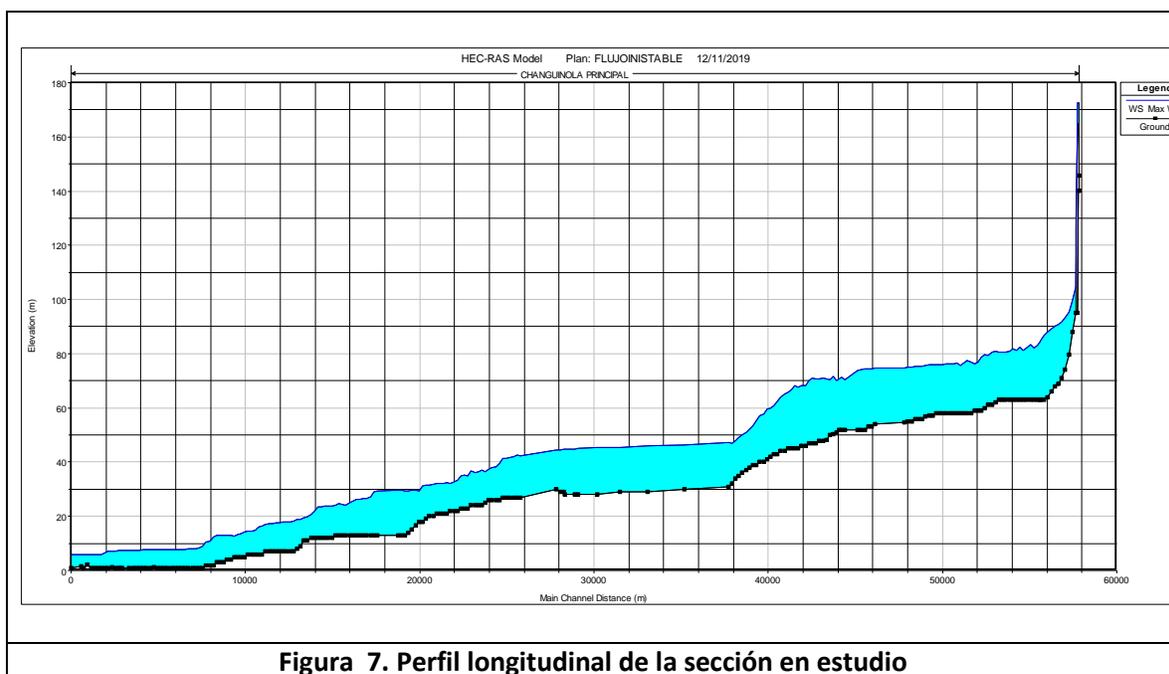


Figura 7. Perfil longitudinal de la sección en estudio

8.2 Crecidas Máximas de Caudales

Para los caudales de crecidas máximas con diferentes períodos de retornos de la Central Hidroeléctrica Changuinola I, se utilizaron los datos suministrados por la empresa AES Changuinola en los documentos Hydrology Report and Estimated Floods at the Dam and Powerhouse Sites, EHP 007, 2010, en la página No. 2 del documento mencionado. En la Tabla 8 se presentan los caudales de crecidas máximas para diferentes períodos de retornos establecidos en este documento.

Tabla 8. Caudales máximos instantáneos según el Reporte Hidrológico, 2010

| Período de Retorno en Años | Caudal de entrada al reservorio (m ³ /s) |
|----------------------------|---|
| 100 | 5080 |
| 500 | 6553 |
| 1,000 | 7226 |
| 5,000 | 8892 |
| 10,000 | 9657 |

Fuente: Consorcio Gavilán. Hydrology Report and Estimated Floods at the Dam and Powerhouse Sites. Enero 2010.

Tabla 9. Caudales máximos de descarga de la Presa Chan I

| Período de Retorno en Años | Caudal Máximo de descarga (m ³ /s) |
|----------------------------|---|
| 100 | 3778 |
| 500 | 5000 |
| 1,000 | 5566 |
| 5,000 | 6973 |
| 10,000 | 7633 |

Fuente: Consorcio Gavilán. Hydrology Report and Estimated Floods at the Dam and Powerhouse Sites. Enero 2010.

8.3 Cálculo de Hidrogramas de Crecidas Máximas

La Central Hidroeléctrica Changuinola I se encuentra localizada dentro de la Región Hidrológica Homogénea 6, de acuerdo con el mapa del capítulo 4, acápite 4.3, del Resumen Técnico del Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá de ETESA y cuenta con un área de drenaje, en Km², de 1445.33 Km².

Para calcular el hidrograma de los caudales máximos presentados en las tablas anteriores, se realizaron diferentes estudios hidrológicos, antes de poner en operación la central hidroeléctrica Changuinola I, para registrar los caudales naturales no regulados de las estaciones de aforo en Peña Blanca y Valle Risco. Con registros diarios de caudales para la producción de energía en el sitio propuesto para la construcción de la presa, en base a caudales instantáneos máximos mensuales entre 1972-1996, para estimar futuras inundaciones en 10 000, 5 000, 1 000, 500 y 100 años.

Estas mediciones de caudales se basan en mediciones de niveles del agua, los cuales se transforman en curvas de gastos del flujo; donde se muestra la relación entre el nivel de agua y el flujo en la sección de medición.

El caudal entrante para un período de retorno de 10 000 años es de 9 657 m³/s en el sitio de la presa, el cual no puede ser descargado a través del embalse sin desbordamiento asumiendo que la cresta de la presa está en una elevación 172.60 msnm, es por ello por lo que se establece en los estudios realizados que la máxima descarga desde el embalse será de 7 633 m³/s a la misma elevación.

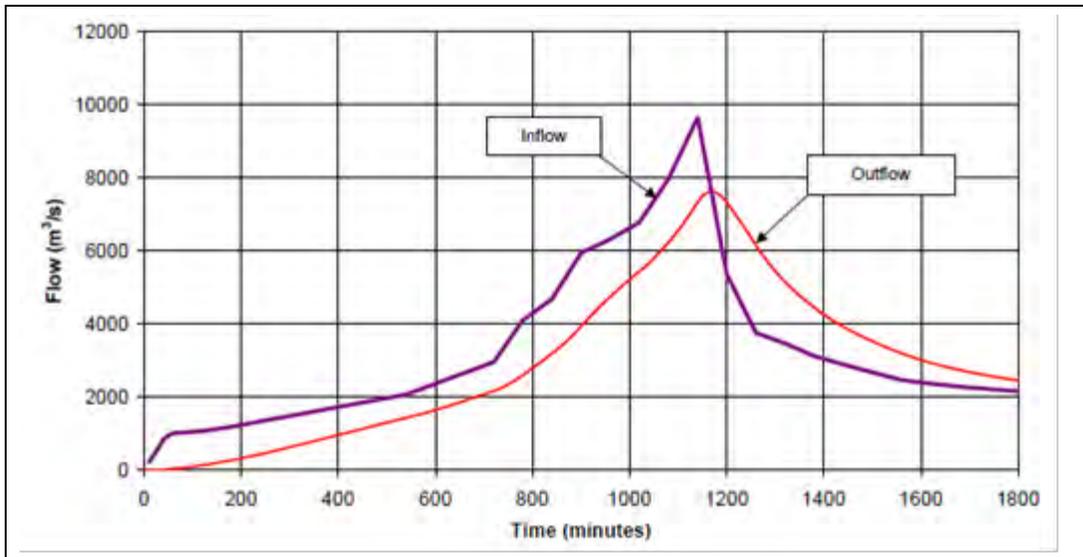


Figura 8. Perfil longitudinal de la sección en estudio

Fuente: Consorcio Gavilán Hydrology Report and Estimated Floods at the Dam and Powerhouse Sites. Enero 2010.

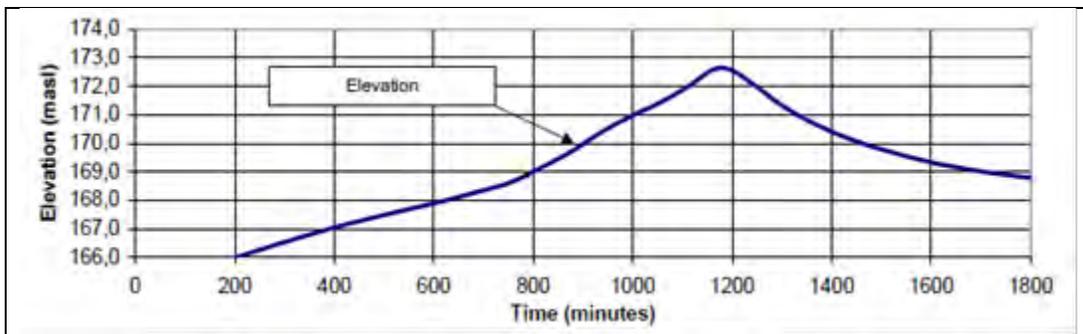


Figura 9. Niveles del embalse para un período de retorno de 10 000 años

Fuente: Consorcio Gavilán Hydrology Report and Estimated Floods at the Dam and Powerhouse Sites. Enero 2010.

8.4 Estudio de la Falla de una Presa

8.4.1 Mecanismos de falla de una presa

Los mecanismos de falla de una presa dependen fundamentalmente del tipo de material del cual es construida la presa. Tradicionalmente estos mecanismos se clasifican en dos categorías:

- Fallas debido a la remoción de una parte o partes de la estructura de retención como resultado de una condición de esfuerzo excesivo.
- Fallas producidas por la erosión del material de relleno.

El primer mecanismo se refiere a posibles fallas en presas de hormigón, mientras que el segundo mecanismo se refiere a fallas por rebasamiento o erosión interna del material granular que forma la presa.

8.4.2 Análisis de la rotura de una presa

Para el análisis de la falla de una presa por rotura de uno de sus elementos constituyentes, se deben investigar los cuatro elementos críticos que intervienen en este tipo de falla:

- Estimación de los parámetros de la falla (forma y dimensiones de la brecha, tiempo de falla).
- Caudal máximo que circulará por la falla y determinación del hidrograma de flujo, en la falla.
- Tránsito del hidrograma, del caudal que circula por la falla.
- Estimación de los daños causados por el paso del hidrograma por las diversas partes del cauce.

El más popular de los análisis de rotura de una presa se basa en ecuaciones desarrolladas por la observación de eventos similares que se han estudiado en el pasado.

Los métodos más aceptados para este tipo de análisis son:

- Las ecuaciones derivadas por McDonald y Langridge – Monopolis (1984)
- Las ecuaciones derivadas por el United States Bureau of Reclamation (USBR), (1988).
- Las ecuaciones derivadas por Von Thun y Gillette, (1990)
- Las ecuaciones derivadas por Froehlich (1995 y 2008).

Estos métodos han mostrado razonablemente una buena correlación cuando se comparan los valores predichos, por estas ecuaciones, con los valores observados en campo.

El más popular de los análisis de ruptura de una presa se basa en ecuaciones desarrolladas por la observación de eventos similares que se han estudiado en el pasado. Los métodos más aceptados para este tipo de análisis son las ecuaciones derivadas por Froehlich (1995 y 2008). Para la presa Changuinola I se trabajará con el método de Froehlich 2008, con este método conoceremos la sección de la presa que fallaría primero y con qué caudal empezaría el agrietamiento.

8.5 Parámetros de la brecha por el método de Froehlich

El método de Froehlich (2008) depende del volumen del embalse y las dimensiones de la falla. Este método distingue entre una falla por tubificación o una por rebosamiento de la presa, utilizando un coeficiente denominado Factor de Modo de Falla, K_o . Si todas las variables se mantienen iguales, la falla por rebosamiento produce una falla de dimensiones mayores que una falla por tubificación.

El método de Froehlich no hace distinción entre una falla por rebasamiento o tubificación, al momento de determinar el de tiempo que toma la aparición de la falla. El período de tiempo que toma la falla es inversamente proporcional a las dimensiones de la falla y directamente proporcional al volumen del reservorio. Esto significa que las presas de mayores alturas tienden a producir períodos de tiempo más pequeños para un determinado volumen del embalse el cual parece ser una conclusión válida ya que la carga hidráulica que causa la formación de la falla es mayor. En las Tablas 10 se presenta los parámetros y resultados obtenidos con dicho método.

Tabla 10. Cálculo de Parámetros de Brecha de Acuerdo al Método de Froehlich (2008)

| PARÁMETROS DE ENTRADA DE LA BRECHA: | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|----------------------------|
| Parámetros | Valor NMON | Valor NMOE | Valor CMP | Unidad |
| Elevación del agua sobre la elevación base de la brecha (H_w) | 55.00 | 62.6 | 62.13 | Metros |
| Volumen del agua almacenada en el embalse en el momento de la falla (V_w) | 334,400,000.00 | 380,608,000.00 | 377,750,400.00 | metros cúbicos |
| Área de superficie del embalse a H_w (A_s) | 9540000.00 | 10858254.54 | 10776730.9 | Metros cuadrados |
| Altura de la brecha desde la cresta de la presa hasta la elevación base de la brecha (H_b) | 55.00 | 62.6 | 62.13 | Metros |
| Factor del modo de falló (k_o) | 1.3 | 1.3 | 1.3 | |
| Relación H-V en la brecha (Z_b) | 1 | 1 | 1 | Z(H):1(V) |
| Clase de tamaño de la presa | Larga | Larga | Larga | |
| CARACTERÍSTICAS DE LA BRECHA CALCULADA: | | | | |
| Parámetros | Valor NMON | Valor NMOE | Valor CMP | Unidad |
| Ancho de la brecha promedio (B_{avg}) | 220.18 | 230.63 | 230.009 | Metros |
| Ancho del fondo de la brecha (B_b) | 165.18 | 168.03 | 167.879 | Metros |
| Tiempo de formación de la brecha (T_f) | 1.86 (111.6 min) | 1.746 | 1.753 | Horas |
| Intensidad guardada (S_i) | 6 080 000.00 | 6080000 | 6080000 | metros cúbicos entre metro |
| Pico de la brecha de descarga (Q_p) | 9,587.08 | 13,362.12 | 12,918.76 | metro cubico por segundo |
| VERIFICACIÓN DE RESULTADOS: | | | | |
| Parámetros | Valor NMON | Valor NMOE | Valor CMP | Unidad |

| | | | | |
|---|--------|--------|--------|--|
| Ancho promedio de la brecha dividido por la altura de la brecha (Bavg/Hb)= | 4.00 | 3.68 | 3.70 | Si (Bavg/Hb)>0.6, Desarrollo de la brecha completa esta anticipado |
| Velocidad de erosión (ER), Calculado como (Bavg/Tf)= | 118.38 | 433.28 | 430.48 | |
| Velocidad de erosión (ER) dividido entre la altura del agua sobre la base de la brecha (ER/Hw)= | 2.15 | 2.10 | 2.11 | Si 1.6< (ER/Hw)<21, La velocidad de erosión asumida es razonable |

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de los parámetros de la brecha con el método de Froehlich 2008, se presentan a continuación:

$$Bavg = 0.27 * Ko * Vw^{0.32} * Hb^{0.04}$$

$$Bb = Bavg - Hb \quad \text{para } Bavg - (Hb * Zb) > 0$$

$$Tf = 63.2 * (Vw / (g * Hb^2))^{0.5}$$

$$SI = Vw / Hw$$

$$Qp = 3.1 * Bavg * Hw^{1.5} * ((23.4 * (Sa / Bavg)) / ((23.4 * (Sa / Bavg)) + Tf * Hw^{0.5}))^3$$

Clase de tamaño de presa:

Hw > 49.99 y Vw > 3999.9 se clasifica como larga o agrande.

Hw > 19.99 y Vw > 99.99 se clasifica como mediana o pequeña.

Si no cumple con los rangos sería una presa clase chica o menor.

Bavg= Ancho de la brecha promedio (m)

Ko: constante

1.3 para falla por desbordamiento

1.1 para otro tipo de falla

Vw: Volumen del agua almacenada en el embalse en el momento de la falla (m)

Hb: Altura de la brecha (m)

Bb= Ancho del fondo de la brecha (m)

Zb= Relación H-V en la brecha (Z (H): 1(V)). Z = 1 para brechas de forma trapezoidal y Z = 0 para brechas cuadrada.

Tf= Tiempo de formación de la brecha (Segundos)

g: aceleración gravitacional (9.80665 m/s²)

SI=Intensidad guardada (m³/m)

Hw= Elevación del agua sobre la elevación base de la brecha (m)

Sa= Área de superficie del embalse a Hw (m²)

Qp= Pico de la brecha de descarga (m³/s)

8.6 Resultados de las Simulaciones Hidráulicas

Con las simulaciones realizadas mediante la aplicación del modelo hidráulico HEC- RAS, se obtiene las huellas de inundación de los escenarios analizados que son los siguientes:

- Escenario No.1: Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias (NMOE), esta condición se da cuando el embalse se encuentra en la elevación 172.60 msnm.
- Escenario No.2: Colapso estructural en operación normal (NMON), esta condición se da cuando el embalse se encuentra en la elevación 165.00 msnm y se produce la rotura de la presa.
- Escenario No.3: Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias; esta condición se da cuando el embalse se encuentra en la elevación 172.60 msnm y se produce la rotura de la presa.

Cabe mencionar que los escenarios por:

- **Apertura súbita de compuerta**
- **Por falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga**
- **Por vaciado controlado o vaciado rápido a causa de un problema en la presa**

No se analizan ya que no aplican para la presa Changuinola I porque no posee vertedero tipo controlado o compuerta para descarga de fondo.

En la Tabla 11 se muestran los caudales máximos resultantes para los diferentes períodos de retornos, según la situación de emergencia que se presente.

Tabla 11. Caudales para los diferentes períodos de retornos según situación de emergencia.

| Escenario | Presa Changuinola I Q en m ³ /s |
|--|---|
| 1. Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias | |
| A. 1:100 (Q ₁₀₀) | 3778 |
| B. 1:500 (Q ₅₀₀) | 5000 |
| C. 1:1000 (Q ₁₀₀₀) | 5566 |
| D. 1:5000 (Q ₅₀₀₀) | 6973 |
| E. 1:10000 (Q ₁₀₀₀₀) | 7633 |
| 2. Por colapso estructural en condición de operación normal | |
| Caudal de condición normal | 500 |
| 3. Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias | |
| Caudal de condición crecida | 9657 |
| 4. Por apertura súbita de compuertas | NO APLICAN |
| 5. Por falla en la operación de las estructuras hidráulica de Descarga | |
| 6. Por vaciado Controlado o Vaciado rápido a causa de un problema en la presa | |

Fuente: Resultados de Modelación Hidráulica. CEDSA 2019.

Para los últimos tres (3) escenarios, no aplica para la presa Changuinola I, ya que esta no posee, estructuras o compuertas para descarga de fondo, ni vertedero tipo controlado.

Para el escenario No.1 se presenta a continuación los resultados del modelo HEC-RAS, para cada uno de los diferentes periodos de retorno (1:100, 1:500, 1:1000, 1:5000 y 1:10000), estos resultados se encuentran en las **Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16.**

Tabla 12. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.A.

Período de retorno 1:100 años

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 3778 | 145.67 | 169.83 | 1.00 | 622.81 | 0 | 0 |
| PRESA CHAN I | | ESTRUCTURA DE PRESA | | | | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 3778.00 | 63.00 | 75.15 | 5.47 | 67.25 | 0.10 | 6.00 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 3778.00 | 63.00 | 73.82 | 3.31 | 364.38 | 0.17 | 10.20 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 3778.00 | 58.00 | 68.51 | 6.35 | 318.77 | 0.49 | 29.40 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 3778.00 | 56.00 | 63.27 | 7.77 | 315.14 | 0.68 | 40.80 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 3778.00 | 52.00 | 60.70 | 4.26 | 156.90 | 1.09 | 65.40 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 3778.00 | 50.00 | 59.01 | 3.91 | 197.25 | 1.14 | 68.40 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 3778.00 | 46.00 | 57.54 | 3.89 | 170.51 | 1.27 | 76.20 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 3778.00 | 39.00 | 48.97 | 7.20 | 176.39 | 1.44 | 86.40 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 3778.00 | 34.00 | 39.69 | 5.87 | 140.20 | 1.49 | 89.40 |
| BETANIA | 28729.69 | 3778.00 | 28.00 | 37.62 | 1.20 | 978.94 | 3.13 | 187.80 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 3778.00 | 27.00 | 34.69 | 2.65 | 415.15 | 3.61 | 216.60 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 3778.00 | 25.00 | 31.96 | 2.81 | 347.91 | 3.69 | 221.40 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 3778.00 | 24.00 | 31.41 | 2.00 | 961.94 | 3.78 | 226.80 |
| LA MINA | 35277.74 | 3778.00 | 23.00 | 30.25 | 4.41 | 471.89 | 3.81 | 228.60 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 3778.00 | 22.00 | 28.75 | 5.39 | 186.79 | 3.83 | 229.80 |
| SURSUBA | 36279.65 | 3778.00 | 21.00 | 27.58 | 3.17 | 639.72 | 3.87 | 232.20 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 3778.00 | 13.00 | 22.15 | 5.37 | 240.97 | 4.36 | 261.60 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 3778.00 | 12.00 | 20.05 | 3.28 | 1164.97 | 4.52 | 271.20 |
| ZEGLA | 44284.65 | 3778.00 | 11.00 | 13.93 | 7.16 | 228.78 | 4.65 | 279.00 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 3778.00 | 8.00 | 14.78 | 2.21 | 572.92 | 4.69 | 281.40 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|---------|------|-------|------|---------|-------|--------|
| EMPALME | 47089.99 | 3778.00 | 6.00 | 12.78 | 2.55 | 786.46 | 4.93 | 295.80 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 3778.00 | 6.00 | 11.11 | 3.17 | 863.41 | 4.95 | 297.00 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 3778.00 | 2.00 | 7.69 | 4.49 | 722.40 | 5.41 | 324.60 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 3778.00 | 1.00 | 5.66 | 1.69 | 2063.83 | 5.54 | 332.40 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 3778.00 | 1.00 | 5.19 | 0.73 | 4381.32 | 5.84 | 350.40 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 3778.00 | 1.00 | 5.19 | 0.30 | 5558.33 | 5.95 | 357.00 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 3778.00 | 1.00 | 5.18 | 0.25 | 6388.30 | 6.58 | 394.80 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 3778.00 | 1.00 | 5.09 | 0.82 | 2403.18 | 7.21 | 432.60 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 3778.00 | 1.00 | 5.05 | 0.70 | 2870.33 | 7.35 | 441.00 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 3778.00 | 1.00 | 4.98 | 0.38 | 3745.00 | 8.58 | 514.80 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 3778.00 | 1.00 | 4.97 | 0.18 | 7711.98 | 9.39 | 563.40 |
| FINAL | 57841.5 | 3778.00 | 1.00 | 4.97 | 0.23 | 5920.33 | 10.44 | 626.40 |

Tabla 13. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.B.

Período de retorno 1:500 años

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 5000 | 145.67 | 170.8 | 1.27 | 628.89 | 0 | 0 |
| PRESA CHAN I | | Inl Struct | | | | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 5000 | 63.00 | 75.51 | 7.00 | 68.16 | 0.09 | 5.40 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 5000 | 63.00 | 74.97 | 3.64 | 455.00 | 0.16 | 9.60 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 5000 | 58.00 | 69.70 | 6.40 | 439.95 | 0.44 | 26.40 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 5000 | 56.00 | 65.52 | 5.45 | 519.29 | 0.61 | 36.60 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 5000 | 52.00 | 62.29 | 4.58 | 174.18 | 1.01 | 60.60 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 5000 | 50.00 | 60.66 | 4.12 | 210.41 | 1.05 | 63.00 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 5000 | 46.00 | 59.29 | 4.14 | 189.95 | 1.18 | 70.80 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 5000 | 39.00 | 49.86 | 7.92 | 189.92 | 1.32 | 79.20 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 5000 | 34.00 | 40.53 | 6.68 | 146.04 | 1.37 | 82.20 |
| BETANIA | 28729.69 | 5000 | 28.00 | 38.70 | 1.32 | 1025.70 | 2.85 | 171.00 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 5000 | 27.00 | 35.88 | 2.80 | 421.29 | 3.30 | 198.00 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 5000 | 25.00 | 32.97 | 2.97 | 352.74 | 3.38 | 202.80 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 5000 | 24.00 | 32.62 | 1.90 | 1046.17 | 3.46 | 207.60 |
| LA MINA | 35277.74 | 5000 | 23.00 | 31.56 | 4.44 | 641.53 | 3.49 | 209.40 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 5000 | 22.00 | 29.14 | 6.82 | 223.20 | 3.51 | 210.60 |
| SURSUBA | 36279.65 | 5000 | 21.00 | 28.21 | 3.56 | 717.63 | 3.55 | 213.00 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 5000 | 13.00 | 22.93 | 6.23 | 272.22 | 4.04 | 242.40 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 5000 | 12.00 | 21.43 | 2.56 | 1330.23 | 4.19 | 251.40 |
| ZEGLA | 44284.65 | 5000 | 11.00 | 14.40 | 7.98 | 245.26 | 4.33 | 259.80 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 5000 | 8.00 | 15.46 | 2.60 | 698.35 | 4.38 | 262.80 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|------|------|-------|------|---------|------|--------|
| EMPALME | 47089.99 | 5000 | 6.00 | 13.51 | 2.76 | 897.92 | 4.59 | 275.40 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 5000 | 6.00 | 11.71 | 3.32 | 882.97 | 4.61 | 276.60 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 5000 | 2.00 | 8.47 | 4.09 | 1062.23 | 5.06 | 303.60 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 5000 | 1.00 | 6.18 | 1.81 | 2631.48 | 5.18 | 310.80 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 5000 | 1.00 | 5.86 | 0.72 | 4436.72 | 5.50 | 330.00 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 5000 | 1.00 | 5.86 | 0.33 | 5558.33 | 5.61 | 336.60 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 5000 | 1.00 | 5.86 | 0.27 | 6388.30 | 6.19 | 371.40 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 5000 | 1.00 | 5.77 | 0.87 | 2403.18 | 6.76 | 405.60 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 5000 | 1.00 | 5.74 | 0.74 | 2870.33 | 6.90 | 414.00 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 5000 | 1.00 | 5.65 | 0.42 | 3745.00 | 8.00 | 480.00 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 5000 | 1.00 | 5.65 | 0.20 | 7711.98 | 8.71 | 522.60 |
| FINAL | 57841.5 | 5000 | 1.00 | 5.64 | 0.26 | 5920.33 | 9.64 | 578.40 |

Tabla 14. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.C.

Período de retorno 1:1,000 años

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 5566.00 | 145.67 | 171.22 | 1.40 | 631.13 | 0 | 0 |
| PRESA CHAN I | | Inl Struct | | | | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 5566.00 | 63.00 | 70.56 | 13.31 | 57.45 | 0.08 | 4.8 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 5566.00 | 63.00 | 75.45 | 3.78 | 577.04 | 0.14 | 8.4 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 5566.00 | 58.00 | 70.02 | 6.61 | 477.08 | 0.41 | 24.6 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 5566.00 | 56.00 | 66.30 | 5.21 | 672.72 | 0.58 | 34.8 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 5566.00 | 52.00 | 63.04 | 4.68 | 180.50 | 0.97 | 58.2 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 5566.00 | 50.00 | 61.45 | 4.16 | 216.66 | 1.02 | 61.2 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 5566.00 | 46.00 | 60.05 | 4.21 | 197.35 | 1.14 | 68.4 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 5566.00 | 39.00 | 50.22 | 8.24 | 194.47 | 1.28 | 76.8 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 5566.00 | 34.00 | 40.46 | 7.52 | 145.76 | 1.33 | 79.8 |
| BETANIA | 28729.69 | 5566.00 | 28.00 | 39.19 | 1.39 | 1034.04 | 2.75 | 165 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 5566.00 | 27.00 | 36.37 | 2.88 | 427.76 | 3.19 | 191.4 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 5566.00 | 25.00 | 33.31 | 3.09 | 394.28 | 3.26 | 195.6 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 5566.00 | 24.00 | 32.99 | 1.93 | 1062.69 | 3.34 | 200.4 |
| LA MINA | 35277.74 | 5566.00 | 23.00 | 32.08 | 4.22 | 683.11 | 3.37 | 202.2 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 5566.00 | 22.00 | 29.13 | 7.61 | 223.05 | 3.39 | 203.4 |
| SURSUBA | 36279.65 | 5566.00 | 21.00 | 28.53 | 3.61 | 720.60 | 3.42 | 205.2 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 5566.00 | 13.00 | 22.85 | 7.03 | 267.77 | 3.91 | 234.6 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 5566.00 | 12.00 | 22.23 | 2.18 | 1340.51 | 4.07 | 244.2 |
| ZEGLA | 44284.65 | 5566.00 | 11.00 | 14.60 | 8.28 | 250.20 | 4.23 | 253.8 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 5566.00 | 8.00 | 15.74 | 2.72 | 702.17 | 4.28 | 256.8 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|---------|------|-------|------|---------|------|-------|
| EMPALME | 47089.99 | 5566.00 | 6.00 | 13.75 | 2.88 | 908.18 | 4.48 | 268.8 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 5566.00 | 6.00 | 11.92 | 3.43 | 890.39 | 4.51 | 270.6 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 5566.00 | 2.00 | 8.79 | 3.91 | 1079.73 | 4.94 | 296.4 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 5566.00 | 1.00 | 6.45 | 1.72 | 2658.85 | 5.06 | 303.6 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 5566.00 | 1.00 | 6.16 | 0.77 | 4900.49 | 5.37 | 322.2 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 5566.00 | 1.00 | 6.15 | 0.34 | 5558.33 | 5.47 | 328.2 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 5566.00 | 1.00 | 6.15 | 0.28 | 6388.30 | 6.03 | 361.8 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 5566.00 | 1.00 | 6.06 | 0.89 | 2403.18 | 6.58 | 394.8 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 5566.00 | 1.00 | 6.03 | 0.75 | 2870.33 | 6.71 | 402.6 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 5566.00 | 1.00 | 5.95 | 0.44 | 3745.00 | 7.77 | 466.2 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 5566.00 | 1.00 | 5.94 | 0.21 | 7711.98 | 8.44 | 506.4 |
| FINAL | 57841.5 | 5566.00 | 1.00 | 5.94 | 0.27 | 5920.33 | 9.33 | 559.8 |

Tabla 15. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.D.

Período de retorno 1:5,000 años

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 6973.00 | 145.67 | 172.20 | 1.68 | 636.16 | 0.00 | 0.00 |
| PRESA CHAN I | | Inl Struct | | | | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 6973.00 | 63.00 | 71.89 | 14.09 | 58.19 | 0.08 | 4.80 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 6973.00 | 63.00 | 76.59 | 3.94 | 671.18 | 0.13 | 7.80 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 6973.00 | 58.00 | 70.62 | 7.13 | 486.09 | 0.38 | 22.80 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 6973.00 | 56.00 | 67.66 | 4.52 | 705.96 | 0.55 | 33.00 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 6973.00 | 52.00 | 64.65 | 4.92 | 191.29 | 0.94 | 56.40 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 6973.00 | 50.00 | 63.05 | 4.36 | 229.41 | 0.99 | 59.40 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 6973.00 | 46.00 | 61.82 | 4.32 | 212.38 | 1.10 | 66.00 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 6973.00 | 39.00 | 51.12 | 8.81 | 207.83 | 1.23 | 73.80 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 6973.00 | 34.00 | 41.41 | 8.07 | 149.50 | 1.27 | 76.20 |
| BETANIA | 28729.69 | 6973.00 | 28.00 | 40.16 | 1.49 | 1041.16 | 2.59 | 155.40 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 6973.00 | 27.00 | 37.44 | 3.07 | 433.40 | 3.01 | 180.60 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 6973.00 | 25.00 | 34.44 | 3.17 | 420.06 | 3.08 | 184.80 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 6973.00 | 24.00 | 34.27 | 1.87 | 1152.75 | 3.16 | 189.60 |
| LA MINA | 35277.74 | 6973.00 | 23.00 | 33.51 | 3.67 | 767.44 | 3.19 | 191.40 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 6973.00 | 22.00 | 28.86 | 9.74 | 187.22 | 3.21 | 192.60 |
| SURSUBA | 36279.65 | 6973.00 | 21.00 | 29.16 | 3.83 | 731.30 | 3.24 | 194.40 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 6973.00 | 13.00 | 24.66 | 5.68 | 789.76 | 3.69 | 221.40 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 6973.00 | 12.00 | 21.78 | 3.16 | 1332.98 | 3.82 | 229.20 |
| ZEGLA | 44284.65 | 6973.00 | 11.00 | 15.14 | 8.90 | 330.82 | 3.95 | 237.00 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 6973.00 | 8.00 | 16.34 | 3.04 | 762.59 | 3.99 | 239.40 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|---------|------|-------|------|---------|------|--------|
| EMPALME | 47089.99 | 6973.00 | 6.00 | 14.41 | 3.13 | 1344.92 | 4.18 | 250.80 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 6973.00 | 6.00 | 12.46 | 3.67 | 980.43 | 4.21 | 252.60 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 6973.00 | 2.00 | 9.29 | 4.25 | 1590.63 | 4.64 | 278.40 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 6973.00 | 1.00 | 7.01 | 1.83 | 3765.84 | 4.75 | 285.00 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 6973.00 | 1.00 | 6.83 | 0.75 | 4900.49 | 5.09 | 305.40 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 6973.00 | 1.00 | 6.83 | 0.36 | 5558.33 | 5.19 | 311.40 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 6973.00 | 1.00 | 6.82 | 0.30 | 6388.30 | 5.70 | 342.00 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 6973.00 | 1.00 | 6.73 | 0.95 | 2403.18 | 6.22 | 373.20 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 6973.00 | 1.00 | 6.71 | 0.80 | 2870.33 | 6.35 | 381.00 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 6973.00 | 1.00 | 6.62 | 0.48 | 3745.00 | 7.31 | 438.60 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 6973.00 | 1.00 | 6.62 | 0.23 | 7711.98 | 7.92 | 475.20 |
| FINAL | 57841.5 | 6973.00 | 1.00 | 6.61 | 0.29 | 5920.33 | 8.73 | 523.80 |

Tabla 16. Resultados, Para el caudal del Escenario No.1.E.

Período de retorno 1:10,000 años

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 7633.00 | 145.67 | 172.60 | 1.81 | 638.23 | 0.00 | 0.00 |
| PRESA CHAN I | | Inl Struct | | | | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 7633.00 | 63.00 | 72.60 | 14.22 | 58.59 | 0.07 | 4.20 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 7633.00 | 63.00 | 76.99 | 4.04 | 696.77 | 0.12 | 7.20 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 7633.00 | 58.00 | 70.85 | 7.38 | 493.55 | 0.36 | 21.60 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 7633.00 | 56.00 | 68.24 | 4.33 | 718.88 | 0.53 | 31.80 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 7633.00 | 52.00 | 65.34 | 5.04 | 196.45 | 0.92 | 55.20 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 7633.00 | 50.00 | 63.74 | 4.45 | 234.87 | 0.97 | 58.20 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 7633.00 | 46.00 | 62.56 | 4.38 | 217.82 | 1.08 | 64.80 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 7633.00 | 39.00 | 51.60 | 8.93 | 215.88 | 1.21 | 72.60 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 7633.00 | 34.00 | 41.71 | 8.44 | 150.69 | 1.25 | 75.00 |
| BETANIA | 28729.69 | 7633.00 | 28.00 | 40.68 | 1.51 | 1042.87 | 2.54 | 152.40 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 7633.00 | 27.00 | 38.19 | 3.04 | 437.38 | 2.96 | 177.60 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 7633.00 | 25.00 | 34.55 | 3.41 | 420.88 | 3.03 | 181.80 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 7633.00 | 24.00 | 34.35 | 2.01 | 1157.95 | 3.10 | 186.00 |
| LA MINA | 35277.74 | 7633.00 | 23.00 | 33.32 | 4.21 | 751.30 | 3.13 | 187.80 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 7633.00 | 22.00 | 30.97 | 7.27 | 402.49 | 3.15 | 189.00 |
| SURSUBA | 36279.65 | 7633.00 | 21.00 | 29.45 | 3.91 | 733.00 | 3.18 | 190.80 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 7633.00 | 13.00 | 24.87 | 5.84 | 791.18 | 3.62 | 217.20 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 7633.00 | 12.00 | 22.42 | 2.83 | 1342.70 | 3.75 | 225.00 |
| ZEGLA | 44284.65 | 7633.00 | 11.00 | 15.42 | 8.92 | 331.31 | 3.89 | 233.40 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 7633.00 | 8.00 | 16.59 | 3.17 | 764.86 | 3.93 | 235.80 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|---------|------|-------|------|---------|------|--------|
| EMPALME | 47089.99 | 7633.00 | 6.00 | 14.67 | 3.19 | 1365.63 | 4.12 | 247.20 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 7633.00 | 6.00 | 12.66 | 3.77 | 988.97 | 4.14 | 248.40 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 7633.00 | 2.00 | 9.55 | 4.10 | 1599.50 | 4.56 | 273.60 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 7633.00 | 1.00 | 7.30 | 1.70 | 3786.25 | 4.67 | 280.20 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 7633.00 | 1.00 | 7.13 | 0.74 | 4900.49 | 5.01 | 300.60 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 7633.00 | 1.00 | 7.12 | 0.38 | 5558.33 | 5.11 | 306.60 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 7633.00 | 1.00 | 7.12 | 0.31 | 6388.30 | 5.61 | 336.60 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 7633.00 | 1.00 | 7.03 | 0.97 | 2403.18 | 6.11 | 366.60 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 7633.00 | 1.00 | 7.00 | 0.81 | 2870.33 | 6.24 | 374.40 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 7633.00 | 1.00 | 6.92 | 0.50 | 3745.00 | 7.17 | 430.20 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 7633.00 | 1.00 | 6.92 | 0.24 | 7711.98 | 7.75 | 465.00 |
| FINAL | 57841.5 | 7633.00 | 1.00 | 6.91 | 0.30 | 5920.33 | 8.53 | 511.80 |

Para el escenario No.2 se presentan los resultados obtenidos del modelo HEC-RAS en la Tabla 18, con caudal pico de 64877.32 m³/s, en la Figura 9 se da a conocer el Hidrograma de crecida para este escenario.

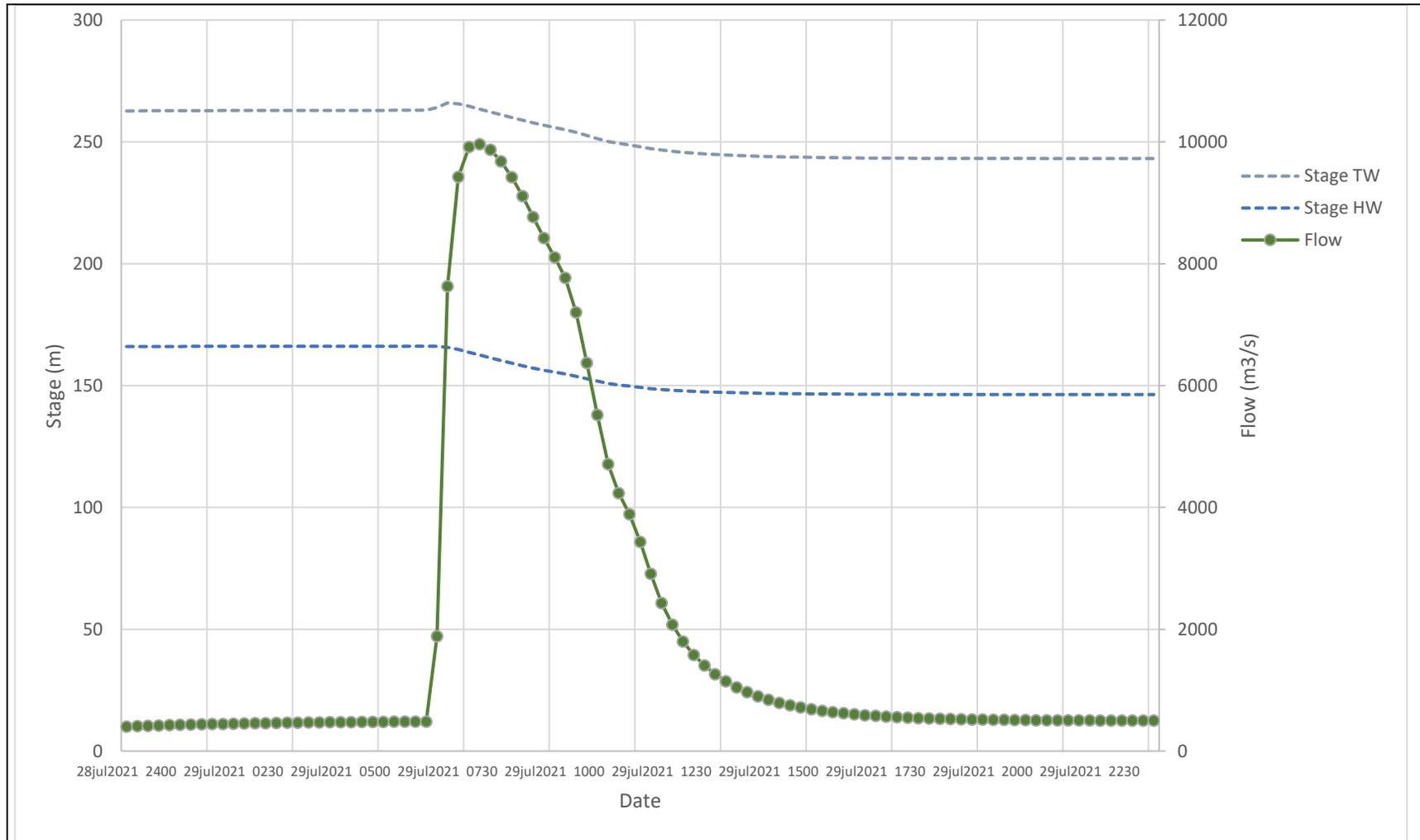


Figura 10. Hidrograma de salida del escenario No.2

Tabla 17. Resultados, Para el caudal del Escenario No.2.

Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal (Alerta Roja).

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 496.75 | 145.67 | 166.14 | 0.16 | 598.33 | 0 | 0 |
| PRESA CHAN I | | Inl Struct | | | | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 9956.71 | 63 | 77.67 | 11.56 | 78.74 | 0.1 | 6 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 9939.9 | 63 | 77.42 | 4.95 | 759.95 | 0.16 | 9.6 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 9146.23 | 58 | 70.62 | 9.34 | 486.18 | 0.43 | 25.8 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 8970.08 | 56 | 68.55 | 4.75 | 722.19 | 0.71 | 42.6 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 8774.69 | 52 | 64.99 | 6 | 193.8 | 1.24 | 74.4 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 8758.62 | 50 | 62.98 | 5.52 | 228.79 | 1.28 | 76.8 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 8751.35 | 46 | 60.89 | 6 | 205.11 | 1.4 | 84 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 8749.87 | 39 | 50.2 | 13.01 | 194.13 | 1.51 | 90.6 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 8720.51 | 34 | 42.28 | 8.92 | 156.47 | 1.56 | 93.6 |
| BETANIA | 28729.69 | 6974.88 | 28 | 39.83 | 1.57 | 1038.71 | 3.4 | 204 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 6915.82 | 27 | 36.47 | 3.53 | 428.26 | 3.95 | 237 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 6914.48 | 25 | 33.39 | 3.78 | 395.21 | 4.03 | 241.8 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 6912.06 | 24 | 33.01 | 2.4 | 1069.08 | 4.11 | 246.6 |
| LA MINA | 35277.74 | 6910.55 | 23 | 32.04 | 5.31 | 678.01 | 4.14 | 248.4 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 6910.17 | 22 | 29.89 | 8.12 | 233.56 | 4.17 | 250.2 |
| SURSUBA | 36279.65 | 6888.2 | 21 | 28.77 | 4.18 | 722.76 | 4.21 | 252.6 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 6657.01 | 13 | 23.84 | 6.76 | 602.15 | 4.87 | 292.2 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 6644.85 | 12 | 20.62 | 4.5 | 1188.7 | 5.05 | 303 |
| ZEGLA | 44284.65 | 6633.56 | 11 | 16.47 | 5.87 | 433.61 | 5.19 | 311.4 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 6621.31 | 8 | 15.96 | 3.08 | 711.8 | 5.25 | 315 |
| EMPALME | 47089.99 | 6581.43 | 6 | 13.48 | 3.66 | 896.52 | 5.55 | 333 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|---------|---|-------|------|---------|-------|-------|
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 6576.36 | 6 | 12.26 | 3.69 | 975.2 | 5.58 | 334.8 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 6448.86 | 2 | 8.28 | 5.81 | 1051.29 | 6.23 | 373.8 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 6443.12 | 1 | 6.17 | 2.35 | 2630.84 | 6.38 | 382.8 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 3420.6 | 1 | 5.42 | 0.59 | 4404.96 | 7.04 | 422.4 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 3406.74 | 1 | 5.41 | 0.25 | 5558.33 | 7.26 | 435.6 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 3394.18 | 1 | 5.41 | 0.21 | 6388.3 | 8.31 | 498.6 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 3323.24 | 1 | 5.35 | 0.66 | 2403.18 | 9.41 | 564.6 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 3302.44 | 1 | 5.33 | 0.55 | 2870.33 | 9.7 | 582 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 3158.47 | 1 | 5.11 | 0.3 | 3745 | 11.75 | 705 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 3153.29 | 1 | 5.11 | 0.14 | 7711.98 | 12.98 | 778.8 |
| FINAL | 57841.5 | 3152.81 | 1 | 5.1 | 0.18 | 5920.33 | 14.68 | 880.8 |

Para el escenario No.3 se presentan los resultados obtenidos del modelo HEC-RAS en la Tabla 18 , con caudal pico de 19404.41 m³/s, en la Figura 10 se da a conocer el Hidrograma de crecida para este escenario.

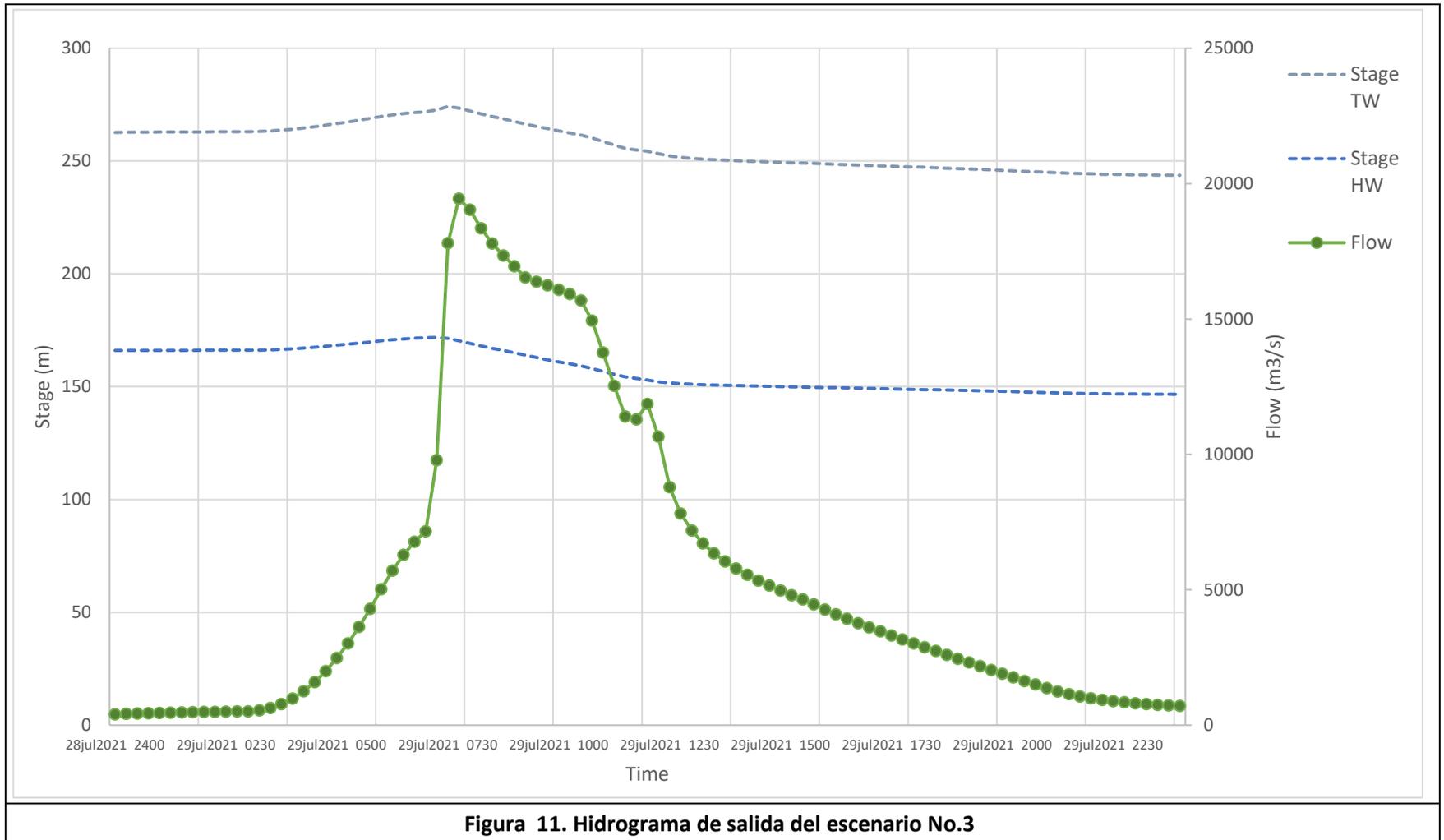


Tabla 18. Resultados, Para el caudal del Escenario No.3.

Por Colapso Estructural Durante Crecida Extraordinaria (Alerta Roja).

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 8862.76 | 145.67 | 171.79 | 2.17 | 634.14 | 0 | 0 |
| PRESA CHAN I | | Inl Struct | | | | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 19404.41 | 63 | 81.57 | 16.85 | 106.24 | 0.04 | 2.40 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 19219.34 | 63 | 80.50 | 6.10 | 887.67 | 0.07 | 4.20 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 18478.27 | 58 | 72.96 | 11.47 | 572.70 | 0.22 | 13.20 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 17042.51 | 56 | 72.48 | 4.68 | 762.14 | 0.37 | 22.20 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 13647.73 | 52 | 68.37 | 6.95 | 217.12 | 0.67 | 40.20 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 16934.53 | 50 | 67.41 | 7.15 | 272.12 | 0.70 | 42.00 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 16924.63 | 46 | 65.54 | 7.56 | 239.83 | 0.78 | 46.80 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 17186.74 | 39 | 53.38 | 16.34 | 321.44 | 0.85 | 51.00 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 16209.10 | 34 | 45.75 | 11.00 | 179.86 | 0.88 | 52.80 |
| BETANIA | 28729.69 | 15505.64 | 28 | 43.81 | 2.13 | 1077.31 | 1.82 | 109.20 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 15385.07 | 27 | 40.02 | 4.94 | 447.05 | 2.11 | 126.60 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 15376.59 | 25 | 35.78 | 5.71 | 436.39 | 2.16 | 129.60 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 15366.05 | 24 | 35.76 | 3.20 | 1196.86 | 2.20 | 132.00 |
| LA MINA | 35277.74 | 15363.22 | 23 | 34.48 | 6.28 | 824.36 | 2.22 | 133.20 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 15376.61 | 22 | 32.67 | 10.64 | 607.49 | 2.23 | 133.80 |
| SURSUBA | 36279.65 | 15304.53 | 21 | 31.43 | 5.26 | 754.24 | 2.25 | 135.00 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 15142.73 | 13 | 25.98 | 8.54 | 844.39 | 2.57 | 154.20 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 15097.47 | 12 | 23.10 | 4.66 | 1377.95 | 2.66 | 159.60 |
| ZEGLA | 44284.65 | 15091.08 | 11 | 18.75 | 7.92 | 516.92 | 2.74 | 164.40 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 15065.81 | 8 | 18.13 | 4.79 | 974.36 | 2.77 | 166.20 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|----------|---|-------|------|---------|------|--------|
| EMPALME | 47089.99 | 15000.58 | 6 | 15.65 | 5.06 | 1663.70 | 2.91 | 174.60 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 14991.00 | 6 | 14.13 | 5.42 | 1614.97 | 2.93 | 175.80 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 11161.26 | 2 | 10.02 | 5.29 | 1978.98 | 3.25 | 195.00 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 7207.50 | 1 | 9.38 | 0.73 | 5056.81 | 3.46 | 207.60 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 7153.05 | 1 | 9.36 | 0.40 | 4900.49 | 4.17 | 250.20 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 7152.90 | 1 | 9.36 | 0.25 | 5558.33 | 4.34 | 260.40 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 7142.05 | 1 | 9.35 | 0.21 | 6388.30 | 5.09 | 305.40 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 7094.72 | 1 | 9.30 | 0.60 | 2403.18 | 5.88 | 352.80 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 7083.69 | 1 | 9.29 | 0.50 | 2870.33 | 6.10 | 366.00 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 6987.64 | 1 | 9.06 | 0.33 | 3745.00 | 7.50 | 450.00 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 6987.20 | 1 | 9.06 | 0.16 | 7711.98 | 8.36 | 501.60 |
| FINAL | 57841.5 | 6986.48 | 1 | 9.05 | 0.20 | 5920.33 | 9.52 | 571.20 |

RESULTADOS PARA LAS ALERTAS BLANCA, VERDE Y AMARILLA.

La Alerta Blanca se activa con caudal de 500.00 m³/s, el cual se presenta en un período de retorno menor de 1:1.05 años, con nivel correspondiente de 166.00 msnm, en la Tabla 20 se muestran los resultados del HEC-RAS.

Tabla 19. Resultados, Para el caudal de la Alerta Blanca

Alerta Blanca

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 500 | 145.67 | 166.16 | 0.16 | 598.44 | 0 | 0 |
| PRESA CHAN I | | | | | | Inl Struct | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 500 | 63 | 69.34 | 1.43 | 56.77 | 0.25 | 15 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 500 | 63 | 67.38 | 1.13 | 128.5 | 0.47 | 28.2 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 500 | 58 | 63.77 | 2.07 | 46.84 | 1.14 | 68.4 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 500 | 56 | 59.8 | 2.36 | 62.32 | 1.53 | 91.8 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 500 | 52 | 54.79 | 2.15 | 105.67 | 2.26 | 135.6 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 500 | 50 | 52.26 | 2.54 | 104.16 | 2.36 | 141.6 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 500 | 46 | 49.29 | 2.42 | 83.02 | 2.56 | 153.6 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 500 | 39 | 43.38 | 4.73 | 47.32 | 2.88 | 172.8 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 500 | 34 | 35.7 | 2.94 | 109.36 | 3 | 180 |
| BETANIA | 28729.69 | 500 | 28 | 32.32 | 0.44 | 384.18 | 7.5 | 450 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 500 | 27 | 29.67 | 1.45 | 216.38 | 8.62 | 517.2 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 500 | 25 | 27.55 | 3.54 | 113.19 | 8.77 | 526.2 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 500 | 24 | 26.62 | 2.38 | 254.73 | 8.89 | 533.4 |
| LA MINA | 35277.74 | 500 | 23 | 26.22 | 2.24 | 198.72 | 8.97 | 538.2 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 500 | 22 | 24.77 | 2 | 120.47 | 9.01 | 540.6 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|-----|----|-------|------|---------|-------|--------|
| SURSUBA | 36279.65 | 500 | 21 | 23.97 | 1.32 | 172.03 | 9.09 | 545.4 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 500 | 13 | 17.17 | 1.72 | 73.86 | 10.08 | 604.8 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 500 | 12 | 15.3 | 2.57 | 95.26 | 10.45 | 627 |
| ZEGLA | 44284.65 | 500 | 11 | 12.79 | 1.79 | 222.4 | 10.68 | 640.8 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 500 | 8 | 10.55 | 0.94 | 280.82 | 10.78 | 646.8 |
| EMPALME | 47089.99 | 500 | 6 | 8.72 | 1.25 | 190.81 | 11.24 | 674.4 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 500 | 6 | 8.16 | 1.61 | 367.04 | 11.31 | 678.6 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 500 | 2 | 4.23 | 4.61 | 50.31 | 11.99 | 719.4 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 500 | 1 | 3.28 | 1.63 | 668.35 | 12.24 | 734.4 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 500 | 1 | 2.53 | 0.37 | 1492.51 | 12.92 | 775.2 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 500 | 1 | 2.52 | 0.12 | 4187.59 | 13.2 | 792 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 500 | 1 | 2.51 | 0.11 | 5072.17 | 14.98 | 898.8 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 500 | 1 | 2.44 | 0.34 | 1513.13 | 16.76 | 1005.6 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 500 | 1 | 2.39 | 0.38 | 1939.66 | 17.17 | 1030.2 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 500 | 1 | 2.31 | 0.15 | 3427.75 | 20.75 | 1245 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 500 | 1 | 2.31 | 0.07 | 7373.96 | 22.83 | 1369.8 |
| FINAL | 57841.5 | 500 | 1 | 2.3 | 0.09 | 5619.74 | 25.7 | 1542 |

La Alerta Verde se activa con caudal de 1702.00 m³/s, el cual se presenta en un período de retorno menor de 1:2 años, con nivel correspondiente de 168.00 msnm, en la Tabla 21 se muestran los resultados del HEC-RAS.

Tabla 20. Resultados, Para el caudal de la Alerta Verde

Alerta Verde

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de rio | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 1702 | 145.67 | 167.61 | 0.5 | 607.8 | 0 | 0 |
| PRESA CHAN I | | Inl Struct | | | | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 1702 | 63 | 72.49 | 3.21 | 58.53 | 0.14 | 8.4 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 1702 | 63 | 71.09 | 2.33 | 221.72 | 0.26 | 15.6 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 1702 | 58 | 65.08 | 5.52 | 59.4 | 0.72 | 43.2 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 1702 | 56 | 61.9 | 4.75 | 119.06 | 1.04 | 62.4 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 1702 | 52 | 57.58 | 3.33 | 121.04 | 1.61 | 96.6 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 1702 | 50 | 55.5 | 3.21 | 140.93 | 1.68 | 100.8 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 1702 | 46 | 53.86 | 2.94 | 127.93 | 1.87 | 112.2 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 1702 | 39 | 46.49 | 5.89 | 119.34 | 2.13 | 127.8 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 1702 | 34 | 37.56 | 4.44 | 127.3 | 2.2 | 132 |
| BETANIA | 28729.69 | 1702 | 28 | 35.21 | 0.82 | 684.74 | 5.19 | 311.4 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 1702 | 27 | 32.02 | 2.12 | 241.71 | 5.92 | 355.2 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 1702 | 25 | 29.97 | 2.51 | 317.23 | 6.03 | 361.8 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 1702 | 24 | 28.86 | 2.17 | 595.59 | 6.13 | 367.8 |
| LA MINA | 35277.74 | 1702 | 23 | 27.93 | 3.56 | 224.64 | 6.18 | 370.8 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 1702 | 22 | 26.88 | 3.55 | 145.02 | 6.22 | 373.2 |
| SURSUBA | 36279.65 | 1702 | 21 | 25.87 | 2.29 | 310.15 | 6.28 | 376.8 |
| BOQUISCO | 40878.16 | 1702 | 13 | 19.79 | 3.44 | 82.03 | 6.98 | 418.8 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|------|----|-------|------|---------|-------|--------|
| STA. ROSA | 42881.97 | 1702 | 12 | 17.63 | 3.24 | 323.51 | 7.21 | 432.6 |
| ZEGLA | 44284.65 | 1702 | 11 | 13.89 | 3.28 | 228.55 | 7.38 | 442.8 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 1702 | 8 | 12.84 | 1.53 | 387.15 | 7.45 | 447 |
| EMPALME | 47089.99 | 1702 | 6 | 10.7 | 2.24 | 318.06 | 7.82 | 469.2 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 1702 | 6 | 9.78 | 2.18 | 506.61 | 7.86 | 471.6 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 1702 | 2 | 6.58 | 3.92 | 546.98 | 8.6 | 516 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 1702 | 1 | 4.43 | 1.74 | 1255.22 | 8.79 | 527.4 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 1702 | 1 | 3.78 | 0.62 | 2497.49 | 9.32 | 559.2 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 1702 | 1 | 3.78 | 0.22 | 5161.41 | 9.53 | 571.8 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 1702 | 1 | 3.77 | 0.19 | 6338.33 | 10.7 | 642 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 1702 | 1 | 3.69 | 0.59 | 1825.42 | 11.86 | 711.6 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 1702 | 1 | 3.64 | 0.56 | 2478.59 | 12.14 | 728.4 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 1702 | 1 | 3.57 | 0.27 | 3706.79 | 14.4 | 864 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 1702 | 1 | 3.56 | 0.13 | 7711.98 | 15.74 | 944.4 |
| FINAL | 57841.5 | 1702 | 1 | 3.56 | 0.16 | 5920.33 | 17.61 | 1056.6 |

La Alerta Amarilla se activar a un caudal de 2 690.00 m³/s, que corresponde a un período de retorno menor de 1:5 años, causando inundaciones de moderadas a significativas aguas abajo de la presa Changuinola I, con nivel correspondiente de 169.00 msnm, en la Tabla 22 se muestran los resultados del HEC-RAS.

Tabla 21. Resultados, Para el caudal de la Alerta Amarilla

Alerta Amarilla

| Estación | Estacionamiento | Caudal | Cota de fondo de río | Elevación de crecida | Velocidad | Ancho Huella | Tiempo de Onda | Tiempo de Onda |
|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------|--------------|----------------|----------------|
| | (m) | (m ³ /s) | (m) | (m) | (m/s) | (m) | (hrs) | (min) |
| INICIO | 0 | 2690 | 145.67 | 168.54 | 0.76 | 614.65 | 0 | 0 |
| PRESA CHAN I | | | | | Inl Struct | | | |
| PUENTE MABEY | 2280.57 | 2690 | 63 | 73.83 | 4.41 | 59.28 | 0.11 | 6.6 |
| NANCE RISCO | 3406.49 | 2690 | 63 | 72.58 | 2.86 | 263.65 | 0.22 | 13.2 |
| BAJO LA ESPERANZA | 6812.98 | 2690 | 58 | 66.56 | 6.73 | 148.31 | 0.67 | 40.2 |
| BAJO GAVILAN | 9017.18 | 2690 | 56 | 62.76 | 6.08 | 214.62 | 0.97 | 58.2 |
| CASA DE MAQUINA | 13424.21 | 2690 | 52 | 59.17 | 3.85 | 145.5 | 1.51 | 90.6 |
| BOCA CHICA | 14312.14 | 2690 | 50 | 57.35 | 3.61 | 176.24 | 1.58 | 94.8 |
| MARCO CABLE VIA | 15915.2 | 2690 | 46 | 55.79 | 3.5 | 152.17 | 1.75 | 105 |
| QDA. GUABO | 18520.16 | 2690 | 39 | 47.77 | 6.73 | 147.12 | 1.97 | 118.2 |
| CORRIENTE GRANDE | 19722.45 | 2690 | 34 | 38.67 | 5.21 | 134.29 | 2.04 | 122.4 |
| BETANIA | 28729.69 | 2690 | 28 | 36.56 | 1.05 | 935.43 | 4.64 | 278.4 |
| ISLA VENADO | 33073.54 | 2690 | 27 | 33.42 | 2.45 | 374.05 | 5.32 | 319.2 |
| COCHIGRO | 34075.45 | 2690 | 25 | 31.04 | 2.6 | 343.73 | 5.42 | 325.2 |
| QDA. CARBAÑO No. 2 | 34876.98 | 2690 | 24 | 30.2 | 2.05 | 817.69 | 5.52 | 331.2 |
| LA MINA | 35277.74 | 2690 | 23 | 29.11 | 4.1 | 275.43 | 5.56 | 333.6 |
| ALTO DE SORÁ | 35678.51 | 2690 | 22 | 27.98 | 4.41 | 160.91 | 5.6 | 336 |
| SURSUBA | 36279.65 | 2690 | 21 | 26.77 | 2.82 | 482.1 | 5.65 | 339 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|----------|------|----|-------|------|---------|-------|-------|
| BOQUISCO | 40878.16 | 2690 | 13 | 21.11 | 4.43 | 88.34 | 6.34 | 380.4 |
| STA. ROSA | 42881.97 | 2690 | 12 | 18.91 | 3.26 | 436.17 | 6.55 | 393 |
| ZEGLA | 44284.65 | 2690 | 11 | 14.56 | 4.05 | 249.15 | 6.73 | 403.8 |
| EL SILENCIO | 44885.79 | 2690 | 8 | 13.92 | 1.87 | 444.49 | 6.79 | 407.4 |
| EMPALME | 47089.99 | 2690 | 6 | 11.91 | 2.4 | 713 | 7.16 | 429.6 |
| BUENA VISTA ARRIBA | 47490.75 | 2690 | 6 | 10.5 | 2.64 | 670.71 | 7.2 | 432 |
| FINCA 4 | 50095.72 | 2690 | 2 | 6.9 | 4.96 | 552.95 | 7.91 | 474.6 |
| PTE. TORRES | 50897.24 | 2690 | 1 | 5.06 | 1.83 | 2042.09 | 8.09 | 485.4 |
| FINCA 67 | 52099.54 | 2690 | 1 | 4.51 | 0.69 | 3532.54 | 8.63 | 517.8 |
| FINCA 63 | 52299.92 | 2690 | 1 | 4.51 | 0.27 | 5558.33 | 8.82 | 529.2 |
| FINCA 1 | 52901.06 | 2690 | 1 | 4.5 | 0.22 | 6388.3 | 9.82 | 589.2 |
| FINCA 2 | 54103.35 | 2690 | 1 | 4.42 | 0.76 | 2362.97 | 10.83 | 649.8 |
| FINCA 3 | 54515.68 | 2690 | 1 | 4.37 | 0.66 | 2870.33 | 11.08 | 664.8 |
| FINCA 3 RURAL | 56507.93 | 2690 | 1 | 4.29 | 0.33 | 3745 | 12.97 | 778.2 |
| BARRIADA 21 DE ABRIL | 57109.09 | 2690 | 1 | 4.29 | 0.16 | 7711.98 | 14.1 | 846 |
| FINAL | 57841.5 | 2690 | 1 | 4.28 | 0.2 | 5920.33 | 15.66 | 939.6 |

Una vez obtenido los resultados podemos establecer las emergencias que aplican para la Central Hidroeléctrica Changuinola I, estableciendo los niveles, procedimientos, manejo y requisitos a cumplir para el correcto manejo de las emergencias.

9 Estudio de Afectación de Ribera de Embalse y Valle

El estudio de afectación de ribera o embalse y valle de la Central Hidroeléctrica Changuinola I, se basa en los criterios establecidos en Resolución AN N° 3932 de 22 de octubre de 2010, “por la cual se aprueban las Normas para la Seguridad de Presas del Sector Eléctrico”.

Este análisis se realizó utilizando la información suministrada por la empresa AES- Changuinola, la obtenida de las visitas de campos del área de influencia de la Central Hidroeléctrica Changuinola I y la generada de las simulaciones hidrológicas e hidráulicas. En esta sección se presentará las posibles afectaciones según las diferentes situaciones de emergencia descritas en la Resolución AN N° 3932-ELEC de 22 de octubre de 2010. En la tabla 23 analizan las posibles afectaciones de los escenarios según norma:

Tabla 22. Resumen de las posibles Afectaciones de riberas de embalse y valles

| Escenarios de afectaciones | Escenarios de emergencias en evaluación | Descripción de las posibles afectaciones de riberas de embalse y valles |
|---|---|---|
| Por la ocurrencia de diferentes ondas de crecida | <p>Por colapso estructural en condición de operación normal.</p> <p>Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias.</p> | Ambas condiciones provocarán ondas de crecidas, que solo afectarán las áreas cercanas al cauce del río. En el caso de Changuinola, dada la fuerza de la corriente, en las riberas aguas abajo de la presa, las afectaciones serán de tipo económica y ecológica dado que se prevé pérdidas de bienes y de la cobertura vegetal del bosque de galería. Así como la fauna asociada a estos ecosistemas. |
| Por remanso hidráulico | Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinaria | No es aplicable, ya que la presa Changuinola I consta de un vertedero libre. |
| Por probables usos de la estructura de evacuación | <p>Apertura súbita de compuertas en condición normal de operación.</p> <p>Por Falla de operación de las estructuras hidráulicas de descarga</p> | No es aplicable, porque la presa de la Central Hidroeléctrica Changuinola I no cuenta con estructuras de evacuación (compuerta de fondo). |
| Por cambios en las funciones de la presa | <p>Por colapso estructural en condición de operación normal</p> <p>Por colapso estructural durante crecidas extraordinarias</p> | No se prevé modificaciones o cambios de uso de las funciones de la Presa de Changuinola I. |
| Por transporte de sedimento | Todos los escenarios de emergencias generan transporte de sedimento | El transporte de sedimento aguas abajo de la Presa Changuinola I variará según los escenarios de simulación que se evalúan. Sin embargo, una condición que agravaría significativamente el tema de transporte de sedimento es la rotura de presa; ya que el material que se ha depositado en los embalses será conducido por la crecida en el río Changuinola, alterando la geomorfología del cauce y sus respectivos hábitats. |
| Por inundación súbita | Por colapso estructural en condición de operación normal | Según la ubicación de las poblaciones con respecto a la central hidroeléctrica, no se prevé inundaciones súbitas, dado que habría tiempo suficiente para dar aviso a la población. Por lo tanto, no aplica. |

En las Tabla 23, se dan a conocer los lugares con posibles afectaciones del tramo, según la Sección 8.6 se marcan en negrita los niveles de los caudales de los diferentes períodos de retornos que están por encima de los niveles a los que se encuentran los poblados.

Tabla 23. Lugares afectados Según las diferentes condiciones

| Estación | Poblados | Bajo condiciones de crecidas ordinarias y extraordinarias | | | | | Colapso estructural Durante crecidas extraordinarias | Colapso estructural en Operación Normal |
|----------|----------------------|---|-------|-------|--------|---------|--|---|
| | | Niveles (msnm) | | | | | Q-10000 | Q-NMON |
| | | Q-10 | Q-50 | Q-100 | Q-1000 | Q-10000 | | |
| 1249 | Puente Mabey | 74.65 | 74.84 | 70.56 | 73.15 | 76.47 | 84.15 | 77.67 |
| 1248.6 | Nance Risco | 73.37 | 69.65 | 75.45 | 77.29 | 78.71 | 82.54 | 77.42 |
| 1237.6 | Bajo La Esperanza | 67.63 | 65.36 | 70.03 | 71 | 72.03 | 75.56 | 70.62 |
| 1232 | Bajo Gavilan | 62.86 | 62.12 | 66.29 | 68.64 | 71.08 | 75.45 | 68.55 |
| 1215 | Casa De Maquina | 60.07 | 60.48 | 63.04 | 65.83 | 68.57 | 70.43 | 64.99 |
| 1204 | Boca Chica | 58.35 | 59.12 | 61.45 | 64.26 | 66.93 | 70.32 | 62.98 |
| 1190 | Marco Cable Via | 56.85 | 49.77 | 60.05 | 63.07 | 65.87 | 68.22 | 60.89 |
| 1185 | Qda. Guabo | 48.65 | 40.41 | 50.22 | 51.85 | 54.17 | 55.4 | 50.2 |
| 1177 | Corriente Grande | 39.08 | 38.6 | 40.46 | 41.91 | 43.94 | 47.89 | 42.28 |
| 1164 | Betania | 37.22 | 35.78 | 39.19 | 40.86 | 42.49 | 45.17 | 39.83 |
| 1158 | Isla Venado | 34.19 | 32.88 | 36.37 | 38.11 | 39.64 | 41.25 | 36.47 |
| 1151 | Cochigro | 31.6 | 32.53 | 33.31 | 34.85 | 35.93 | 36.49 | 33.39 |
| 1140 | Qda. Carbaño No. 2 | 30.96 | 31.46 | 32.99 | 34.68 | 35.85 | 36.68 | 33.01 |
| 1135 | La Mina | 29.87 | 29.13 | 32.09 | 33.79 | 34.89 | 35.34 | 32.04 |
| 1131 | Alto De Sorá | 28.56 | 28.15 | 29.13 | 31.86 | 32.8 | 33.39 | 29.89 |
| 1129 | Sursuba | 27.18 | 22.81 | 28.54 | 29.64 | 30.75 | 32.3 | 28.77 |
| 1127 | Boquisco | 21.78 | 21.29 | 22.85 | 24.89 | 25.76 | 26.69 | 23.84 |
| 1124 | Sta. Rosa | 19.71 | 14.22 | 22.22 | 21.94 | 22.83 | 23.77 | 20.62 |
| 1106 | Zegla | 13.8 | 15.39 | 14.6 | 15.7 | 16.92 | 19.71 | 16.47 |
| 1096 | El Silencio | 14.46 | 13.43 | 15.74 | 16.7 | 17.59 | 18.68 | 15.96 |
| 1089 | Empalme | 12.48 | 11.66 | 13.76 | 14.91 | 15.52 | 16.19 | 13.48 |
| 1086 | Buena Vista Arriba | 10.89 | 8.39 | 11.92 | 12.78 | 13.56 | 14.63 | 12.26 |
| 1075 | Finca 4 | 7.38 | 6.12 | 8.79 | 9.72 | 10.49 | 10.37 | 8.28 |
| 1073 | Pte. Torres | 5.49 | 5.8 | 6.45 | 7.48 | 8.61 | 8.02 | 6.17 |
| 1060 | Finca 67 | 4.92 | 5.79 | 6.16 | 7.33 | 8.53 | 7.78 | 5.42 |
| 1056 | Finca 63 | 4.92 | 5.79 | 6.16 | 7.33 | 8.53 | 7.78 | 5.41 |
| 1050 | Finca 1 | 4.91 | 5.7 | 6.15 | 7.32 | 8.52 | 7.75 | 5.41 |
| 1049 | Finca 2 | 4.83 | 5.67 | 6.06 | 7.24 | 8.43 | 7.5 | 5.35 |
| 1046 | Finca 3 | 4.78 | 5.59 | 6.03 | 7.21 | 8.41 | 7.42 | 5.33 |
| 1040 | Finca 3 Rural | 4.71 | 5.58 | 5.95 | 7.13 | 8.32 | 5.82 | 5.11 |
| 1038 | Barriada 21 De Abril | 4.7 | 5.58 | 5.94 | 7.12 | 8.32 | 5.78 | 5.11 |

Fuente: Consultoría Estudio y Diseños (CEDSA), noviembre 2021

En la Tabla No. 25 se presentan las poblaciones establecidas en el área de estudio y/o de influencia directa de la presa Changuinola I, estos poblados ubicados aguas abajo del embalse de la presa Changuinola I, pueden verse afectados por la huella de inundación. La población de esta región pertenece al Distrito de Changuinola y es importante resaltar que no todas las personas que lo conforman se verían afectadas por la huella de inundación que cause alguna de las situaciones de emergencia que se presenten en la presa Changuinola I.

Tabla 24 Datos de la población aguas abajo de la presa Changuinola I

| Distrito | Corregimiento | Poblado | Viviendas totales | Población total | Coordenadas UTM (WGS-84) | | Elev. Msnm | |
|-------------|-----------------|----------------------|-------------------|-----------------|--------------------------|-----------|------------|--|
| | | | | | Norte | Este | | |
| Changuinola | Changuinola | Barra 44 | 4 | 6 | 1045022.4 | 341700.30 | 8.46 | |
| | | Barriada 21 de Abril | 58 | 408 | 1047537.9 | 333895.52 | 8.00 | |
| | | Changuinola | 4,069 | 17997 | 1047537.9 | 333895.52 | 8.00 | |
| | | Finca 61 | 106 | 578 | 1045178.1 | 338043.26 | 3.35 | |
| | | Finca 62 | 130 | 772 | 1044944.6 | 336611.57 | 7.00 | |
| | | Finca 62 Rural | 4 | 27 | 1044944.6 | 336611.57 | 7.00 | |
| | | Finca 63 | 239 | 1638 | 1043855.3 | 335413.30 | 8.75 | |
| | | Finca 64 | 128 | 838 | 1045956.2 | 335911.28 | 7.14 | |
| | Finca 67 | 55 | 422 | 1043108.3 | 334728.58 | 9.27 | | |
| | El Empalme | El Emplame | 2,275 | 11035 | 1041085.3 | 332752.22 | 15.11 | |
| | | El Silencio | 781 | 2017 | 1038330.8 | 331180.47 | 38.61 | |
| | | Finca 1 | 67 | 634 | 1040691.8 | 336243.79 | 8.68 | |
| | | Finca 2 | 89 | 675 | 1040851.8 | 337436.35 | 8.90 | |
| | | Finca 3 | 74 | 545 | 1042470.3 | 338416.75 | 5.87 | |
| | | Finca 3 Rural | 4 | 14 | 1043295.1 | 339039.22 | 1.00 | |
| | | Finca 4 | 348 | 1700 | 1039908.0 | 334815.05 | 15.36 | |
| | | Puente Torres | 6 | 32 | 1040601.2 | 334053.05 | 39.30 | |
| | Cochigro | Alto de Sorí | 14 | 105 | 1032700.3 | 329368.29 | 120.11 | |
| | | Bajo La Esperanza | 190 | 149 | 1025694.6 | 336124.92 | 71.95 | |
| | | Betania | 4 | 19 | 1028391.8 | 332427.36 | 119.2 | |
| | | Boca Chica | 17 | 59 | 1025272.6 | 332730.25 | 74.66 | |
| | | Boquisco | 31 | 54 | 1033022.4 | 332335.29 | 45.53 | |
| | | Campamento Bracha | 4 | 18 | 1027315.7 | 3304801.0 | 84.10 | |
| | | Cochigro | 70 | 201 | 1030621.3 | 328812.62 | 42.22 | |
| | | Corriente Grande | 24 | 37 | 1028978.9 | 331200.55 | 48.22 | |
| | | Qda. Guabo | 86 | 356 | 1028014.5 | 330213.24 | 69.20 | |
| | | Isla Venado | 13 | 19 | 1030426.4 | 330485.98 | 45.19 | |
| | | La Mina | 29 | 96 | 1031273.4 | 328537.58 | 103.54 | |
| | | Marco o Cable Vía | 21 | 83 | 1026624.9 | 331029.37 | 89.20 | |
| | | Qda. Carbón No. 2 | 9 | 32 | 1031565.5 | 329803.35 | 46.07 | |
| | | Santa Rosa | 79 | 168 | 1034623.6 | 331749.19 | 20.98 | |
| | | Sursuba | 35 | 96 | 1032393.8 | 330222.11 | 31.89 | |
| | Nance del Risco | Bajo Gavilán | 51 | 113 | 1025573.9 | 335436.22 | 76.50 | |
| | | Nance Risco (puente) | 207 | 554 | 1023628.0 | 337775.01 | 100.0 | |
| | Teribe | Zegla | 23 | 65 | 1035804.4 | 331431.23 | 24.53 | |
| | La Gloria | Junco o San Juan | 17 | 241 | 1036323.3 | 33950.49 | 25.49 | |
| | | | Total | 9,361 | 41,803 | | | |

Fuente: "Volumen I. Tomo 2. Cuadro 3: Algunas Características Importantes de las Viviendas Particulares Ocupadas y de la Población de la República, Por Provincia, Distrito, Corregimiento y Lugar Poblado." según censo 2010, INEC.

Las coordenadas UTM y elevaciones son datos recopilados por CEDSA, Septiembre 2014.

Para las comunidades afectadas se realizaron cálculos del porcentaje de afectación en cada área global las cuales se muestran en la Tabla 25, estos valores son para casos de Alerta Roja.

Tabla 25 Comunidades Afectadas para la Presa Changuinola

| Nombre de Comunidad | Área global m ² | Afectación m ² | % de afectación |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------|
| Bajo Gavilán | 2988490 | 1100644 | 37% |
| Balas Pit rural | 275206 | 275206 | 100% |
| Bambú | 35879 | 16409 | 46% |
| Boca chica (P) | 1348848 | 178461 | 13% |
| Boca de junco (P) | 190093 | 48840 | 26% |
| Boca de junco (P) | 184507 | 124317 | 67% |
| Boquisco | 967989 | 560649 | 58% |
| Buena Vista Abajo o Bambito | 592724 | 365841 | 62% |
| Campamento Bracha | 2012 | 2012 | 100% |
| Changuinola | 5237194 | 2499110 | 48% |
| Cochigro | 715064 | 124700 | 17% |
| Corriente grande | 554143 | 511010 | 92% |
| El bajo de la esperanza | 1707597 | 820019 | 48% |
| El canal | 6658566 | 892418 | 13% |
| El empalme | 2419173 | 2320394 | 96% |
| El silencio | 3150996 | 1534832 | 49% |
| Finca 1 | 74398 | 74398 | 100% |
| Finca 2 | 116386 | 116386 | 100% |
| Finca 3 | 177406 | 173425 | 98% |
| Finca 3 rural | 176043 | 176043 | 100% |
| Finca 4 | 740477 | 504591 | 68% |
| Gavilán (P) | 18743 | 18665 | 100% |
| Isla venado | 445642 | 347671 | 78% |
| Junco o san juan | 3191586 | 810358 | 25% |
| La barra (P) | 54565 | 54565 | 100% |
| La escondida (P) | 17233 | 17233 | 100% |
| La escondida (P) | 142468 | 142468 | 100% |
| La hortaliza | 882431 | 221592 | 25% |
| La mina | 111767 | 47640 | 43% |
| Marco o bable Guía | 114611 | 54204 | 47% |
| Milla 11 (P) | 198313 | 56391 | 28% |
| Milla 11 (P) | 20122 | 20122 | 100% |
| Milla 12 | 127295 | 78857 | 62% |
| Nance risco (P) (cabecera) | 4337105 | 1653760 | 38% |
| Quebrada Carbón n | 188367 | 76791 | 41% |
| Quebrada guabo | 484460 | 246520 | 51% |
| Santa rosa (P) | 68458 | 67427 | 98% |

| | | | |
|------------------------------------|---------|---------|-----|
| Santa rosa (P) | 1921172 | 1661513 | 86% |
| Sursuba | 828554 | 722396 | 87% |
| Torres | 37053 | 29806 | 80% |
| Urbanización nuevo amanecer | 160168 | 153777 | 96% |
| Zegla | 515149 | 84206 | 16% |

Fuente: Consultoría Estudio y Diseños (CEDSA), enero 2020

Las comunidades con mayor afectación fueron Balas Pit Rural, Boca de Junco, Boquisco, Buena Vista Abajo o Bambito, Campamento Bracha, Corriente Grande, El Empalme, Finca 1, Finca 2, Finca 3, Finca 3 Rural, Finca 4, Gavilán, Isla Venado, La Barra, La Escondida, Milla 11, Milla 12, Quebrada Guabo, Santa Rosa, Sursuba, Torres y Urbanización Nuevo Amanecer. Todas estas tienen más del 50% de afectación de su área total, causando grandes pérdidas y daños.

Otro tipo de daño que produce las roturas de presas es la afectación al uso de suelos la cual se ve en la Tabla 26. Changuinola cuenta con una vegetación muy abundante y espesa siendo esta la mayor cobertura de área llamadas Bosques Maduros. Los bosques maduros tienen un nivel de afectación muy bajo a pesar de su gran área global.

Tabla 26 Uso de Suelos Afectados para la Presa Changuinola

| Uso de suelo | Área global m ² | Área afectada m ² | % de afectación |
|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| Bosques intervenidos | 326877422 | 6954945 | 2.128% |
| Bosque inundable mixto | 127835152 | 12271295 | 9.599% |
| Bosque maduro | 4474467631 | 1221844 | 0.027% |
| Bosque secundario maduro | 67488753 | 118683 | 0.176% |
| Otros usos | 5349201 | 4759944 | 88.984% |
| Rastrojo | 36143345 | 11960036 | 33.091% |
| Uso agropecuario | 171726350 | 71514186 | 41.644% |
| Uso agropecuario de subsistencia | 1344115 | 595203 | 44.282% |

Fuente: Consultoría Estudio y Diseños (CEDSA), enero 2020.

El uso agropecuario se ve grandemente alterado por este tipo de alerta al igual que el rastrojo y otros usos de suelo.

Las estructuras de accesibilidad, tales como calles y puentes, que se ven afectadas por la inundación bajo un escenario de Alerta Roja - rotura de presa, son:

- La Avenida Isabel Becker que atraviesa el río con el puente Maybe y conecta con la Ave. Charco La Pava.
- La Avenida Isabel Becker que conecta con la Avenida Nance Riscó.
- La Avenida Riscó Abajo que conecta con la Avenida Isabel Becker.
- La carretera Almirante – Changuinola que atraviesa el río con el puente Torres y conecta con la Avenida Omar Torrijos Herrera.
- Las calles internas que comunican Finca 4 con Finca 3, Finca 2 y Finca 1.

- La avenida Omar Torrijos Herrera que brinda el acceso a la Barriada 21 de Abril, la Finca 41 y el Aeropuerto de Changuinola – Manuel Niño.
- Las calles del pueblo de Changuinola y su conexión con Finca 64, Finca 62, Finca 62 Rural, Finca 63 y Finca 67.
- La Avenida 17 de Abril y la Avenida Omar Torrijos Herrera que van desde Changuinola hasta El Empalme.
- Las calles internas de El Empalme.
- La Vía El Silencio, La carretera almirante – El Empalme.
- La Vía El Silencio que atraviesa el río Teribe con un puente y conecta con la carretera de Bonyic.
- La carretera santa de Bonyic que conecta con la carretera Santa Rosa de Sursuba.
- La Avenida Los Gavilanes.
- La Planta Potabilizadora no se encuentra dentro de la huella de inundación, pero todos sus accesos se ven afectados.
- La Avenida Francisco Santos que brinda acceso a la Casa de Máquinas de la Mini-Hidro de la Central Hidroeléctrica Chan I.

10 Vinculación con el Sistema de Protección Civil. Planes de Evacuación

Una situación de emergencia que se genere en la Presa de Changuinola I podrá causar daños y pérdidas aguas abajo de la presa. AES Changuinola, trabajará de forma coordinada con las autoridades locales, organizaciones no gubernamentales, radioaficionadas e instituciones públicas, que por sus funciones participan en la prevención y mitigación de riesgo, en la preparación y atención de emergencia; con el objetivo de salvaguardar la vida y bienes aguas abajo de la presa.

A continuación, en la Tabla 28 se presenta la lista de las ubicaciones de los diagramas de aviso, establecidos en la sección 11 (Diseños de notificaciones y diagramas de aviso).

Tabla 27. Lista de Ubicaciones de los Diagramas de Avisos Impresos

| <i>Ubicaciones en la Central Hidroeléctrica</i> | <i>Ubicaciones en Entidades Públicas</i> |
|--|--|
| 1. Sala de Control | 1. Fuerza Pública de Changuinola |
| 2. Sala de Emergencias (Oficinas de AES Changuinola) | 2. Cuerpo de Bomberos de Changuinola |
| | 3. Oficina Regional de SINAPROC |
| | 4. Centro Nacional de Despacho |
| | 5. SENADIS Changuinola |

Para iniciar con este proceso de vinculación, se hará una presentación y distribución del PADE, a todas las autoridades locales, gubernamentales y no gubernamentales que participarán en forma efectiva ante la ocurrencia de una situación de emergencia citada en este PADE. Cada una de estas autoridades se les invita a participar de los simulacros.

EL Plan de acción de emergencia tienes los lineamientos a seguir y será implementado por AES Changuinola, ante una situación de emergencia dando los avisos oportunos a todas las entidades descritas. Sin embargo, la planificación, las alertas y evacuaciones se deben desarrollar en conjunto con las autoridades locales (Representantes), con apoyo del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC). En todos los niveles de alerta, tanto las autoridades locales como el SINAPROC deberán apoyar con el estudio y coordinación de las áreas afectadas con el fin de implementar los planes de notificación y evacuación. No obstante, AES Changuinola se reunirá con las partes interesadas; representantes de corregimiento y las instituciones de seguridad pública para suministrarles y explicarles los diferentes escenarios que contempla este PADE y sus respectivos planos de inundación (Mapas #3 - #7).

Las autoridades locales y SINAPROC son responsables de la terminación de actividades de acciones de emergencia o de la evacuación (según sea el caso), incluyendo la publicación de notas de prensa para la radio, televisión, o medios impresos. Las autoridades y la policía local serán responsables de la seguridad dentro de las áreas afectadas durante y después de una emergencia; esto último para asegurar la entrada apropiada a las áreas afectadas para proteger al público.

Para las viviendas ubicadas en lugares con posibles afectaciones en el Anexo mapa # 8 se establecen las rutas de evacuación. Las rutas de evacuación son establecidas mediante el estudio de los puntos altos en la zona y la planicie de inundación marcada según las simulaciones de la sección 8

(Simulación Hidráulica – Metodología y datos básicos de análisis), mediante la obtención de las planicies de inundación puede determinarse las zonas afectadas ante una emergencia según el tipo de alerta. Una vez definidas pueden establecerse las zonas seguras a donde las personas deben evacuar siguiendo los caminos y vías de accesos más cercanos, estas zonas seguras fueron determinadas tomando en cuenta que el sitio contase con un lugar de albergue, pudiendo ser una escuela, un hospital o una iglesia, que se tuviera acceso a caminos o calles disponibles, y que fuese un sitio topográficamente más alto que la comunidad de donde se están evacuando los moradores.

El personal de AES Changuinola será responsable de monitorear la presa durante una situación de emergencia y mantendrá informados, según los diagramas de aviso, de las condiciones de la presa desde el momento de inicio de una emergencia hasta el cese de esta. Se usarán todos los medios de comunicación disponibles. El principal medio de comunicación será el teléfono. También se pueden usar celulares, radio, e internet.

El PADE contemplará acciones que serán implementadas por el Director del Complejo CA o el Líder de Operaciones y su equipo de trabajo. Las comunidades que se ubican aguas abajo de la presa dentro de la planicie de inundación son responsabilidad conjunta con las autoridades locales y las instituciones que forman parte del Sistema Nacional de Protección Civil. Los organismos competentes por la seguridad pública deben prestar los siguientes servicios: seguridad en el área afectada, evaluación de los daños y análisis de las necesidades de las comunidades y la rehabilitación de los servicios básicos.

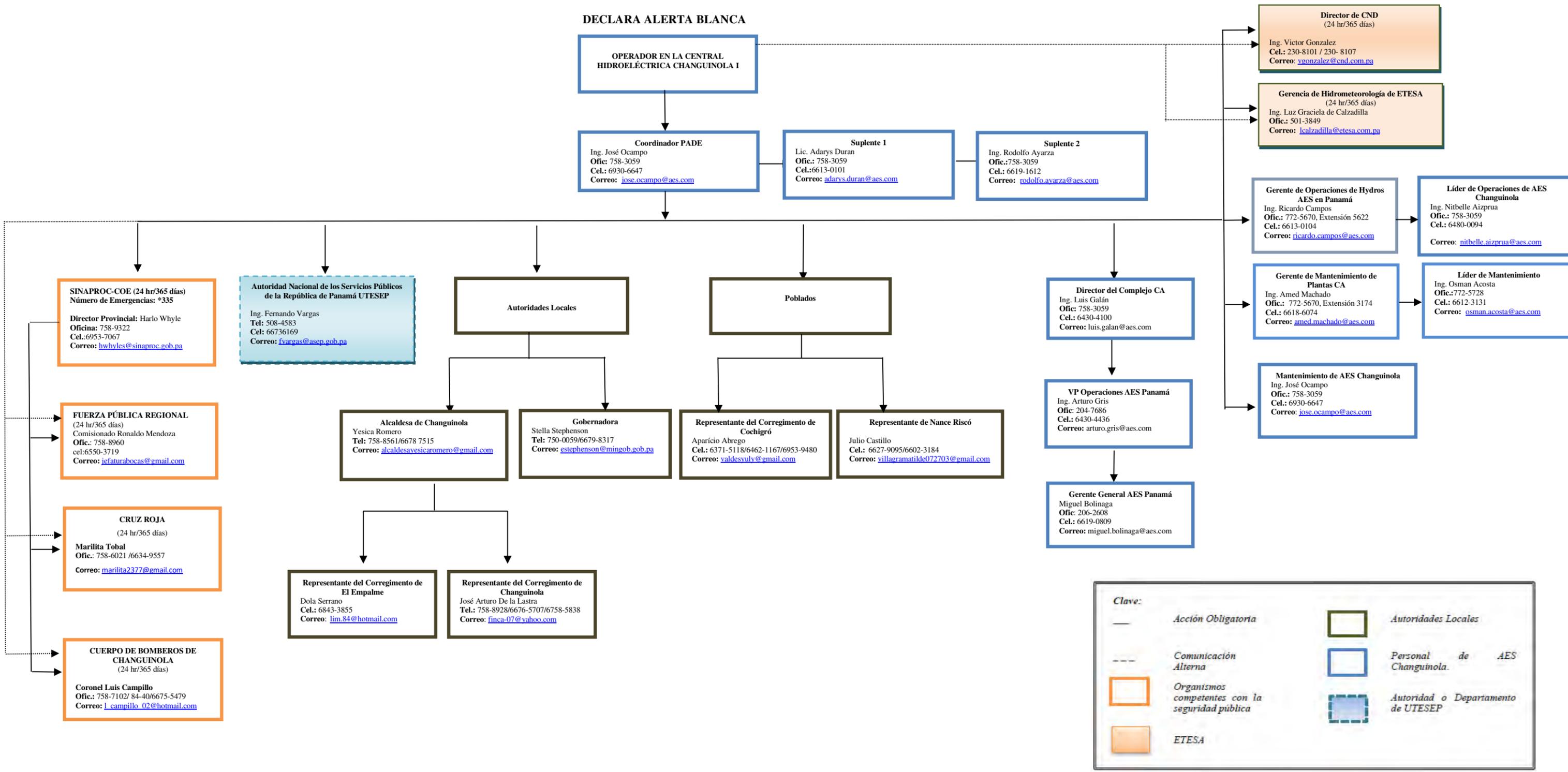
11 Diseño de notificaciones y diagramas de Aviso

Para cada una de las situaciones de emergencias, el Coordinador del PADE, realizará notificaciones según el Diagrama de Aviso respectivo. Estos diagramas de aviso se han realizado basados en la Resolución AN No 3932-Elec del 22 de octubre de 2010 y su modificación en en la resolución AN No 11761-Elec del 9 de noviembre de 2017. Las notificaciones y/o mensajes por alerta son los siguientes:

11.1.1 Alerta Blanca

“Soy el responsable primario, por AES Changuinola, en la Planta Changuinola I, la cual tiene la siguiente situación de alerta (especificar la causa); por lo tanto, a las (HH:MM) se activa la Alerta Blanca, para la presa, Changuinola I. Repito: Notifico que la Central Hidroeléctrica Changuinola I, tiene la siguiente situación de alerta (especificar la causa); por lo tanto, a las (HH:MM) se activa el nivel de Alerta Blanca. Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Se solicita que los organismos competentes estar alerta ante la situación presentada en la Presa Changuinola I. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la alerta. El responsable primario puede ser contactado al teléfono: (especificar los números de teléfonos). Por favor comunique la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.

DIAGRAMAS DE AVISO - ALERTA BLANCA



11.1.2 Alerta Verde

“Soy el responsable primario², por AES Changuinola, en la Planta Changuinola I, la cual tiene la siguiente situación de emergencia (especificar la causa); por lo tanto, a las (HH:MM) se activa la Alerta Verde, para la presa, Changuinola I. Repito: Notifico³ que la Central Hidroeléctrica Changuinola I, tiene la siguiente situación de emergencia (especificar la causa); por lo tanto, a las (HH:MM) se activa el nivel de Alerta Verde. Se están tomando las medidas necesarias de vigilancia y control. Se solicita que los organismos competentes de la Protección Pública deben estar listo para el proceso de evacuación, de los poblados aguas abajo de la Presa Changuinola I. Por favor ponga a todos sus contactos en alerta. Manténgase en contacto e informado sobre las siguientes notificaciones o terminación de la emergencia. El responsable primario⁴ puede ser contactado al teléfono: (especificar los números de teléfonos). Por favor comunique la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido”.

² Operador de la central o el Coordinador del PADE

³ Notificación a UTEP, ASEP según las Normas de Seguridad de Presa.

⁴ Operador de la central o el Coordinador del PADE

DIAGRAMA DE AVISO - ALERTA VERDE

DECLARA ALERTA VERDE

**OPERADOR EN LA CENTRAL
 HIDROELÉCTRICA CHANGUINOLA I**

Coordinador PADE
 Ing. José Ocampo
 Ofic: 758-3059
 Cel.: 6930-6647
 Correo: jose.ocampo@aes.com

Suplente 1
 Lic. Adarys Duran
 Ofic: 758-3059
 Cel.: 6613-0101
 Correo: adarys.duran@aes.com

Suplente 2
 Ing. Rodolfo Avarza
 Ofic: 758-3059
 Cel.: 6619-1612
 Correo: rodolfo.avarza@aes.com

Director de CND
 (24 hr/365 días)
 Ing. Victor Gonzalez
 Cel.: 230-8101 / 230- 8107
 Correo: vgonzalez@cnd.com.pa

Gerencia de Hidrometeorología de ETESA
 (24 hr/365 días)
 Ing. Luz Graciela de Calzadilla
 Ofic.: 501-3849
 Correo: lcalzadilla@etesa.com.pa

**Gerente de Operaciones de Hydros
 AES en Panamá**
 Ing. Ricardo Campos
 Ofic.: 772-5670, Extensión 5622
 Cel.: 6613-0104
 Correo: ricardo.campos@aes.com

**Líder de Operaciones de AES
 Changuinola**
 Ing. Nibelle Aizprua
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6480-0094
 Correo: nibelle.aizprua@aes.com

**Gerente de Mantenimiento de
 Plantas CA**
 Ing. Amed Machado
 Ofic.: 772-5670, Extensión 3174
 Cel.: 6618-6074
 Correo: amed.machado@aes.com

Líder de Mantenimiento
 Ing. Osman Acosta
 Ofic.: 772-5728
 Cel.: 6612-3131
 Correo: osman.acosta@aes.com

Director del Complejo CA
 Ing. Luis Galán
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6430-4100
 Correo: luis.galan@aes.com

VP Operaciones AES Panamá
 Ing. Arturo Gris
 Ofic.: 204-7686
 Cel.: 6430-4436
 Correo: arturo.gris@aes.com

Gerente General AES Panamá
 Miguel Bolinaga
 Ofic.: 206-2608
 Cel.: 6619-0809
 Correo: miguel.bolinaga@aes.com

Mantenimiento de AES Changuinola
 Ing. José Ocampo
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6930-6647
 Correo: jose.ocampo@aes.com

**Autoridad Nacional de los Servicios Públicos
 de la República de Panamá UTESEP**
 Ing. Fernando Vargas
 Tel: 508-4583
 Cel: 66736169
 Correo: FVargas@asep.gob.pa

Autoridades Locales

Poblados

Alcaldesa de Changuinola
 Yesica Romero
 Tel: 758-8561/6678 7515
 Correo: alcaldesavesicaromero@gmail.com

Gobernadora
 Stella Stephenson
 Tel: 750-0059/6679-8317
 Correo: estephenson@mingob.gob.pa

**Representante del Corregimiento de
 Cochigró**
 Aparicio Abrego
 Cel.: 6371-5118/6462-1167/6953-9480
 Correo: valdesvuly@gmail.com

Representante de Nance Riscó
 Julio Castillo
 Cel: 6627-9095/6602-3184
 Correo: yilagramatilde072703@gmail.com

**Representante del Corregimiento de
 El Empalme**
 Dola Serrano
 Cel.: 6843-3855
 Correo: lim.84@hotmail.com

**Representante del Corregimiento de
 Changuinola**
 José Arturo De La Lastra
 Tel.: 758-8928/6676-5707/6758-5838
 correo: finca-07@yahoo.com

SINAPROC-COE (24 hr/365 días)
 Número de Emergencias: *335
Director Provincial: Harlo Whyte
 Oficina: 758-9322
 Cel: 6953-7067
 Correo: hwwhyte@sinaproc.gob.pa

FUERZA PÚBLICA REGIONAL
 (24 hr/365 días)
 Comisionado Ronaldo Mendoza
 Ofic.: 758-8960
 cel: 6550-3719
 Correo: jefaturabocas@gmail.com

CRUZ ROJA
 (24 hr/365 días)
 Marilita Tobal
 Ofic.: 758-6021 / 6634-9557
 Correo: marilita2377@gmail.com

**CUERPO DE BOMBEROS DE
 CHANGUINOLA**
 (24 hr/365 días)
 Coronel Luis Campillo
 Ofic.: 758-7102/ 84-40/6675-5479
 Correo: l_campillo_02@hotmail.com

Clave:

- Acción Obligatoria
- Comunicación Alterna
- Organismos competentes con la seguridad pública
- ETESA
- Autoridades Locales
- Personal de AES Changuinola.
- Autoridad o Departamento de UTESEP

11.1.3 Alerta Amarilla

“Soy el responsable primario⁵, por AES Changuinola, de la Central Hidroeléctrica Changuinola I, les notifico⁶ que se está presentando una situación potencialmente peligrosa (especificar la causa); en la Presa Changuinola I. Repito: les notifico que se está presentando una situación potencialmente peligrosa (especificar la causa); en la Presa Changuinola I. Por favor declare la Alerta Amarilla y notifique a la Autoridad competente en el Manejo del Agua como a los organismos competentes en la protección pública. Por favor comuniqué la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido. El Responsable primario⁴ puede ser contactado a los teléfonos: (especificar los números de teléfonos)”

El Responsable Primario⁴, es responsable de declarar el Alerta Amarilla a la autoridad competente en el manejo del agua, quien notifica la magnitud y evolución de los caudales que transportará el río aguas abajo de la presa, a la UTESEP y a los organismos competentes en la protección pública, SINAPROC-COE, quienes pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales.

⁵ Operador de la central o el Coordinador del PADE

⁶ Notificación a la UTESEP, ASEP según las Normas de Seguridad de Presa

DIAGRAMA DE AVISO – ALERTA AMARILLA

DECLARA ALERTA AMARILLA

**OPERADOR EN LA CENTRAL
 HIDROELÉCTRICA CHANGUINOLA I**

Coordinador PADE
 Ing. José Ocampo
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6930-6647
 Correo: jose.ocampo@aes.com

Suplente 1
 Lic. Adarys Duran
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6613-0101
 Correo: adarys.duran@aes.com

Suplente 2
 Ing. Rodolfo Avarza
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6619-1612
 Correo: rodolfo.avarza@aes.com

Director de CND
 (24 hr/365 días)
 Ing. Victor Gonzalez
 Cel.: 230-8101 / 230- 8107
 Correo: vgonzalez@cnd.com.pa

Gerencia de Hidrometeorología de ETESA
 (24 hr/365 días)
 Ing. Luz Graciela de Calzadilla
 Ofic.: 501-3849
 Correo: lcalzadilla@etesa.com.pa

**Gerente de Operaciones de Hydros
 AES en Panamá**
 Ing. Ricardo Campos
 Ofic.: 772-5670, Extensión 5622
 Cel.: 6613-0104
 Correo: ricardo.campos@aes.com

**Líder de Operaciones de AES
 Changuinola**
 Ing. Nibelle Aizprua
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6480-0094
 Correo: nibelle.aizprua@aes.com

**Gerente de Mantenimiento de
 Plantas CA**
 Ing. Amed Machado
 Ofic.: 772-5670, Extensión 3174
 Cel.: 6618-6074
 Correo: amed.machado@aes.com

Líder de Mantenimiento
 Ing. Osman Acosta
 Ofic.: 772-5728
 Cel.: 6612-3131
 Correo: osman.acosta@aes.com

Director del Complejo CA
 Ing. Luis Galán
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6430-4100
 Correo: luis.galan@aes.com

VP Operaciones AES Panamá
 Ing. Arturo Gris
 Ofic.: 204-7686
 Cel.: 6430-4436
 Correo: arturo.gris@aes.com

Gerente General AES Panamá
 Miguel Bolinaga
 Ofic.: 206-2608
 Cel.: 6619-0809
 Correo: miguel.bolinaga@aes.com

Mantenimiento de AES Changuinola
 Ing. José Ocampo
 Ofic.: 758-3059
 Cel.: 6930-6647
 Correo: jose.ocampo@aes.com

**Autoridad Nacional de los Servicios Públicos
 de la República de Panamá UTESEP**
 Ing. Fernando Vargas
 Tel.: 508-4583
 Cel.: 66736169
 Correo: fvargas@asep.gob.pa

Autoridades Locales

Poblados

Alcaldesa de Changuinola
 Yesica Romero
 Tel.: 758-8561/6678 7515
 Correo: alcaldesavesicaromero@gmail.com

Gobernadora
 Stella Stephenson
 Tel.: 750-0059/6679-8317
 Correo: estephenon@mingob.gob.pa

**Representante del Corregimiento de
 Cochigró**
 Aparicio Abrego
 Cel.: 6371-5118/6462-1167/6953-9480
 Correo: yaldesvuly@gmail.com

Representante de Nance Riscó
 Julio Castillo
 Cel.: 6627-9095/6602-3184
 Correo: yilagamatilde072703@gmail.com

**Representante del Corregimiento de
 El Empalme**
 Dola Serrano
 Cel.: 6843-3855
 Correo: lim.84@hotmail.com

**Representante del Corregimiento de
 Changuinola**
 José Arturo De La Lastra
 Tel.: 758-8928/6676-5707/6758-5838
 Correo: finca-07@yahoo.com

SINAPROC-COE (24 hr/365 días)
 Número de Emergencias: *335
Director Provincial: Harlo Whyte
 Oficina: 758-9322
 Cel.: 6953-7067
 Correo: hwhyte@sinaproc.gob.pa

FUERZA PÚBLICA REGIONAL
 (24 hr/365 días)
 Comisionado Ronaldo Mendoza
 Ofic.: 758-8960
 Cel.: 6550-3719
 Correo: jefaturabocas@gmail.com

CRUZ ROJA
 (24 hr/365 días)
Marilita Tobal
 Ofic.: 758-6021 /6634-9557
 Correo: marilita2377@gmail.com

**CUERPO DE BOMBEROS DE
 CHANGUINOLA**
 (24 hr/365 días)
Coronel Luis Campillo
 Ofic.: 758-7102/ 84-40/6675-5479
 Correo: lcampillo02@hotmail.com

**HOSPITAL REGIONAL DR. RAUL
 DAVILA MENA**
 (24 hr/365 días)
Suleina Tyrell
 Ofic.: 758-7028/6521-7367
 Correo: styrell@css.gob.pa

SENADIS Changuinola
Lic. Vicenta Córdoba
 Ofic.: 758-5946
 Cel.: 6542-7174
 Correo: vcordoba@senadis.gob.pa

Clave:

| | | | |
|--|---|--|------------------------------------|
| | Acción Obligatoria | | Autoridades Locales |
| | Comunicación Alternativa | | Personal de AES Changuinola. |
| | Organismos competentes con la seguridad pública | | Autoridad o Departamento de UTESEP |
| | ETESA | | |

11.1.4 Alerta Roja

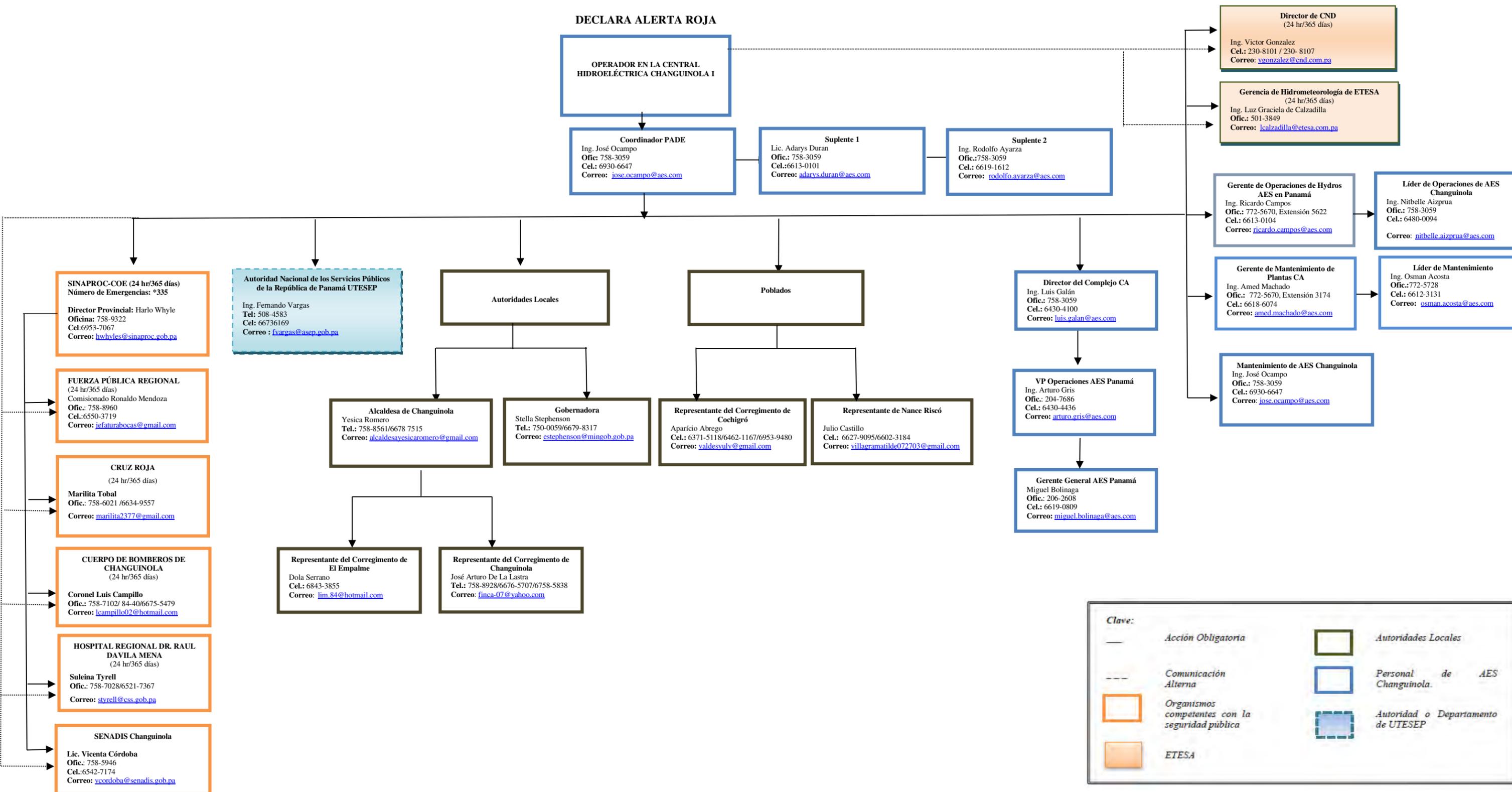
El Responsable Primario⁷ es responsable de declarar el Alerta Roja y notificar de la situación: a los pobladores ubicados en el área cercana de seguridad definida en el PADE, a las autoridades locales, a la UTESEP, y a los organismos competentes en la protección pública, SINAPROC-COE quienes pondrán en marcha las acciones estipuladas en sus correspondientes planes locales. AES Changuinola, notificará la situación de emergencia con el siguiente mensaje:

“Soy el responsable primario⁷, por AES Changuinola, en la Central Hidroeléctrica Changuinola I, les notifico⁸ que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa) que ha ocurrido en Presa causando pérdidas incontrolables de agua del embalse. Repito: les notifico que se ha presentado una situación de emergencia (especificar la causa)⁶ que ha ocurrido en la Presa Changuinola I con pérdidas incontrolable de agua del embalse, por favor declare la Alerta Roja y notifique a los organismos competentes en la protección pública. Por favor comunique la recepción de este mensaje, confirme que ha entendido y proporcione su nombre y apellido El Coordinador del PADE puede ser contactado a los teléfonos: (especificar los números de teléfonos).”

⁷ Operador de la central o el Coordinador del PADE

⁸ Notificación a UTESEP, ASEP según las Normas de Seguridad de Presa

DIAGRAMA DE AVISO – ALERTA ROJA



Clave:

- Acción Obligatoria
- - - Comunicación Alterna
- Organismos competentes con la seguridad pública
- ETESA
- Autoridades Locales
- Personal de AES Changuinola
- Autoridad o Departamento de UTESEP

Los diagramas y mensajes anteriormente descritos son una guía, a continuación, se presenta una lista de los encargados por parte de AES Changuinola para la declaración de las emergencias y sus respectivos relevos de estos no encontrarse en la Central Hidroeléctrica de Changuinola I.

| | | |
|---|---|---|
| 1. OPERADOR EN LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHANGUINOLA 1 | ENCARGADO: OPERADOR DE TURNO | RELEVO: OPERADOR MOVIL |
| 2. COORDINADOR DEL PADE POR AES CHANGUINOLA | ENCARGADO: ING. JOSE OCAMPO OFIC.: 758-3059 CEL.: 6930-6647 | RELEVO: LIC. ADARYS DURAN OFIC.: 758-3059 CEL.: 6613-0109 RODOLFO AYARZA OFIC.: 758-3059 CEL.: 6619-1612 |
| 3. DIRECTOR DEL COMPLEJO CA | ENCARGADO: ING. LUIS ANTONIO GALAN OFIC.: 772-5670 CEL.: 6430-4100 | RELEVO: ING. RICARDO CAMPOS OFIC.: 772-5670 CEL.: 6613-0104 ING. AMED MACHADO OFIC.: 772-5670 CEL.: 6618-6074 |
| 4. GERENTE GENERAL DE AES PANAMA | ENCARGADO: ING. MIGUEL BOLINAGA OFIC.: 206-2608 CEL.: 6619-0809 | RELEVO: ING. LUIS ANTONIO GALAN OFIC.: 772-5670 CEL.: 6430-4100 |
| 5. LIDER DE OPERACIONES | ENCARGADO: ING. NITBELLE AIZPRUA OFIC.: 758-3059 CEL.: 6480-0094 | RELEVO: ING. LUIS RODRIGUEZ OFIC.: 758-3059 CEL.: 6613-5948 |
| 6. VP DE OPERACIONES | ENCARGADO: ING. ARTURO GRIS OFIC.: 204-7686 CEL.: 6430-4436 | RELEVO: ING. LUIS ANTONIO GALAN OFIC.: 772-5670 CEL.: 6430-4100 |
| 7. GESTOR AMBIENTAL | ENCARGADO: ING. RODOLFO AYARZA OFIC.: 758-3059 CEL.: 6619-1612 | RELEVO: LIC. ADARYS DURAN OFIC.: 758-3059 CEL.: 6613-0109 |

Se debe recordar la información necesaria que el Coordinador del PADE deberá notificar, según lo señalado en el diagrama respectivo, durante el mensaje. Se enlista dicha información:

- Nombre de la presa (Presa Changuinola I).
- Situación de emergencia (Condiciones de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias, Por Colapso Estructural en Condición de Operación Normal, Por Colapso Estructural durante Crecidas Extraordinarias, entre otras).
- Gravedad de la situación.

- Tipo de falla que está ocurriendo o se está desarrollando (por ejemplo, rebose o rotura).
- Hora exacta de la observación.
- Hora exacta de la falla, si ya ha ocurrido y se conoce, sino estimar.

12 Procedimiento para Declarar la Emergencia.

La detección precoz y evaluación de la(s) situación(es) o hecho(s) determinante(s) que inician o requieren una acción de urgencia son cruciales. El establecimiento de los procedimientos de información fiable y oportuna clasificación de una situación de emergencia es imprescindible para garantizar que la acción más adecuada se basa en la urgencia del caso.

Después de la observación de una situación peligrosa en la Central Hidroeléctrica Changuinola I, el inicio de la activación de planes de emergencia se puede dar tanto por el observador como por los representantes del sitio que conducen las labores de mantenimiento e inspecciones rutinarias. El personal de AES Changuinola que labora en la Central Changuinola I inspecciona regularmente la presa y sus estructuras asociadas. Es su responsabilidad reconocer señales de peligros en desarrollo tales como los anotados en la sección 5 (Identificación de las Emergencias), y seguir los procedimientos de declaración y manejo de emergencias.

13 Procedimiento para el Manejo de la Emergencia

El plan de emergencia involucra a todo el personal de la central hidroeléctrica Changuinola I, desde los operadores hasta el personal de jerarquía superior de AES Changuinola, así como también a la Autoridad Nacional de Servicios Públicos (ASEP). Por lo tanto, una vez que se identifica una condición de emergencia, es esencial para el éxito del PADE que el personal responsable responda inmediatamente para llevar a cabo la notificación por parte de AES Changuinola y las medidas necesarias para la ejecución de la emergencia por parte de los estamentos de seguridad.

Para ejecutar el PADE, el equipo de colaboradores funcionará de forma coordinada; será necesario seleccionar profesionales que ajusten a un perfil previamente definido, para desempeñar las tareas establecidas en el PADE. Los procedimientos para el manejo de las Emergencias se definirán detalladamente por situación de emergencia.

Definir las responsabilidades mencionadas, se entiende que las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Changuinola I cuentan con instrumentación adecuada para verificar la seguridad de las presas, la casa de máquinas y otras estructuras de la central, la cual estará en funcionamiento las 24 horas del día.

A continuación, se describen las responsabilidades específicas de las personas u organizaciones para el mantenimiento y operación de la presa que son los responsables de implementar las diferentes fases de cada una de las fases que comprenden el PADE.

El **observador** de una falla inminente o real tiene el compromiso de notificar al operador de sala de control de la Central Hidroeléctrica Changuinola I y el operador notificará al Coordinador del PADE y este a su vez notificará a los organismos competentes en la Protección Pública de acuerdo con los diagramas de notificaciones incluidos en este documento.

El **Coordinador del PADE** tendrá las siguientes responsabilidades:

- Mantener un registro de todas las comunicaciones y/o notificaciones realizadas; según el diagrama de aviso: indicándole la hora e información reportada en la llamada de notificación.
- Coordinará actividades directas de reparación dentro de la Central Hidroeléctrica durante la emergencia.
- Mantendrá activo un inventario de equipos útiles para casos de emergencias, en especial herramientas que ayuden en maniobras de rescates.
- Revisión y solicitud de modificación al plan, distribución de copias del plan y los diagramas de flujo.
- Establecer el entrenamiento para el personal a cargo de la presa, y coordinar una prueba del plan.
- Es la persona para contactar si surge cualquier pregunta sobre el plan.
- Velar por la seguridad del personal, visitantes y terceras personas afectados por una emergencia dentro de las instalaciones de la Central Hidroeléctrica Changuinola I.

Independientemente del tipo de emergencia de que se trate, todos los empleados deberán estar capacitados en los procedimientos de respuesta a emergencias. Es por tanto imperativo el realizar regularmente simulacros y jornadas de adiestramiento.

Ante un accidente o desastre, cada persona deberá saber cómo conducirse y los niveles de improvisación deberían ser mínimos. Esa es la clave para afrontar exitosamente

La **sala de reuniones ubicada en la Oficina de AES Changuinola, Campamento 2, Ojo de Agua**, servirá como centro de comunicaciones durante la emergencia.

El **Director del Complejo CA**, designa al Coordinador del PADE, durante las emergencias, el **Director** tendrá las siguientes responsabilidades:

- Asumir la dirección y la responsabilidad de toda emergencia que requiera de la activación del Centro de Operaciones de Emergencias de AES Changuinola.
- Asegurar el buen entendimiento del PADE con las Autoridades Gubernamentales, para que cada uno desempeñe adecuadamente su rol frente a una emergencia.
- Coordinar y proveer dirección al Líder de Operaciones o al Coordinador del PADE en cuanto a las prioridades de respuesta.
- Autorizar la inversión de los recursos económicos y humanos en las actividades de respuesta y control de emergencias del PADE.

El **Director del Complejo CA/Administración/Servicios Generales** es el responsable del transporte y las comunicaciones. Las responsabilidades en transporte y comunicación será como mínimo lo siguiente:

- Colaborar en cuanto a sugerir las mejores y más seguras rutas de evacuación y formas de transporte.
- Emplear dichas rutas para movilizar alimentos, medicinas o enseres, o ayuda externa.
- Mantener el intercambio de información de lo que ocurre y vías abiertas de comunicación con las autoridades. Debe encargarse de radios (tanto de recepción, como de comunicación). Debe mantener un listado de teléfonos de emergencias actualizado y accesible.
- Confeccionará un directorio telefónico para, en caso de emergencia, poder llamar a SINAPROC (Protección Civil), Cuerpo de Bomberos, Ambulancias o Policía. Estos números estarán bien visibles en la sala de control de la Central Hidroeléctrica.
- El Director del Complejo CA o la persona que este designe, hablará en nombre de AES Changuinola y del personal de operaciones de la Central.

La responsabilidad de la duración, seguridad, conclusión y seguimiento durante una emergencia en la Central Hidroeléctrica es del personal apropiado, responsable de monitorear la presa durante una situación de emergencia, mantener a las autoridades locales y a SINAPROC informados de las condiciones de la presa desde el momento de la determinación inicial que existe una emergencia hasta que esta ha concluido. Se usarán todos los medios de comunicación disponibles, el principal medio de comunicación será el teléfono mediante el servicio de telefonía fija y contratos de celulares con los distintos proveedores de servicios de telefonía móvil, sin dejar de lado como opción o alternativa el aviso mediante correos electrónicos.

Cabe mencionar que ante una falla de comunicación y quedar incomunicados (por inundación, por el colapso de puentes, pérdida de segmentos de carreteras, caída de las torres de comunicación de radio y/o falla de las empresas telefónicas) la central hidroeléctrica de Changuinola cuenta con un sistema de telefonía satelital trabajando y radios troncales, lo que les permitirá estar en contacto con diferentes entidades y/o actores en caso de emergencia.

La empresa AES Changuinola, será responsable de tomar la decisión de declarar que la situación de emergencia ya no existe en la presa. Esto podría deberse a la disminución de caudales, o a otra recomendación de la empresa. AES Changuinola comunicará esta información mediante notificación directa a las autoridades locales, UTESEP (ASEP) y a SINAPROC según lo establecido en la norma, para que el organismo responsable de la seguridad evalúe las zonas afectadas e indique la seguridad para la población.

14 Simulacros de Emergencia

El Coordinador del PADE conducirá una sesión anual de simulacro de emergencia del PADE, para habituar y disciplinar el comportamiento del personal de AES Changuinola, en todas las situaciones de emergencia contempladas en la sección 7 (Estudio de situaciones de emergencia) de este documento. El Coordinador del PADE o un proveedor será el responsable de programar, coordinar y dirigir el simulacro de la situación de emergencia correspondiente.

14.1.1 Criterios para la realización del simulacro

Para la realización de los simulacros de emergencia, El Coordinador del PADE presentará los diferentes escenarios de forma detalladas, al personal de AES Changuinola, con la finalidad de evaluar los conocimientos de todo el personal de la Central Hidroeléctrica Changuinola I, sobre los procedimientos y protocolos que se deben seguir ante una situación de emergencia descrita en el PADE.

El Coordinador del PADE presentará, las acciones a desarrollar según sea el caso al personal, quienes deberán tomar decisiones al respecto. Los resultados obtenidos en el simulacro, permitirá hacer los ajustes en los procedimientos o implementar procesos de capacitación del personal. El objetivo general que se quiere con la capacitación del personal es que adquieran los conocimientos y capacidad de reacción para que, en el momento que sea necesario, activar y dar seguimiento a las diferentes situaciones de emergencia presentadas en este Plan de Acción Durante Emergencias.

Los simulacros se ejecutarán a diferentes niveles según los siguientes criterios:

Bajo: Verificación de los sistemas de comunicaciones, los números telefónicos, nombres y cargos de los responsables en la cadena de avisos.

Medio: Seminarios – Taller en donde se discutan las acciones a seguir en caso de presentarse una de las situaciones de emergencia

Alto: Incluye desde simulaciones o ejercicios de gabinete hasta la simulación a escala real de una emergencia. Los simulacros deben incluir múltiples fallas. En cada simulacro debe plantearse un escenario de emergencia diferente. Debe abarcar todas las fases contempladas en una situación de emergencia real.

Para todas las situaciones de emergencia, AES Changuinola hará un simulacro de nivel bajo o medio que se llevará a cabo mediante un ejercicio en el que se ensayaran las medidas a seguir ante una situación hipotética de emergencia. Dicho simulacro se diseñará de manera que sea realista. El Coordinador del PADE escogerá la situación y hora; además, la asignación de un observador el cual verificará las acciones y notificaciones subsecuentes (quién, cuándo y los medios de comunicación), y determinará si todos los participantes tienen la versión actualizada del PADE.

La coordinación de este simulacro se extenderá hasta las instituciones, según los diagramas de aviso. Se involucrará en este simulacro a personal interno de AES Changuinola y a las instituciones que tienen responsabilidades en el PADE.

Durante este simulacro se abarcarán todas las fases contempladas en una situación de emergencia real:

- Detección del Evento
- Determinación del Nivel de Emergencia
- Niveles de Comunicación y Notificación
- Acciones Durante la Emergencia
- Terminación

Los simulacros y/o simulaciones se ejecutarán bajo los siguientes criterios:

- No debe realizarse un nivel de ejercitación si no se han comprendido las consignas y procedimientos del anterior.
- Se realizarán cuando la central hidroeléctrica este en situación normal y en una época del año en que las circunstancias permitan prever, con cierta garantía que no va a acontecer un incidente que genere una situación extraordinaria o de emergencia real.
- Se interrumpirán cuando durante su desarrollo surja alguna situación extraordinaria o de emergencia real o sea imprescindible la atención del personal para garantizar la operación normal de la central.
- No se permitirá el tráfico de personas o vehículos salvo que sean imprescindibles dentro del ejercicio del simulacro.
- La duración del ejercicio del simulacro dependerá del nivel del simulacro.
- Se involucrará a todo el personal necesario para llevar a cabo las tareas a realizar de acuerdo con la situación de emergencia en simulacro.
- Las comunicaciones deberán estar disponibles para el ejercicio.

Durante el desarrollo del ejercicio del simulacro, el observador asignado controlará y registrará en una bitácora todas las acciones que se desarrollen y se pondrá mayor interés en los siguientes aspectos:

- Utilización de los sistemas de comunicación.
- Tiempo de respuesta del personal.
- Comprobación de los sistemas básicos de comunicación y energía.
- Medidas de seguridad y protección personal.
- Adquisición de datos de auscultación.
- Seguimiento y control de los equipos de instrumentación del embalse.

Durante el ejercicio de simulación o simulacro se evaluarán los siguientes aspectos:

- Tratará sobre preocupaciones respecto a los contactos telefónicos,
- Evaluará el tiempo para completar el simulacro e identificará maneras de acortar el tiempo,
- Tratará sobre las pruebas de energía y equipos, (para apertura o cierre, tales como vertederos y otras estructuras hidráulicas de descarga).
- Indicará si los participantes tenían el PADE más reciente.

Se verificará la efectividad y funcionamiento de sensores automáticos disparándolos manualmente, o bien simulando y dando la alarma en forma verbal. Como se manejarán ante alguna de las siguientes posibilidades de Situación de Emergencia en el simulacro:

- Puesta a salvo del personal de operación de la presa.
- Comunicación de la Situación de Emergencia a las autoridades con jurisdicción aguas abajo de la presa indicando que tipo de emergencia se ha producido, constatando que se desarrolle el operativo de emergencia a cargo de otras Autoridades. Verificación que las autoridades mencionadas se encuentren en condiciones de asociar la emergencia con los potenciales efectos determinados en el PADE. Debe verificarse, en principio si las autoridades disponen de un ejemplar del PADE, si alguien lo ha estudiado, si se ha instrumentado su aplicación, y si se han previsto las medidas de mitigación necesarias.

El Coordinador del PADE, emitirá un informe Final del ejercicio del simulacro a SINAPROC que contendrá la siguiente información:

- a) Desarrollo detallado del ejercicio.
- b) Objetivos buscados con el ejercicio.
- c) Grado de preparación individual del personal.
- d) Nivel de coordinación entre el personal y con terceros.
- e) Dificultades presentadas.
- f) Problemas de los sistemas de comunicación.

- g) Adecuación de los medios materiales disponibles.
- h) Grado de cumplimiento de los objetivos buscados con el ejercicio.
- i) Fallas del PADE y modificaciones propuestas para la siguiente actualización.

14.1.2 Resultados de simulacros

Para la Central Hidroeléctrica Changuinola I, tal como se indica se ha realizado un simulacro de emergencia por año. Realizándose una totalidad de 5 simulacros de emergencia. En esta sección se dará a conocer de manera general las fallas encontradas según simulacros en el Plan de Acción Durante Emergencia (PADE), las modificaciones realizadas cada año y las propuestas para continuar mejorando.

Las simulaciones fueron conducidas y evaluadas por la Compañía Contratista JACUM Enterprises S.A. A continuación, se presenta de manera general las principales dificultades y fallas encontradas y las medidas de mitigación o recomendaciones para solventar las mismas:

- El grado de divulgación y conocimiento del PADE, entre las instituciones y autoridades locales que tiene responsabilidades en la atención de una emergencia, esto permitirá una mayor coordinación a la hora de la ocurrencia de un evento.

Esta dificultad se vio principalmente en el primer simulacro, debido a que el PADE aún no había sido aprobado, por ende, no se había presentado a las autoridades. Las acciones tomadas son:

Preparar un plan de capacitación previa, tanto interna como externa, para lograr que los involucrados se familiaricen con los procedimientos del PADE. Se incluyen en esta capacitación los enlaces institucionales nuevos.

- Mayor compromiso en la participación de las autoridades municipales e institucionales en las simulaciones, con el fin que conozcan las herramientas con la que se cuenta para las tomas de decisiones (planes de emergencia, mapas, estadísticas, entre otras) generadas por las instituciones gubernamentales y AES Panamá.

La mayor acción en cuanto a esta situación ha sido, estar disponibles para cualquier consulta o requerimiento adicional enviar las invitaciones para la participación de los simulacros con anticipación donde se les indica la importancia de la realización y participación en los mismos

- Los protocolos de activación de las Alertas presentadas en el PADE, tiene códigos diferentes a las establecidas por el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), por lo que causa mucha confusión entre los estamentos de seguridad.

Los códigos de alerta utilizados en el PADE son los establecidos por la Norma de Seguridad de Presa de la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP). Con el fin de buscar un consenso se realizarán las coordinaciones necesarias entre la ASEP y SINAPROC para determinar según las alertas definidas en el PADE, cuál es la alerta correspondiente según el Centro de Operaciones de Emergencia (COE).

- Entre las otras fallas y recomendaciones se han tomado acciones directamente dentro de esta actualización del PADE. Como lo son: actualización e inclusión de algunos Estamentos y Autoridades locales en los diagramas de avisos, planteamientos de la Alerta Blanca, mejoramiento de los sistemas de comunicación, inclusión de los nuevos equipos y programas para los manejos de las emergencias, Entre otros.

Es de suma importancia destacar que el compromiso real de las autoridades e instituciones provinciales de participar activamente en conjunto con el personal de AES Changuinola en todo el proceso de organización, preparación y atención cuando se realicen los simulacros de emergencia, facilitará todo el proceso de coordinación cuando se presente una emergencia.

15 Actualización del PADE

AES Changuinola revisará con una periodicidad mínima de un año, particularmente en lo referente a cambios de personas o entidades con responsabilidad específica, direcciones, números telefónicos, frecuencias e identificaciones de radio y toda otra información crítica para la eficacia de las acciones previstas. De no haber cambios durante el año, AES Changuinola enviará a la ASEP una nota notificando que no ha habido cambio alguno.

Además, AES Changuinola hará una revisión completa del PADE cada dos (2) años; o como sea solicitado por la ASEP. La revisión completa identificará cualquier nuevo desarrollo u otros cambios aguas arriba o aguas abajo los cuales podrían necesitar la modificación del PADE. Si ocurren tales cambios, AES Changuinola informará rápidamente al director de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP), el cual determinará en consulta con agencias y otros si las modificaciones son necesarias, y distribuirá cualquier modificación resultante.

AES Changuinola enviará cada dos (2) años al Director de la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos:

- (i) Una declaración que el PADE ha sido revisado completamente,
- (ii) La última fecha en que fue aprobado, y
- (iii) Cualquier modificación o actualización, o una declaración que ninguna fue necesaria.

16 Bibliografía

- Resolución AN 3932-ELEC Normas para la Seguridad de Presas. Autoridad Nacional de los Servicios Públicos. 2010
- Resumen Técnico del Análisis Regional de Crecidas Máximas de Panamá. Período 1971-2006- Hidrometeorología. ETESA. 2008
- Algunas Características Importantes de las Viviendas Particulares Ocupadas y de la Población de la República, Por Provincia, Distrito, Corregimiento y Lugar Poblado, INEC, censo 2010, INEC.
- Estrategia de Desarrollo Sostenible. Revisión y Actualización de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Provincia de Bocas del Toro. Octubre 2008.
- Operation & Maintenance Manuals Civil Works Versión 4/11-08-29
- <http://www.conades.gob.pa/pdf/transparencia/idocumentos/ESTRATEGIADEDESARROLLOSOSTENIBLEBOCASDELTORODEF.pdf>.
- Hydrology report and Estimated Floods at the Dam – and Powerhouse Sites. EHP 007; January 29, 2010.
- Reservoir Routing and Spillway Capacity for Maximum Operation Level +165.00, on the basis of the ETESA flood series 1975-2008. EHP 008; January 29, 2010.
- Changuinola I Hydroelectric project, Basic Design Report RCC Dam and 4.3 km tunnel; hydrological Report Appendix 1, October 23, 2006.
- Manual No. 1110-2-1420 Engineering and design, hydrologic engineering requirements for reservoirs, 31 October 1997.
- Changuinola I Hydroelectric project, owner's technical requirements, part c- construction requirements.
- Changuinola I HPP operation & maintenance manuals civil Works version 4/ 11-08-29 document number: tec-com-001.
- Changuinola I HPP powerhouse general drawing. Rev. C.
- Changuinola I HPP general layout for the project. Rev. B

- Changuinola I HPP mini Hydro Site plan.
- Changuinola I HPP Mini Hydro, Intake and RCC dam, site plan; general drawing.
- Changuinola I HPP Mini Hydro, Entrance Floor +90.61 Measure and Marking.
- Changuinola I HPP Mini Hydro, Machine Hall Floor +75.60 Measure and code marking.
- Changuinola I HPP Mini Hydro, Machine Hall +71.73/+72.73 Measure and code Marking.
- Changuinola I HPP Mini Hydro penstock excavation plan & Sections.
- Changuinola I HPP Mini Hydro, Excavation.
- Changuinola I HPP Mini Hydro, Excavation - sections.
- Changuinola I HPP Mini Hydro tailrace canal excavation plan.
- Changuinola I HPP Mini Hydro tailrace canal excavation profile and sections.
- Changuinola I HPP Mini Hydro tailrace canal excavation plan. Rev. C
- Changuinola I HPP Mini Hydro machine Hall Floor; general drawing. Rev. B
- Changuinola I HPP Mini Hydro access floor +90.61; general drawing. Rev. C
- Changuinola I HPP Mini Hydro roof plan; general drawing. Rev. B
- Changuinola I HPP Mini Hydro section; general drawing. Rev. B
- Changuinola I HPP Mini Hydro section line B; general drawing. Rev. B
- Changuinola I HPP Mini Hydro machine hall, access floor plan fire cells. Rev. B
- Changuinola I HPP; Changuinola 1 RCC dam arch gravity dam setting out cross section G-G, H-H and I-I
- Changuinola I HPP; Changuinola 1 RCC dam arch gravity dam setting out cross section E-E and F-F.

- Changuinola I HPP; Changuinola 1 RCC dam arch gravity dam setting out cross section A-A, B-B, C-C and D-D.
- Instrumentation Monitoring programme Report No. 10/4178/10724 Rev.D
- Gavilán Hydroelectric project, Sismic Hazard evaluation for the Gavilan dam site, October 2006
- Schmidt, V., Climent, A., Dale, A., Bungum, H. (1998). Relaciones espectrales de atenuación para América Central y para Costa Rica. Costa Rica.
- Wald, D.J., Worden, B.C., Quitoriano, V., Pankow, K.L. (2006). Shake Map Manual. Technical Manual, Users Guide, and Software Guide.
- Campbell Scientific Centro Caribe S.A. (2019). Manual de Uso. Vista general y uso de los armarios de medición.
- JACUM ENTERPRISES S.A. (2014) Informe Final del Ejercicio de “Simulación Plan De Acción Durante Emergencias (PADE) de la Central Hidroeléctrica Changuinola I.
- JACUM ENTERPRISES S.A. (2015) Informe Final del Ejercicio de “Simulación Plan De Acción Durante Emergencias (PADE) de la Central Hidroeléctrica Changuinola I.
- JACUM ENTERPRISES S.A. (2016) Informe Final del Ejercicio de “Simulación Plan De Acción Durante Emergencias (PADE) de la Central Hidroeléctrica Changuinola I.
- JACUM ENTERPRISES S.A. (2017) Informe Final del Ejercicio de “Simulación Plan De Acción Durante Emergencias (PADE) de la Central Hidroeléctrica Changuinola I.
- JACUM ENTERPRISES S.A. (2018) Informe Final del Ejercicio de “Simulación Plan De Acción Durante Emergencias (PADE) de la Central Hidroeléctrica Changuinola I.
- Geotecnia e infraestructura (2019). Informe técnico. Automatización del proyecto Hidroeléctrico Changuinola I.

EVIDENCIA FOTOGRAFICA



Manómetros de presión

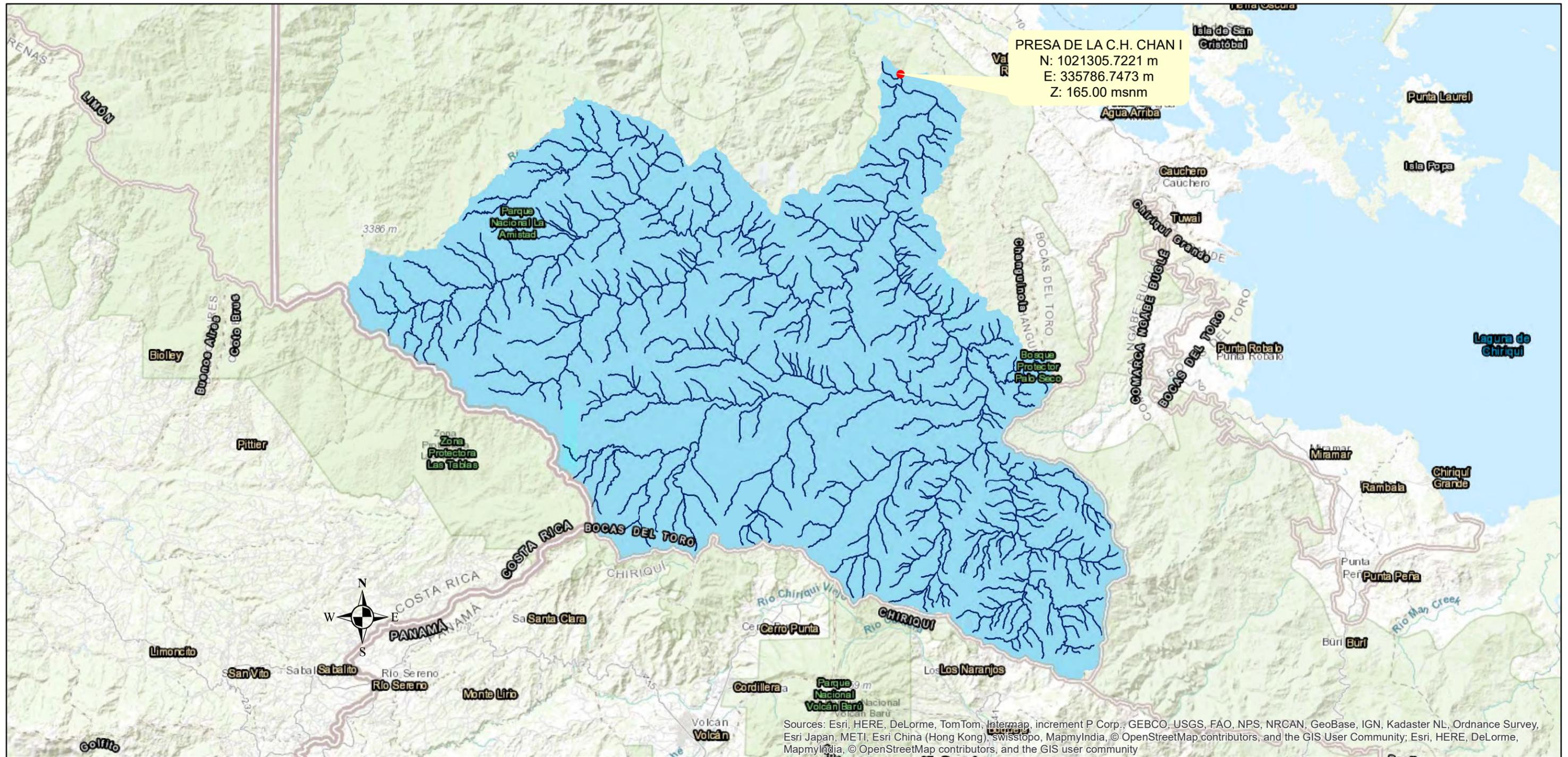


Péndulo, monitorear el desplazamiento horizontal de la presa.



Caja de control para toma de lecturas de inclinómetros

ANEXO No. 1



CEDSA
CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA
 Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

AES
 Panamá

10 5 0 10 Km
ESCALA: 1:300,000

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

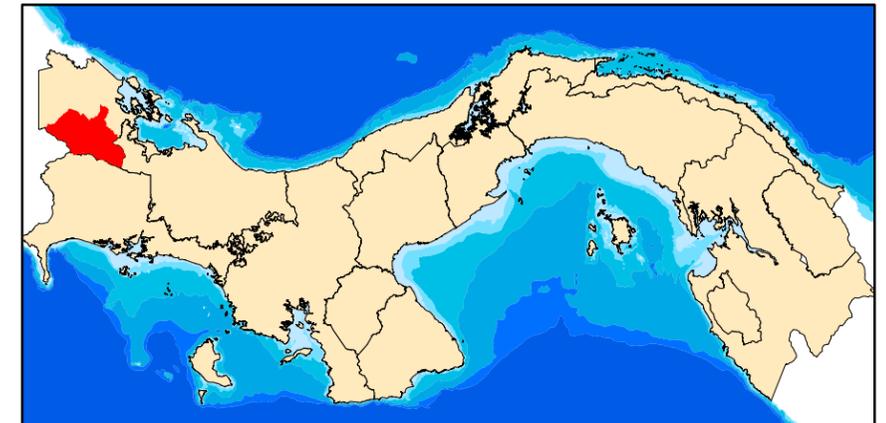
MAPA # 1:
 AREA DE DRENAJE CHANGUINOLA I

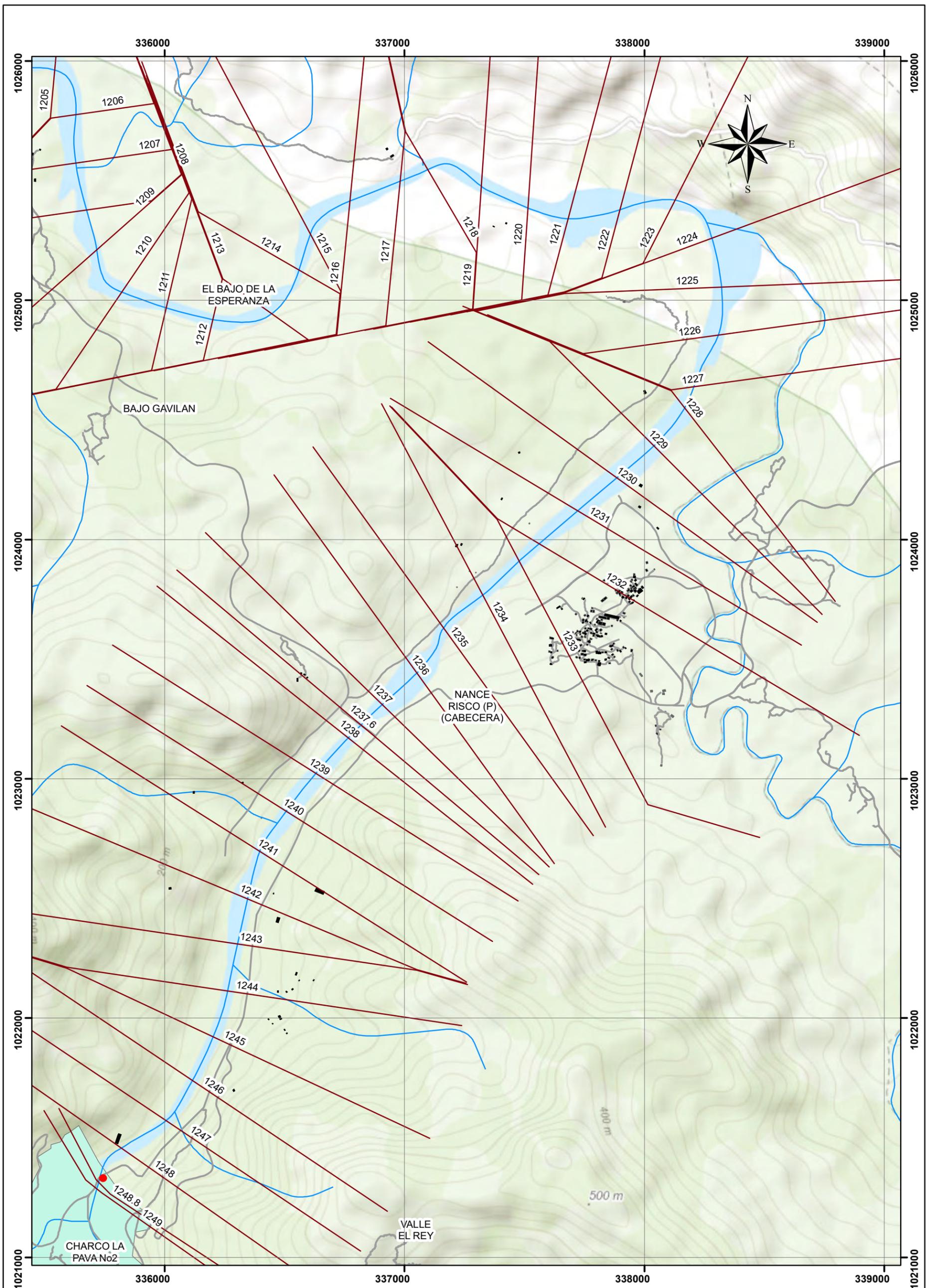
CARACTERISTICAS DE LA CUENCA

Area de la cuenca: 1,494.40 km²
 Area Superficial del Embalse: 9,540,000.00 m²
 Volumen del Embalse: 334,400,000.00 m³
 Elevación Mínima: 615 msnm
 Elevación Máxima: 2357 msnm
 Longitud del Cauce hasta la Presal: 121.74 Km

LEYENDA:

- RÍOS
- ÁREA DE LA CUENCA

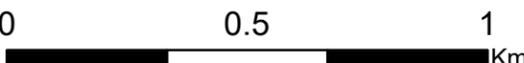






CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA

Tumba Muerto PH Aviación Torre1,Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>



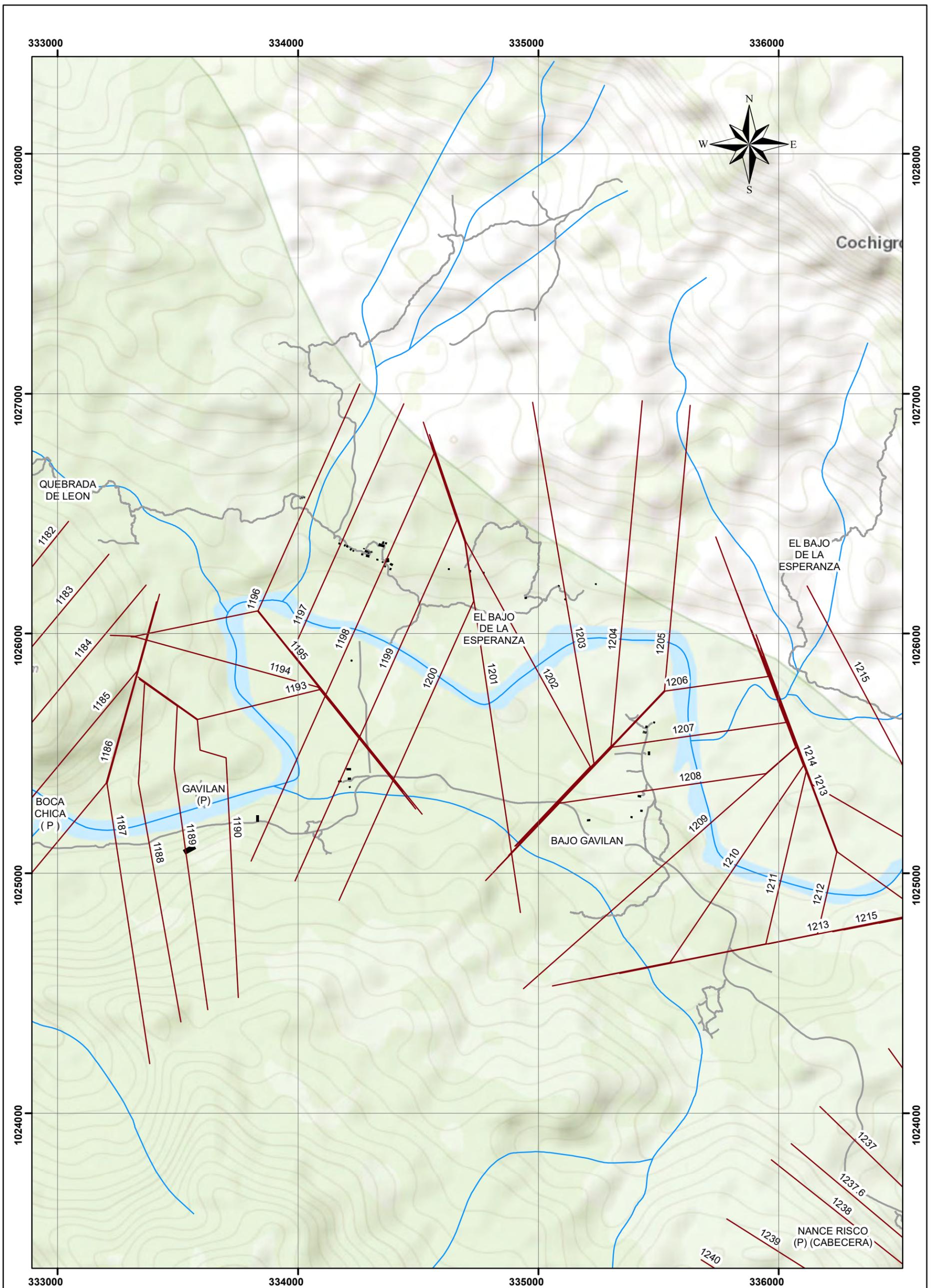
0 0.5 1
Km

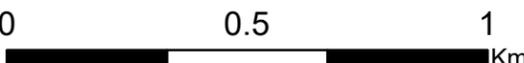
ESCALA: 1:15,000

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
Proyección Universal de Mercator, Zona 17
Dato horizontal. Datum WGS 1984
Elipsoide Clarke 1866

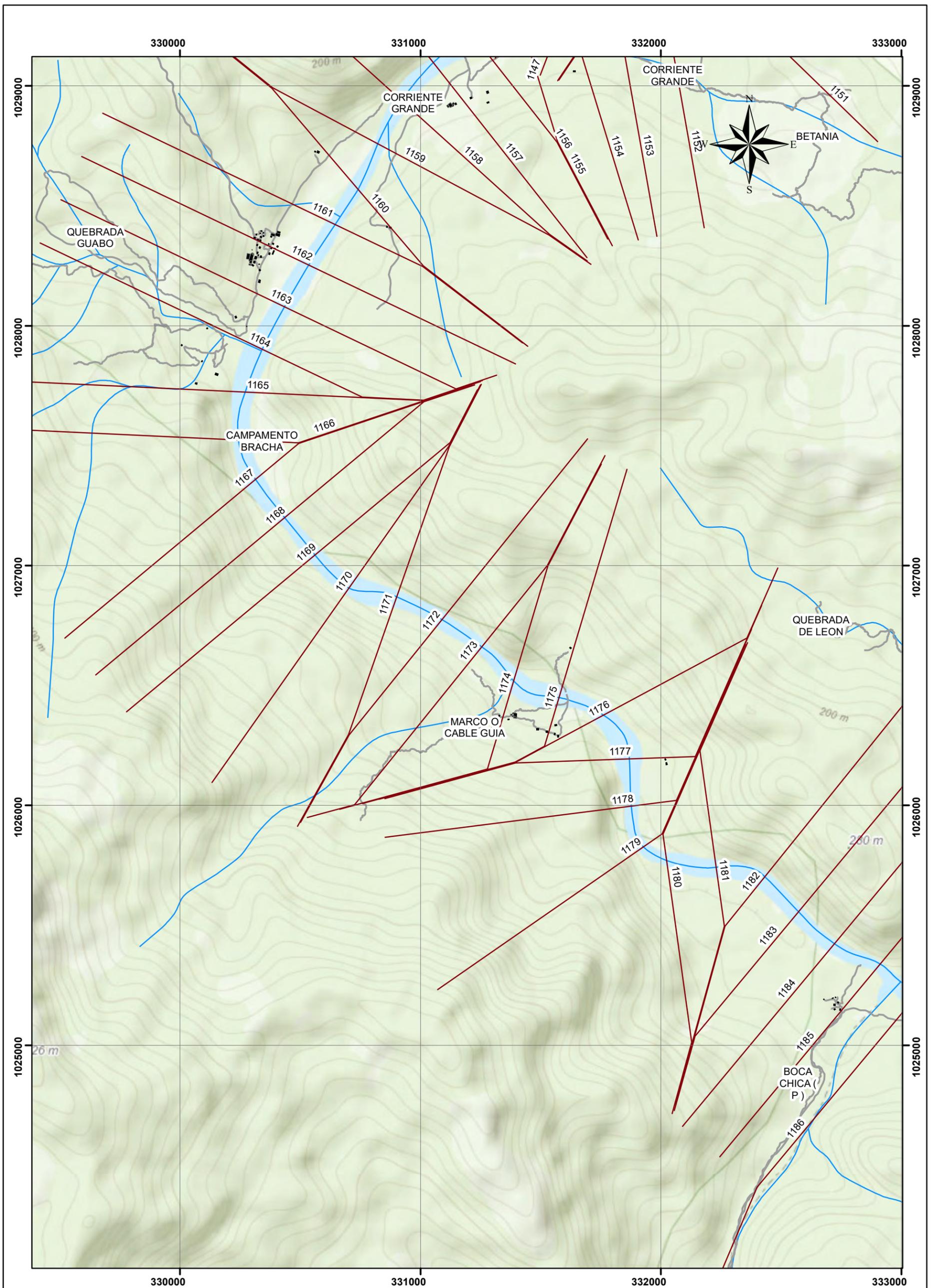
MAPA #: 2 A
SECCIONES TRANSVERSALES

- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- SECCIONES TRANSVERSALES



| | |
|--|---|
|  <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p>Tumba Muerto PH Aviación Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> |  <p>ESCALA: 1:15,000</p> |
| | |

| |
|---|
|  <ul style="list-style-type: none"> EDIFICIOS VIAS RIOS SECCIONES TRANSVERSALES |
|---|



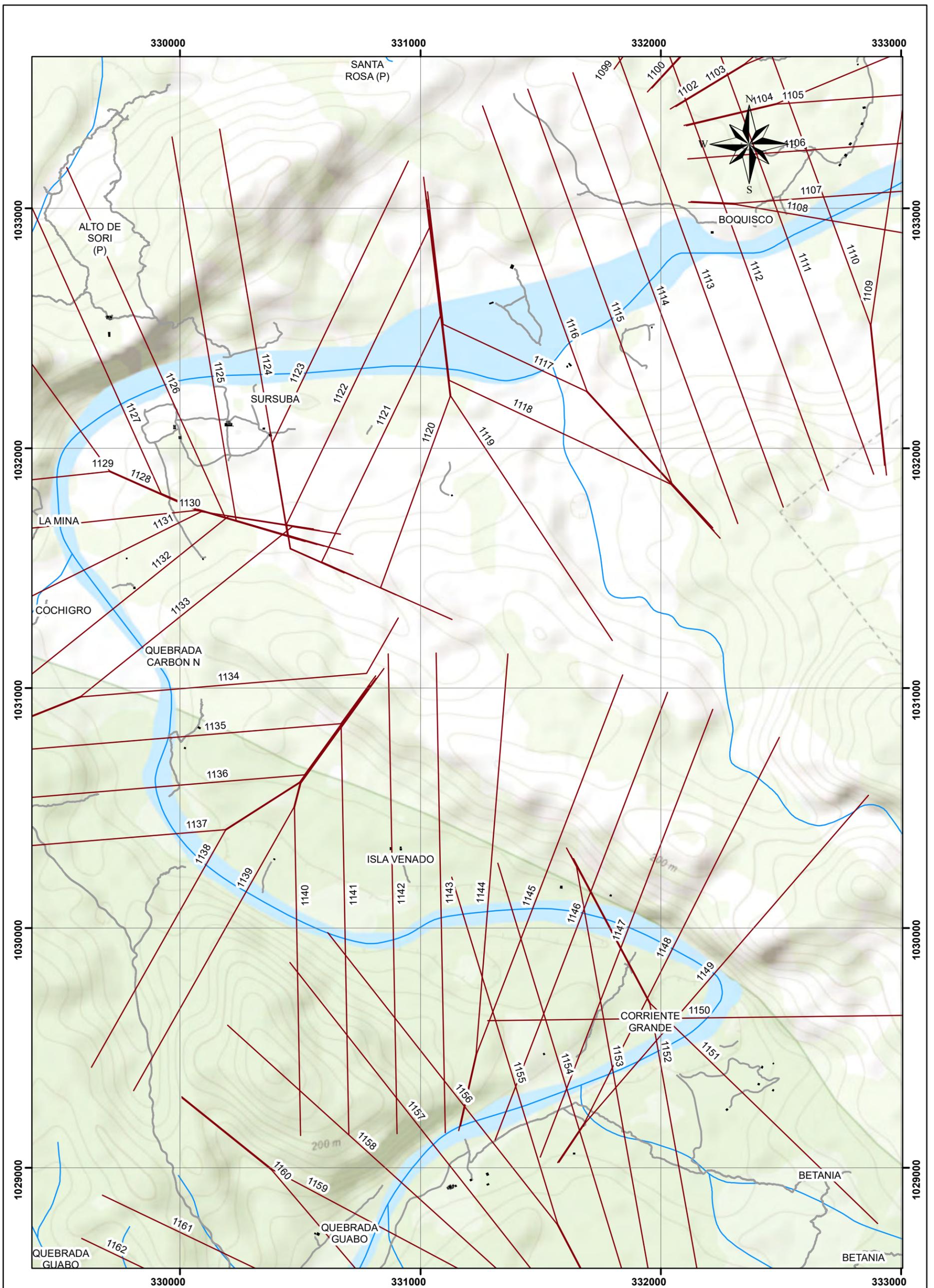
CEDSA
CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA
 Tumba Muerto PH Avión Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

AES Panamá
 0 0.5 1 Km
 ESCALA: 1:15,000

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

MAPA #: 2 C
SECCIONES TRANSVERSALES

-  EDIFICIOS
-  VIAS
-  RIOS
-  SECCIONES TRANSVERSALES



CEDSA

CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA

Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

AES Panamá

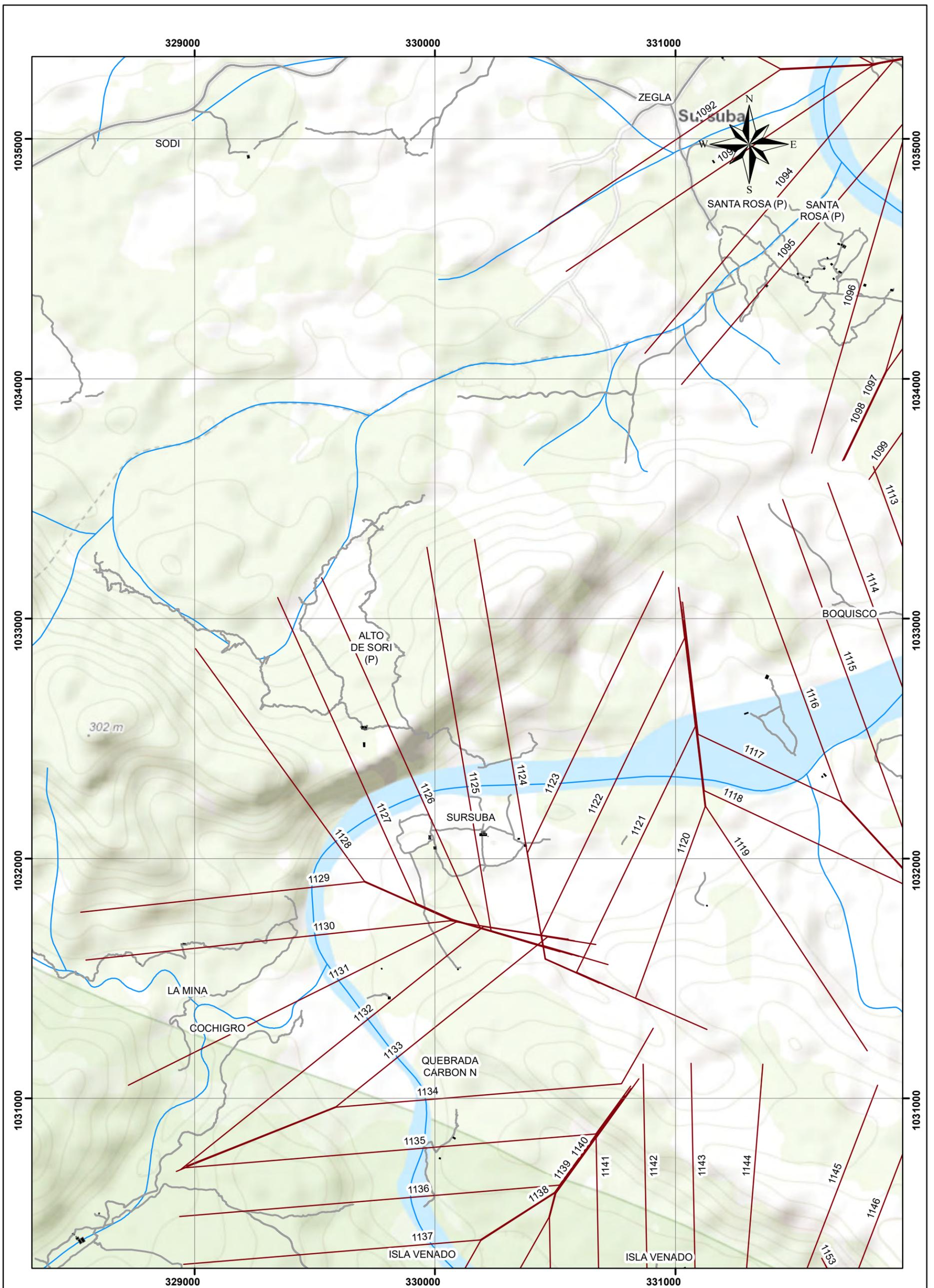
0 0.5 1 Km

ESCALA: 1:15,000

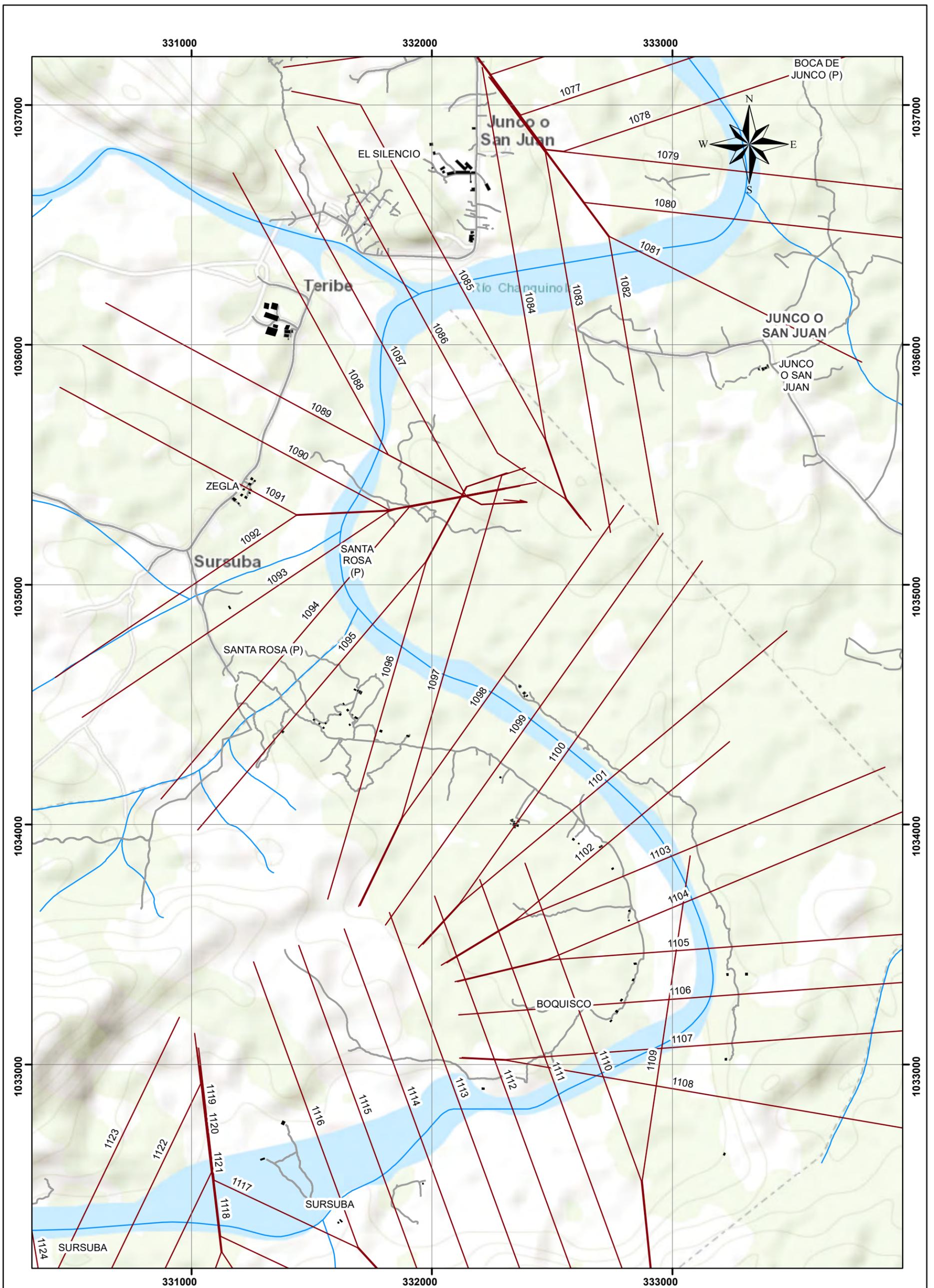
-  EDIFICIOS
-  VIAS
-  RIOS
-  SECCIONES TRANSVERSALES

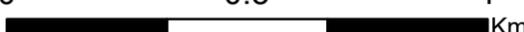
ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

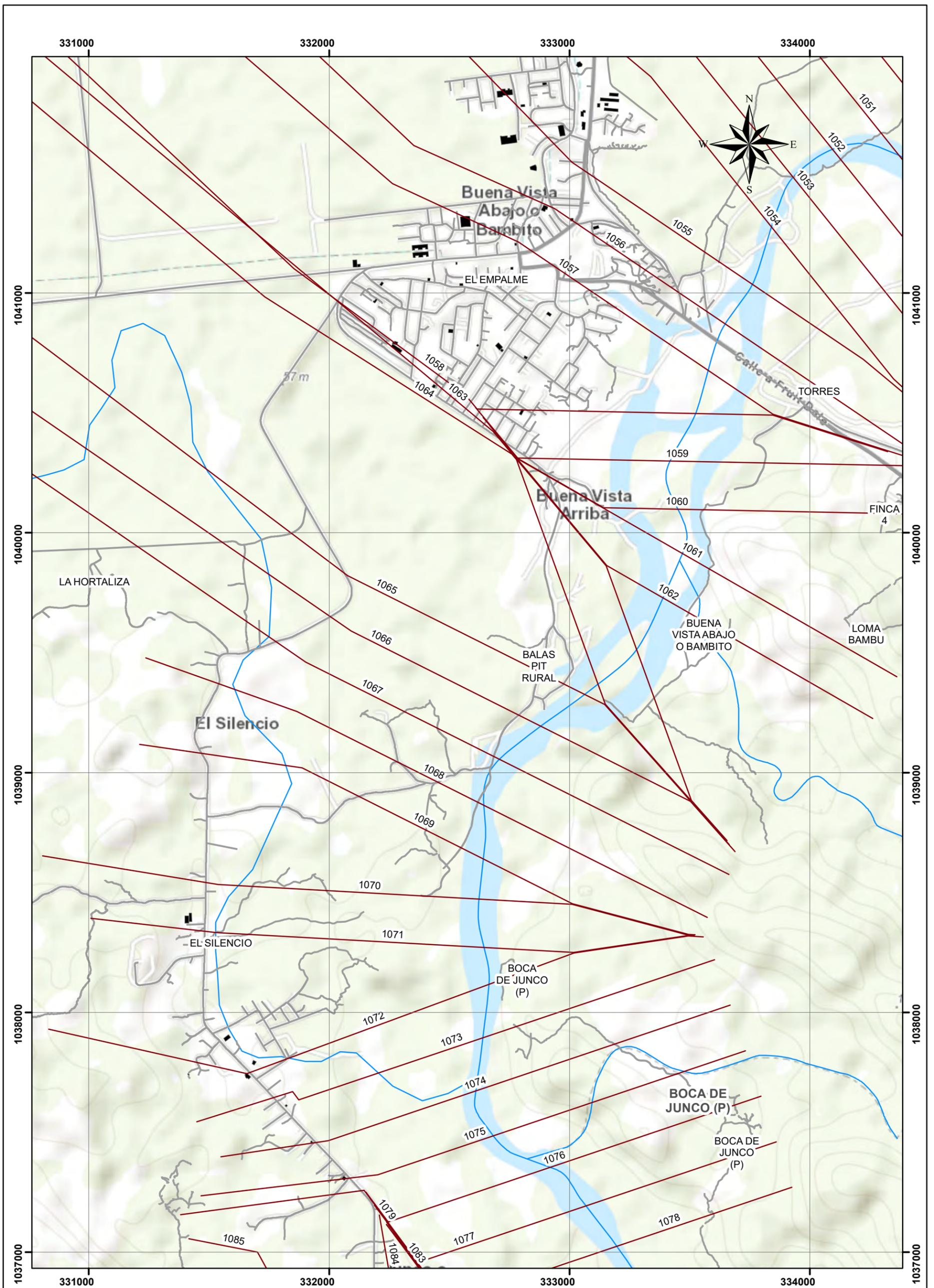
MAPA #: 2 D
SECCIONES TRANSVERSALES



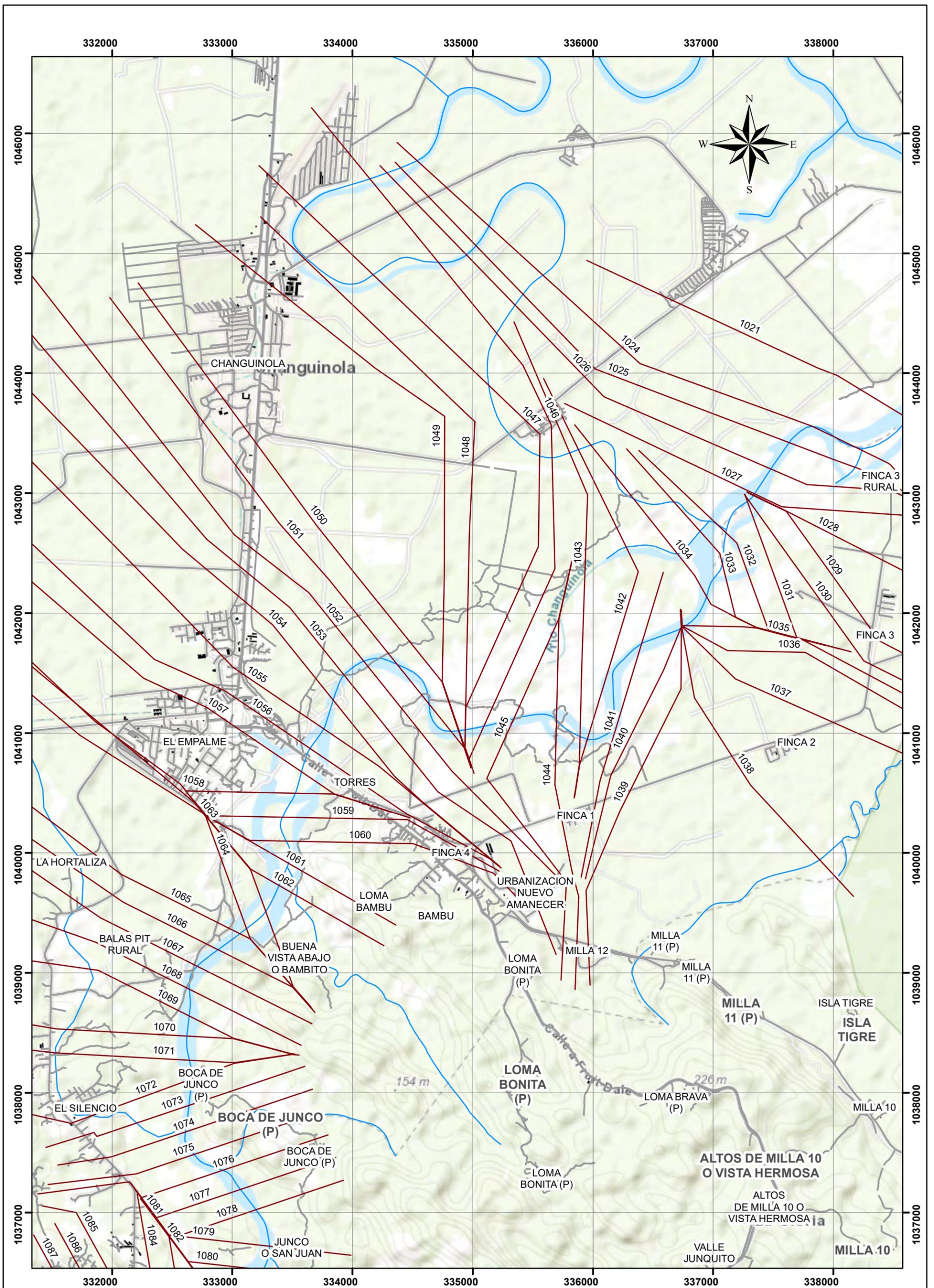
| | | |
|--|---|---|
|  | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p><small>Tumba Muerto PH Aviñón Torre1,Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</small></p> | <ul style="list-style-type: none"> EDIFICIOS VIAS RIOS SECCIONES TRANSVERSALES |
|  | <p>0 0.5 1</p> <p>————— Km ESCALA: 1:15,000</p> | |
| ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866 | | <p>MAPA #: 2 E SECCIONES TRANSVERSALES</p> |



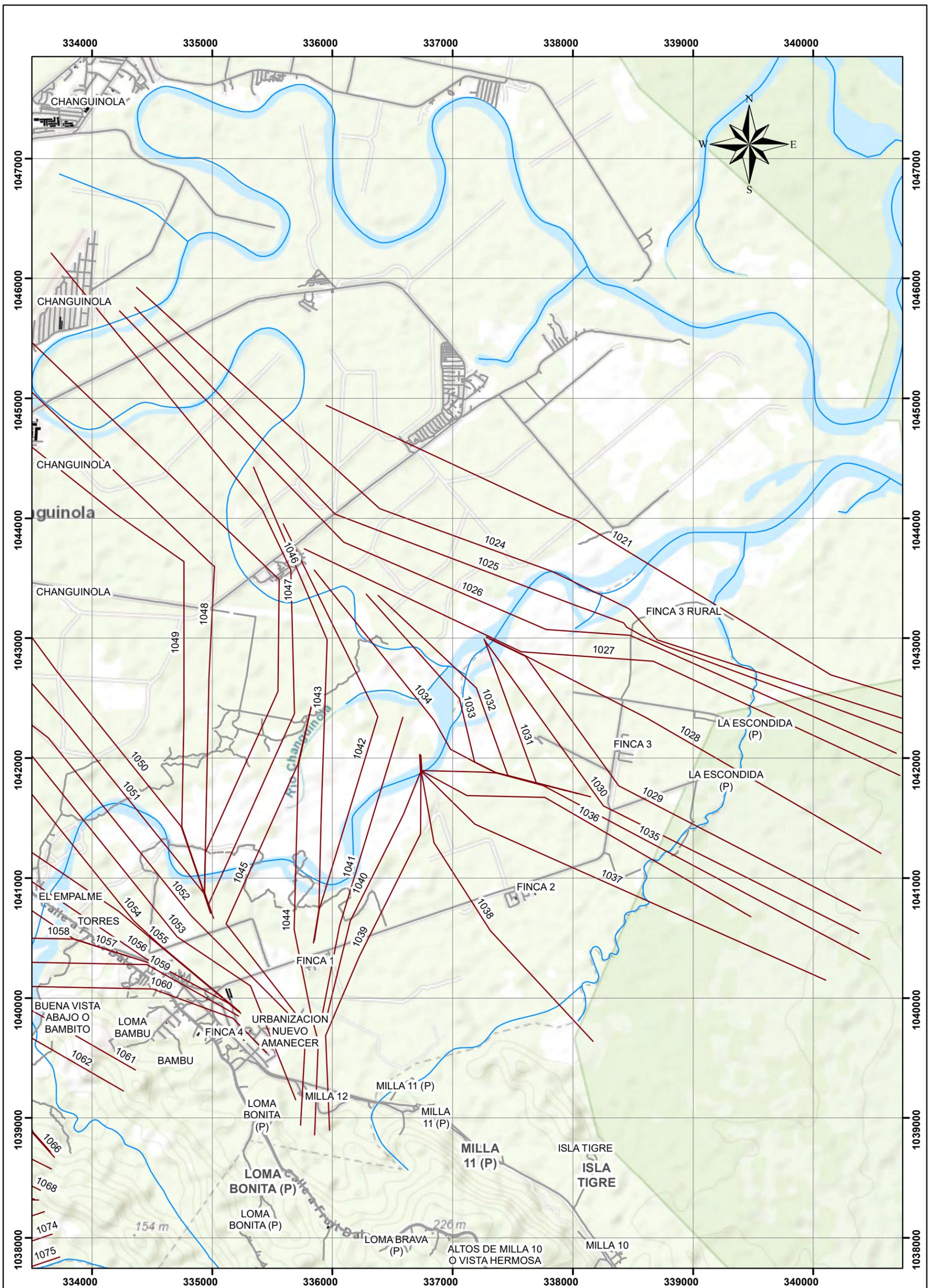
| | | |
|---|--|--|
|  | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <ul style="list-style-type: none">  EDIFICIOS  VIAS  RIOS  SECCIONES TRANSVERSALES |
|  | <p align="center">0 0.5 1  Km ESCALA: 1:15,000</p> | |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p align="center">MAPA #: 2 F SECCIONES TRANSVERSALES</p> | |



| | | |
|---|--|--|
|  | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <ul style="list-style-type: none"> EDIFICIOS VIAS RIOS SECCIONES TRANSVERSALES |
|  | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | | <p align="center">MAPA #: 2 G SECCIONES TRANSVERSALES</p> |

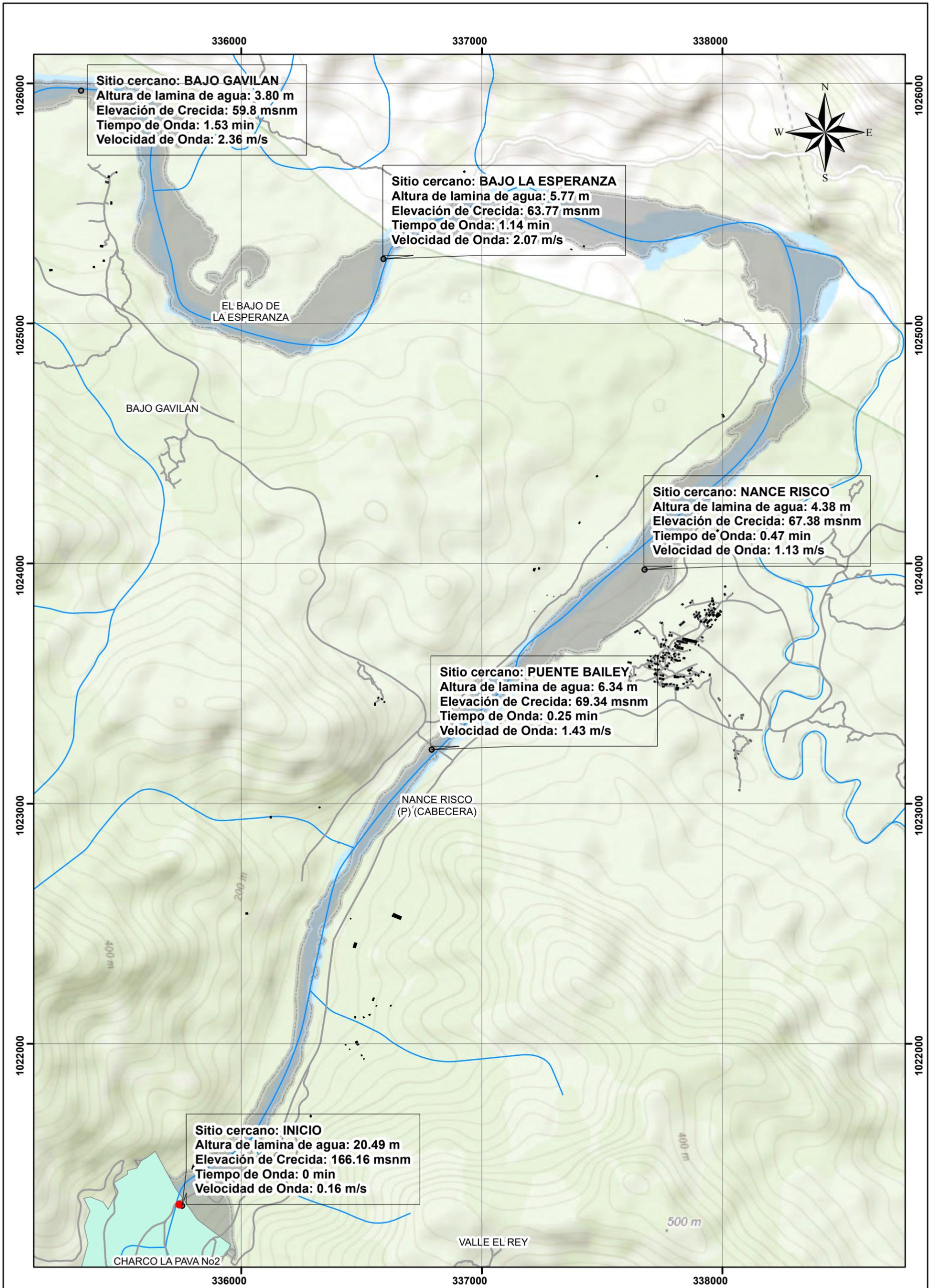


| | | |
|---|--|--|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Avión Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <ul style="list-style-type: none"> EDIFICIOS VIAS RIOS SECCIONES TRANSVERSALES |
| | <p>0 1 2 Km ESCALA: 1:30,000</p> | |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | | <p>MAPA #: 2 H SECCIONES TRANSVERSALES</p> |

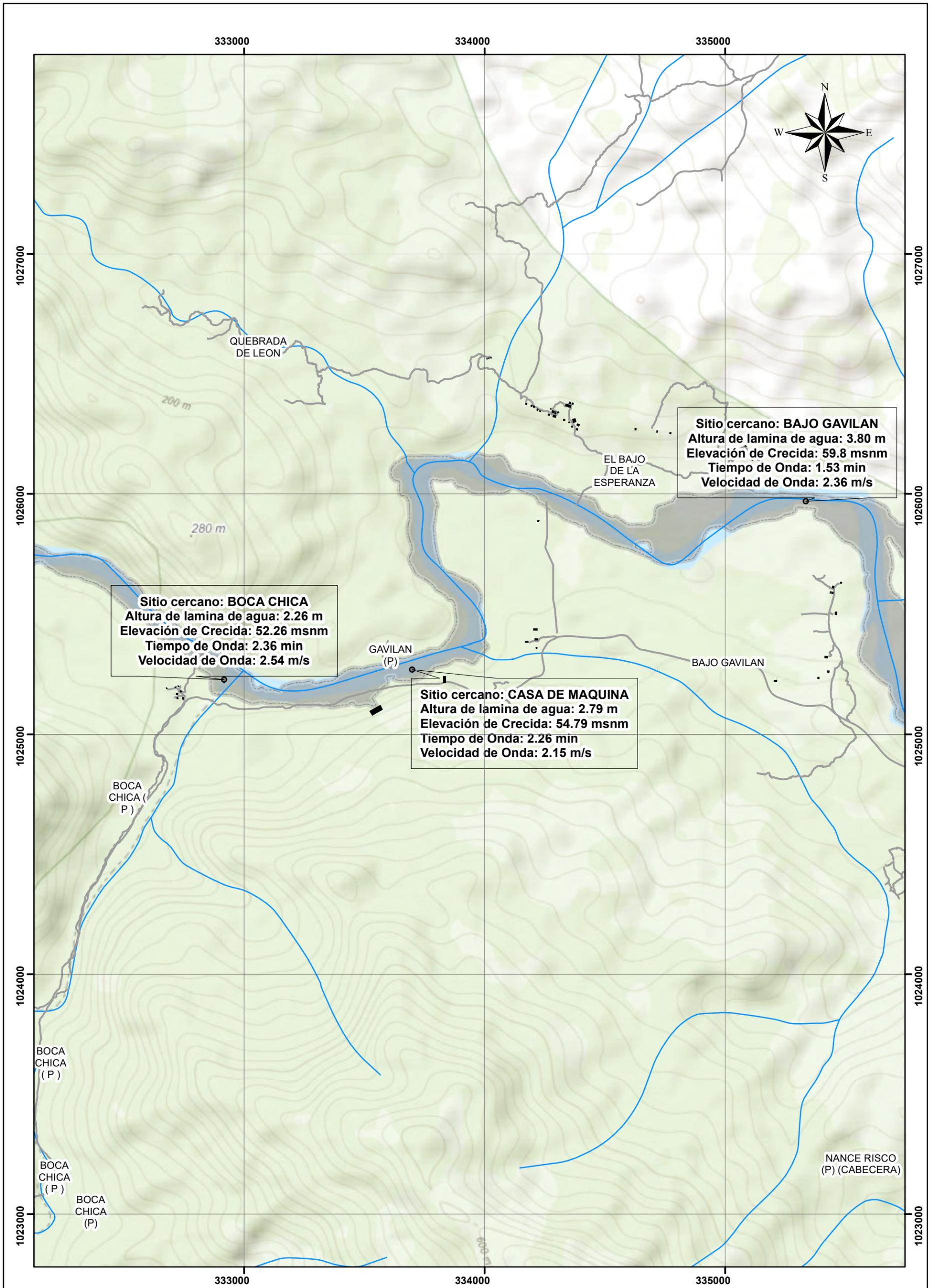


| | | |
|---|--|--|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviación Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <ul style="list-style-type: none"> EDIFICIOS VIAS RIOS SECCIONES TRANSVERSALES |
| | <p align="center">0 1 2 Km ESCALA: 1:30,000</p> | |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | | <p align="center">MAPA #: 2 I SECCIONES TRANSVERSALES</p> |

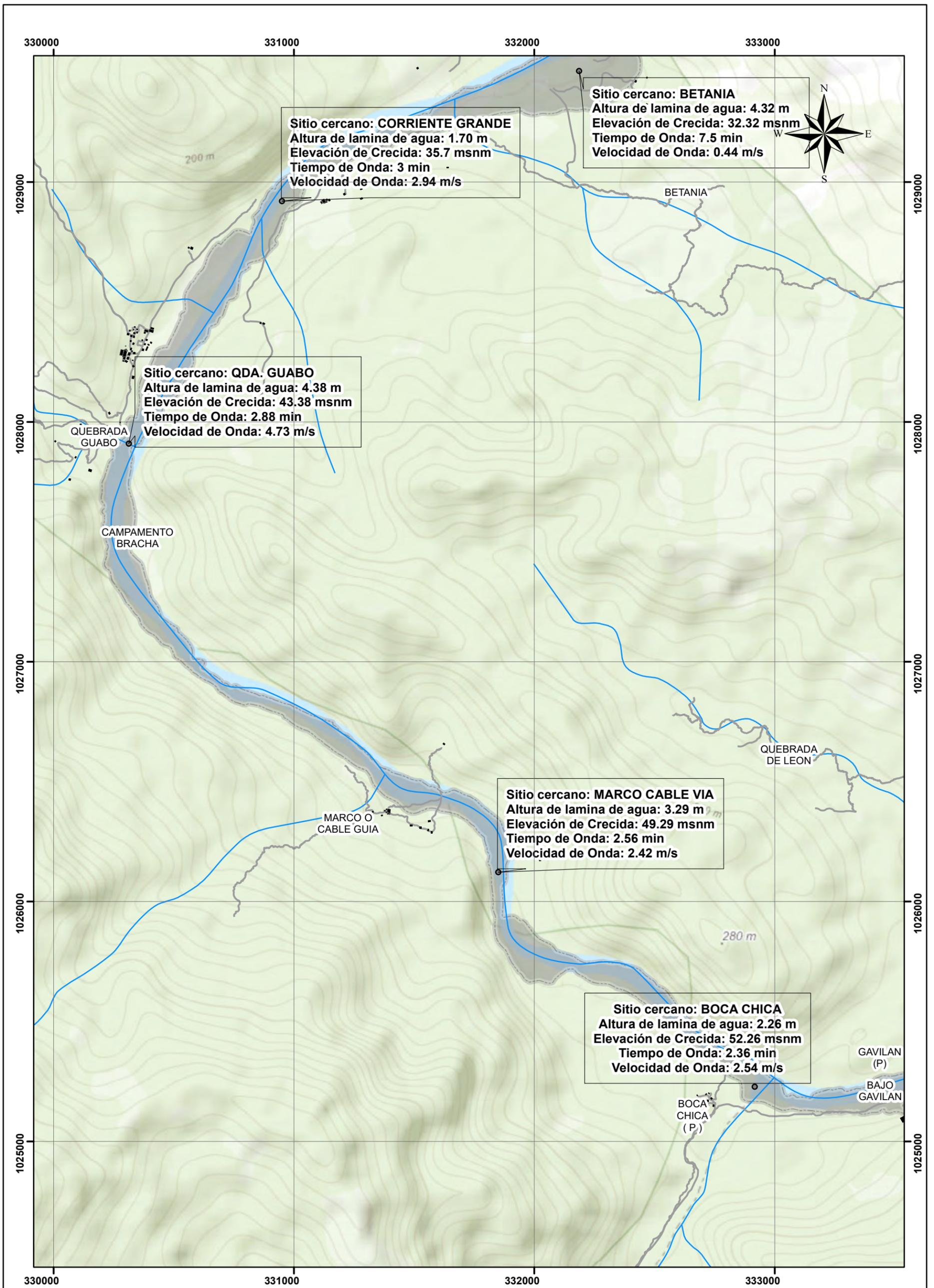
ALERTA BLANCA



| | | |
|---|---|---|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Sitios de Interes ■ EDIFICIOS — VIAS — RIOS ■ blanca - PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 3A PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA BLANCA</p> | |



| | | |
|---|---|---|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Sitios de Interes ■ EDIFICIOS — VIAS — RIOS ■ blanca - PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 3B PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA BLANCA</p> | |



**CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
 CEDSA**

Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

**PRESA CHANGUINOLA
 HUELLA DE INUNDACIÓN
 TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA**

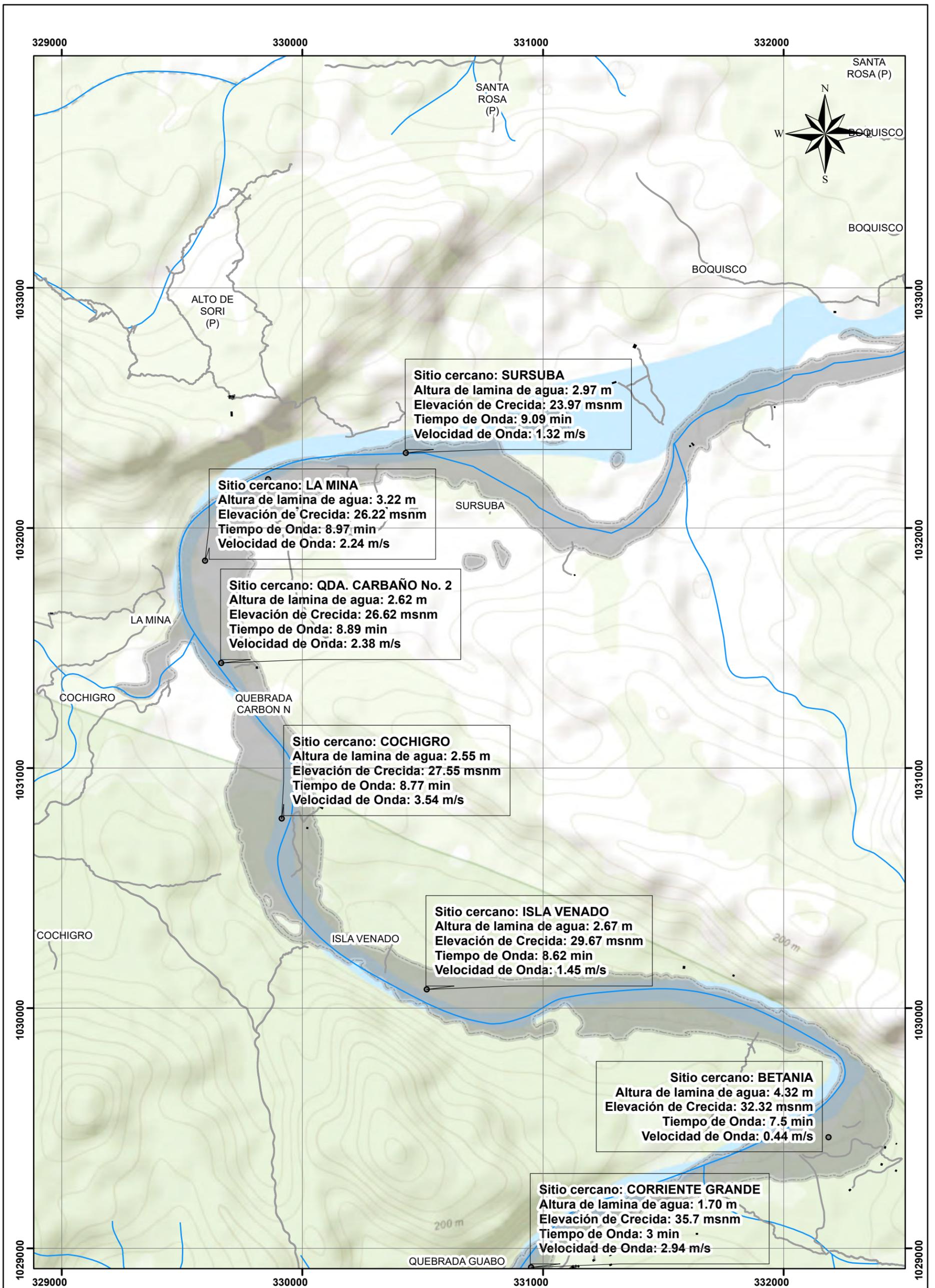
- Sitios de Interes
- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- blanca - PG



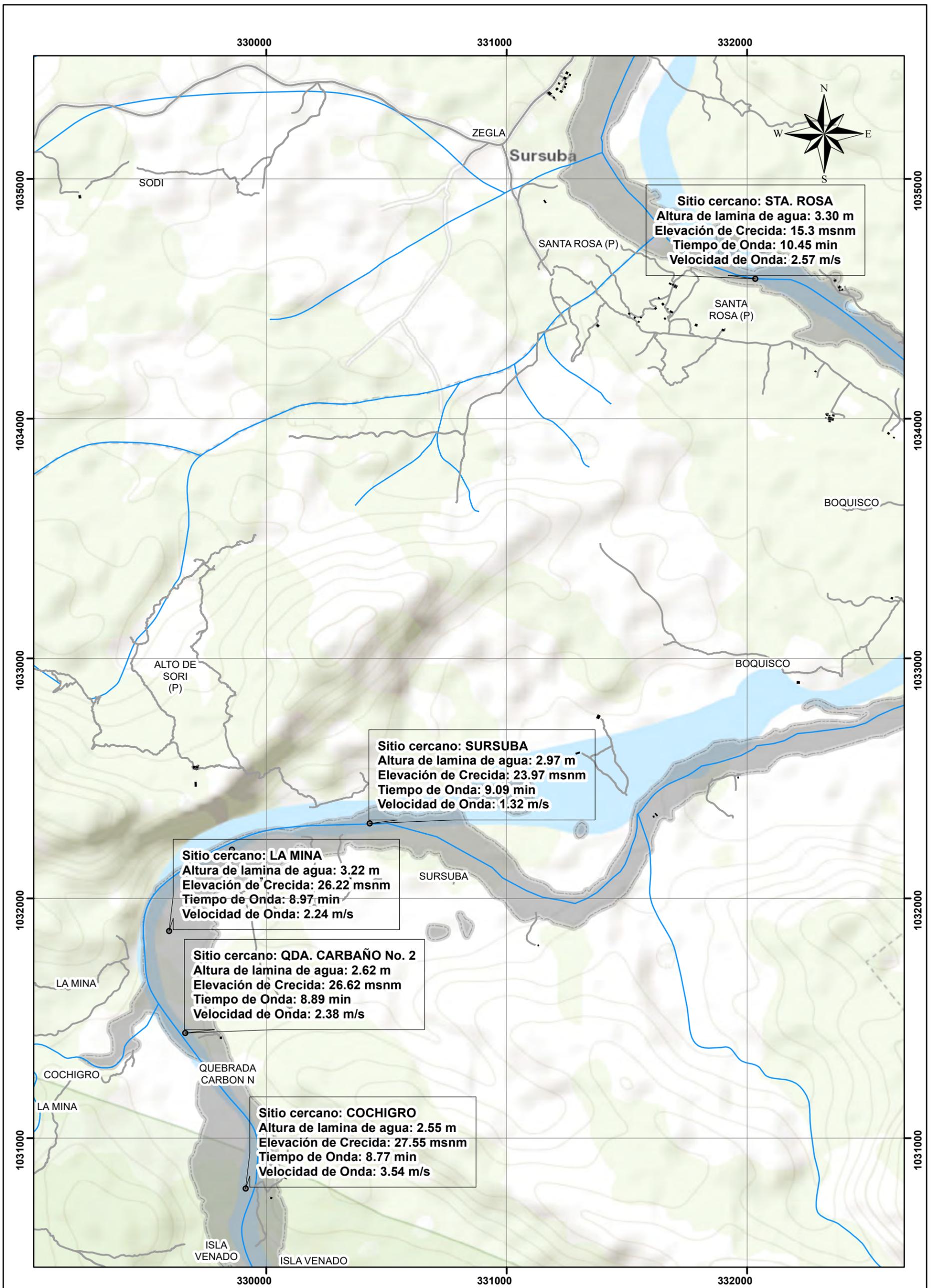
0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

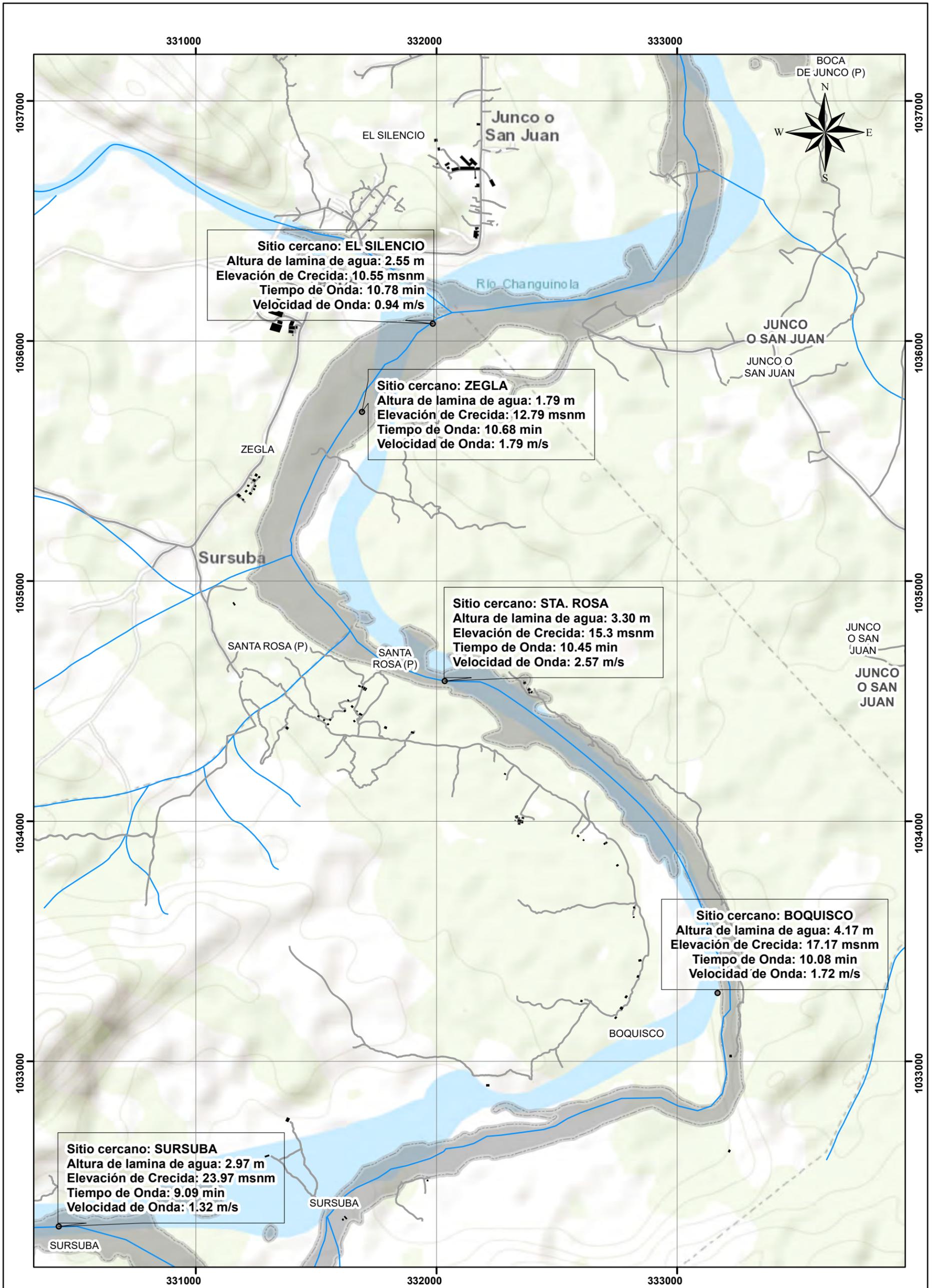
**MAPA #: 3C
 PLANICIE DE INUNDACIÓN-
 ALERTA BLANCA**



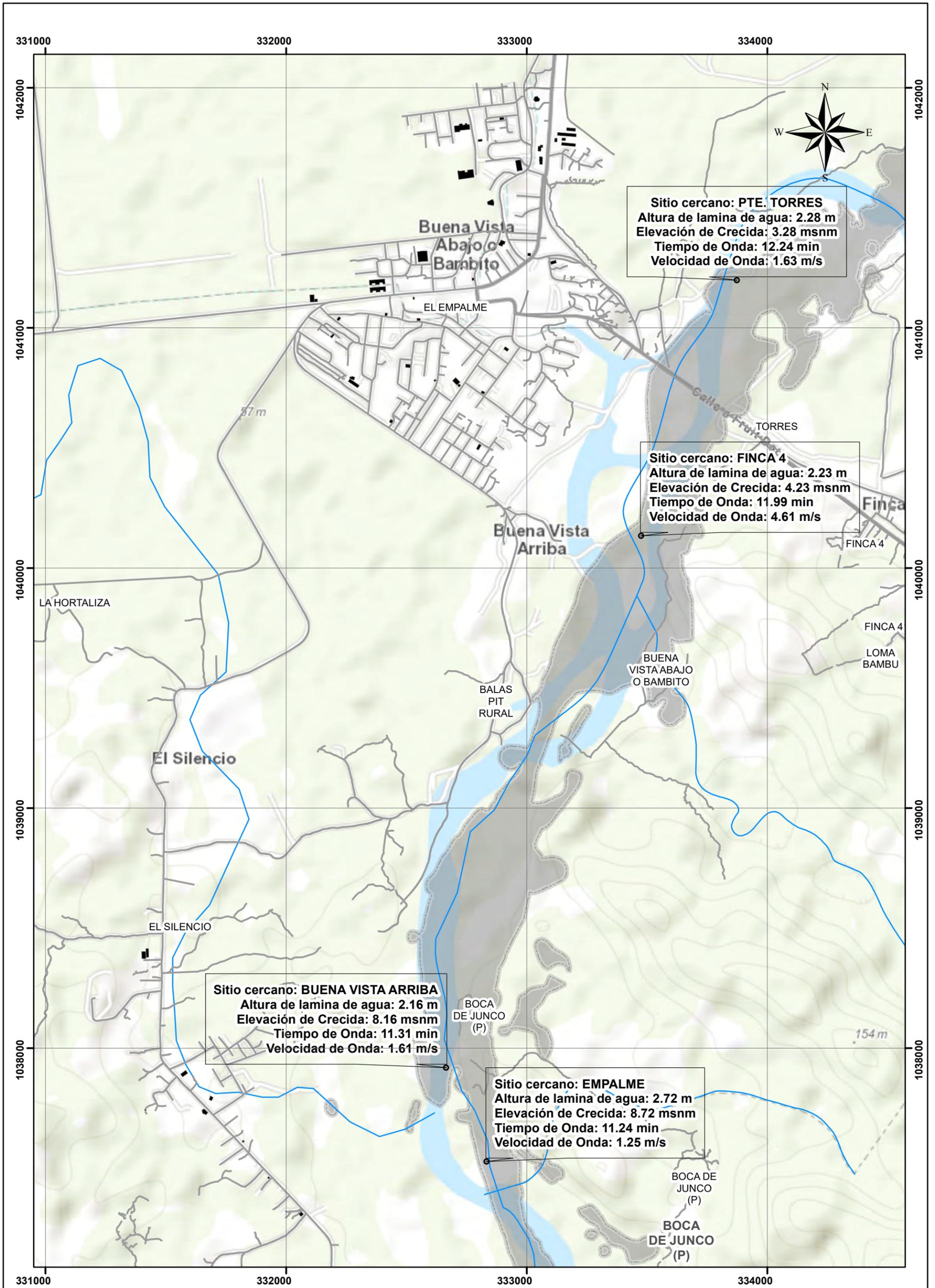
| | | |
|---|--|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center"><small>Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</small></p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Sitios de Interés ■ EDIFICIOS — VIAS — RIOS ■ blanca - PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 3D PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA BLANCA</p> | |



| | | |
|---|---|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center">Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Sitios de Interes ■ EDIFICIOS — VIAS — RIOS ■ blanca - PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p align="center">MAPA #: 3E PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA BLANCA</p> | |



| | | |
|---|--|---|
|  | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center"><small>Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</small></p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
|  | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Sitios de Interes ■ EDIFICIOS — VIAS — RIOS ■ blanca - PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p align="center">MAPA #: 3F PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA BLANCA</p> | |



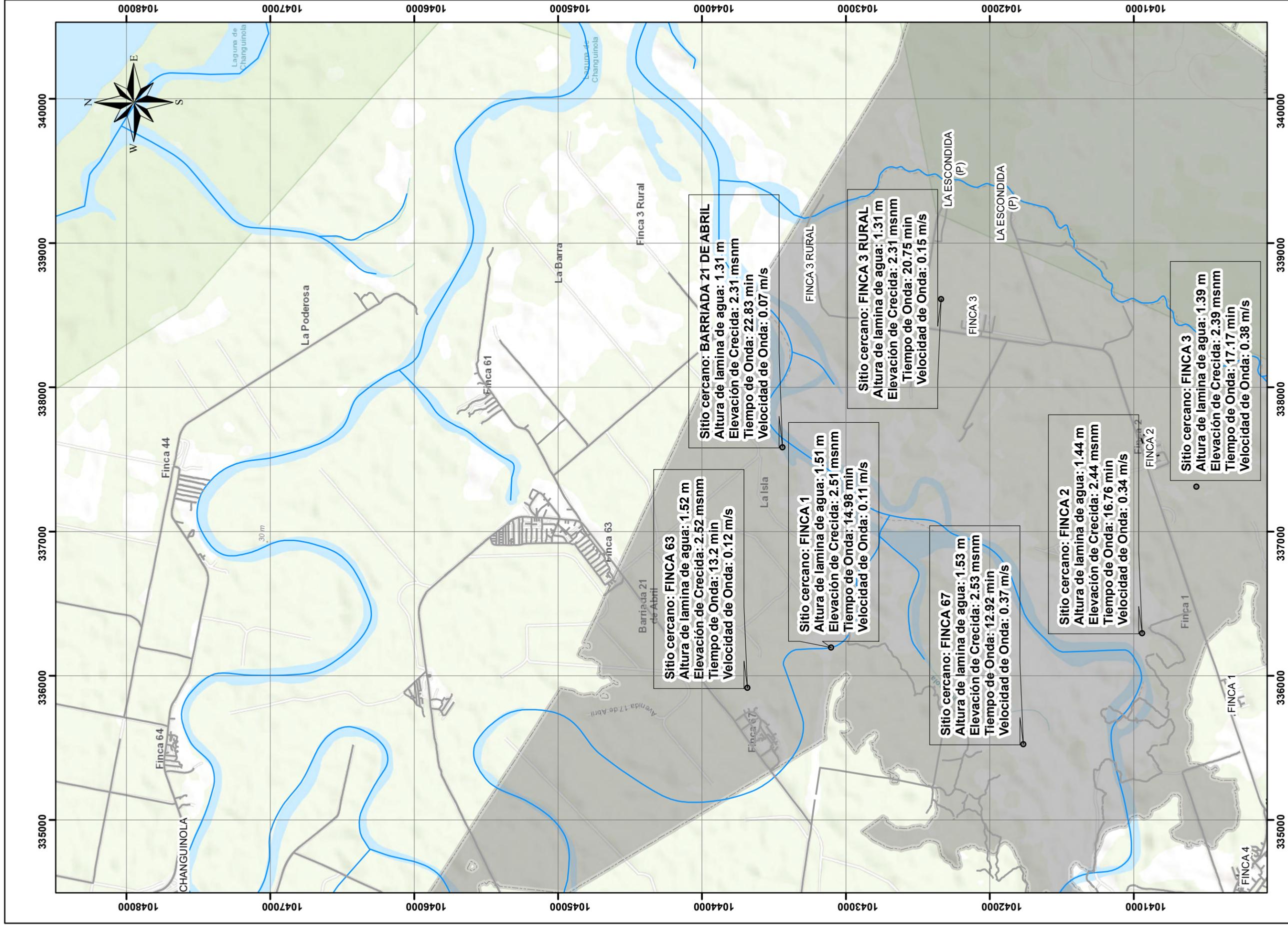
Sitio cercano: PTE. TORRES
 Altura de lamina de agua: 2.28 m
 Elevación de Crecida: 3.28 msnm
 Tiempo de Onda: 12.24 min
 Velocidad de Onda: 1.63 m/s

Sitio cercano: FINCA 4
 Altura de lamina de agua: 2.23 m
 Elevación de Crecida: 4.23 msnm
 Tiempo de Onda: 11.99 min
 Velocidad de Onda: 4.61 m/s

Sitio cercano: BUENA VISTA ARRIBA
 Altura de lamina de agua: 2.16 m
 Elevación de Crecida: 8.16 msnm
 Tiempo de Onda: 11.31 min
 Velocidad de Onda: 1.61 m/s

Sitio cercano: EMPALME
 Altura de lamina de agua: 2.72 m
 Elevación de Crecida: 8.72 msnm
 Tiempo de Onda: 11.24 min
 Velocidad de Onda: 1.25 m/s

| | | |
|---|--|---|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA <small>Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</small></p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Sitios de Interes ■ EDIFICIOS — VIAS — RIOS ■ blanca - PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 3G PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA BLANCA</p> | |



**CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA**

Tumba Muerto PH Avión Torre 1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>



0 0.75 1.5 1.5 Km ESCALA: 1:25,000

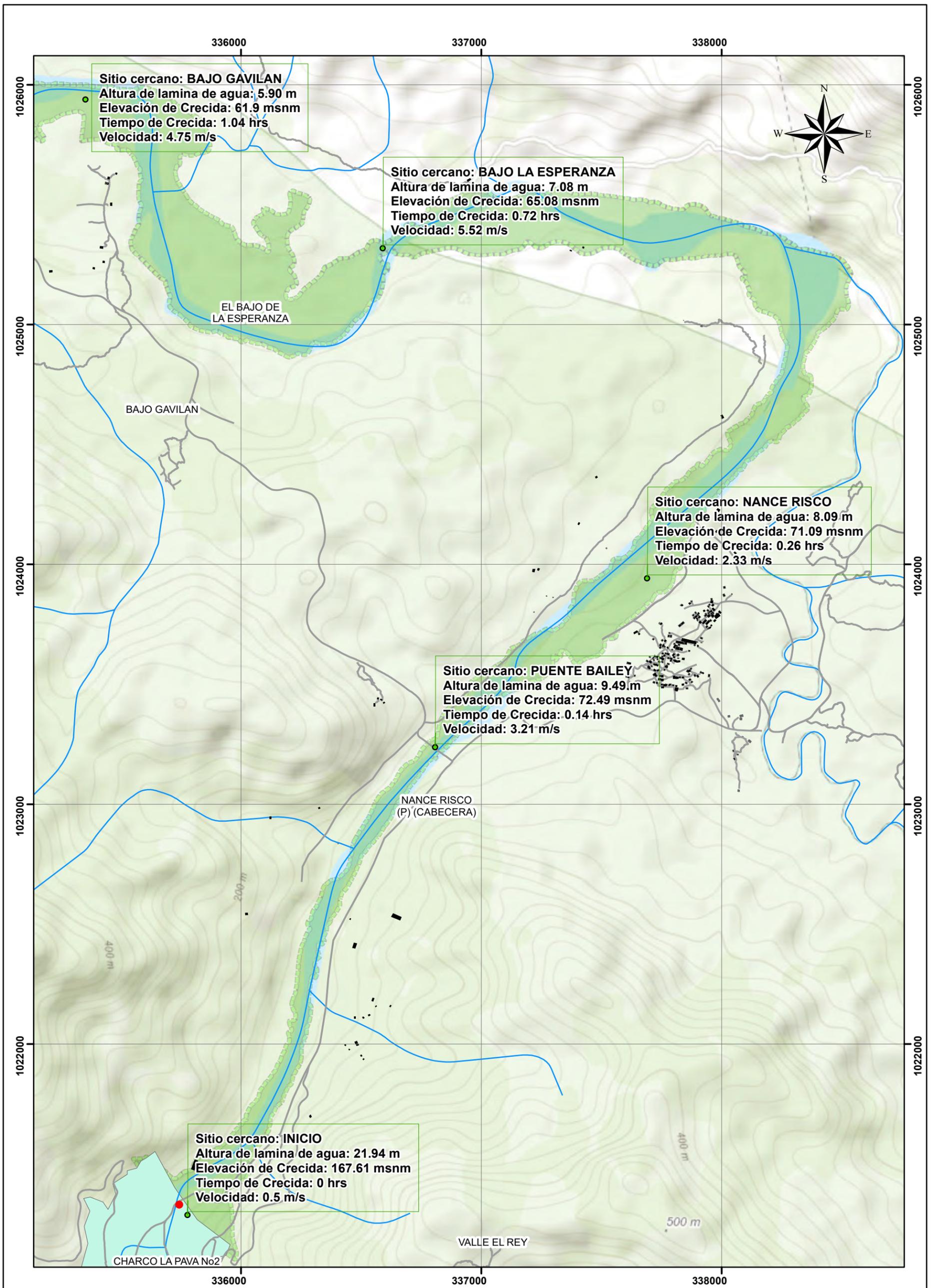
ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
Proyección Universal de Mercator, Zona 17
Dato horizontal. Datum WGS 1984
Elipsoide Clarke 1866

MAPA #: 3H
PLANICIE DE INUNDACIÓN-
ALERTA BLANCA

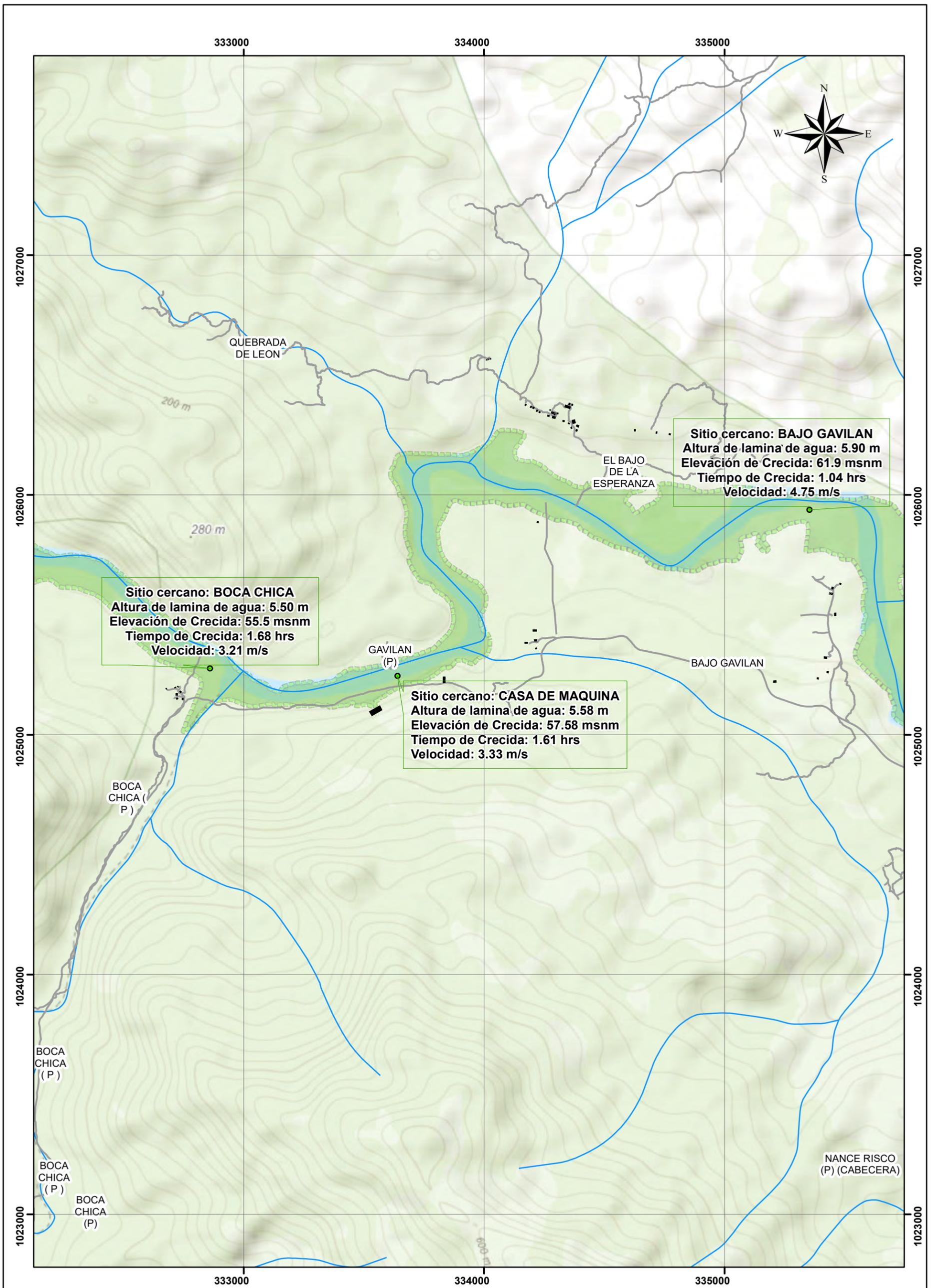
**PRESA CHANGUINOLA
HUELLA DE INUNDACIÓN
TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA**

- Sitios de Interes
- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- blanca - PG

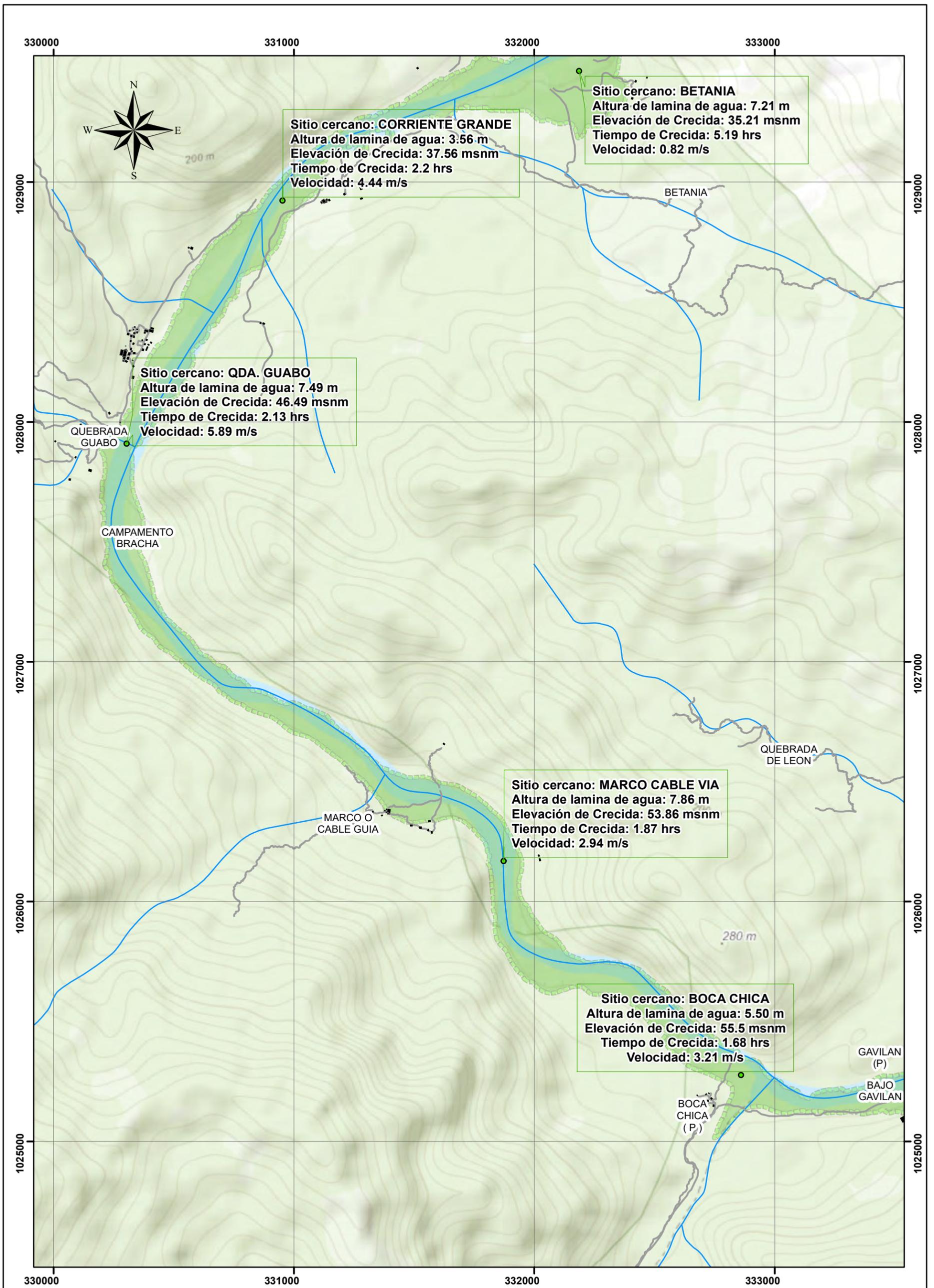
ALERTA VERDE



| | | |
|---|---|---|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_verde EDIFICIOS VIAS RIOS ALERTA VERDE |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 4 A PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA VERDE</p> | |



| | | |
|---|---|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center">Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_verde EDIFICIOS VIAS RIOS ALERTA VERDE |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p align="center">MAPA #: 4 B PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA VERDE</p> | |



 **CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.**
CEDSA
 Tumba Muerto PH Aviación Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

PRESA CHANGUINOLA
HUELLA DE INUNDACIÓN
TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA

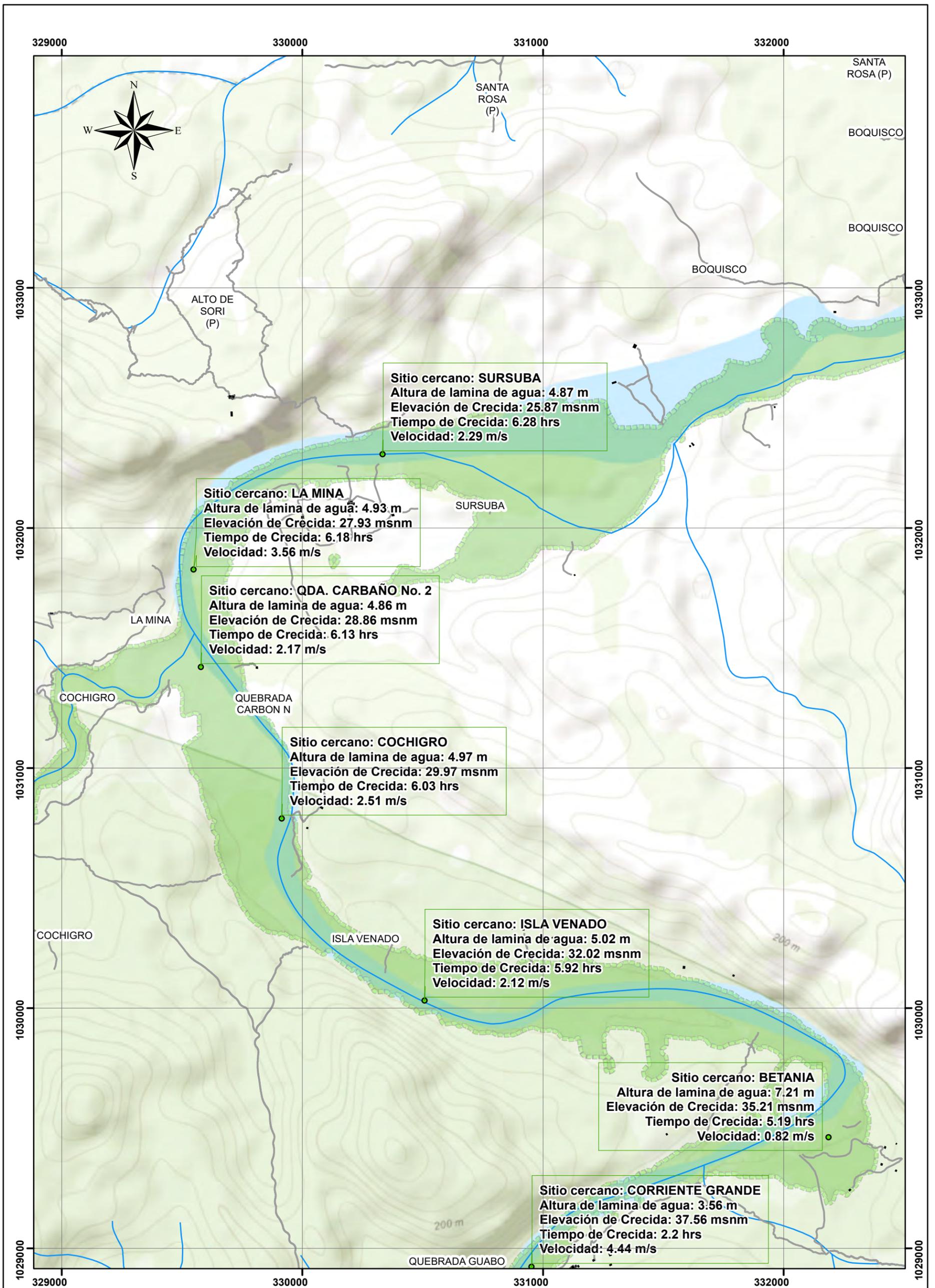
 **AES** Panamá

0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000

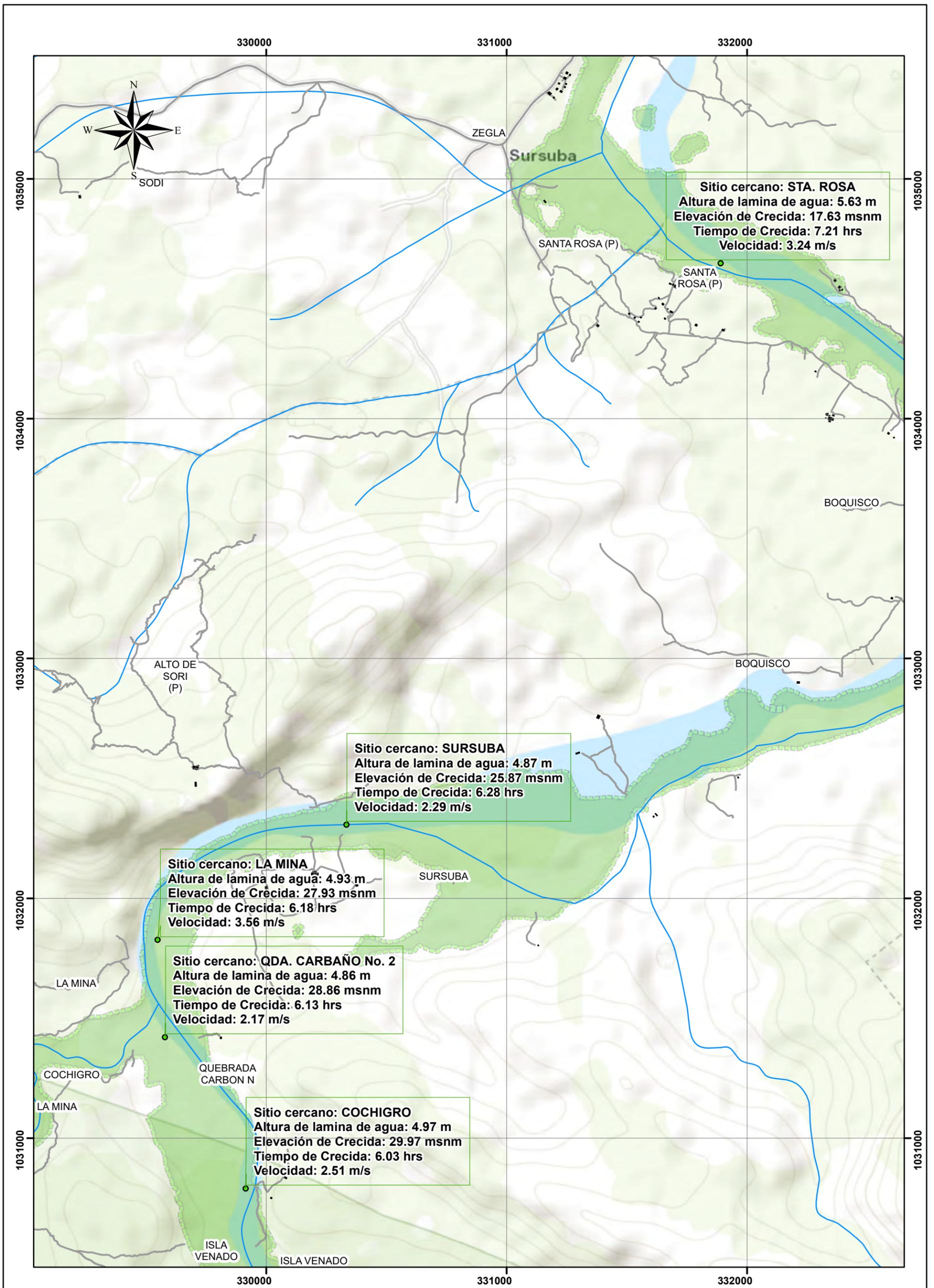
- sitios_verde
- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- ALERTA VERDE

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

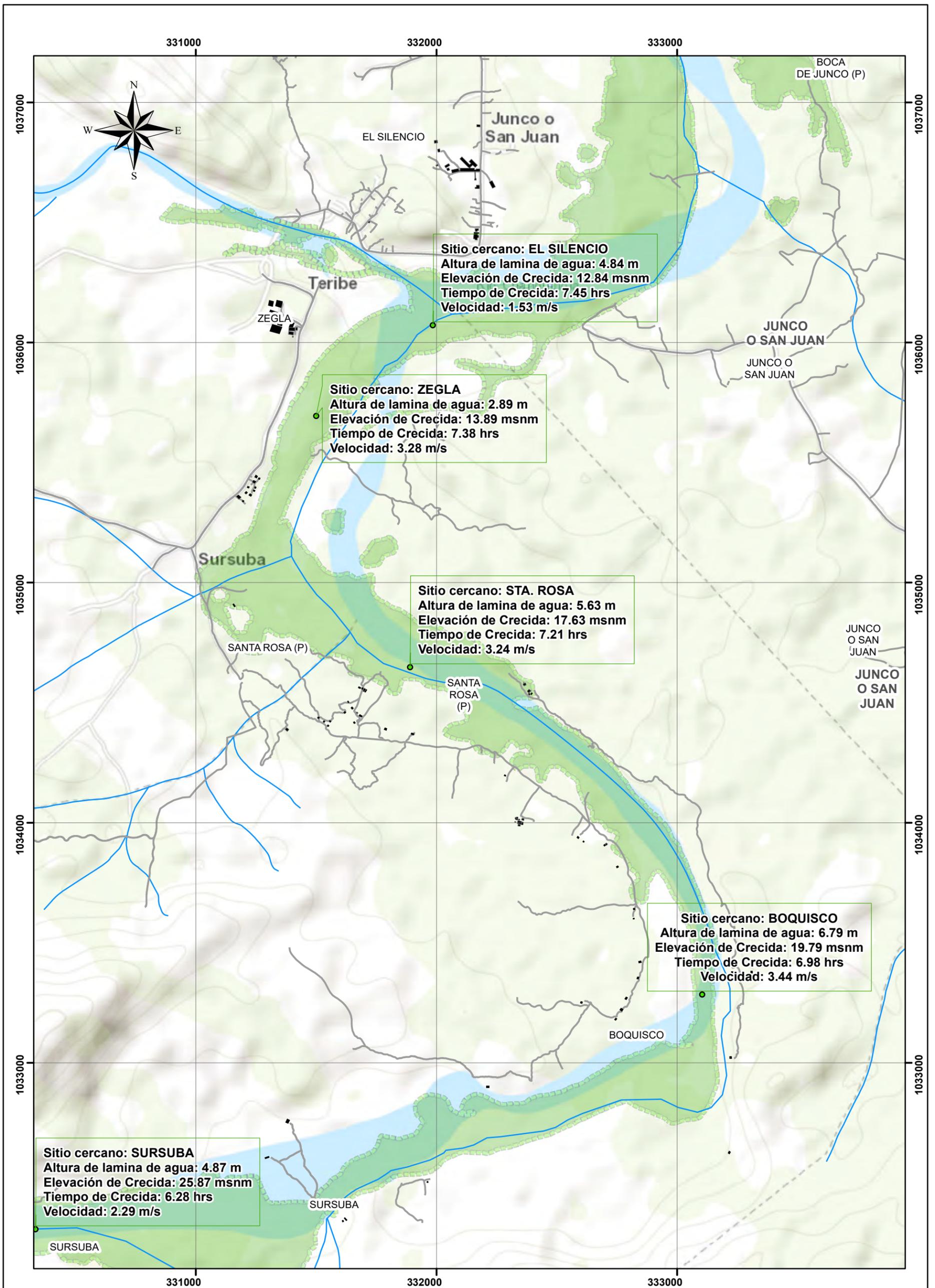
MAPA #: 4 C
PLANICIE DE INUNDACIÓN-
ALERTA VERDE



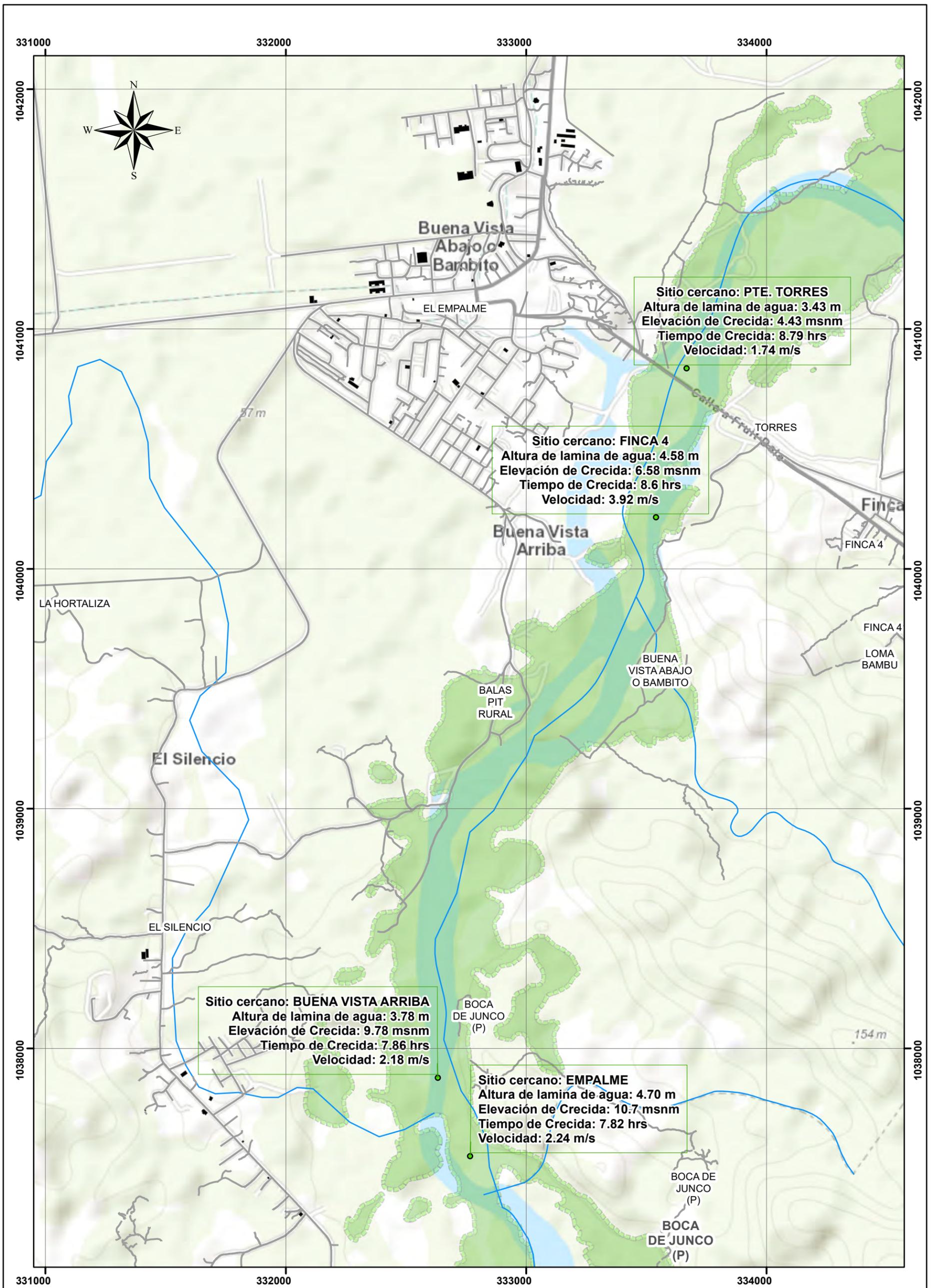
| | | |
|---|--|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center"><small>Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</small></p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_verde EDIFICIOS VIAS RIOS ALERTA VERDE |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p align="center">MAPA #: 4 D PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA VERDE</p> | |



| | | |
|--|--|--|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center">Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_verde EDIFICIOS VIAS RIOS ALERTA VERDE |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 4 E PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA VERDE</p> | |



| | | |
|--|--|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center"><small>Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</small></p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_verde EDIFICIOS VIAS RIOS ALERTA VERDE |
| <p><small>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</small></p> | <p align="center">MAPA #: 4 F PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA VERDE</p> | |



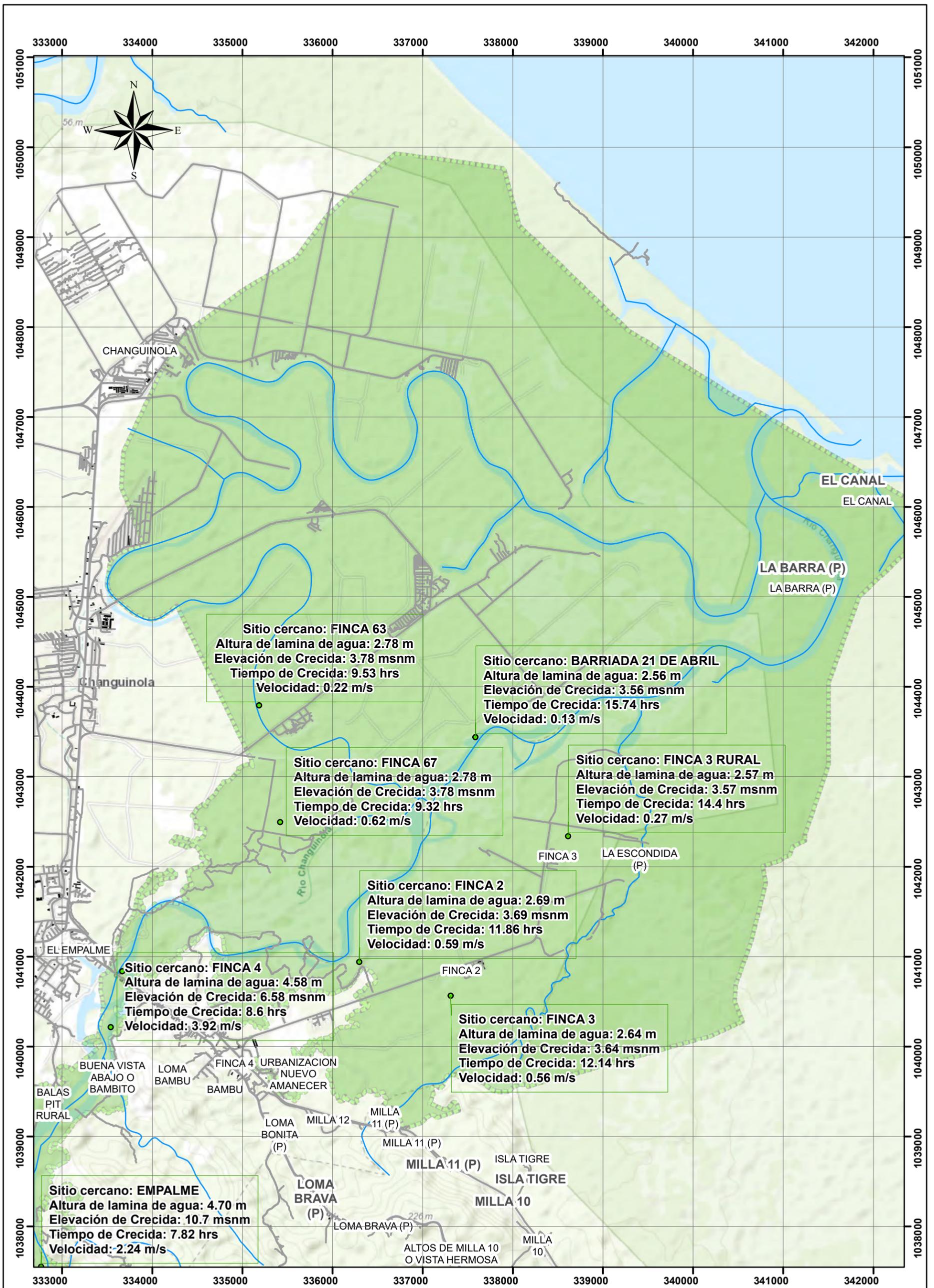
Sitio cercano: PTE. TORRES
 Altura de lamina de agua: 3.43 m
 Elevación de Crecida: 4.43 msnm
 Tiempo de Crecida: 8.79 hrs
 Velocidad: 1.74 m/s

Sitio cercano: FINCA 4
 Altura de lamina de agua: 4.58 m
 Elevación de Crecida: 6.58 msnm
 Tiempo de Crecida: 8.6 hrs
 Velocidad: 3.92 m/s

Sitio cercano: BUENA VISTA ARRIBA
 Altura de lamina de agua: 3.78 m
 Elevación de Crecida: 9.78 msnm
 Tiempo de Crecida: 7.86 hrs
 Velocidad: 2.18 m/s

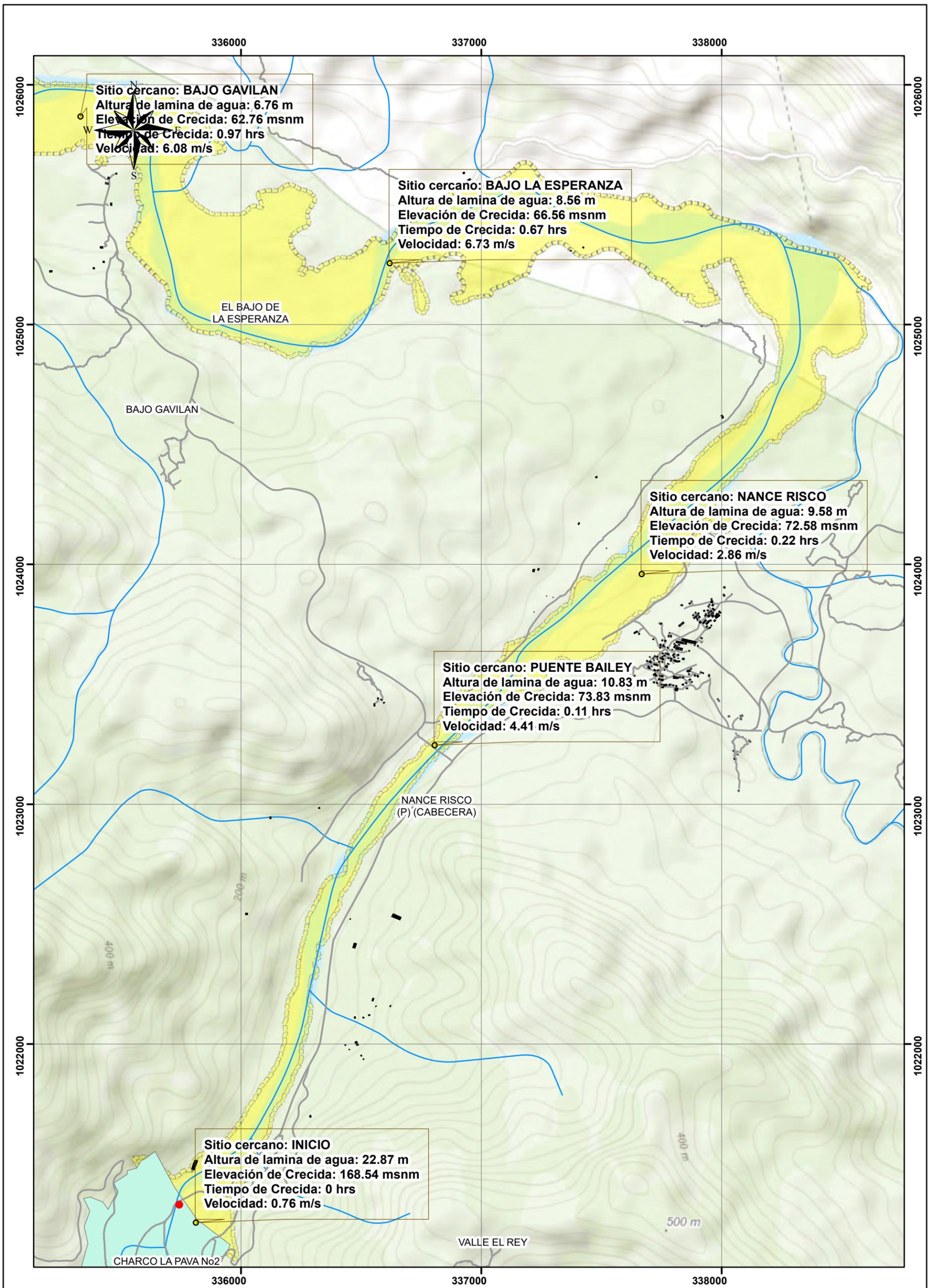
Sitio cercano: EMPALME
 Altura de lamina de agua: 4.70 m
 Elevación de Crecida: 10.7 msnm
 Tiempo de Crecida: 7.82 hrs
 Velocidad: 2.24 m/s

| | | |
|---|--|--|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA <small>Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</small></p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_verde EDIFICIOS VIAS RIOS ALERTA VERDE |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 4 G PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA VERDE</p> | |



| | | |
|---|---|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center">Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 1.25 2.5 Km ESCALA: 1:40,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_verde EDIFICIOS VIAS RIOS ALERTA VERDE |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 4 H PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA VERDE</p> | |

ALERTA AMARILLA



CEDSA
CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA
 Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

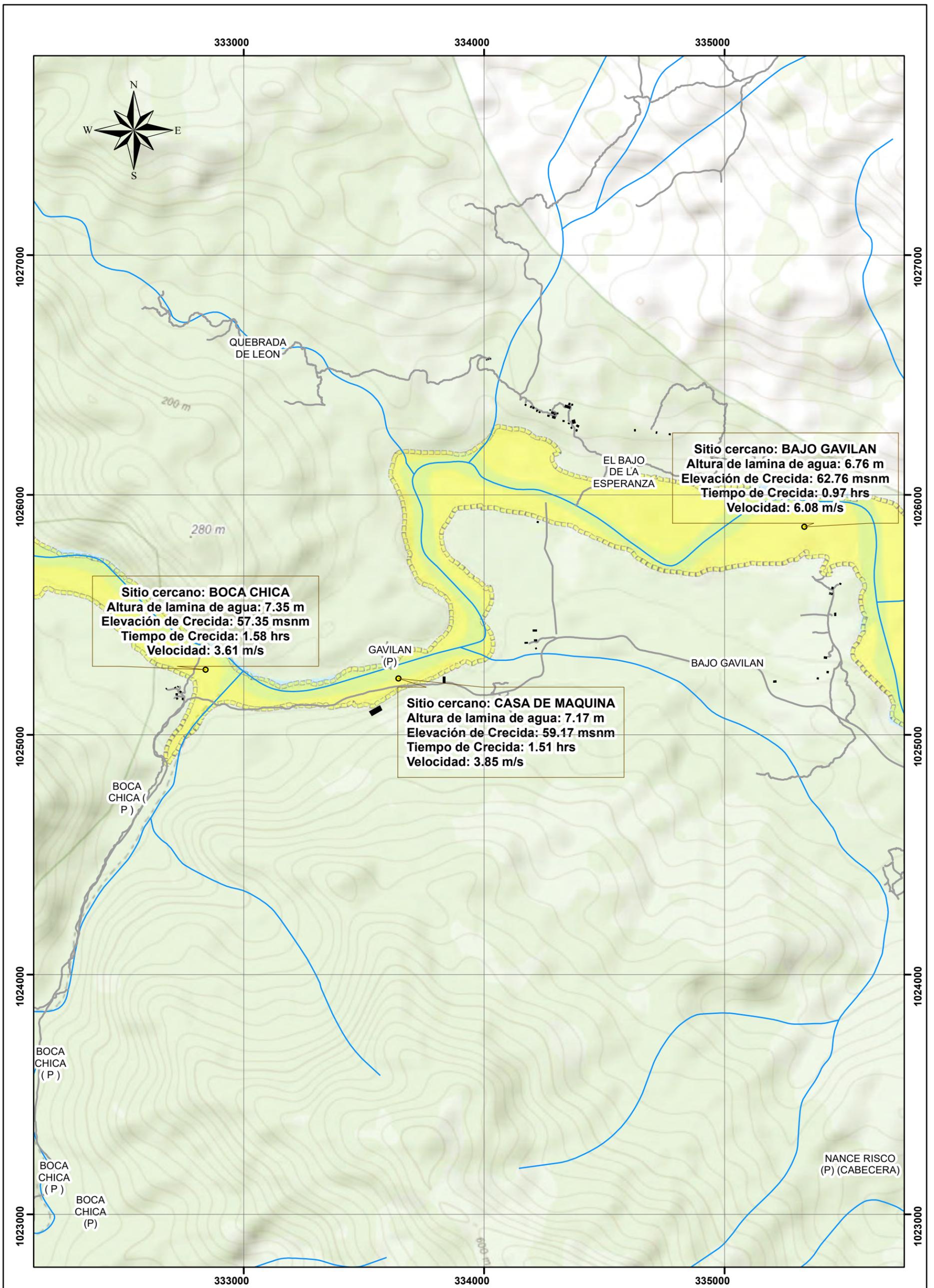
PRESA CHANGUINOLA
HUELLA DE INUNDACIÓN
TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA

AES Panamá
 0 0.5 1 Km
 ESCALA: 1:15,000

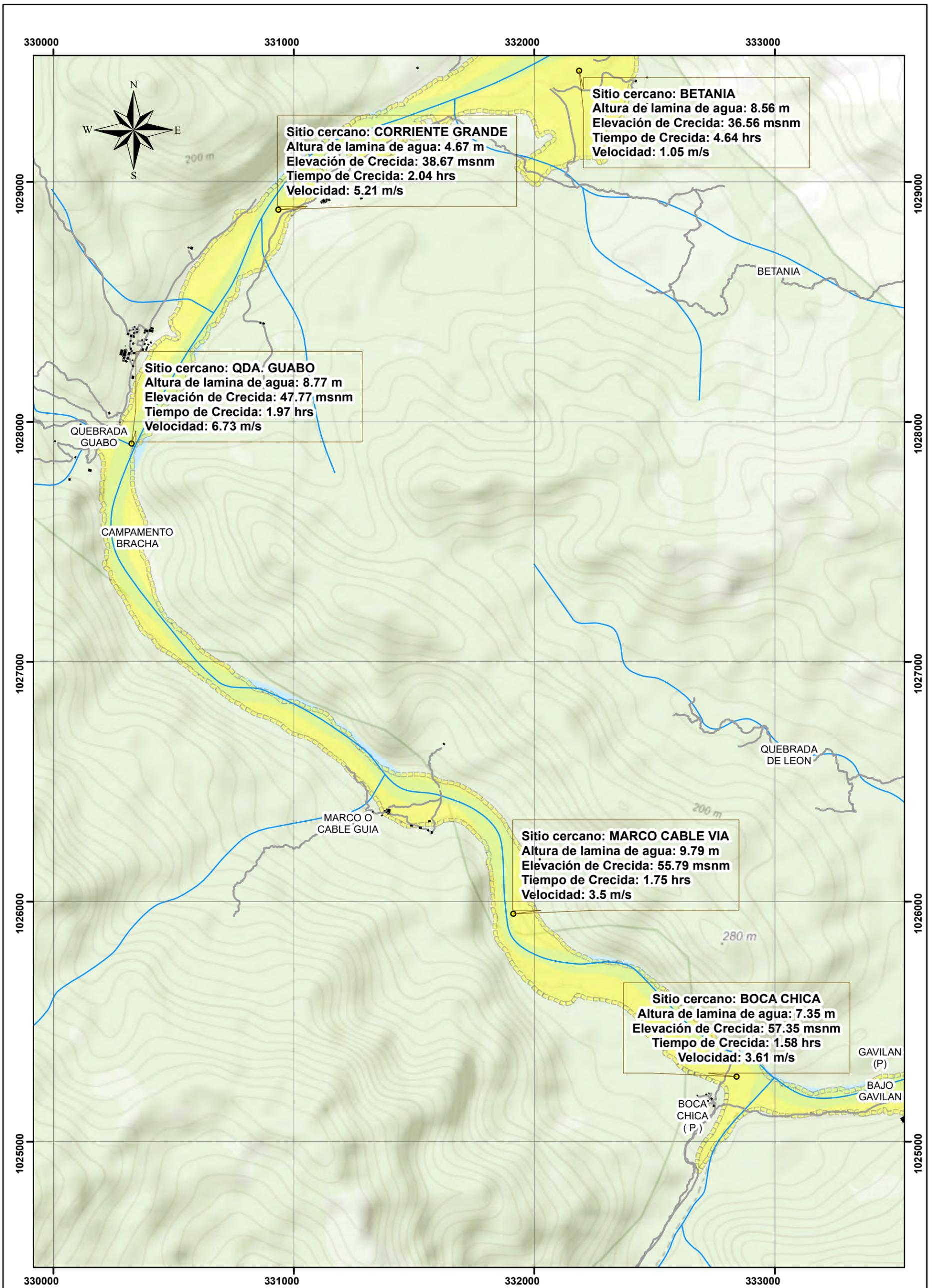
- sitios_amarilla
- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- ALETTA AMARILLA

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

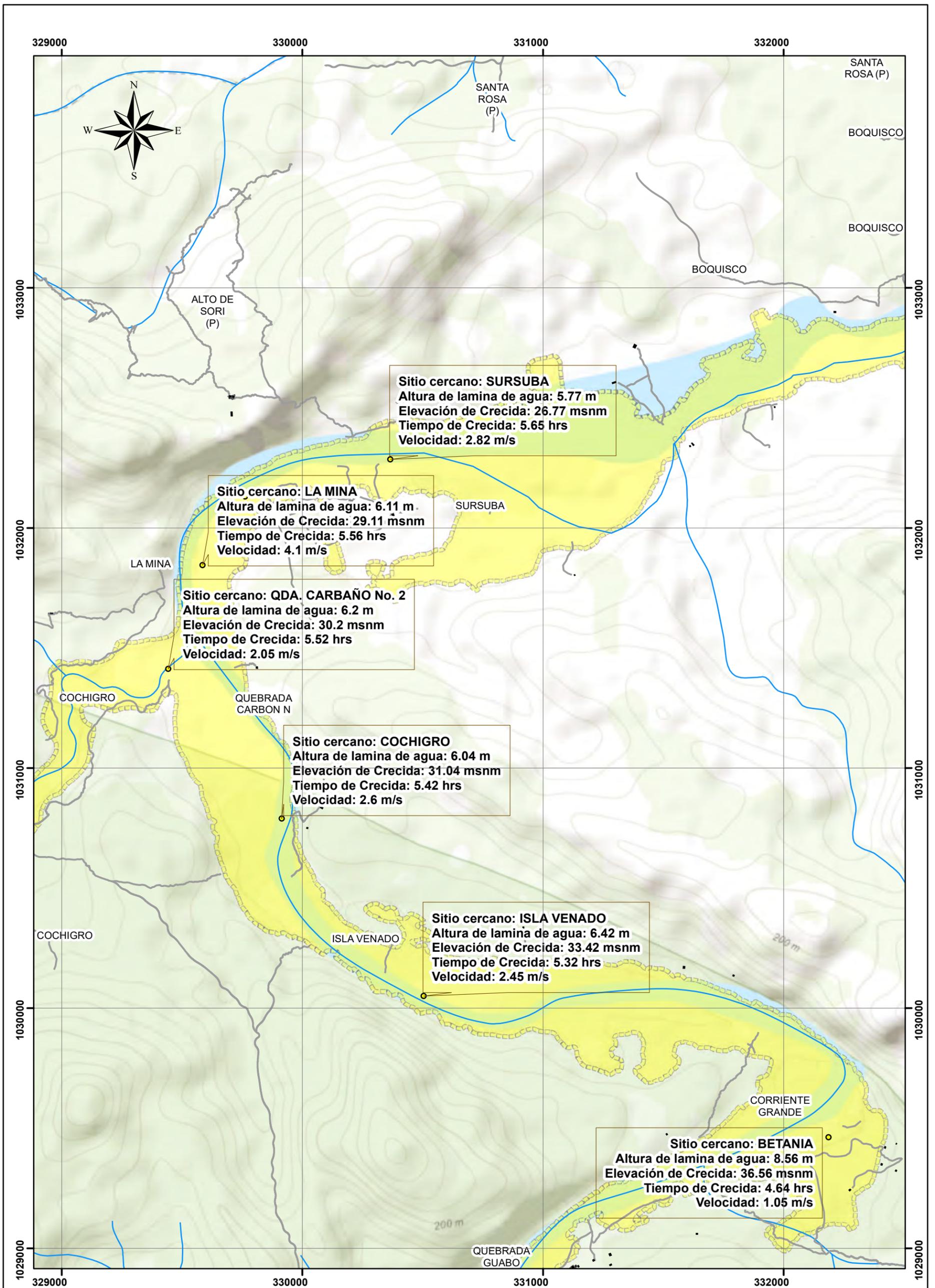
MAPA #: 5 A
PLANICIE DE INUNDACIÓN-
ALERTA AMARILLA



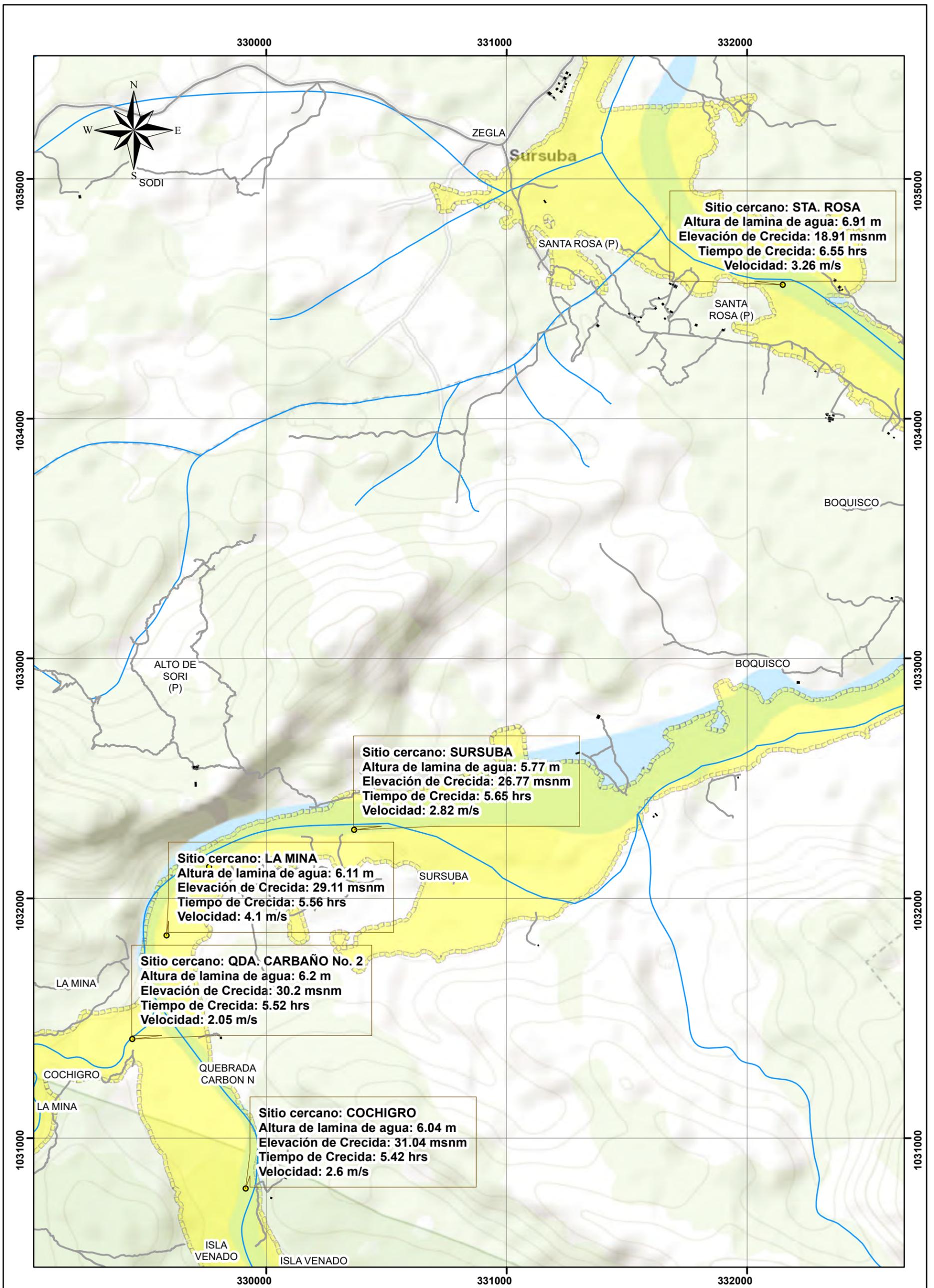
| | | |
|---|---|---|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_amarilla EDIFICIOS VIAS RIOS ALETTA AMARILLA |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 5 B PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA AMARILLA</p> | |



| | | |
|---|---|---|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_amarilla EDIFICIOS VIAS RIOS ALETTA AMARILLA |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 5 C PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA AMARILLA</p> | |

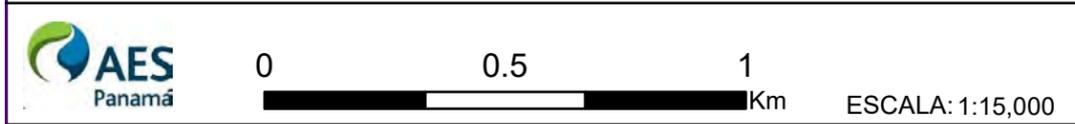


| | | |
|--|---|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center"><small>Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</small></p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_amarilla EDIFICIOS VIAS RIOS ALETTA AMARILLA |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p align="center">MAPA #: 5 D PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA AMARILLA</p> | |



CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA
 Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

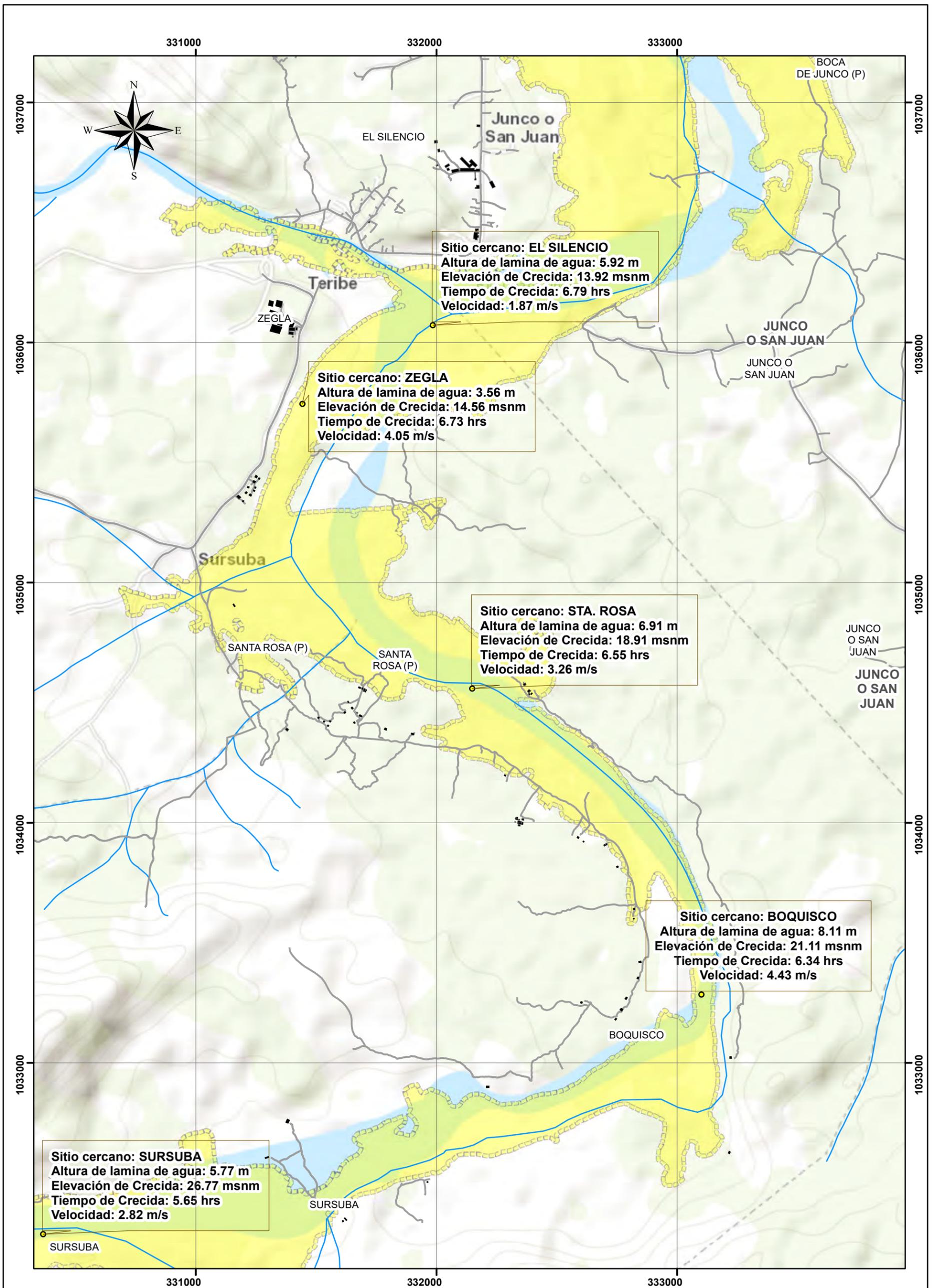
PRESA CHANGUINOLA
HUELLA DE INUNDACIÓN
TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA



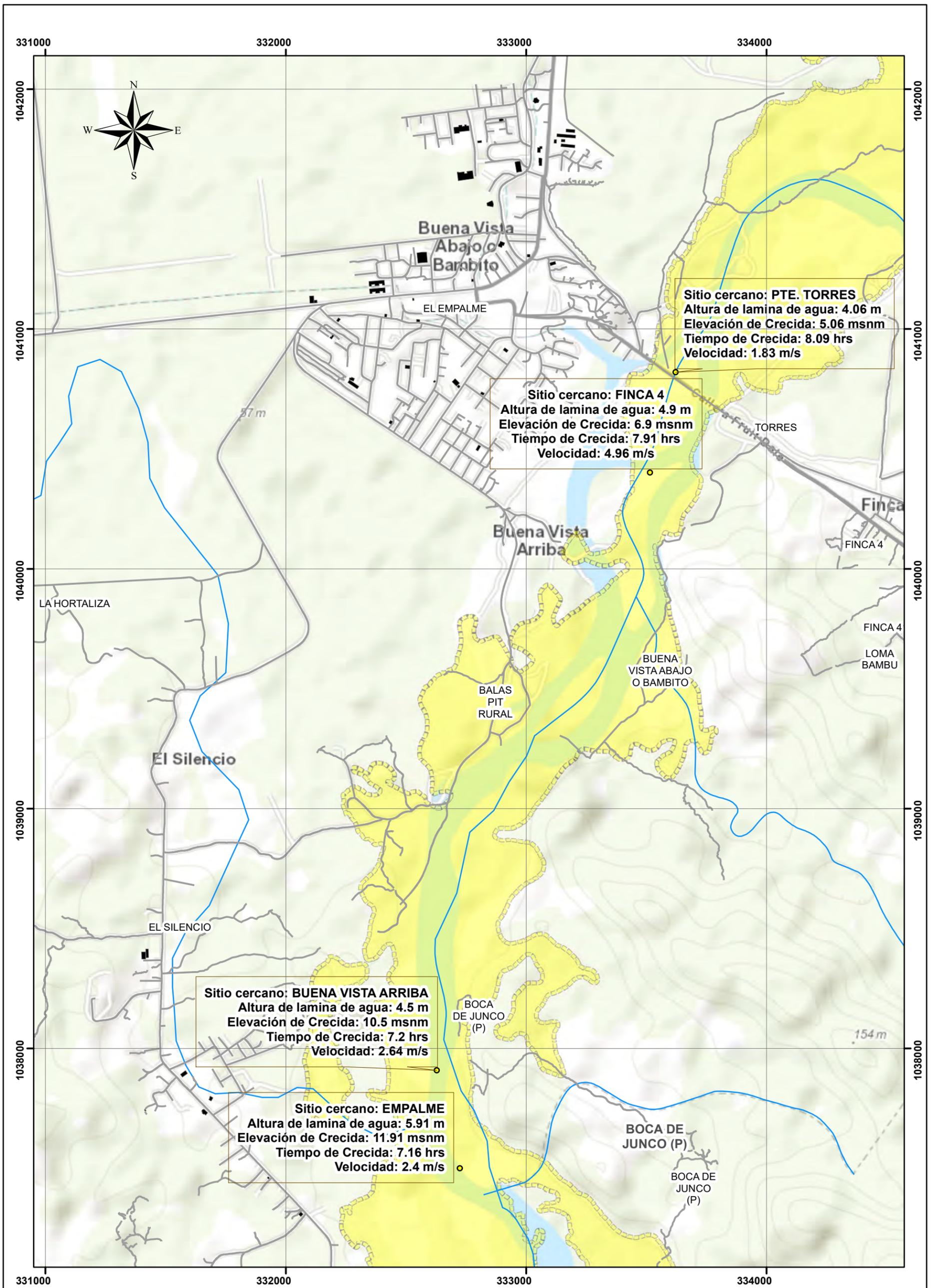
- sitios_amarilla
- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- ALETTA AMARILLA

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

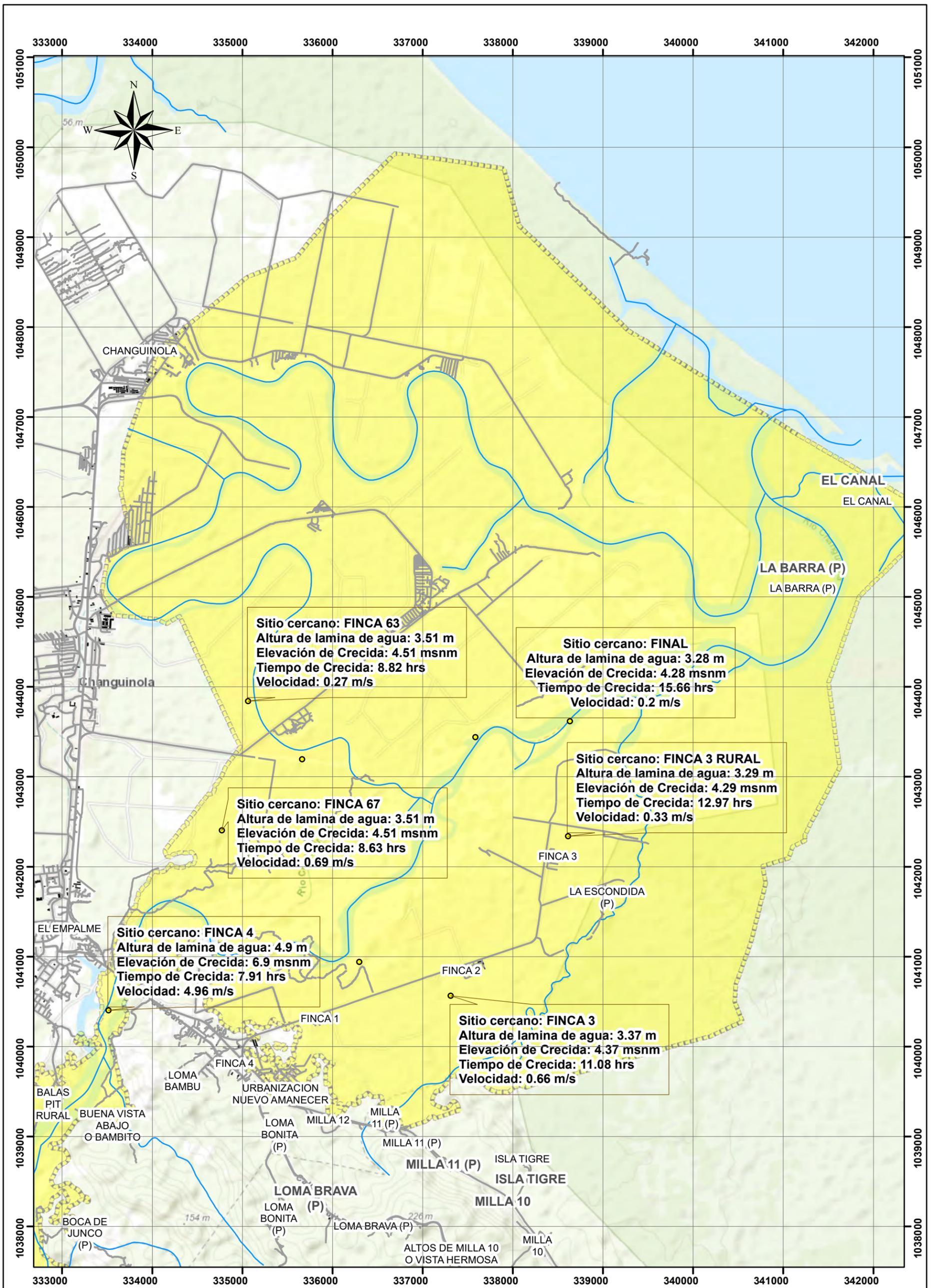
MAPA #: 5 E
PLANICIE DE INUNDACIÓN-
ALERTA AMARILLA



| | | |
|---|---|--|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_amarilla EDIFICIOS VIAS RIOS ALETTA AMARILLA |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 5 F PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA AMARILLA</p> | |



| | | |
|---|---|---|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios_amarilla EDIFICIOS VIAS RIOS ALETTA AMARILLA |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 5 G PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA AMARILLA</p> | |



Sitio cercano: FINCA 63
 Altura de lamina de agua: 3.51 m
 Elevación de Crecida: 4.51 msnm
 Tiempo de Crecida: 8.82 hrs
 Velocidad: 0.27 m/s

Sitio cercano: FINAL
 Altura de lamina de agua: 3.28 m
 Elevación de Crecida: 4.28 msnm
 Tiempo de Crecida: 15.66 hrs
 Velocidad: 0.2 m/s

Sitio cercano: FINCA 67
 Altura de lamina de agua: 3.51 m
 Elevación de Crecida: 4.51 msnm
 Tiempo de Crecida: 8.63 hrs
 Velocidad: 0.69 m/s

Sitio cercano: FINCA 3 RURAL
 Altura de lamina de agua: 3.29 m
 Elevación de Crecida: 4.29 msnm
 Tiempo de Crecida: 12.97 hrs
 Velocidad: 0.33 m/s

Sitio cercano: FINCA 4
 Altura de lamina de agua: 4.9 m
 Elevación de Crecida: 6.9 msnm
 Tiempo de Crecida: 7.91 hrs
 Velocidad: 4.96 m/s

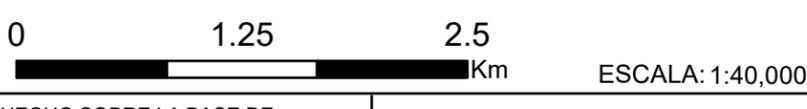
Sitio cercano: FINCA 3
 Altura de lamina de agua: 3.37 m
 Elevación de Crecida: 4.37 msnm
 Tiempo de Crecida: 11.08 hrs
 Velocidad: 0.66 m/s



CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA

Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

PRESA CHANGUINOLA
HUELLA DE INUNDACIÓN
TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA

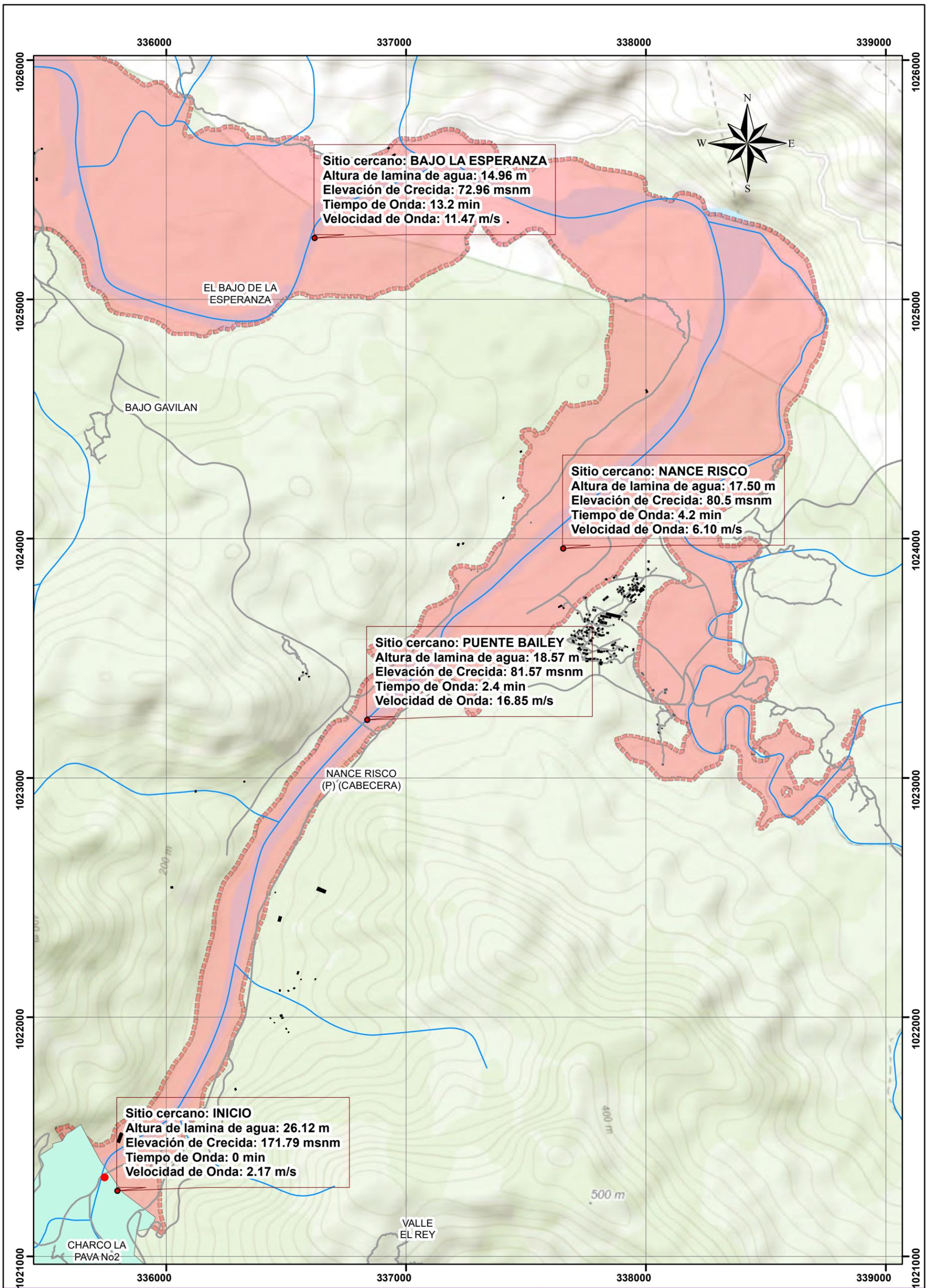


- sitios_amarilla
- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- ALETTA AMARILLA

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

MAPA #: 5 H
PLANICIE DE INUNDACIÓN-
ALERTA AMARILLA

ALERTA ROJA



CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA
 Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

PRESA CHANGUINOLA
HUELLA DE INUNDACIÓN
TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA

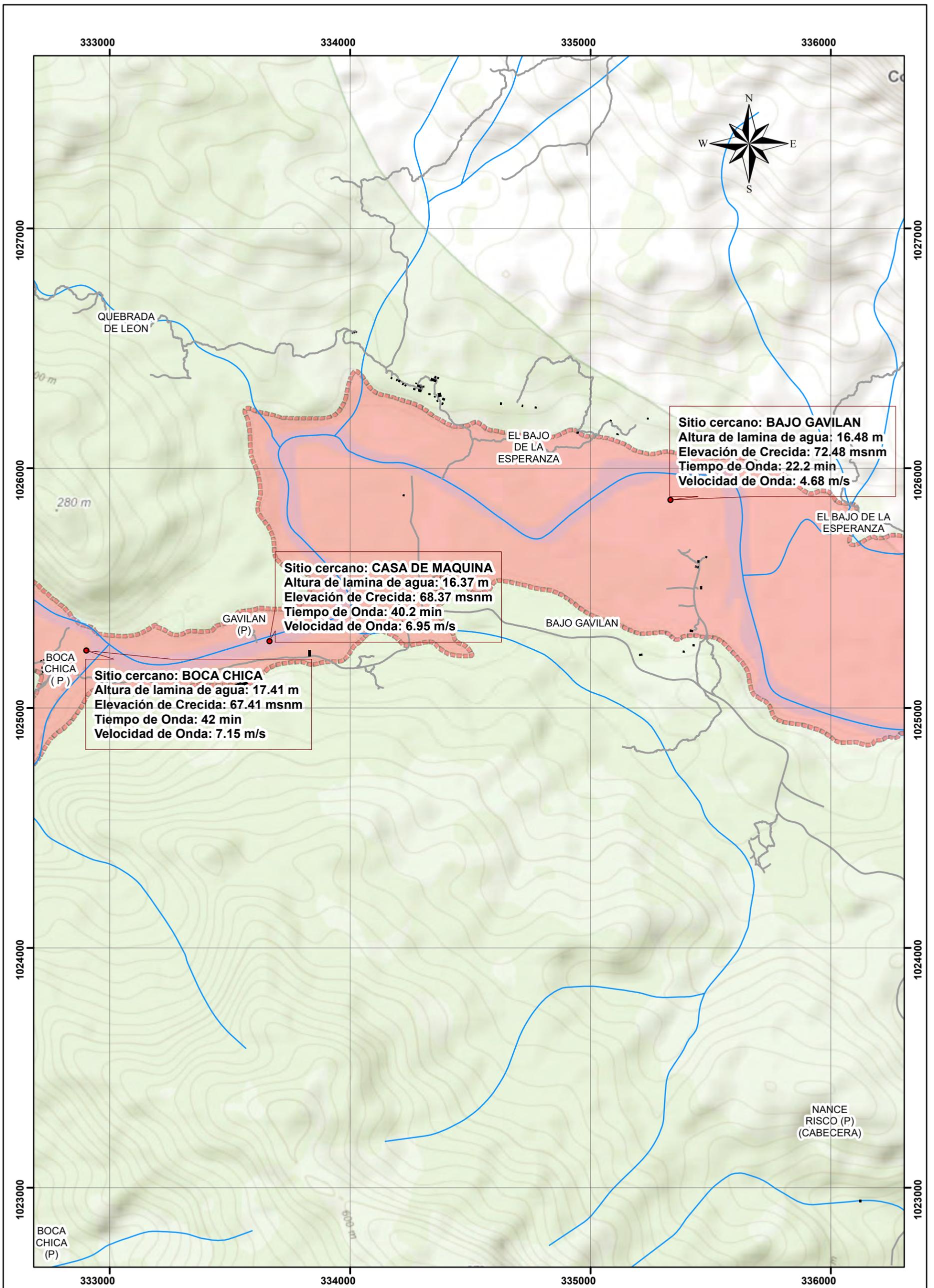
AES Panamá

0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000

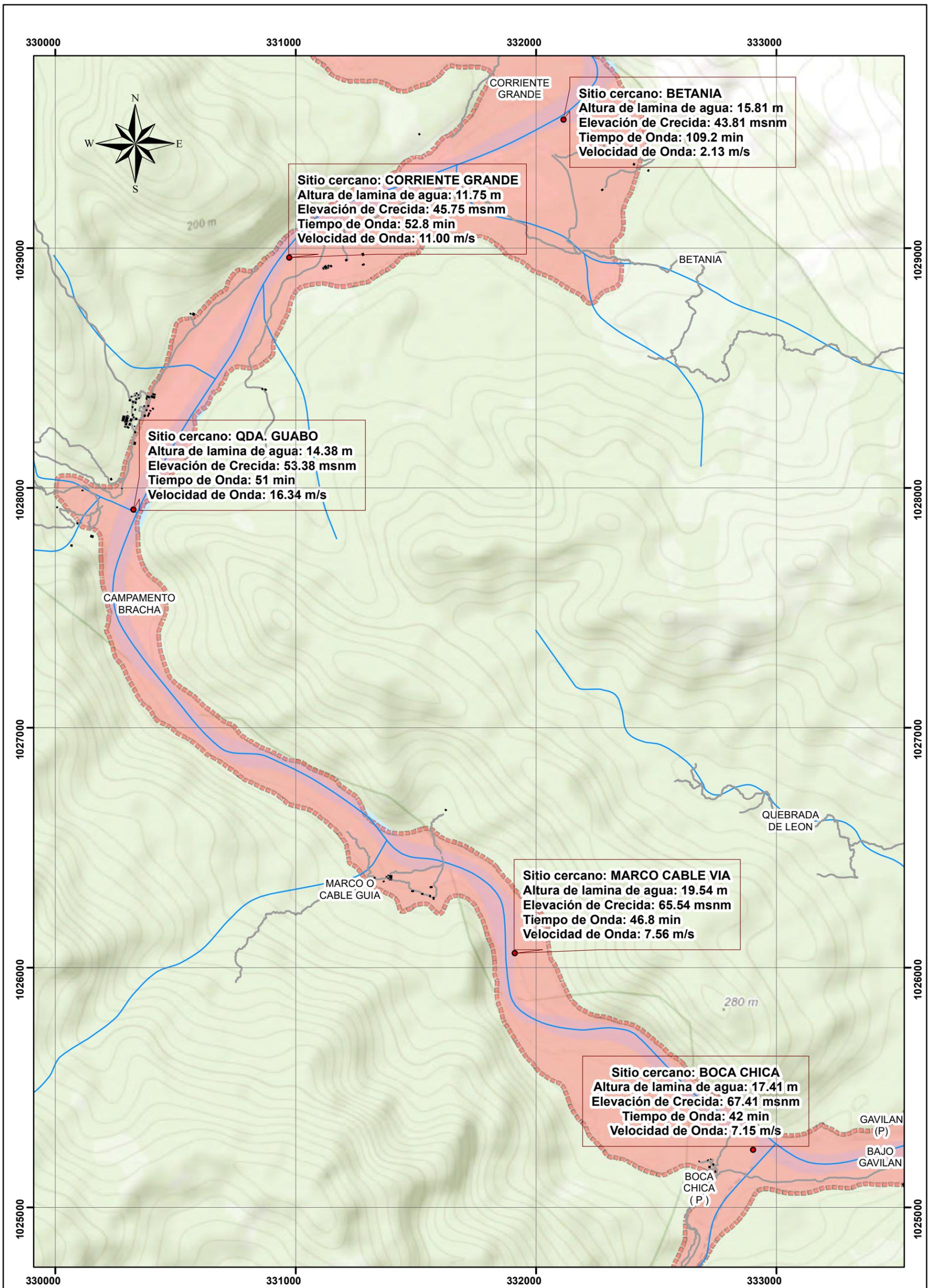
- sitios crecida rotura roja
- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- ROTURA_ROJA_PG

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

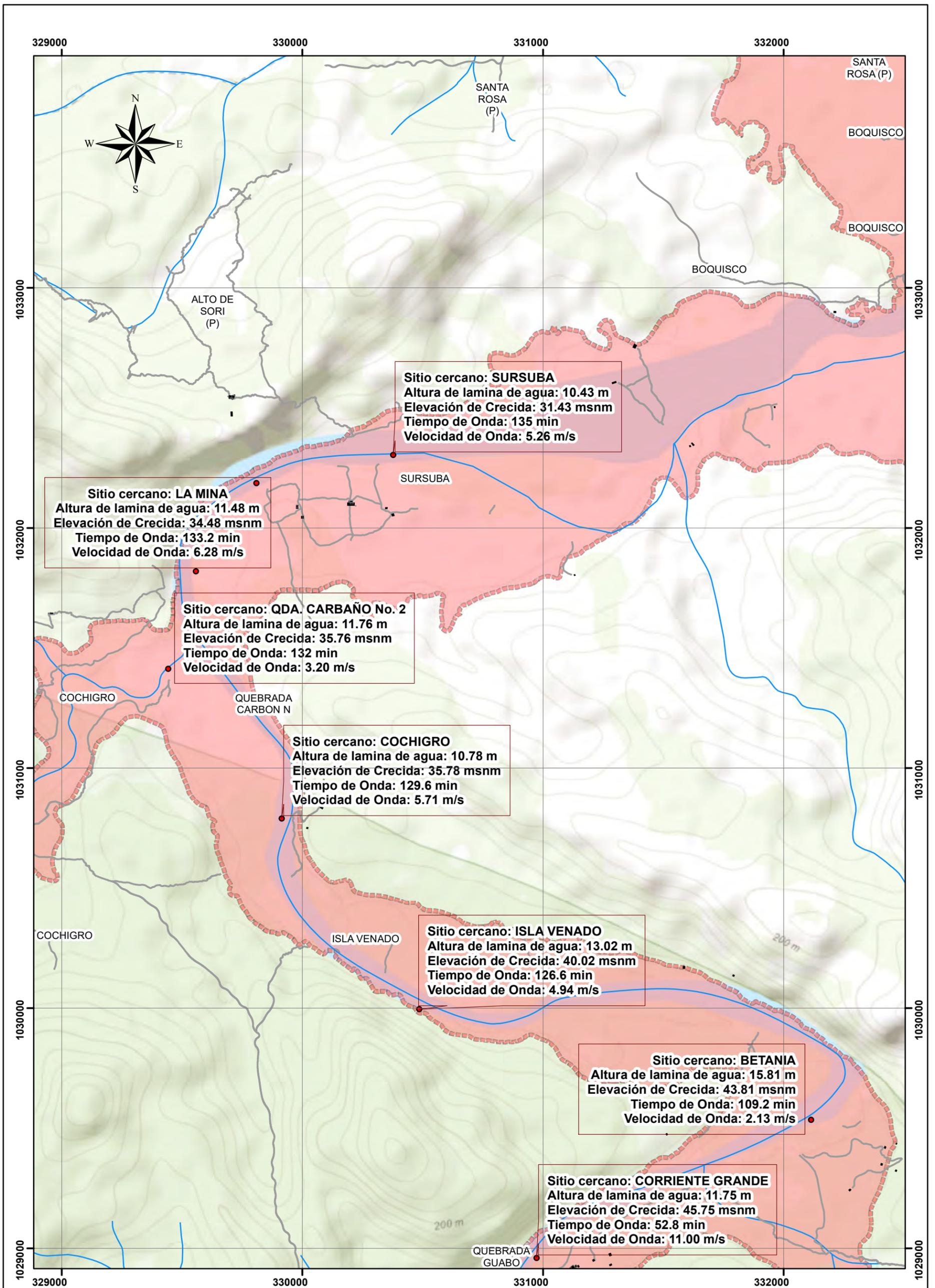
MAPA #: 6 A
PLANICIE DE INUNDACIÓN-
ALERTA ROJA



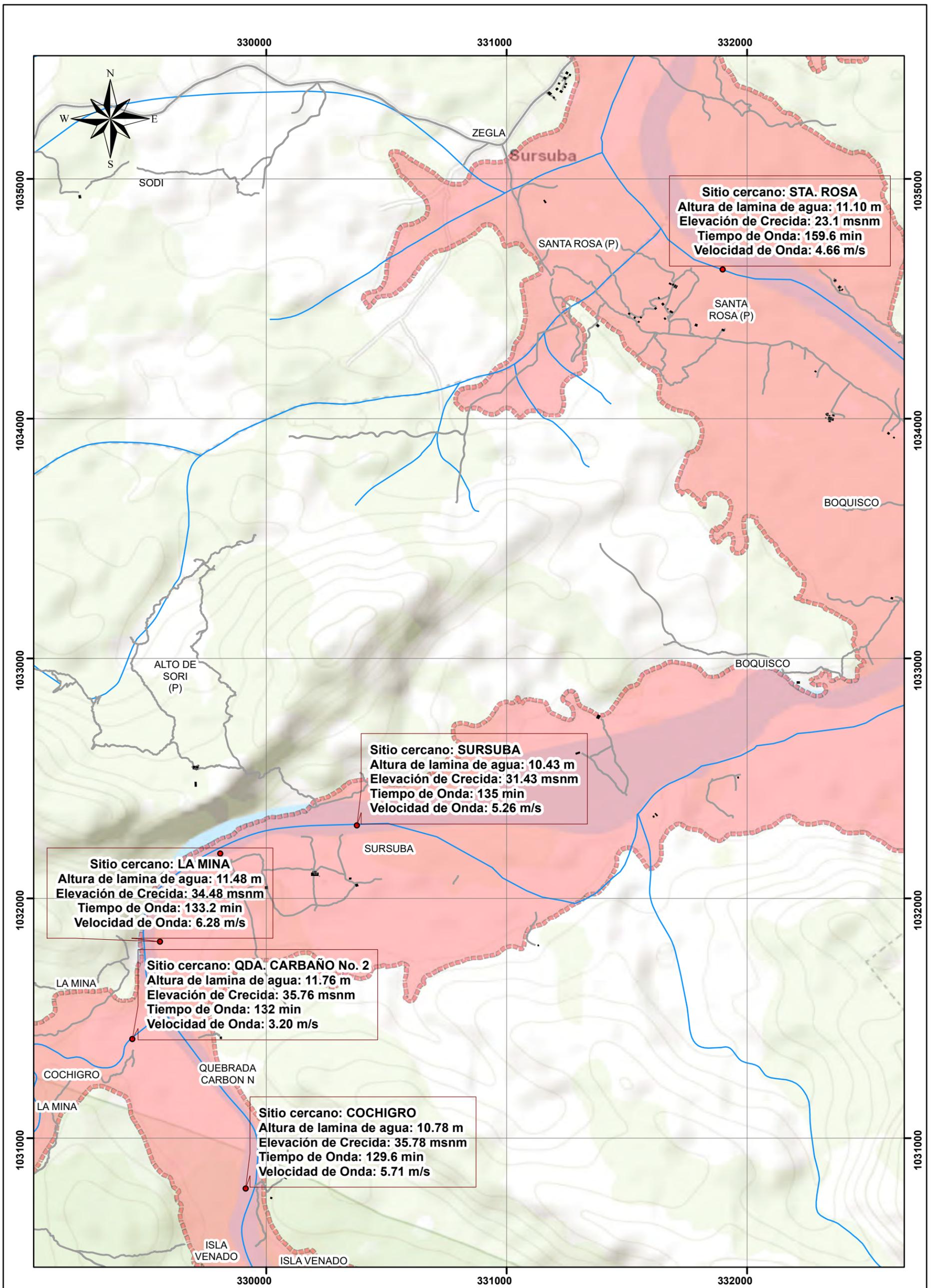
| | | |
|---|---|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center">Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios crecida rotura roja EDIFICIOS VIAS RIOS ROTURA_ROJA_PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 6 B PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA ROJA</p> | |



| | | |
|---|---|--|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> <ul style="list-style-type: none"> ● sitios crecida rotura roja EDIFICIOS VIAS RIOS ROTURA_ROJA_PG |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 6 C PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA ROJA</p> | |

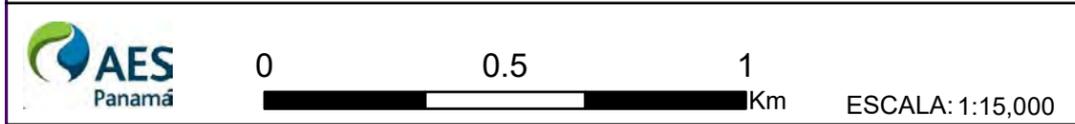


| | | |
|---|---|--|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviación Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios crecida rotura roja EDIFICIOS VIAS RIOS ROTURA_ROJA_PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 6 D PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA ROJA</p> | |



CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A.
CEDSA
 Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá
 Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com
<https://cedsa-panama.com/>

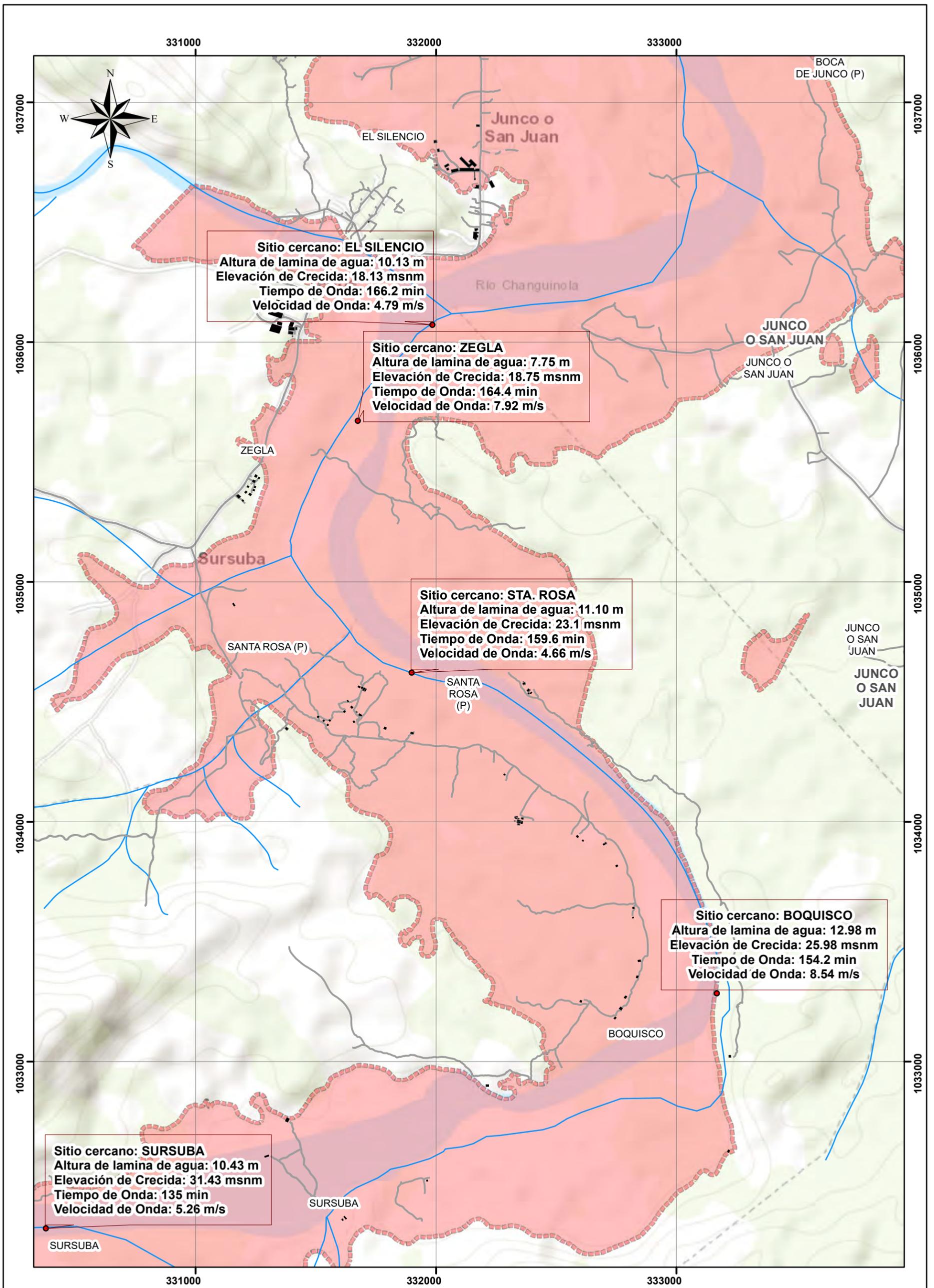
PRESA CHANGUINOLA
HUELLA DE INUNDACIÓN
TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA



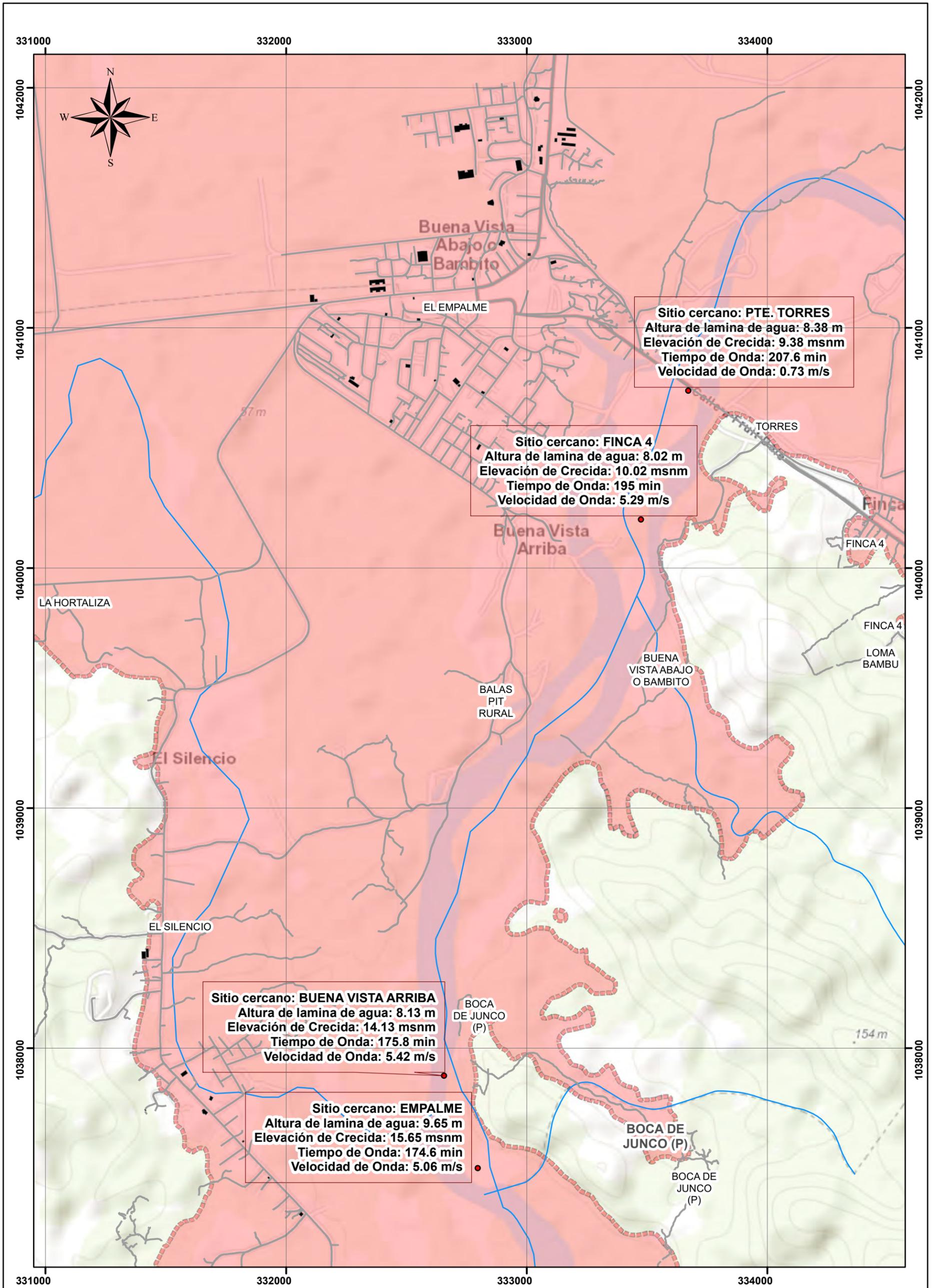
- sitios crecida rotura roja
- EDIFICIOS
- VIAS
- RIOS
- ROTURA_ROJA_PG

ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE:
 Proyección Universal de Mercator, Zona 17
 Dato horizontal. Datum WGS 1984
 Elipsoide Clarke 1866

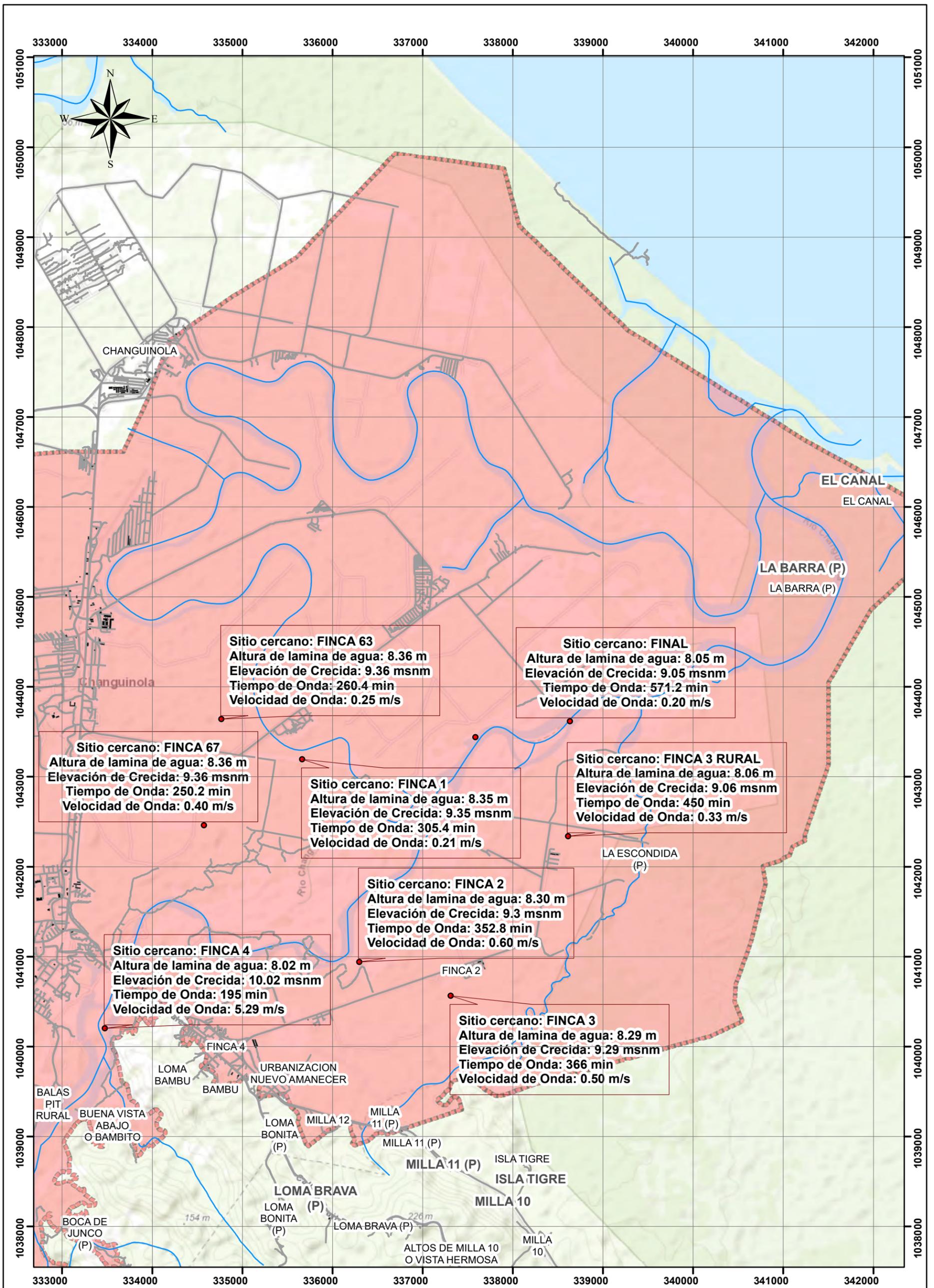
MAPA #: 6 E
PLANICIE DE INUNDACIÓN-
ALERTA ROJA



| | | |
|---|---|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center">Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p align="center">0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios crecida rotura roja EDIFICIOS VIAS RIOS ROTURA_ROJA_PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 6 F PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA ROJA</p> | |



| | | |
|---|---|---|
| | <p>CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 0.5 1 Km ESCALA: 1:15,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios crecida rotura roja EDIFICIOS VIAS RIOS ROTURA_ROJA_PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 6 G PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA ROJA</p> | |



| | | |
|---|---|---|
| | <p align="center">CONSULTORÍA, ESTUDIOS Y DISEÑOS, S.A. CEDSA</p> <p align="center">Tumba Muerto PH Aviñón Torre1, Apto 1006 Piso 10, San Miguelito, Panamá Teléfono: Tel. 387-4498 Correo: cedsaproyectos@gmail.com https://cedsa-panama.com/</p> | <p>PRESA CHANGUINOLA HUELLA DE INUNDACIÓN TIPO DE ALERTA: ALERTA ROJA</p> |
| | <p>0 1.25 2.5 Km ESCALA: 1:40,000</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● sitios crecida rotura roja EDIFICIOS VIAS RIOS ROTURA_ROJA_PG |
| <p>ESTE MAPA FUE HECHO SOBRE LA BASE DE: Proyección Universal de Mercator, Zona 17 Dato horizontal. Datum WGS 1984 Elipsoide Clarke 1866</p> | <p>MAPA #: 6 H PLANICIE DE INUNDACIÓN- ALERTA ROJA</p> | |

ANEXO No. 2

VÍAS DE COMUNICACIÓN ALTERNAS



Figura No. 1

En la Figura No.1 se muestra la vía alterna de comunicación terrestre hacia la Presa, esta vía consta de 24.44 km, se caracteriza por ser angosta con múltiples curvas empinadas. En caso de no poder ingresar a la Presa por la vía principal es necesario tomar la vía conocida como Rambala, se ingresa por la entrada de Río Oeste hacia Valle del Risco, en esa dirección se encuentre Risco Abajo, se gira a la izquierda y en 3.64 km está la presa.



Figura No. 2

En la Figura No.2 se muestra la vía alterna de comunicación acuática para llegar a Casa Máquina, El trayecto es aproximadamente de 12.9 km, inicia desde el puerto conocido como Sursuba y termina en el área de Casa Máquina.

ANEXO No. 3

ESTATUS DE LAS RECOMENDACIONES

| Año del Informe | Recomendación | # | Fecha de Ejecución | Recomendación Emitida Por | Observaciones |
|------------------------|---|----------|---------------------------|----------------------------------|--|
| 2014 | Contemplar en el PADE, los procedimientos ya establecidos por la hidroeléctrica para los Escenarios de Crecidas Ordinarias y Extraordinarias del PADE, que no fueron contemplados inicialmente en el PADE. | 1 | | AESC | En el PADE actualizado por CEDSA, se incluyeron los escenarios de Crecidas Ordinarias y Extraordinarios. Cerrado. |
| 2014 | La periodicidad con que se deben realizar los Balance Hídricos, para los diferentes niveles del embalse, para los cuales se tiene establecido las diferentes alertas. | 2 | | AESC | En la actualización del PADE se realizaron los balances hídricos para las diferentes alertas y se corrieron los escenarios de inundación. Cerrado. |
| 2014 | Adjuntar al PADE, el listado de las vías de comunicación alternas para llegar a las instalaciones de la presa y casa de máquinas. | 3 | | AESC | Se incluyó en la actualización del PADE, la vía alterna que conducen a la Presa y Casa de Máquinas. Cerrado |
| 2014 | Desarrollar un formato (Tabla), donde se presente los niveles y las funciones de cada uno del personal de AES, para una mejor comprensión y coordinación. (readecuación de la presentación del PADE). En esta misma tabla anotar, cuándo se activa el PADE y el COE, ya que ha quedado demostrado en la simulación, que cuando el trabajo es en equipo la toma de decisión es más rápida y efectiva. En este punto es importante señalar que este procedimiento la empresa lo tiene contemplado, pero no está escrito en el PADE. | 4 | | AESC | En el PADE está descrito las funciones de cada uno de los profesionales que interviene ante una situación de emergencia por parte de AES Changuinola, no es responsabilidad de AES Changuinola de activar el COE, si de informar sobre las diferentes situaciones de emergencias que pueden ocurrir en la presa. Cerrado. |
| 2014 | Se debe incluir en los procedimientos, que cuando el nivel de la Presa está en 165 msnm; notificar a las instituciones de atención directa de una emergencia, como son al Sistema Nacional de Protección Civil, Bomberos, Cruz Roja, Policía Nacional, y al sector Salud, con la finalidad de que cada una de ellas tomen las medidas correspondientes para atender una situación de la mejor forma. Esto se puede establecer activando la alerta blanca en ese nivel o solamente una notificación sin declaratoria de alerta. | 5 | | AESC | Se incluyó en el diagrama de Alerta Blanca. Cerrado. |
| 2014 | Agregar las Autoridades Locales y otras Entidades Estatales en los diagramas de avisos identificados en la Reunión Informativa del 17 de diciembre de 2014 (MEDUCA, MOP, MIVI, ANAM, Gobernación de Bocas del Toro, IDAAN, Director Regional de Salud, Director Distrital del Centro de Salud). | 6 | | AESC | Se incluyó en los diagramas de Alerta del PADE. Cerrado. |
| 2015 | Se carece de un sistema o tabla de clasificación, que indique la escala de las actividades a desarrollar posterior a un sismo, versus la magnitud o aceleración del sismo. Dicho de otra forma, si ocurre el sismo se procede de acuerdo con el Manual de Operaciones y Mantenimiento establecido para la presa. | 7 | | AESC | AESC tiene un procedimiento establecido de acuerdo con el evento "sismo" que pueda ocurrir en la Central. Cerrado. |
| 2016 | Se recomienda agregar al diagrama de aviso de alertas a la Oficial de Seguridad (Adarys Durán) quien reemplaza al Coordinador del PADE (Jose Ocampo) en caso de tal de que este último no pueda realizar las funciones que les compete cuando está afuera del Complejo Hidroeléctrico Changuinola I. | 8 | | AESC | Se incluyo en los diagramas de aviso del PADE, los suplentes del Coordinador del PADE. Cerrado. |

